



## Programme RotAB

Connaître, caractériser et évaluer les rotations en systèmes de grandes cultures biologiques

# Rotations en grandes cultures biologiques sans élevage

8 fermes-types, 11 rotations

Repères agronomiques, économiques, techniques et environnementaux



**ITAB**

Institut Technique de  
l'Agriculture Biologique

Coordination, rédaction et mise en pages : ITAB



Coordination : Laurence Fontaine, ITAB

Rédaction : Jean-Baptiste Bonte, ITAB

Ont participé à la rédaction : Claude Aubert, Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne, et Laetitia Fourrié, ITAB (bilans des minéraux) ; Bruno Colomb, INRA UMR AGIR (analyse MASC-AB).

Ont contribué à la construction des cas-types et la relecture du document :

- Charlotte Glachant et Claude Aubert, Chambre d'Agriculture de Seine-et-Marne
- Renan Maurice, Chambre d'Agriculture des Pays de la Loire
- Jean-Pierre Gouraud, Agrobio Poitou-Charentes
- Patrice Morand, Chambre d'Agriculture de la Drôme
- Vincent Moulin, FDGEDA 18
- Cécile Perret, Bio Centre
- Sandrine Mouton, Chambre d'Agriculture du Loiret
- Jean-François Garnier, Emeric Emonet et Michel Mangin, ARVALIS - Institut du végétal
- Laurence Fontaine, Laetitia Fourrié et Aude Coulombel, ITAB
- Florian Celette, ISARA-Lyon
- Gaëlle Huchet et Anne Aveline (Groupe ESA) ; Bruno Colomb (INRA UMR AGIR) et Matthieu Carof (AGROCAMPUS OUEST) pour les analyses MASC-AB

Mise en page : Jean-Baptiste Bonte et Aude Coulombel, ITAB

La construction des cas-types a été réalisée en partie dans le cadre du mémoire de fin d'études de Jean-Baptiste Bonte à ARVALIS - Institut du végétal (2010). Les bases de calcul de la plupart des indicateurs (hors MASC-AB) présentés dans ce document sont issues de méthodologies développées à ARVALIS - Institut du végétal (notamment à travers les logiciels Compéti-LIS® et SYSTERRE®).

\* \* \* \* \*

Tous nos remerciements vont aux 37 agriculteurs qui ont accordé de leur temps pour répondre aux enquêtes réalisées dans le cadre de RotAB. La description de leur système nous a inspiré tout au long de la construction des cas-types.

Nous remercions également les personnes ayant contribué à la réalisation de enquêtes (partenaires régionaux, Groupe ESA / ISARA - Lyon / étudiants du domaine d'approfondissement AGRECINA).

Merci enfin à l'équipe salariée de l'ITAB pour la relecture finale du document.

\* \* \* \* \*

Travail réalisé dans le cadre du CAS DAR n°7055 « RotAB » (voir dernière page).



## Sommaire

Références	3
Liste des sigles et abréviations	5
Cas-types RotAB : objectifs et méthodes	7
Les grandes cultures biologiques - quelques principes	9
Définition d'un cas-type	10
Méthode de construction des cas-types	10
Caractérisation des cas-types	14
Méthode de calcul des indicateurs présentés dans la brochure	16
Cas-types RotAB : description et évaluation	21
Centre 1	23
Centre 2	31
Ile-de-France 1	40
Ile-de-France 2	47
Ile-de-France 3	55
Poitou-Charentes - rotation 1 et 2	63
Pays de la Loire - rotation 1 et 2	79
Rhône-Alpes - rotation 1 et 2	95
Tableaux récapitulatifs	111
Performance des systèmes de grandes cultures biologiques : principales tendances	115
Analyse des cas-types à dire d'experts	117
Evaluation multicritère des rotations par l'outil MASC-AB : une approche complémentaire	119
La rotation, reflet du contexte pédoclimatique, des débouchés et des objectifs de l'agriculteur	125



## Références

BONTE J.B. (2010). La rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques : peut-on combiner performances économiques, agronomiques et environnementales ? Première approche d'analyse multicritère. Mémoire de fin d'études - ARVALIS - Institut du Végétal. 61 pages.

Colomb B., Aveline A. & Carof M. (2011). Evaluation de la durabilité des systèmes de grandes cultures biologiques. Une évaluation multicritère qualitative de systèmes de culture « types » de cinq régions de France et de systèmes de culture « réels » de la région Midi-Pyrénées. Rapport d'étude conjoint des projets CASDAR RotAB et PSDR 3 Midi-Pyrénées CITODAB. Version préliminaire. Mars 2011. 60 pages.

Colomb B., Aveline A. & Carof M. (2011). Evaluation de la durabilité des systèmes de grandes cultures biologiques. Une évaluation multicritère qualitative de systèmes de culture « types » de cinq régions de France et de systèmes de culture « réels » de la région Midi-Pyrénées. Actes de la Journée Technique Grandes Cultures biologiques ITAB-ARVALIS, 6 mars 2011, Toulouse.

GARNIER J.F. (2011). Analyse technico-économique de rotations en grandes cultures biologiques sans élevage. Actes de la Journée Technique Grandes Cultures biologiques ITAB-ARVALIS, 6 mars 2011, Toulouse.

ITAB. (2011). Les grandes cultures biologiques en France : état des lieux des rotations pratiquées par région. Mars 2011. LECLERC B. (2001). Guide des matières organiques, TOME 2, deuxième édition - avril 2001. ITAB. France. 91 pages.

TAILLEUR A. CARIOL M. DELTOUR L. DOLLE J.B. ESPAGNOL S. FLENET F. GUIGNAND N. LAGADEC S. LE GALL A. LELLHI A. MALAVAL. & PONCHANT P. (2009). GES'TIM : Guide méthodologique pour l'estimation des impacts des activités agricoles sur l'effet de serre, 138p. Disponible sur <http://www.inst-elevage.asso.fr>

ZIEGLER D. & HEDUIT M. (1991). Engrais de ferme : valeur fertilisante, gestion, environnement. ITP, ITCF, ITEB. France. 35 pages.

Les livrables du projet RotAB sont disponibles en téléchargement sur le site de l'ITAB : <http://www.itab.asso.fr>

## ■ Liste des sigles et abréviations

ACF : Autres Charges Fixes

BTH : Blé Tendre d'Hiver

CAS DAR : Compte d'Affectation Spéciale pour le Développement Agricole et Rural

DPU : Droits à Paiement Unique

Fév. : féverole

GES : Gaz à Effet de Serre

H : culture d'Hiver

ha : hectare

HE : herse étrille

IDF : région Ile-De-France

K<sub>2</sub>O : potassium

Luz. : luzerne

MSA : Mutuelle Sociale Agricole

N : azote

P : culture de Printemps

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : phosphore

PC : région Poitou-Charentes

PDL : région Pays de la Loire

q : quintal

RA : région Rhône-Alpes

t : tonne

Tourn. : tournesol

Trit. : triticales

UTH : Unité de Travail Humain



## Programme RotAB

Connaître, caractériser et évaluer les rotations en systèmes de grandes cultures biologiques

# Cas-types RotAB : objectifs et méthodes



## ■ Les grandes cultures biologiques – quelques principes

Avant de présenter les cas-types et leurs résultats, voici un aperçu de quelques grands principes de l'agriculture biologique et en particulier des grandes cultures biologiques. La connaissance de ces principes facilitera la compréhension des résultats qui suivent.

L'un des principes fondateurs de l'agriculture biologique est la complémentarité entre le sol, les cultures et l'élevage. Aussi, la présence d'un troupeau de ruminants sur une exploitation est un atout de taille :

- les prairies participent à la lutte contre la flore adventice et au maintien de la fertilité du sol ;
- les effluents d'élevage sont une source d'éléments minéraux pour les cultures non légumineuses. Ils participent également au maintien de la fertilité du sol par l'apport de matières organiques et l'entretien de l'activité biologique.

Les systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage et sans prairie rencontrent des freins techniques en matière de fertilité et de développement des adventices. La rotation - succession ordonnée et répétée des cultures sur une même parcelle - est un levier agronomique majeur dont ne peuvent se passer les agriculteurs. La construction d'une rotation cohérente passe généralement par le respect de quelques principes de base :

- l'insertion de légumineuses en proportion suffisante dans les rotations (30 % minimum) ;
- l'alternance des cultures d'hiver et d'été ;
- l'alternance de cultures aux systèmes racinaires contrastés ;
- l'insertion de cultures « nettoyantes » vis-à-vis des adventices (couverture du sol, effets allélopathiques...) ;
- etc.

On conseille également :

- qu'une partie des légumineuses soit gérée comme une prairie temporaire régulièrement fauchée ;
- d'éviter les successions de céréales à paille et des plantes d'une même famille de façon générale ;
- de respecter les délais de retour des cultures sur une même parcelle ;
- d'éviter les sols nus en hiver ;
- etc.

Le choix d'une grande diversité de cultures au sein de la rotation permet de respecter au mieux ces recommandations.

La rotation participe donc à la gestion de la fertilité et des adventices par les effets agro-écologiques qu'elle induit, mais elle s'accompagne nécessairement d'autres choix stratégiques de l'agriculteur qui interviennent en complément : itinéraires techniques et opérations culturales, irrigation, apports d'amendements et de fertilisants, etc. C'est en partant de ce constat - *la rotation des cultures est au cœur des systèmes céréaliers biologiques* - qu'ont été construits le programme RotAB et les cas-types ici présents.

## Définition d'un cas-type

- Qu'est-ce qu'un cas-type ?

Les cas-types « grandes cultures biologiques sans élevage » sont des modèles de systèmes agricoles. Ils sont construits à partir de données issues de fermes réelles. En tant que fermes fictives, ces cas-types sont des exemples de situations possibles ayant pour vocation de fournir une représentation de ce qui se fait dans la réalité. Bien qu'ils représentent des situations courantes, ils n'ont pas de valeur de représentativité statistique.

- Pour quoi faire ?

Les cas-types grandes cultures biologiques sans élevage ont pour principal objectif d'apporter des références autour de la rotation des cultures dans les systèmes céréaliers biologiques. L'hypothèse de base du projet RotAB est que la rotation est le principal levier agronomique dont disposent les céréaliers biologiques pour une bonne gestion de la fertilité et des adventices. En s'attachant à des points tels que la rotation, les itinéraires techniques, le parc matériel, l'exploitation, les intrants, les prix de vente, etc., les cas-types abordent les principaux aspects d'un système dans sa globalité. Ils permettent également de présenter la diversité des systèmes céréaliers biologiques à travers cinq régions françaises.

- Pour qui ?

Conseillers, agriculteurs, enseignants, étudiants ; toutes les personnes désireuses de s'informer sur les grandes cultures biologiques en France sont concernées par ces cas-types. En tant que références technico-économiques, supports pédagogiques ou encore base de travail pour des études ultérieures (prospective), ils visent un public large.

## Méthode de construction des cas-types

Les cas-types s'inspirent essentiellement d'enquêtes réalisées auprès d'agriculteurs biologiques dans les cinq régions partenaires du premier axe du programme RotAB : Centre, Ile-de-France, Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Rhône-Alpes. A ces enquêtes riches en informations s'ajoutent différentes études antérieures, des bases de données (Chambres d'Agriculture, ARVALIS - Institut du Végétal), des fiches techniques diffusées par divers organismes ainsi que l'expérience et l'expertise des partenaires régionaux.

- La rotation

La rotation étant au cœur des systèmes biologiques, le choix des cultures (et cultures intermédiaires) et leur ordre de succession est la première étape de la définition d'un cas-type.

Les cas-types RotAB symbolisent la diversité des systèmes céréaliers biologiques existants. Pour cela, deux critères discriminants ont été retenus. Il s'agit (1) de la présence ou l'absence de luzerne en tête de rotation pluriannuelle et (2) de la présence d'irrigation. Le choix des rotations s'inspire principalement des 37 enquêtes « agriculteurs » du projet RotAB. Les propositions ont alors été revues puis validées avec chaque partenaire régional.

*Rappel* : le programme RotAB s'intéresse essentiellement aux systèmes céréaliers sans élevage. C'est pourquoi on ne retrouve pas d'élevage dans les cas-types présentés dans cette brochure.

Chaque rotation a été construite en cohérence avec le contexte régional dans lequel elle s'inscrit. C'est la raison pour laquelle le contexte (surface et main d'œuvre disponible sur l'exploitation, débouchés, contexte pédoclimatique) a été défini dès cette première étape. Les cas-types étant alors « conditionnés » par ces facteurs, l'objectif n'est pas strictement de les comparer entre eux mais plutôt de fournir des repères.

- Itinéraires techniques culturaux, intrants, rendements et prix de vente

Une fois les rotations fixées, les itinéraires techniques pour chaque culture ont été établis. Ces itinéraires techniques, représentations de pratiques courantes chez les agriculteurs, ne font pas office de conseil. Ils s'inspirent des enquêtes RotAB, de fiches techniques et d'études antérieures, et ont ensuite été adaptés et validés avec les partenaires régionaux. Les interventions culturales retenues diffèrent selon la culture, son précédent, le type de rotation, le type de sol, etc. Le choix des intrants (semences, engrais et amendements organiques, eau, autres) s'est fait en concertation avec les partenaires régionaux (quantités apportées, composition des engrais, prix, etc.).

### Composition (en % de matière brute) et prix des engrais et amendements organiques

Engrais / amendements organiques	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Coût (€/t)
Farines de plumes	12 %	-	-	350
Farines de viande	9 %	12 %	-	260
Fientes de poules	3 %	4 %	2,8 %	60
Viofertil®	4 %	2 %	1 %	45
Engrais à base de compost de fientes de volailles	2,5 %	2,2 %	2,3 %	35
Compost de fumier de volaille (Rhône-Alpes)	1,7 %	1,7 %	1,7 %	19
Compost de fumier de volaille (Centre)	3 %	2,2 %	2,4 %	40
Compost de fumier de cheval	0,8 %	0,3 %	0,9 %	5
Compost de déchets verts	0,9 %	0,5 %	0,8 %	5
Vinasses	2,7 %	-	5,5 %	55
PatentKali®	-	-	30 %	450

Sources : base de données interne Arvalis-Institut du Végétal (en développement), Guide des Matières Organiques de l'ITAB, partenaires régionaux

Le prix des semences certifiées ainsi que la proportion semences de fermes / semences certifiées ont été définis avec les partenaires régionaux. Le coût de la semence de ferme a été fixé selon la formule proposée par le GNIS, qui prend en compte le manque à gagner (soit le prix de vente de la culture), les pertes au triage (10 %) et le coût du triage (5 €/q).

### Prix de vente des cultures (en €/t)

Prix de vente →	bas	moyen	haut
blé tendre d'hiver	215	290	350
orge (fourrager)	140	250	300
triticale	140	230	330
avoine (fourrager)	140	230	320
soja	550	600	650
féverole	200	260	330
association triticale/pois	160	240	320
luzerne déshydratée	60	80	100
luzerne foin	100	125	150
luzerne (sur pied)	50	60	70
maïs grain	160	220	290
colza	400	450	550
tournesol (huilerie)	275	375	500

Des prix de vente bas, moyens et hauts ont été attribués à chaque espèce sur la base des cotations nationales des six dernières années (2004 à 2009). Chaque prix a été rediscuté et validé avec l'ensemble des partenaires du projet.

Note : les prix du blé tendre varient selon sa qualité (+ 30 €/t pour un blé améliorant, prix du triticale pour un blé fourrager).

Des rendements bas, moyens et hauts ont également été fixés pour chaque culture (en fonction du potentiel de sol, du précédent, du risque d'enherbement, etc.).

NB : pour les associations, des écarts de prix peuvent être constatés d'un cas-type à l'autre, le prix de vente variant d'une part selon les débouchés (semences, fourrages...), d'autre part avec la proportion de l'association à la récolte.

- Le parc matériel

Les interventions culturales propres à chaque système de culture ont permis de définir les besoins en matériel pour l'exploitation. En fonction de ces besoins, de la taille de l'exploitation et de la main d'œuvre disponible, le parc matériel a été défini : tracteurs, automoteurs, outils. L'appel aux entreprises et aux CUMA a également été abordé (prix des opérations réalisées par entreprise définis régionalement avec les partenaires, coûts de location du matériel en CUMA inspirés du guide des Prix de Revient des CUMA région Nord Bassin Parisien de 2007). Grâce à une base de données créée et développée par ARVALIS - Institut du végétal, de nombreuses informations concernant le matériel ont été renseignées automatiquement : prix d'achat, amortissement, frais financiers, coûts d'entretien, consommation de carburant, etc.

- Quelques hypothèses de travail retenues pour les calculs d'indicateurs économiques

Dans le but de disposer du maximum d'informations concernant chaque cas-type, des hypothèses de travail ont été prises. Elles sont regroupées ci-dessous.

Aides financières :	En vue du découplage total, seules les aides découplées (DPU) + le soutien à l'AB ont été retenus.
- DPU	250 €/ha : fourchette basse, retenue par manque de visibilité sur les montants futurs.
- Soutien AB	100 €/ha : montant accordé aux grandes cultures. Montant incertain pour l'avenir (soumis à une enveloppe commune).
Cotisations MSA	Calculées en fonction du résultat d'exploitation, ventilées à l'hectare sans prise en compte de la rentabilité propre à chaque culture.
Charges de main d'œuvre	12 600 €/UTH/an pour de la MO familiale. Répartition : 30 % de ce montant réparti par hectare, le reste réparti au prorata du temps de traction pour chaque culture.
Fermage	Montant fixé régionalement à dire d'experts (de 120 à 140 €/ha environ).
Frais de certification	420 €/exploitation + 125 € si < 100 ha / + 205 € si > 100 ha. Intégré aux charges diverses.
Charges diverses	Norme ARVALIS - Institut du végétal, basée sur diverses études : 4 600 €/ exploitation + 45 €/ha.
Prix des engrais	Prix moyens : fixés avec les partenaires ; prix hauts = prix normal × 2
Prix du fioul	Moyen : 0,5 €/litre ; haut : 1 €/litre (données en ligne de l'AGRESTE, 2009)



### Répartition géographique des 8 fermes et 11 rotations

Huit fermes regroupant onze rotations ont été construites. Trois des fermes regroupent deux rotations par exploitation (en général, une rotation sur parcelles irrigables et une autre rotation sur parcelles non irrigables).

Une caractérisation rapide de chacun des systèmes est présentée en page suivante.

Note : pour chaque cas-type, une ville représentative du climat moyen a été indiquée (dans la partie « rotation et exploitation »). Cela permet de donner une idée des conditions auxquelles sont soumis les cas-types. Pour obtenir les informations relatives à la météorologie de chaque ville, se renseigner sur le site internet <http://climat.meteofrance.com/>.

## Caractérisation des cas-types

	UTH	SAU	Contexte	Luz.	Irrig.	durée rot °	Rotation	% de cultures de printemps (hors luz.)	% de cultures binées (hors luz.)	% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an)
C 1	1	128	Sud de la région Centre. Potentiel moyen. Débouchés peu variés.	oui	non	8	luzerne (3 ans) - blé - triticale - féverole P - blé - orge H	20%	0%	33%
C 2	1	88	Loiret (45). Sols limoneux à sableux, bon potentiel. Marché de niche betterave rouge. Luzerne déshydratée.	oui	oui	8	luzerne (2 ans) - blé - betterave rouge - blé - maïs grain - féverole H - blé	33%	50%	29%
IDF 1	1	130	Seine-et-Marne (77). Limons battants profonds, très bon potentiel.	oui	non	10	luzerne (2 ans) - blé - triticale - avoine - féverole P - blé - orge P - jachère trèfle blanc - blé	25%	63%	33%
IDF 2	1	180	Sud Ile-de-France. Sols à dominante limoneuse ou argileuse, bon potentiel. Luzerne déshydratée.	oui	non	9	luzerne (3 ans) - blé - colza - blé - féverole H - blé - orge P	17%	33%	29%
IDF 3	1	126	Nord Yvelines (78). Absence de débouchés luzerne. Potentiel bon à moyen.	non	non	6	féverole P - blé - maïs grain - triticale/pois fourrager - blé - triticale	33%	67%	33%
PDL 1*	1	57	Sols limono-argileux, bon potentiel.	non	oui	3	féverole H - blé - maïs grain	33%	100%	33%
PDL 2*	1	55	Potentiel moyen (hydromorphie, séchant).	non	non	5	féverole P - blé - tournesol - blé - triticale / pois fourrager	40%	80%	20%
PC 1*	1	45	Plaine de Niort. Terres superficielles, calcaires, séchantes : potentiel moyen.	oui	oui	9	luzerne (3 ans) - blé - maïs grain - féverole H - triticale - tournesol - orge H	20%	20%	20%
PC 2*	1	60		non	non	5	féverole H - blé - orge H - tournesol - blé	33%	33%	29%
RA 1*	1	54	Vallée du Rhône. Sols limono-argileux. Bon potentiel mais plutôt séchant.	oui	non	6	luzerne (3 ans) - blé - blé - tournesol	33%	33%	25%
RA 2*	1	39		non	oui	3	soja - blé - maïs grain	67%	67%	33%

\* Pour Pays de la Loire, Poitou-Charentes et Rhône-Alpes, les deux rotations se trouvent dans la même exploitation.



## Méthode de calcul des indicateurs présentés dans la brochure

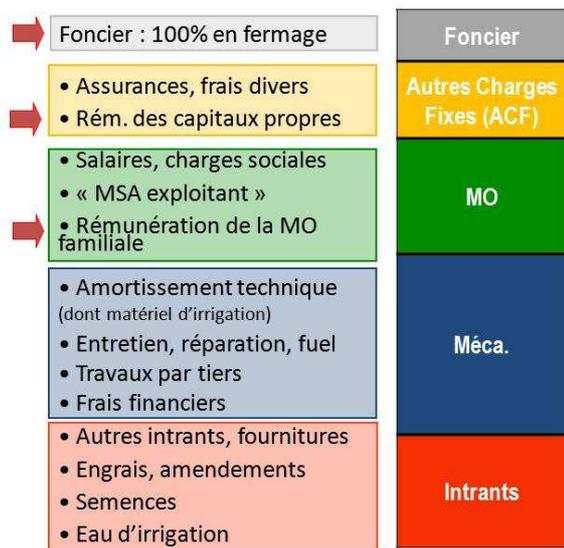
### Coûts de production complets

$$\text{Coût de production complet} = \frac{\text{Intrants} + \text{charges mécanisation} + \text{charges MO} + \text{Fermage} + \text{ACF}}{\text{Rendement de la culture}}$$

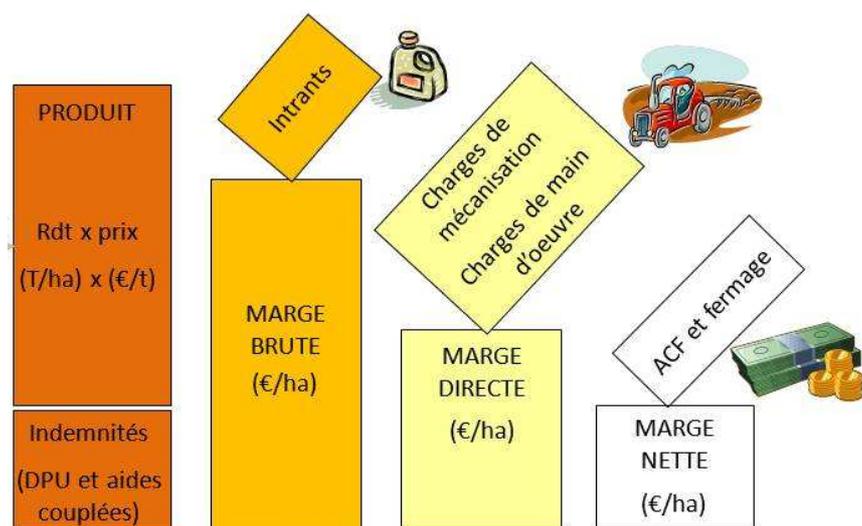
Le coût de production est un indicateur de la compétitivité des cultures. Exprimé en €/t, il ne peut être calculé qu'à l'échelle de la culture et non de la rotation.

Il permet de se comparer à un groupe, un pays, une région, un prix de vente, etc. Par rapport aux marges, il présente l'avantage de ne pas tenir compte des prix de vente et de leur forte variabilité. Les coûts de production permettent d'estimer à partir de quel prix de vente la culture sera rentable.

Les coûts de production présentés dans cette brochure sont des coûts de production « complets ». Par rapport aux coûts classiques, ils prennent en compte la rémunération de la main d'œuvre familiale (dont chef d'exploitation), la rémunération des capitaux propres (manque à gagner dû à l'utilisation du capital plutôt qu'à son placement) et le fermage sur 100 % de la SAU.



**Note :** le calcul de l'amortissement (perte de valeur annuelle) du matériel est technique et non comptable. L'amortissement comptable est calculé de manière théorique sur une durée définie au préalable, alors que l'amortissement technique se calcule en fonction de l'obsolescence, la durée de vie maximale et de l'utilisation réelle annuelle de chaque matériel. Cette prise en compte de l'utilisation effective du parc matériel permet une approche technique de l'amortissement et donc de mieux évaluer le niveau réel de mécanisation de l'exploitation.



### Marges

Les marges renseignent la rentabilité d'une culture, d'une rotation, d'une exploitation. La marge brute (produit brut + aides - intrants) est communément utilisée pour le calcul de la rentabilité à l'échelle de la culture. La marge nette (marge brute - charges de mécanisation, de main d'œuvre salariée, fermage et autres charges) concerne plutôt le système dans sa globalité. Exprimée en €/UTH, cette dernière permet d'estimer ce que touche l'agriculteur une fois les charges retirées aux produits. La rémunération de la main d'œuvre familiale et des capitaux propres n'est pas prise en compte dans le calcul des marges (puisque la marge indique ce qu'il

reste à l'agriculteur, et donc traduit son niveau de rémunération et ses capacités d'investissement).

### Simulations : variations des facteurs prix et rendements

Des simulations de variation des prix de vente, des rendements ou des prix des intrants (fioul et engrais uniquement) ont été réalisées. Pour chaque simulation effectuée, toutes les espèces sont concernées par la variation (par exemple, hausse simultanée du prix de vente de toutes les cultures). Dans la réalité, le prix ou le rendement de toutes les cultures ne varient généralement pas dans le même sens. Nos hypothèses concernant les simulations doivent donc être considérées comme des extrêmes.

- Indicateurs techniques

**Charges de mécanisation (hors irrigation, séchage et tri) :** les charges de mécanisation concernent le matériel de traction, les automoteurs et les outils tractés. Elles tiennent compte de l'amortissement du matériel, des frais d'entretien et de réparation, des consommations de carburant, etc. Toutes ces données sont issues d'une base de données sur le matériel (ARVALIS - Institut du végétal), construite grâce à de nombreuses études réalisées auprès d'agriculteurs, constructeurs, distributeurs, etc. Rappelons que l'amortissement du matériel est technique (basé sur l'utilisation réelle du matériel) et non comptable (entièrement détaché de l'utilisation du matériel, défini *a priori*).

**Charges de mécanisation « totales » :** elles tiennent compte en supplément : de l'amortissement du matériel d'irrigation (enrouleur, tuyaux, pompes, forages...), du séchage des grains (principalement pour le maïs grain) et du tri (par exemple pour une association céréales - protéagineux). Note : les charges opérationnelles d'irrigation (Coût Agence de l'eau et électricité) sont comptées dans la partie « intrants ».

**Consommation de carburant :** formule utilisée par ARVALIS - Institut du végétal, basée sur des observations terrains et essais internes.

**Temps de traction :** calculé en fonction du débit de chantier (ARVALIS - Institut du végétal).

**Temps de mise en place de l'irrigation :** tient compte du temps nécessaire pour déplacer d'une parcelle à l'autre, brancher et dérouler les enrouleurs (méthode ARVALIS - Institut du végétal).

Attention : le **temps de travail « parcelle »** (traction + irrigation) ne tient pas compte du temps consacré aux tâches administratives, à l'entretien du matériel ou encore à l'observation des cultures. On considère qu'un temps de travail parcelle de 800 heures par UTH est une valeur maximum, sachant qu'il faut en moyenne consacrer autant de temps de travail à la parcelle que « hors parcelle » (= 1 600 heures/UTH/an).

- Indicateurs agro-environnementaux

**Bilan CORPEN :** le bilan CORPEN prend en compte les entrées (par les engrais et amendements) et les sorties (exportations par les cultures) pour les éléments N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et K<sub>2</sub>O, à l'échelle de l'exploitation (le tout ramené à l'hectare). C'est un indicateur de pression environnementale qui permet de juger de l'équilibre global des éléments sur la ferme (enrichissement ou appauvrissement en éléments).

Faute de références, les légumineuses ne sont pas prises en compte. Leur bilan azoté est systématiquement ramené à zéro (cela revient à dire que les exportations sont équivalentes à la fixation d'azote atmosphérique). La restitution d'azote au sol n'est donc pas comptabilisée. De même, l'apport des engrais vert n'est pas pris en compte.

**Sources :**

- composition des engrais : base de données interne en cours de développement par ARVALIS - Institut du végétal, Guide des Matières Organiques de l'ITAB, partenaires régionaux.
- exportations par les cultures : références CORPEN et COMIFER.

### **Méthode de calcul de bilan N et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proposée dans le cadre de RotAB**

Les systèmes de grandes cultures biologiques diffèrent des systèmes de culture conventionnels dans leur structure même et dans les pratiques. En effet, les légumineuses, les engrais verts et la fertilisation organique sont des éléments essentiels dans la gestion de la fertilité et de la nutrition azotée des cultures. Par exemple, il est courant que les systèmes biologiques soient composés d'un tiers de légumineuses, alors que ce type de plantes reste plutôt rare dans les systèmes de culture conventionnels.

La méthode CORPEN n'est pas toujours adaptée aux systèmes biologiques car, d'une part, la méthode ne tient pas compte des apports par les légumineuses et, d'autre part, elle prend en compte les apports totaux en éléments fertilisants (alors qu'une partie seulement est disponible pour la culture).

Pour mieux prendre en compte les spécificités des systèmes biologiques (engrais vers, légumineuses) et des pratiques (fertilisation organique), une méthode de calcul d'un indicateur de bilan est proposée à dire d'experts dans le cadre de RotAB. Elle a pour objectif d'apporter un complément dans l'évaluation du potentiel agronomique des rotations vis-à-vis de la gestion des éléments. Elle permet d'estimer la dynamique d'évolution de la fertilité des sols due au système de culture, hors processus liés à la minéralisation du sol. Il s'agit de calculer, en moyenne sur la rotation, la différence entre :

- les sorties d'éléments : exportations par les cultures
- et les entrées :
  - les apports d'azote par les engrais et amendements organiques (effets directs et arrières effets)
  - les apports d'azote correspondant au surplus de minéralisation dû à un précédent légumineuse (effets directs et indirects) en comparaison aux non légumineuses
  - les apports d'azote par les engrais verts

Les différents éléments de ce bilan sont détaillés ci-dessous.

1) Les exportations d'azote par les cultures sont celles proposées par le CORPEN et le COMIFER ;

2) Les légumineuses restituent au sol une partie de l'azote atmosphérique fixé grâce aux nodosités. Après enfouissement, cet azote sera (pour partie) disponible pour les cultures suivantes. Les données retenues sont les suivantes :

#### Surplus de minéralisation de l'azote lié au précédent légumineuse

Luzerne	Libère de l'azote pendant 4 ans après son enfouissement, ce qui donne respectivement par année : 100 UN - 60 UN - 30 UN - 10 UN
Jachère trèfle	80 UN
Féverole	80 UN
Pois	60 UN
Soja	40 UN en 1 <sup>ère</sup> année - 10 UN en 2 <sup>ème</sup> année
Engrais vert détruit avant le 1 <sup>er</sup> déc.	20 UN (pour une biomasse moyenne)
Engrais vert détruit après le 1 <sup>er</sup> déc.	30 UN (pour une biomasse moyenne)

Ce tableau tient compte du reliquat azoté constaté après légumineuse ainsi que de la minéralisation de l'azote issu des résidus de légumineuses intervenant au printemps suivant l'enfouissement. Les données sont exprimées en surplus de minéralisation par rapport aux non légumineuses en général (par exemple, la féverole permettra une libération d'azote de + 80 unités par rapport à une céréale). Par ailleurs, les fournitures liées au sol ne sont pas prises en compte.

Le lessivage n'étant pas pris en compte, nous considérons que les CIPAN (non légumineuses) n'apportent pas d'azote supplémentaire. Leur rôle n'est en effet que de piéger l'azote pendant les périodes de drainage (donc d'éviter les pertes d'azote) : elles n'apportent pas d'azote au système dans l'absolu.

3) La prise en compte de la notion de disponibilité des éléments fertilisants des engrais et amendements organiques. Les amendements organiques permettent d'entretenir la fertilité du sol en jouant sur des facteurs comme la quantité d'humus, la teneur en carbone, la rétention d'eau, la structure du sol, etc. Ce sont généralement des produits qui permettent d'apporter efficacement phosphore et potasse. A l'inverse, les engrais organiques sont utilisés principalement pour leur effet fertilisant : ils sont plus riches en azote rapidement disponible que les amendements.

4) La prise en compte de la correspondance entre période de minéralisation de l'azote organique et besoins des cultures. Aussi, les cultures d'été valorisent mieux l'azote organique, leurs besoins coïncidant mieux avec les périodes optimales de minéralisation.

5) La considération de l'arrière effet des engrais et amendements. Il s'agit du phénomène de libération annuelle d'azote lorsque des produits organiques sont apportés régulièrement (au minimum tous les 3 ans). Dans ce cas, on applique un certain pourcentage à la dose d'azote moyenne apportée sur la rotation.

6) La consommation d'azote par la dégradation des résidus de cultures est un fait (pailles enfouies par exemple) mais n'est pas prise en compte par manque de références. De même, l'apport d'azote dans le système par les semences (notamment féverole, qui contiennent 25 à 30 % de protéines) n'est pas pris en compte.

Le tableau ci-dessous présente la part d'azote disponible pour la culture dans l'année de l'épandage ainsi que l'arrière effet :

Produit	Amendements		Engrais	
	Compost de déchets verts	Compost de fumier de cheval	Compost de fumier de volailles, compost de fientes de poules (type Viofertil®)	Vinasses, farines de plumes et de viandes, fientes de poules
<b>Effet direct – pourcentage de l'azote total disponible pour les cultures pour l'année d'épandage</b>				
<b>Cultures d'hiver et printemps</b>	8%	11%	30%	40%
<b>Cultures d'été</b>	8%	19%	45%	60%
<b>Arrière effet – libération annuelle d'azote en cas d'apport régulier (à appliquer à la dose moyenne apportée sur la rotation)</b>				
<b>Apport tous les ans</b>	20%	22%	15%	10%
<b>Apport 1 an sur 2</b>	10%	11%	8%	5%
<b>Apport 1 an sur 3</b>	7%	8%	5%	3%

Les données de ce tableau sont inspirées du document « engrais de ferme », ITCF, 1991, révisé à dire d'experts. Notons que ces valeurs sont moyennes et ne prennent en compte ni la variabilité des produits (composition) ni la variabilité de l'efficacité des apports (épandage, conditions météorologiques).

7) En dernier lieu, le devenir de l'azote non minéralisé des engrais organiques n'est pas assez connu pour être pris en compte. Cet azote peut toutefois présenter un risque (fuites vers le milieu) ou un atout (disponibilité pour les cultures). Dans les cas-types, ces quantités non utilisées sont chiffrées. L'azote non minéralisé issu des amendements organiques est considéré stable donc sans risque pour l'environnement.

#### Atouts et limites de ce bilan azoté :

Ce bilan vise à évaluer le potentiel agronomique lié aux rotations, c'est-à-dire à la succession des cultures et à la fertilisation organique associée. Confronté au bilan CORPEN, il donne une indication sur le sens général de la dynamique d'évolution de la fertilité azotée des sols (enrichissement ou appauvrissement), hors interaction avec le compartiment sol.

Les entrées du bilan ne peuvent être estimées avec une grande précision compte tenu des références disponibles. Les soldes de cette balance azotée sont donc à analyser avec précaution, d'autant plus que le contexte pédoclimatique n'a pas été pris en compte dans l'estimation des quantités d'azote minéralisable des matières organiques. En fonction des situations, on surestime ou sous-estime la minéralisation des apports organiques. Il est important d'analyser les soldes du bilan azoté au regard des entrées de ce bilan (en lien avec les méthodes de calcul). Cela ne permet que de comparer les rotations entre-elles (à resituer dans un contexte pédoclimatique), et le bilan ne doit pas être considéré comme une valeur absolue.

Ce bilan, calculé globalement à l'échelle de la rotation, ne vise à pas à évaluer les pertes d'azote. En effet, il n'est pas assez précis dans l'estimation des entrées globales d'azote ; et dans cet objectif, il devrait prendre en compte la minéralisation de l'humus du sol.

Par ailleurs, son calcul est effectué à l'échelle annuelle (sommé puis moyenné sur la durée de la rotation), le calcul ne prenant pas en compte les éventuels phénomènes de pertes d'azote (lessivage, volatilisation).

Enfin, rappelons que ce bilan est calculé dans le cadre d'une première approche et que les différents aspects de méthode sont améliorables et ouverts à toute discussion.

**Phosphore :** le phosphore contenu dans les matières organiques n'est pas disponible en totalité pour les cultures. Nous avons considéré que 70 % du phosphore total du produit organique est disponible pour les cultures. Par convention, les bilans sont exprimés en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

## Consommation d'énergie primaire et émissions de GES :

Ces deux indicateurs permettent de faire une estimation des impacts environnementaux d'une culture ou d'un système. Ils prennent en compte la production, l'assemblage, l'emballage, la distribution et l'utilisation des différents facteurs de production (carburant, eau d'irrigation, semences, engrais et matériel hors bâtiments). Les références utilisées sont issues du guide méthodologique GES'TIM, document produit dans le cadre du projet CAS DAR « Gaz à effet de serre et stockage du carbone en exploitations agricoles » (terminé en 2009). Construit grâce à un partenariat entre différents instituts techniques agricoles, ce guide propose un vocabulaire et un cadre méthodologique homogénéisés.

Attention, par manque de références spécifiques, certains calculs d'indicateurs ne sont pas adaptés à l'agriculture biologique. C'est le cas des semences (références utilisées concernant des semences certifiées conventionnelles) et des engrais organiques (difficulté de prendre en compte l'impact environnemental de la transformation des engrais organiques comme les farines animales, les vinasses, etc.) De même, l'impact de l'irrigation fonctionnant avec un « forfait », la diversité des installations n'a pas pu être prise en considération. En conséquence, les données présentées en termes de consommation d'énergie primaire et d'émission de GES doivent être considérées comme des ordres de grandeur.

Enfin, pour interpréter correctement les résultats, il est essentiel de retenir que l'évaluation environnementale des cas-types prend en compte les travaux effectués par les entreprises, contrairement aux évaluations technico-économiques (une analyse technico-économique se fait à l'échelle d'une exploitation mais les analyses environnementales concernent tout un territoire). Ainsi, toutes les consommations de carburant observées lors des opérations réalisées par entreprise (récolte luzerne ou maïs, épandages, etc.) sont comptabilisées dans la partie « repères environnementaux ».





## Programme RotAB

Connaître, caractériser et évaluer les rotations en systèmes de grandes cultures biologiques

# Cas-types RotAB : description et évaluation





# Rotation longue non irriguée

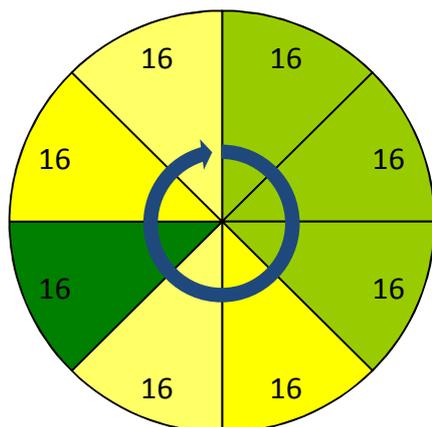


Centre 1

## Cas-types

### ROTATION ET EXPLOITATION

#### Rotation et assolement (surfaces en hectares)



- Luzerne 1
- Luzerne 2
- Luzerne 3
- Blé tendre 1
- Triticale
- Féverole P
- Blé tendre 2
- Orge H

**Durée de la rotation :** 8 ans  
**Luzerne :** oui / **Irrigation :** non

Il s'agit d'une rotation longue à base de luzerne et de céréales à paille. Elle est assez peu diversifiée puisque les débouchés sont peu variés (principalement meunerie et fabricants d'aliments pour bétail).

Si le sol est trop séchant, il est possible d'implanter une variété de féverole d'hiver plutôt qu'une variété de printemps, mais l'intérêt agronomique sera réduit (la féverole de printemps permet une rupture des cycles des bio-agresseurs).

Il est possible de diversifier la rotation avec du pois ou du maïs à condition que la réserve utile soit supérieure à 120 mm (pas d'irrigation sur l'exploitation).

**Surface et main d'œuvre :** 1 UTH – 128 hectares.

**Contexte pédoclimatique :** Sols de potentiel moyen (argilo-calcaires moyens).  
 Partie sud de la région Centre. Cf. données météo de la ville de Bourges.

**Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 348 450 €**

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 100 cv – 140 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 4,4 m
<b>Transport</b>	Deux remorques : 10 t et 14 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 4 m – Déchaumeur à dents (pattes d'oies) 4 m – Charrue 5 corps – Broyeur 3 m (CUMA)
<b>Semis</b>	Semoir à céréales + herse rotative 3 m – semoir à couvert (type distributeur anti limaces)
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m
<b>Fertilisation</b>	Epandeur centrifuge 18 m
<b>Irrigation</b>	Pas d'irrigation
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte de la luzerne en foin (vendue sur pied à un éleveur)



# Rotation longue non irriguée



Centre 1

Cas-types

## INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
<b>Blé tendre</b>	Améliorant	30	170	0,71	70	180	0,4
<b>Triticale</b>	-	30	140	0,61	70	150	0,3
<b>Orge</b>	Hiver	30	140	0,69	70	150	0,32
<b>Luzerne</b>	Foin	100	25	6,5	0	-	-
<b>Féverole</b>	Printemps	10	200	1	90	210	0,33
<b>Couverts*</b> <small>Attention, doses de semis pour une culture en pur</small>	Avoine	100	25	1	0	-	-
	Phacélie	100	10	4	0	-	-
	Mout. blanche	100	6	3	0	-	-
	Mout. Brune	100	3	8	0	-	-
	Radis Chinois	100	7	5	0	-	-
	Sarrasin	100	30	1,5	0	-	-
	Caméline	100	3	6	0	-	-

\***Couverts** : les couverts sont généralement des mélanges d'espèces. Pour calculer la dose de semis de chaque espèce, multiplier la dose de semis de chaque espèce en pur par la proportion souhaitée de l'espèce dans le mélange. Par exemple, pour 25 % d'avoine dans un mélange, la quantité d'avoine à semer sera 25 kg/ha \* 25 % = 6,25 kg/ha. En moyenne, le coût des semences pour un couvert tourne autour de 30 €/ha.

### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
<b>Farines de viande</b>	9 / 12 / 0	500 à 800 kg/ha	260

Les farines de viande n'apportent pas de potassium, ce qui pose problème dans cette rotation avec luzerne puisque celle-ci en exporte beaucoup. Si des carences apparaissent, il faut apporter des éléments riches en potasse (sulfate de potasse, vinasses, etc.)

### ■ Rendements et prix de vente

	Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
	Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
<b>Luzerne 1</b>	8	9	10	50	60	70
<b>Luzerne 2 &amp; 3</b>	10	11	12	50	60	70
<b>Blé tendre 1</b>	3	4	5	245	320	380
<b>Triticale</b>	2,5	3	4	140	230	330
<b>Féverole P</b>	1,5	2,5	4	200	260	330
<b>Blé tendre 2</b>	2,5	3	4	245	320	380
<b>Orge H</b>	2	2,8	4	140	250	300



# Rotation longue non irriguée



Centre 1

Cas-types

## ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

	Déchaumage	Couverts	Labour	Semis	Désherbage	Fertilisation
<b>Luzerne</b>	-	-	non	Fin Mars. A la volée sous couvert de l'orge	-	-
<b>BTH 1</b>	1 covercrop	-	oui	Début Novembre	1 HE	-
<b>Trit.</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Début Novembre	1 HE	600 kg/ha de farines de viande
<b>Fév. P</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	Mélange d'espèces	non	Fin Février	2 HE	-
<b>BTH 2</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Début Novembre	2 HE	800 kg/ha de farines de viande
<b>Orge H</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Fin Octobre	1 HE	500 kg/ha de farines de viande

### ⇒ **Luzerne foin**

- La luzerne est semée sous couvert de l'orge H à l'aide du semoir à couvert. Les graines sont enfouies par un passage de herse étrille, mais il faut éviter le roulage qui pourrait endommager l'orge en place.
- Sur les 3 années d'exploitation de la luzerne, 3 récoltes par an sont effectuées (environ 55 jours entre chaque coupe). La récolte est faite par un éleveur (luzerne vendue sur pied).

### ⇒ **Féverole P**

- Sur féverole, l'absence de labour peut être compensée par un passage de décompacteur après la récolte du triticale.

### ⇒ **Couverts végétaux**

- Les couverts sont semés à la volée (comme la luzerne, mais sans passage de herse étrille).
- Les couverts sont détruits par un broyage, un roulage ou par un passage d'outil de déchaumage. Dans certains cas, le gel suffit. Le choix du mode de destruction se gère au cas par cas, selon la biomasse.
- Une destruction tardive permet une meilleure efficacité du couvert sur le plan agronomique. Attention cependant à ne pas détruire trop tard, cela pénaliserait la culture (minimum 4 à 6 semaines de délai entre la destruction du couvert et le semis de la culture suivante).
- La date de destruction doit être raisonnée selon les conditions climatiques et la réglementation en vigueur.



# Rotation longue non irriguée



Centre 1

## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES

#### Gestion de la fertilité

⇒ *La gestion de l'azote dans la rotation*

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	33 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	aucun
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	21 kg N/ha/an
Quantité d'azote apportée par les amendements organiques	-

La rotation est constituée de légumineuses à hauteur de 33 % (luzerne et féverole). La forte proportion de céréales à paille oblige tout de même à apporter des engrais organiques (farines de viande).

⇒ *Bilan CORPEN*

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Trit.	Fév. P	BTH 2	Orge H	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	0	-76	-3	0	15	3	-8
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-54	-66	-66	-26	53	-30	77	42	-9
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-236	-288	-288	-20	-15	-32	-15	-15	-114

Les trois bilans sont négatifs. Alors que pour N et P les bilans sont proches de l'équilibre, le bilan K est plus inquiétant. Les

farines de viande n'apportent en effet pas de potassium. Pour une gestion de la fertilité à long terme, il faut envisager d'apporter des matières organiques plus équilibrées, voire des matières organiques riches en potasse pour compenser les exportations de la luzerne (vinasses par exemple). Dans ce cas, il faut raisonner en fonction des caractéristiques du sol.

⇒ *Bilans revus dans le cadre de RotAB*

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Trit.	Fév. P	BTH 2	Orge H	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	1	1	1	25	25	31	62	-23	15
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-54	-66	-66	-26	31	-30	48	24	-17

Le bilan N est positif, ce qui signifie que les farines de viande apportent suffisamment

d'azote disponible pour compenser les exportations. De plus, la quantité d'azote résiduel est faible (12 kg/ha/an). La gestion de l'azote ne favorise pas particulièrement les adventices, mais elles peuvent tout de même en profiter ponctuellement. Pour le phosphore, le bilan négatif se confirme mais ne signifie pas pour autant que les cultures souffriront de carence.

#### Gestion des bio-agresseurs

⇒ *La gestion des adventices dans la rotation*

Durée de présence de la luzerne	3 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	1/5
% de cultures binées (hors luz.)	0/5
Nombre moyen de déchaumage (hors luz.)	2,4/ha/an
Labour	Systématique sauf avant luz.

Malgré l'absence de binage et le retour fréquent des cultures d'automne avec des plages de semis très proches, la gestion des adventices est assurée en partie par la luzerne. Certaines adventices à germination automnale peuvent toutefois apparaître au cours de la

rotation. La pratique du faux semis et le désherbage mécanique participent alors à un meilleur contrôle de l'enherbement.

⇒ *La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation*

Cette rotation ne contient pas de culture particulièrement sensible aux maladies et/ou ravageurs. Les délais de retour des cultures sont bien respectés. La forte proportion des céréales à paille ne pose pas de problèmes étant donné l'alternance des espèces et la présence d'espèces rustiques (triticale).



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

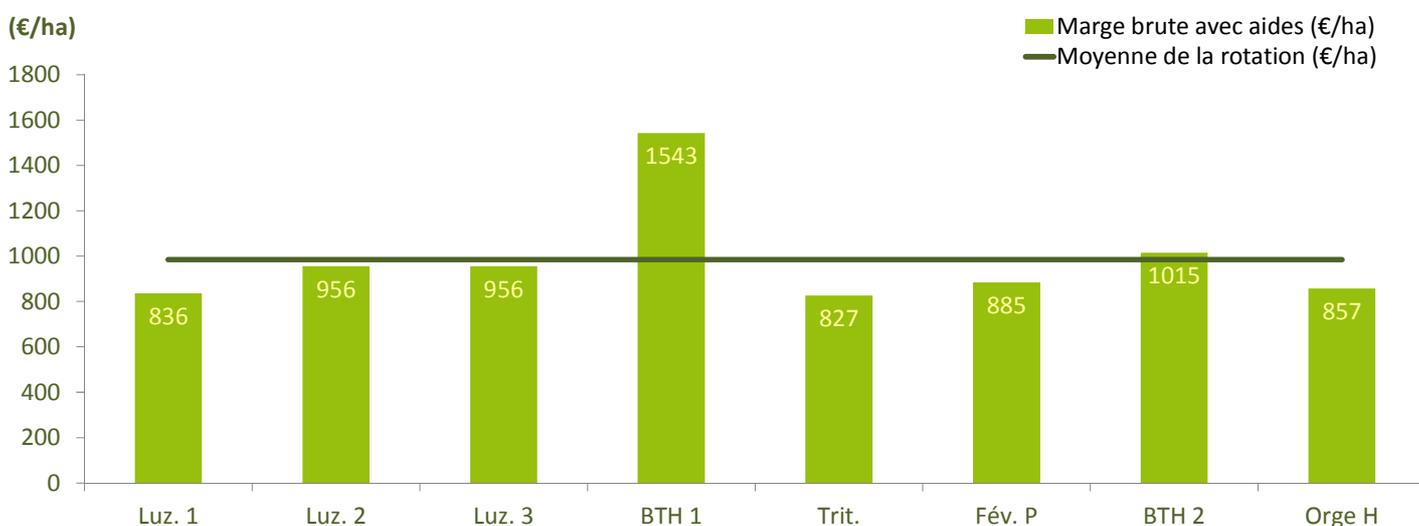
### REPERES ECONOMIQUES

#### Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Triticale	Fév. P	BTH 2	Orge H
<b>Rendement (t/ha)</b>	9	11	11	4	3	2,5	3	2,8
Semences (€/ha)	54	54	54	87	57	115	87	63
Engrais (€/ha)	-	-	-	-	156	-	208	130
Autres intrants (€/ha)	-	-	-	-	-	-	-	-
Mécanisation « totale » (€/ha)	3	3	3	331	378	450	391	378
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	251	251	251	271	292	322	295	292
Autres charges fixes (€/ha)	140	140	140	140	140	140	140	140
Fermeage (€/ha)	139	139	139	139	139	139	139	139
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>587</b>	<b>587</b>	<b>587</b>	<b>968</b>	<b>1162</b>	<b>1166</b>	<b>1260</b>	<b>1142</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>65</b>	<b>53</b>	<b>53</b>	<b>242</b>	<b>387</b>	<b>467</b>	<b>420</b>	<b>408</b>

Les charges de mécanisation sont faibles (beaucoup de luzerne et peu de cultures de printemps). A l'inverse, les dépenses associées à l'achat d'engrais organiques sont élevées en raison d'un coût de l'unité d'azote important. Le montant des charges de mécanisation déployées sur la féverole s'explique par l'implantation d'un couvert pendant l'hiver. Au final, ce sont principalement les faibles rendements des céréales à paille et de la féverole qui expliquent des coûts de production parfois élevés.

#### Marges brutes par culture et à la rotation



Les marges brutes par culture sont plutôt basses, les rendements trop bas n'arrivant à compenser suffisamment le montant des charges engagées.

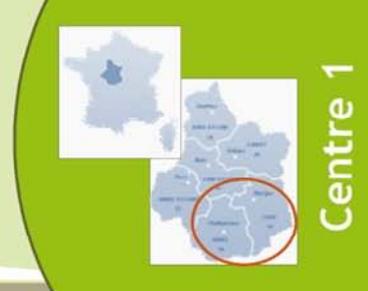
#### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Trit.	Fév. P	BTH 2	Orge H	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	836	956	956	1543	827	885	1015	857	984
<b>Marge nette (€/ha)</b>	455	575	575	834	71	57	246	101	364

L'écart entre les marges brutes et les marges nettes est minimisé grâce à des charges de mécanisation et de main d'œuvre réduites. La marge nette de la rotation reste à un niveau acceptable mais se situe presque 100 €/ha en-dessous de la moyenne des cas-types.

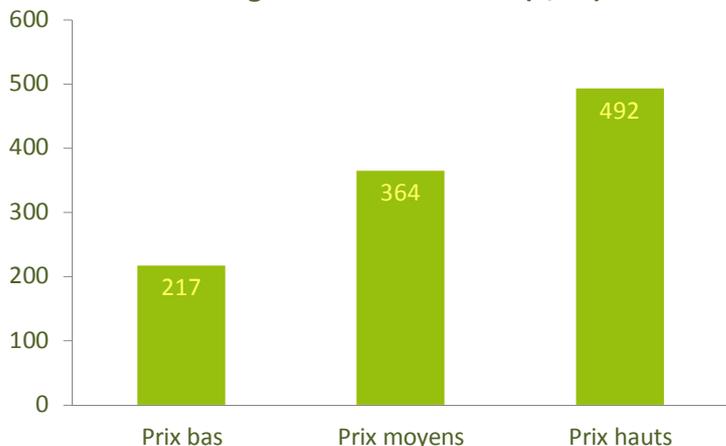


# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

Marges nettes avec aides (€/ha)

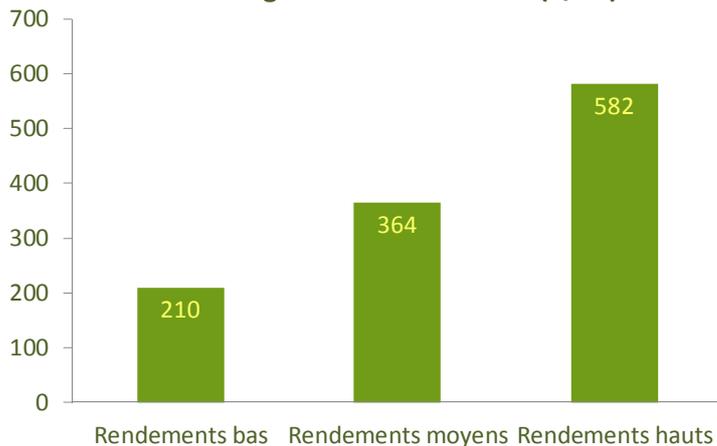


⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

La rotation est majoritairement constituée de luzerne et de blé tendre, ce qui la rend assez peu sensible aux variations des prix de vente (en comparaison avec des rotations qui contiennent beaucoup de maïs par exemple).

Elle affiche un résultat encore correct en contexte de prix bas mais présente l'inconvénient de ne pas beaucoup gagner en rentabilité lorsque les prix montent.

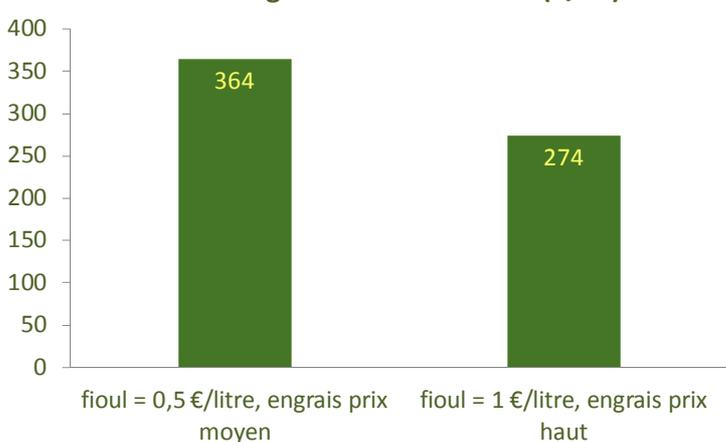
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

La luzerne et les céréales à paille peuvent bénéficier d'une maîtrise technique satisfaisante, ce qui stabilise les rendements. La rotation Centre 1 se retrouve donc une fois de plus relativement intéressante dans un contexte de rendement bas.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

Comme pour l'ensemble des rotations à base de luzerne, la rotation Centre 1 affiche une moindre dépendance aux engrais organiques et au carburant. Elle est donc assez peu sensible à la hausse du prix des intrants.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Trit.	Fév. P	BTH 2	Orge H	Rotation
Charges de mécanisation (€/ha)	3	3	3	331	378	450	391	378	242
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	0	0	0	72	89	109	90	89	56

Les charges de mécanisation sont minimisées grâce à la luzerne sur un tiers des surfaces mais aussi grâce à la faible proportion de cultures de printemps. La féverole de printemps affiche d'ailleurs un niveau de charge élevé qui s'explique par l'implantation et la destruction du couvert. La consommation de carburant à l'échelle de la rotation est très faible.

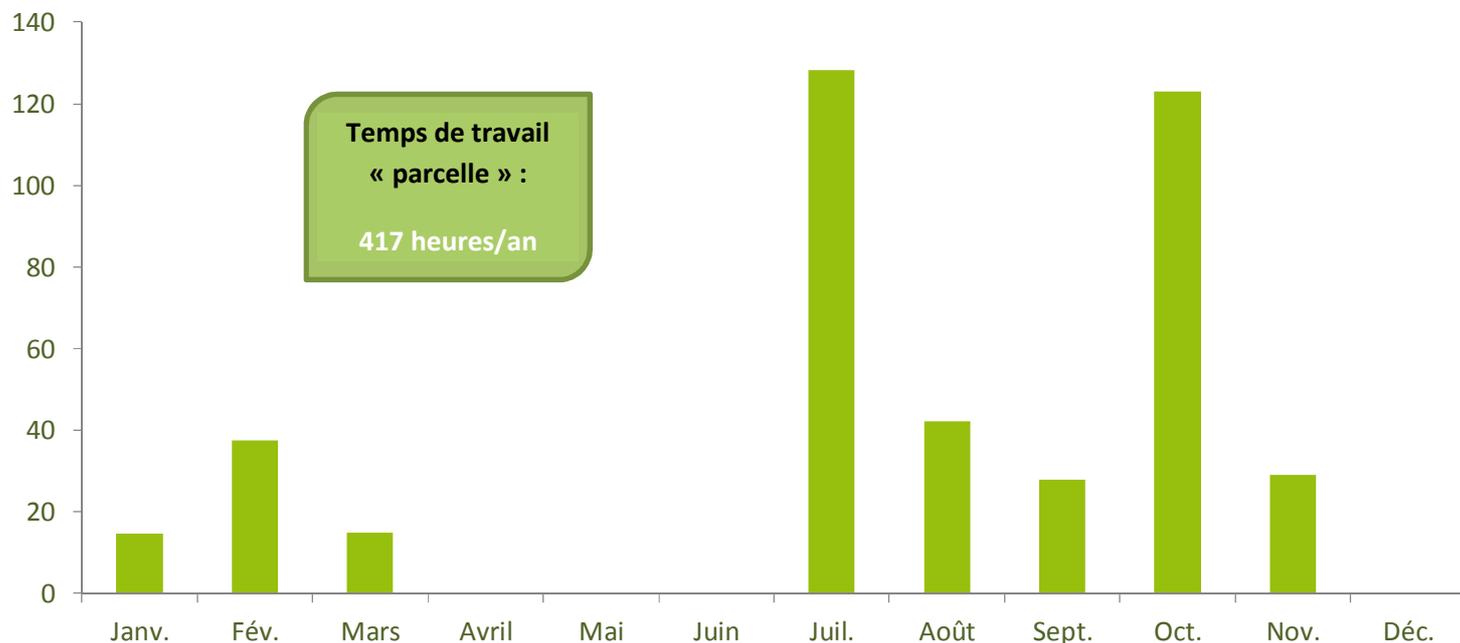
#### Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Trit.	Fév. P	BTH 2	Orge H	Rotation
Temps de traction (h/ha)	0	0	0	4,1	5,1	6,5	5,2	5,1	3,3

Pour les raisons présentées précédemment, le temps de traction à l'hectare est faible. La luzerne est semée sous couvert à l'aide d'un semoir centrifuge, ce qui explique le temps de traction quasi-nul (débit de chantier très élevé).

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

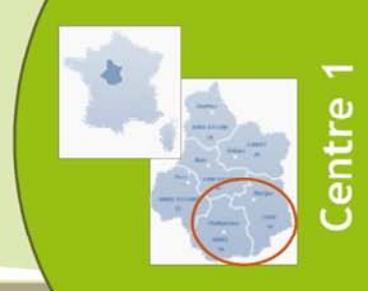
heures / UTH



La forte proportion de céréales à paille d'hiver laisse apparaître deux grosses pointes de travail, qui se résument au mois de juillet pour les récoltes et au mois d'octobre pour les labours et les premiers semis. L'absence de cultures d'été, la récolte de la luzerne par entreprise et le désherbage des céréales à paille à la herse étrille uniquement expliquent le creux visible d'Avril à Juin.



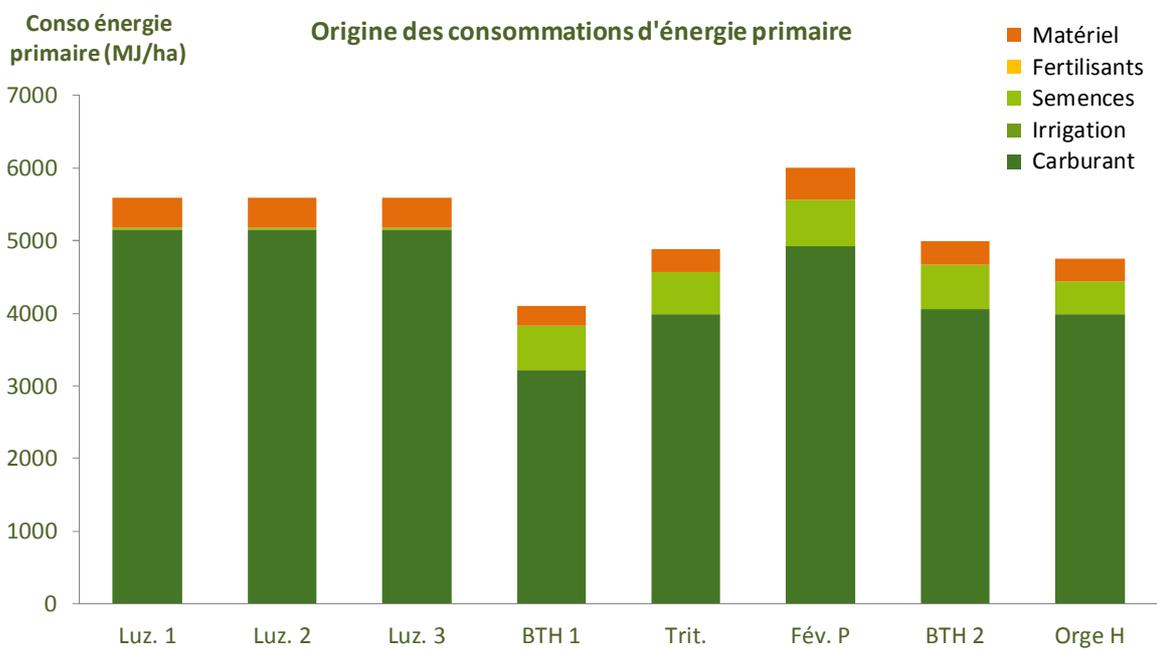
# Rotation longue non irriguée



Centre 1

Cas-types

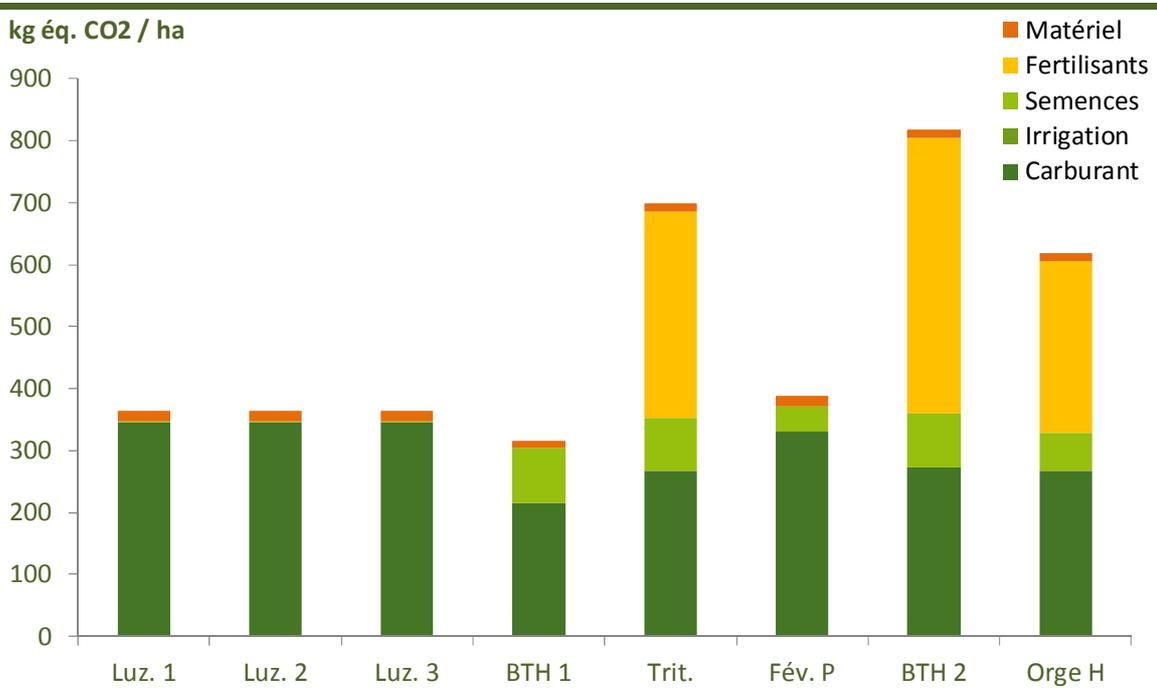
## REPERES ENVIRONNEMENTAUX



⇒ **Consommation d'énergie primaire**

**Moyenne de la rotation:**  
5 190 MJ/ha

Les consommations de carburant ETA comprises sont relativement faibles (peu de désherbage et d'apports de matière organique, peu de cultures de printemps). L'irrigation étant absente, les consommations d'énergie primaire demeurent très faibles.



⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**

**Moyenne de la rotation:**  
490 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

La quantité moyenne d'azote apportée par hectare est la plus faible des cas-types. En considérant également la faible consommation de carburant, il est logique que les émissions de GES soient réduites.



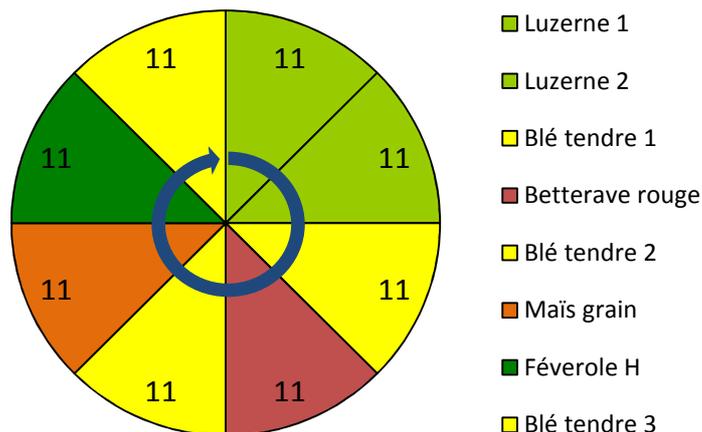
# Rotation longue irriguée



## Cas-types

### ROTAION ET EXPLOITATION

#### Rotation et assolements (surfaces en hectares)



Durée de la rotation : 8 ans

Luzerne : oui / Irrigation : oui

Cinq cuiseurs de betteraves rouges biologiques sont présents dans le département du Loiret (45), ce qui implique la possibilité d'un débouché pour ce légume de plein champ. L'insertion de la betterave rouge est également conditionnée par un sol adapté ainsi que par la présence d'irrigation. D'autres légumes de plein champ (pommes de terre, oignons...) peuvent être utilisés en remplacement.

Les terres à bon potentiel ainsi que l'irrigation permettent également l'insertion du maïs grain dans la rotation. Cette rotation est très diversifiée, ce qui constitue un avantage agronomique certain.

Surface et main d'œuvre : 88 hectares – 1 UTH

Contexte pédoclimatique : Sol limoneux à sableux, adapté à la culture de légumes de plein champ. Bon potentiel, valorisé grâce à l'irrigation. Cf. données météo de la ville d'Orléans

Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 410 050 €

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 90 cv – 130 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 4 m – Arracheuse traînée 2 rangs – Effeuilleuse frontale 6 rangs
<b>Transport</b>	Deux remorques : 12 t – 16 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 3,5 m – Déchaumeur à dents 3,5 m – Charrue 4 corps – Vibroculteur 4 m Broyeur 2,8 m (CUMA)
<b>Semis</b>	Semoir + herse rotative 3 m – Semoir monograine 6 rangs – Rouleau lisse 6 m
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 6 rangs
<b>Fertilisation</b>	Pulvérisateur 18 m (CUMA) (pour l'application de bore sur la culture de betterave rouge)
<b>Irrigation</b>	Enrouleur 350 m, 50 m <sup>3</sup> /heure – Pompe électrique 60 m <sup>3</sup> /heure
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte maïs grain, épandage vinasses, récolte luzerne déshydratée, épandage compost.



## INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

### Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	2 et 3 : Améliorant	30	170	0,71	70	180	0,4
	1 : Productif	30	170	0,71	70	180	0,38
Maïs grain	Indice 300	100	90 000 graines / ha	150 €/dose de 50 000 graines	0	-	-
Luzerne	Déshydratée	100	25	6,5	0	-	-
Féverole	Hiver	10	200	1	90	210	0,33
Bett. Rouge	-	100	650 000 graines / ha	500 à 1000 €/ha	0	-	-
Couverts* <small>Attention, doses de semis pour une culture en pur</small>	Avoine	100	25	1	0	-	-
	Lentille	100	30	2	0	-	-
	Vesce	100	30	2	0	-	-
	Mout. brune	100	4	8	0	-	-
	Gesse	100	40	2	0	-	-

\***Couverts** : les couverts sont généralement des mélanges d'espèces. Pour calculer la dose de semis de chaque espèce, multiplier la dose de semis de chaque espèce en pur par la proportion souhaitée de l'espèce dans le mélange. Par exemple, pour 25 % d'avoine dans un mélange, la quantité d'avoine à semer sera 25 kg/ha x 25 % = 6,25 kg/ha. En moyenne, le coût des semences pour un couvert tourne autour de 30 €/ha.

### Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Vinasses	2,7 / 0 / 5,5	2 à 3 t/ha	55
Compost de fumier de volailles	3 / 2,2 / 2,4	5 t/ha	40
Fientes de poules	3 / 4 / 2,8	3 t/ha	60
Bore	-	2 kg/ha	18,6 €/kg

L'apport de vinasses vise en partie à compenser les exportations de potasse par la luzerne. Le compost de fumier de volailles est comptabilisé comme un engrais organique plutôt que comme un amendement puisqu'il est peu pailleux (rapport C/N faible). Le bore est apporté sur betterave rouge, culture qui supporte mal les carences en cet élément.

### Rendements et prix de vente

	Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
	Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
Luzerne 1	9	10	11	60	80	100
Luzerne 2	11	12	13	60	80	100
Blé tendre 1	4	4,5	6	215	290	350
Betterave rouge	30	40	50	180	200	230
Blé tendre 2	3	4	5	245	320	380
Maïs grain	7	8,5	10	160	220	290
Féverole H	1,5	3	4	200	260	330
Blé tendre 3	2,5	3,5	4	245	320	380



## ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. Sol	Semis	Désherbage	Fertilisation	Irrigation
<b>Luzerne</b>	1 covercrop	-	non	-	Semis classique & roulage	-	-	-
<b>BTH 1</b>	1 covercrop	-	oui	-	Fin oct.	2 HE	-	-
<b>Bett. rouge</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	Mout. brune	oui	3 vibroculteurs	Fin mai	4 binages + manuel	5 t/ha de compost de fumier de volaille 2 kg/ha de bore	4 x 25 mm
<b>BTH 2</b>	1 déchaumeur	-	oui	-	Déb. nov.	2 HE	3 t/ha de vinasses	-
<b>Maïs grain</b>	2 covercrop 1 déchaumeur	Mélange d'espèces	oui	2 vibroculteurs	Fin avril	1 HE 3 binages	3 t/ha de fientes	5 x 30 mm
<b>Fév. H</b>	1 broyeur 1 déchaumeur	-	oui	-	Mi / fin nov.	1 HE 2 binages	-	-
<b>BTH 3</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	-	Fin oct.	2 HE	2 t/ha de vinasses	-

### ⇒ Luzerne déshydratée

- La luzerne déshydratée n'est pas semée sous couvert du blé tendre 3 pour éviter de le concurrencer. Elle est semée en juillet en partant du principe que ces sols profonds ont une bonne réserve hydrique. En cas de sécheresse, il est possible d'apporter un peu d'eau au semis pour assurer une bonne levée, mais les cultures prioritaires sont la betterave rouge et le maïs grain.

### ⇒ Betterave rouge

- Avant la betterave rouge, le couvert de moutarde brune montre des effets avérés contre le Rhizoctone Brun auquel la betterave rouge est sensible. Pour assurer une bonne efficacité, le couvert est broyé finement pendant sa floraison puis incorporé par un labour.
- La betterave rouge nécessite 50 à 150 heures de désherbage manuel sur le rang.
- La récolte de la betterave rouge se fait par effeuillage puis arrachage le lendemain. Les coûts d'un chantier de récolte de betterave rouge sont élevés : manutention, transport, déterrage, stockage, etc., sont des opérations qui ajoutent des coûts supplémentaires.

### ⇒ Maïs grain

- Le séchage du maïs est comptabilisé à hauteur de 20 €/t.
- Le broyage des cannes de maïs est effectué par l'entreprise qui le récolte.

### ⇒ Couverts végétaux

- Les couverts sont détruits par un broyage, un roulage ou par un passage d'outil de déchaumage. Dans certains cas, le gel peut suffire. Cette décision se gère au cas par cas selon la biomasse. Une destruction tardive permet une meilleure efficacité du couvert sur le plan agronomique, mais une destruction trop tardive pénalise la culture (minimum 4 à 6 semaines de délai entre la destruction du couvert et le semis de la culture suivante). La date de destruction est à raisonner selon les conditions climatiques et la réglementation en vigueur.



## REPERES AGRONOMIQUES

### Gestion de la fertilité

#### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	28,5 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 8
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	46 kg N/ha/an

L'autonomie azotée de la rotation est favorisée par la luzerne, la féverole ainsi qu'un engrais vert avant le maïs grain. Toutefois, la betterave rouge, le maïs grain et le blé tendre (qui représente plus d'un tiers des surfaces) sont des cultures exigeantes, d'où la nécessité d'apporter des matières organiques.

#### ⇒ Bilan CORPEN

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH 3	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	-85	70	5	-37	0	-12	-7
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-60	-72	-29	90	-20	71	-36	-19	-9
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-262	-314	-22	47	145	25	-39	93	-41

Les bilans sont négatifs. Les apports de matières organiques ne compensent pas les exportations par les cultures. Le bilan K est particulièrement bas, ce qui n'implique pas pour autant l'apparition de carences pour les cultures. Si un redressement de situation s'avère nécessaire, il faut envisager d'apporter plus de potasse.

#### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH 3	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	14	-32	-13	-43	0	35	-5
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-60	-72	-29	57	-22	34	-36	-20	-18

Malgré la prise en compte des apports d'azote par les légumineuses, le bilan N reste très légèrement négatif. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est assez élevée (25 kg/ha/an). Les apports de matières organiques sont fréquents et peuvent potentiellement favoriser le salissement, mais la lutte préventive et curative contre les adventices permettent un bon contrôle. Le bilan phosphore atteint un niveau qui peut mériter plus d'attention.

### Gestion des bio-agresseurs

#### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	2 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/6
% de cultures binées (hors luz.)	3/6
Nombre moyen de déchaumage (hors luz.)	1,6/ha/an
Labour	Systématique sauf avant luz.

La luzerne de 2 ans, l'alternance des cultures ainsi que la présence de cultures binées (maïs et betterave rouge) voire désherbées manuellement (betterave rouge) permettent une très bonne gestion des adventices. Dans les cas où la lutte contre le chardon s'avère difficile, il est possible de rallonger d'un an la durée de présence de la luzerne.

#### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

La bonne alternance des cultures permet d'écarter le risque d'attaque par les maladies ou les ravageurs. Dans cette rotation avec maïs grain, le risque de développement du Rhizoctone Brun existe. Pour lutter contre ce champignon nuisible à la culture de betterave rouge, le couvert de moutarde brune enfouit avant la betterave rouge est une alternative intéressante (biofumigation).



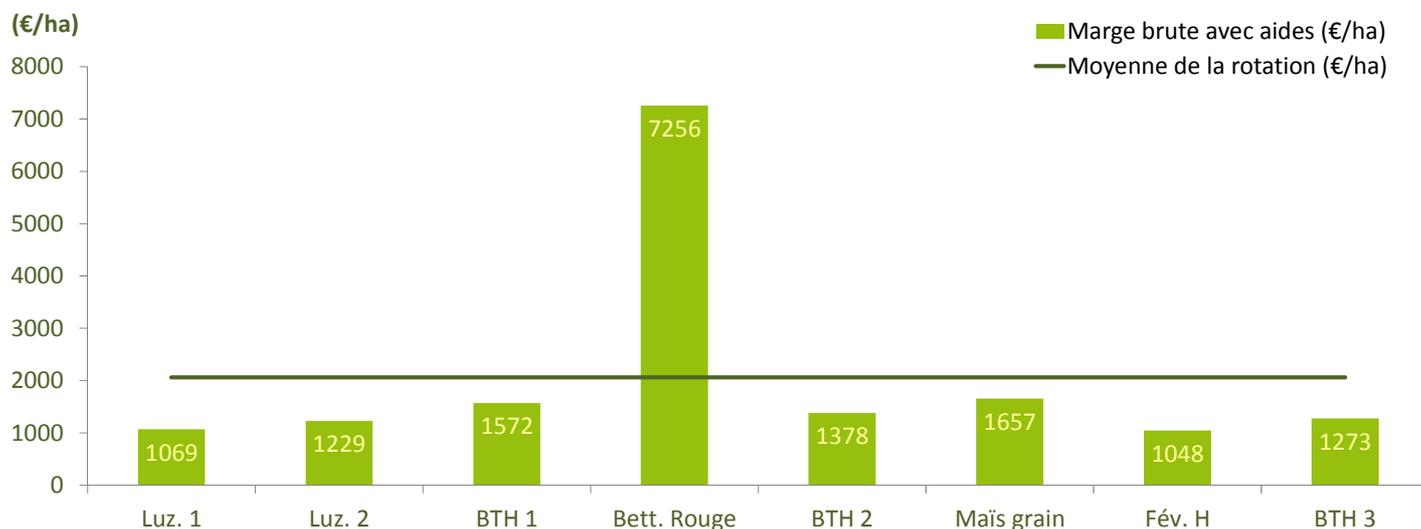
## REPERES ECONOMIQUES

### Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	BTH1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH 3
<b>Rendement (t/ha)</b>	10	12	4,5	40	4	8,5	3	3,5
<b>Semences (€/ha)</b>	81	81	83	810	87	313	82	87
<b>Engrais (€/ha)</b>	-	-	-	237	165	180	-	110
<b>Autres intrants (€/ha)</b>	-	-	-	47	-	71	-	-
<b>Mécanisation « totale » (€/ha)</b>	43	43	402	2137	416	955	422	462
<b>Main d'œuvre « totale » (€/ha)</b>	344	344	409	2085	409	487	431	426
<b>Autres charges fixes (€/ha)</b>	187	187	187	187	187	187	187	187
<b>Fermage (€/ha)</b>	139	139	139	139	139	139	139	139
<b>Total charges (€/ha)</b>	794	794	1220	5642	1403	2332	1261	1411
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	79	66	271	141	351	274	420	403

Même si les rendements sont bons dans l'ensemble, les coûts de production complets sont élevés. D'une part, cette exploitation de petite taille affiche des charges de mécanisation importantes (parc matériel non optimisé, matériel de récolte de la betterave très coûteux). D'autre part, les bons résultats de la betterave rouge augmentent artificiellement les cotisations MSA (286 €/ha, comprises dans la ligne « main d'œuvre »), ce qui affecte l'ensemble des cultures. Les charges de mécanisation et de main d'œuvre sont très élevées sur betterave rouge à cause du chantier de récolte et de la présence de travailleurs saisonniers pour le désherbage manuel.

### Marges brutes par culture et à la rotation



Les marges brutes sont assez bonnes (les charges de mécanisation et de main d'œuvre ne sont pas comptabilisées dans les marges brutes). La marge brute de la rotation est gonflée par la culture de betterave rouge qui, grâce à ses rendements de plusieurs dizaines de tonnes par hectares, affiche de très bons résultats.

### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	BTH1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH3	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	1069	1229	1572	7256	1378	1657	1048	1273	2060
<b>Marge nette (€/ha)</b>	498	658	642	3091	434	174	98	283	735

Les charges de mécanisation et de main d'œuvre étant élevées, la différence entre marge brute et marge nette est assez conséquente. Toutefois, la betterave rouge permet de maintenir la rotation à un niveau de rentabilité très bon : en marge nette à l'hectare, cette rotation est la plus rentable de l'ensemble des cas-types. Malgré cela, l'investissement en temps de travail demandé par la betterave rouge limite la ferme à une surface moyenne, ce qui limite la marge nette par UTH.



# Rotation longue irriguée



Centre 2

## Cas-types

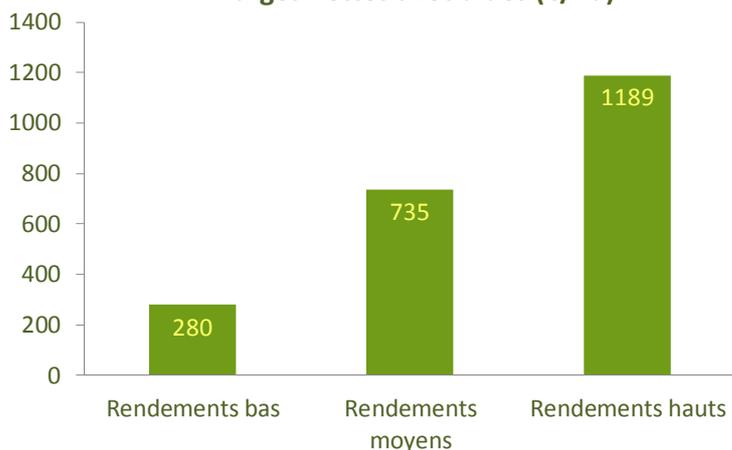
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix

En matière de rentabilité, la betterave rouge occupe une place centrale dans le système Centre 2. Les rendements étant très élevés, une faible variation de son prix de vente entraîne des conséquences considérables sur le produit brut de la culture. La betterave rouge rend cette rotation très sensible aux variations des prix de vente. Toutefois, que les prix soient bas, moyens ou hauts, la marge nette par hectare est bonne.

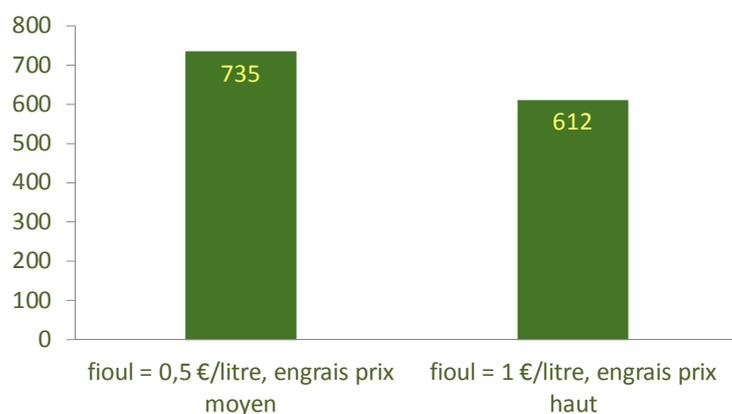
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de rendement

La betterave rouge est une culture qui nécessite une grande maîtrise technique et dont les rendements peuvent varier de manière importante (30 à 50 t/ha). En conséquence, la rotation Centre 2 est également sensible aux variations de rendements. Des rendements bas font chuter la marge nette à moins de 300 €/ha.

Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)

Bien que les quantités d'azote apportées à l'hectare soient élevées, la perte de rentabilité due à l'augmentation du prix des engrais et du fioul reste acceptable. La luzerne permet en effet de contrer l'influence du maïs et de la betterave rouge (gourmands tant en azote qu'en fioul), et la rotation reste moins sensible qu'une rotation courte sans luzerne.



## REPERES TECHNIQUES

### Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	BTH1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH3	Rotation
Charges méca. (hors irrig. et séchage maïs) en €/ha	43	43	402	1813	416	555	422	462	519
Charges mécanisation « totales » en €/ha	43	43	402	2137	416	955	422	462	610
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	7	7	71	167	69	99	75	82	72

Les charges de mécanisation sont très élevées, la cause identifiée étant le matériel spécifique pour la culture de betterave rouge, en particulier sa récolte. Le reste du parc matériel ne semble pas optimisé compte tenu de la faible surface de l'exploitation (légèrement surdimensionné). La consommation de carburant est moyenne (influences du maïs et de la betterave contrées par la luzerne).

### Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	BTH1	Bett. rouge	BTH 2	Maïs grain	Fév. H	BTH3	Rotation
Temps de traction (h/ha)	0,9	0,9	4,7	15,1	4,7	9,3	6	5,7	5,9
Temps de mise en place irrig. (h/ha)	-	-	-	2	-	2,5	-	-	0,6
Temps de travail « parcelle » (h/ha)	1,1	0,6	4,7	17,1	4,7	11,8	6	5,7	6,5

La betterave rouge induit une augmentation du temps de traction à l'échelle de la rotation, mais ce dernier reste en dessous du temps de traction nécessaire à la conduite de certaines rotations courtes sans luzerne. L'irrigation n'est utilisée que sur un quart des surfaces et le surplus de temps de travail ramené à l'échelle de la rotation n'est pas excessif.

### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »



La répartition annuelle du temps de travail parcelle est inégale. L'agriculteur est très occupé en juillet (récoltes, irrigation) et en octobre/novembre (déchaumage, labour, récolte de la betterave rouge et du maïs grain). L'augmentation des surfaces de betterave rouge pour améliorer le revenu n'est pas envisageable, d'autant plus que de nombreuses heures de travail après récolte pour la betterave rouge n'ont pas pu être comptabilisées.



# Rotation longue irriguée



Centre 2

Cas-types

## REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

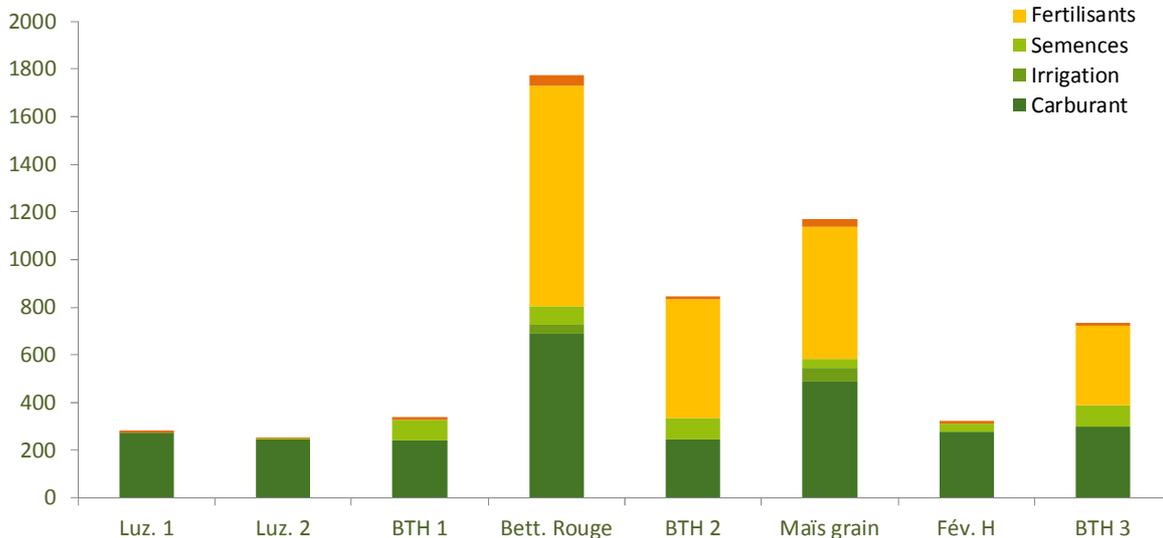


⇒ **Consommation d'énergie primaire**

**Moyenne de la rotation :**  
9 700 MJ/ha

La consommation de carburant est très élevée sur betterave rouge à cause du chantier de récolte et des nombreux passages (épandage, binage, implantation du couvert, etc.). L'irrigation est également grande consommatrice d'énergie primaire. A l'échelle de la rotation, les consommations d'énergie primaire sont importantes mais n'atteignent pas les niveaux de rotations très dépendantes de l'irrigation.

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha



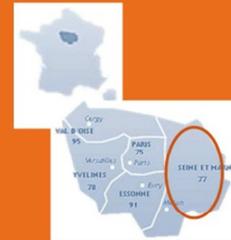
⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**

**Moyenne de la rotation :**  
715 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

Les émissions de GES sont assez importantes pour certaines cultures gourmandes en azote et/ou en temps de traction. Les émissions de GES du système Centre 2 sont les plus élevées des systèmes avec luzerne.



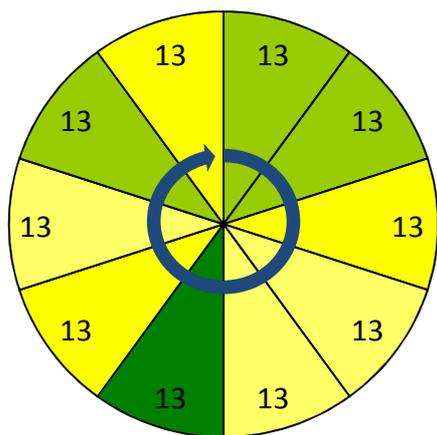
# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### ● ROTATION ET EXPLOITATION

#### Rotation et assolement (surfaces en hectares)



- Luzerne 1
- Luzerne 2
- Blé tendre 1
- Triticale
- Avoine H
- Féverole P
- Blé tendre 2
- Orge P
- Jachère T. Blanc
- Blé tendre 3

**Durée de la rotation :** 10 ans

**Luzerne :** oui / **Irrigation :** non

En Ile-de-France, la culture de céréales à paille est particulièrement bien adaptée aux sols de la région et les débouchés pour ces productions sont nombreux. C'est la raison pour laquelle on note une importante présence de blé et de céréales secondaires dans la rotation.

L'insertion de luzerne est possible grâce aux besoins d'éleveurs à proximité et, comme pour les céréales à paille, par un sol qui se prête bien à cette culture. Les bons rendements qu'offre cette rotation dans ce contexte sont la résultante d'un potentiel bon à très bon.

**Surface et main d'œuvre :** 130 hectares – 1 UTH.

**Contexte pédoclimatique :** limons battants profonds à très profonds, voire limons argileux profonds, drainés pour la plupart. Bon à très bon potentiel de sol. Cf. données météo de la ville de Touquin.

**Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 539 866 €**

<b>Traction</b>	Trois tracteurs : 80 cv – 100 cv – 150 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 5,5 m
<b>Fauche luzerne*</b>	Deux faucheuses de 3 m – Faneur 6 m – Andaineur 6 m – Presse à balle ronde 120 x 160
<b>Transport</b>	Trois remorques : 6 t - 10 t – 16 t – Plateau fourrager 10 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 4 m – Chisel 4 m – Déchaumeur à dents (pattes d'oies) 4,5 m – Charrue 5 corps Broyeur 4 m (CUMA)
<b>Semis</b>	Semoir + herse rotative 4 m – Rouleau lisse 8 m (CUMA)
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 4 m guidée par caméra** (en copropriété à 50 %) – Houe rotative 6 m
<b>Fertilisation</b>	Epandeur à table 14 t (CUMA)
<b>Irrigation</b>	Pas d'irrigation
<b>Travaux par entreprise</b>	Epandage des vinasses

\*L'ensemble du matériel de récolte de la luzerne est en copropriété à 33 %.

\*\*Le binage des céréales à paille nécessite du matériel adapté (bineuse guidée par caméra). Il faut également prévoir l'écartement des rangs en conséquence (17 cm).



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### ● INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

#### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	1 : productif	25	165	0,8	75	185	0,34
	2 : meunier	25	165	0,8	75	185	0,37
	3 : améliorant	25	165	0,8	75	185	0,4
Triticale	-	25	140	0,75	75	160	0,3
Avoine	Hiver	25	110	0,8	75	120	0,3
Orge	Printemps	30	135	0,7	70	140	0,32
Luzerne	Foin	100	25	6,5	0	-	-
Féverole	Printemps	10	200	1	90	210	0,33
Jachère	Trèfle Blanc	100	7	5,5	0	-	-
Couverts	Mout. Blanche	100	7	3	0	-	-
	Trèfle violet	100	15	5,5	0	-	-

Dans la réglementation actuelle, les couverts de légumineuse pure sont autorisés en Ile-de-France (Août 2010).

#### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Vinasses	2,7 / 0 / 5,5	2 t/ha	55
Compost de fumier de cheval	0,82 / 0,32 / 0,9	15 t/ha	5

L'apport de vinasses permet de compenser une partie des exportations de potasse par la luzerne. Le compost de fumier de cheval est un amendement utilisé plus pour le maintien de la teneur en matière organique que pour son effet sur l'azote.

#### ■ Rendements et prix de vente

	Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
	Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
Luzerne 1	10,5	11,5	12,5	100	125	150
Luzerne 2	12	13	14	100	125	150
BTH 1 : meunier	5	6	7	215	290	350
BTH 1 : fourrager				140	230	330
Triticale	3,5	4,5	5,5	140	230	330
Avoine H	3	4	5,5	140	230	320
Féverole P	2,5	3,5	5	200	260	330
Blé tendre 2	3	4,2	5	215	290	350
Orge P	2,5	3,5	4,5	140	250	300
Jachère TB	-	-	-	-	-	-
Blé tendre 3	3	4	5	245	320	380

- La luzerne est vendue à des prix élevés puisqu'elle est vendue en foin produit par l'agriculteur lui-même (la luzerne n'est pas vendue sur pied à un éleveur).
- Le blé tendre 1 est déclassé en blé fourrager dans 2/3 des cas (variété productive).
- Le blé tendre 3 est une variété qui fait moins de rendement mais beaucoup de protéines. Il est vendu en blé améliorant, d'où des prix revus à la hausse.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

	Déchaumage	Couverts	Labour	Semis	Désherbage	Fertilisation
<b>Luzerne (2 ans)</b>	1 covercrop	-	oui	Semis d'été classique puis roulage	1 HE en mars de chaque année selon salissement	-
<b>BTH 1</b>	1 covercrop 1 chisel 1 déchaumeur	-	oui	Fin Octobre	1 houe rot. 1 HE (*)	
<b>Triticale</b>	1 covercrop 1 chisel 1 déchaumeur	-	oui	2 <sup>ème</sup> décade Octobre	1 houe rot. 1 HE	15 t/ha compost
<b>Avoine H</b>	1 covercrop 1 chisel 1 déchaumeur	-	oui	1 <sup>ère</sup> décade Octobre	1 houe rot. 1 HE 1 bineuse	15 t/ha compost 2 t/ha vinasses
<b>Fév. P</b>	1 covercrop 1 chisel	Mout. Blanche	oui	Fin Février	1 houe rot. 1 HE 1 bineuse	-
<b>BTH 2</b>	1 covercrop 1 chisel 1 déchaumeur	-	oui	Fin Octobre	1 houe rot. 1 HE 1 bineuse	2 t/ha vinasses
<b>Orge P</b>	1 covercrop 1 chisel	Trèfle violet	oui	Fin Février	1 houe rot. 1 HE 1 bineuse	-
<b>Jachère TB</b>	1 covercrop	-	oui	Mi-Août	3 broyages	
<b>BTH 3</b>	1 covercrop 1 chisel 1 déchaumeur	-	oui	Fin Octobre	1 houe rot. 1 HE 1 bineuse	-

#### ⇒ **Luzerne foin**

- La luzerne n'est pas semée sous couvert du blé tendre 3 pour éviter de le concurrencer. Elle est semée en août dans la mesure où ces sols profonds ont assez de réserve en eau.
- La luzerne semée en été pouvant avoir un démarrage assez lent, le passage de covercrop et le labour permettent de partir sur une situation à faible risque d'enherbement.

#### ⇒ **Blé tendre 1 (variété productive)**

- (\*) Les outils de désherbage mécanique en culture (houe rotative et herse étrille) ne sont pas utilisés tous les ans. En réalité, ce serait plutôt un an sur deux, puisqu'il arrive que le blé de luzerne soit propre et ne nécessite aucun passage (cela dépend du niveau d'enherbement initial et des conditions de l'année).
- Dans 2/3 des cas, ce blé sera déclassé en fourrager. Cette variété productive donne généralement des grains à faible teneur en protéines. Elle reste cultivée pour ses rendements élevés qui permettent globalement de compenser la perte de revenu due au déclassement en fourrager.

#### ⇒ **Blé tendre 3 (variété améliorante)**

- En fin de rotation, l'azote peut devenir plus limitant. Le choix de la variété se porte donc sur une variété peu productive mais qui possède une bonne capacité à produire des protéines, de manière à assurer un débouché en panification. La teneur élevée de protéines et son classement en blé améliorant justifient les prix de vente plus élevés.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### ● REPERES AGRONOMIQUES

#### ■ Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	33 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 10
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	13 kg N/ha/an
Quantité d'azote apportée par les amendements organiques	27 kg N/ha/an

Avec la luzerne et les autres légumineuses (féverole, jachère de trèfle, engrais vert), la satisfaction des besoins en azote des cultures est assurée. Quelques apports d'engrais et d'amendements organiques sont effectués et

apportent une assurance dans le maintien de la fertilité.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	-114	38	105	0	-22	-52	0	-76	-12
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-69	-78	-39	19	22	-42	-23	-23	0	-26	-26
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-301	-341	-30	113	267	-45	129	-19	0	-20	-25

Le bilan N est négatif : les apports totaux d'azote ne compensent pas les exportations des cultures non légumineuses de la rotation. Les bilans phosphore et potasse également négatifs laissent entrevoir une diminution potentielle des réserves du sol en ces éléments. Globalement, les apports de vinasses compensent bien les exportations de potasse par la luzerne.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	-14	-10	-4	10	26	-32	0	4	-2
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-69	-78	-39	4	6	-42	-24	-23	0	-26	-29

Les légumineuses et les apports de matières organiques compensent les exportations d'azote par les cultures. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est très faible (5 kg/an/ha). La gestion de l'azote dans cette rotation (accent mis sur les légumineuses, faibles apports d'engrais organiques) est très bonne et ne favorise pas particulièrement les adventices. En revanche, une attention particulière pourra être portée à la gestion du phosphore.

#### ■ Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	2 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/8
% de cultures binées (hors luz.)	5/8
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	2,5/ha/an
Labour	Systématique y compris avant luzerne

Les légumineuses fourragères fauchées ou broyées (luzerne et trèfle), le labour, le binage des céréales à paille et l'alternance des cultures hiver / printemps apportent beaucoup de sécurité dans la gestion des adventices. Dans ce

contexte pédoclimatique, une luzerne de deux ans suffit à contenir correctement le développement du chardon.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Cette rotation ne contient pas de culture particulièrement sensible aux maladies et/ou ravageurs. Les délais de retour des cultures sont bien respectés, notamment pour les légumineuses. La forte proportion de céréales à paille ne devrait pas poser de problèmes étant donné l'alternance des espèces et la présence d'espèces rustiques (triticale, avoine).



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

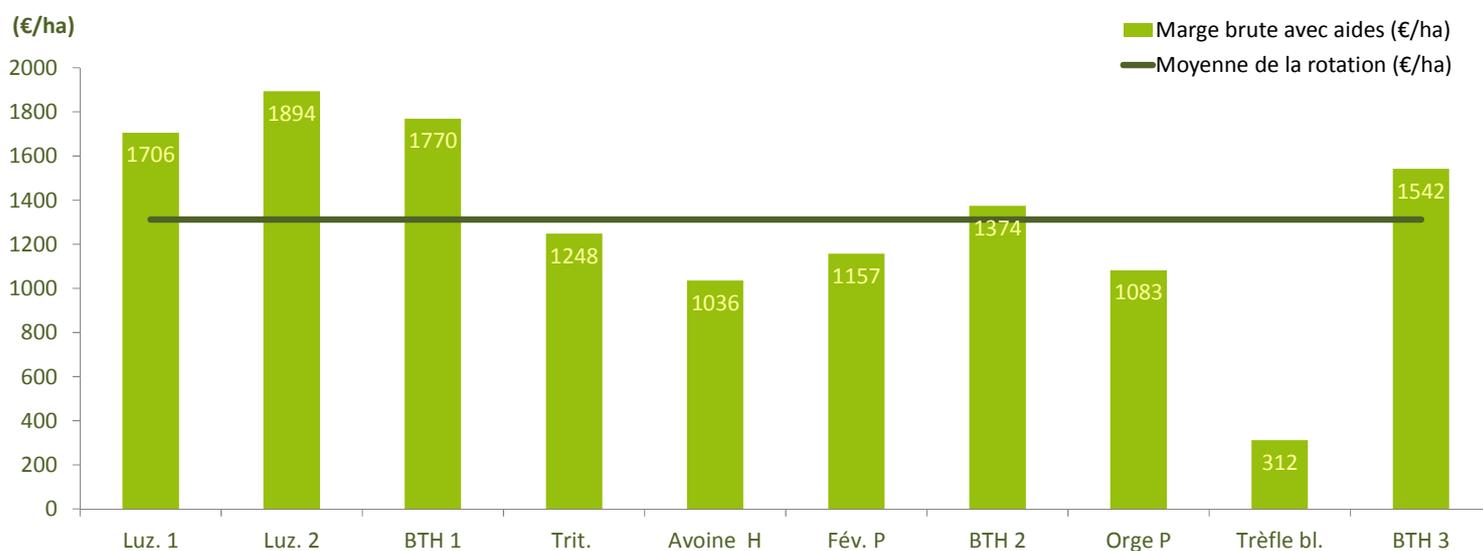
### ● REPERES ECONOMIQUES

#### ■ Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3
<b>Rendement (t/ha)</b>	11,5	13	6	4,5	4	3,5	4,2	3,5	0	4
<b>Semences (€/ha)</b>	81	81	80	62	49	103	84	142	38	89
<b>Engrais (€/ha)</b>	-	-	-	75	185	-	110	-	-	-
<b>Autres intrants (€/ha)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mécanisation « totale » (€/ha)</b>	511	441	354	411	452	420	407	420	188	387
<b>Main d'œuvre « totale » (€/ha)</b>	349	329	277	295	298	291	281	291	280	281
<b>Autres charges fixes (€/ha)</b>	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
<b>Fermage (€/ha)</b>	118	118	118	118	118	118	118	118	118	118
<b>Total charges (€/ha)</b>	1227	1137	997	1129	1270	1100	1168	1139	792	1043
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	107	87	166	251	318	314	278	325	-	261

Les coûts de production complets sont relativement faibles. Le contexte pédoclimatique adapté et les avantages agronomiques des légumineuses fourragères permettent d'obtenir de bons rendements, d'où des coûts de production très intéressants, en particulier sur le blé tendre d'hiver. Les coûts de production complets sont, dans la plupart des cas, inférieurs aux prix de vente.

#### ■ Marges brutes par culture et à la rotation



Les coûts de production faibles impliquent des marges intéressantes. Les marges brutes de la luzerne et du blé tendre sont d'ailleurs particulièrement bonnes comparées à la moyenne des cas-types (environ 1 000 €/ha pour la luzerne et 1 350 €/ha pour le blé).

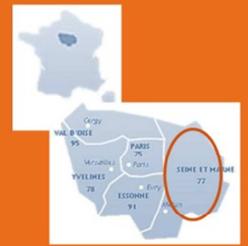
#### ■ Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	1706	1894	1770	1248	1036	1157	1374	1083	312	1542	1312
<b>Marge nette (€/ha)</b>	792	1050	1013	434	181	334	564	260	-279	752	510

La luzerne, le blé tendre et le triticale présentent de bonnes marges nettes. Cependant, les charges engagées pour la jachère trèfle viennent pénaliser le système dans sa globalité. A l'échelle de la rotation, la marge nette reste bonne. Notons que le raccourcissement de la rotation (suppression de la jachère trèfle et du blé suivant) permettrait d'atteindre une marge nette de 580 €/ha.

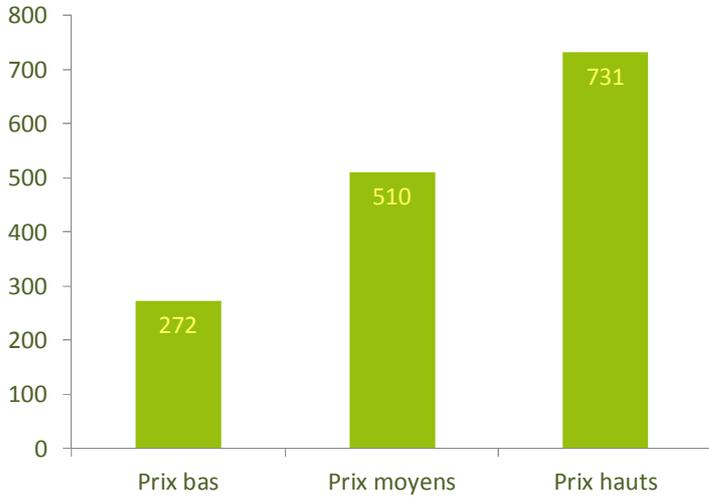


# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

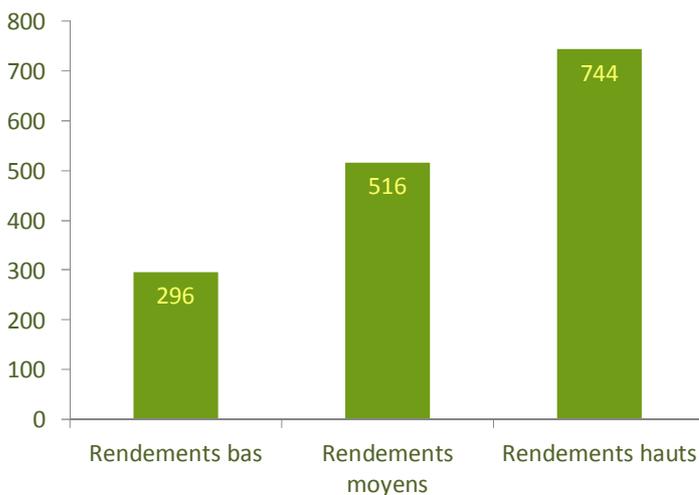
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

Même en contexte de prix bas, la marge nette de la rotation reste correcte et permet d'assurer un revenu. Il s'agit d'une sécurité pour l'agriculteur. En contexte de prix haut, la rentabilité figure parmi les plus intéressantes des cas-types.

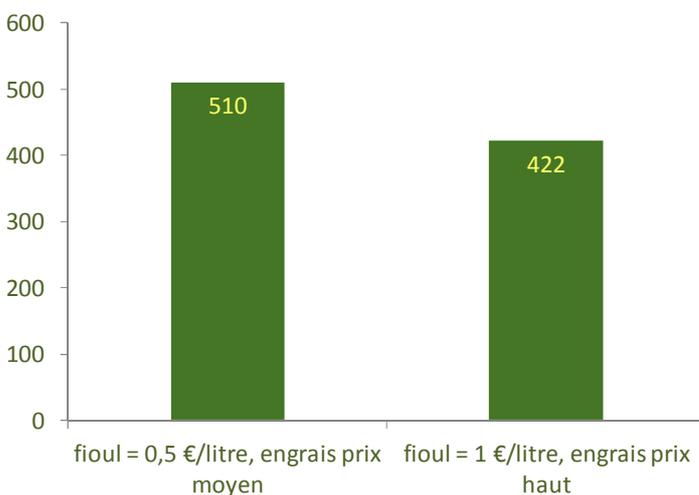
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

De même que pour les variations de prix, la rotation est relativement sécurisée face aux variations de rendements. Une mauvaise année entrainera un résultat moyen mais pas médiocre, alors qu'une très bonne année permettra à l'agriculteur de réaliser un bénéfice remarquable.

Marges nettes avec aides (€/ha)

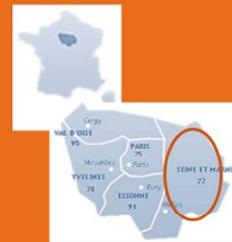


⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

Ce système de culture est assez dépendant du carburant mais l'est beaucoup moins vis-à-vis des apports de matières organiques. A l'échelle de l'exploitation, l'impact de la hausse de prix du fioul et des engrais/amendements organiques sur la marge nette se limite à moins de 100 €/ha.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### ● REPERES TECHNIQUES

#### ■ Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3	Rotation
Charges de méca. « totales » en €/ha	511	441	354	411	452	420	407	420	188	387	399
Conso. de carburant hors ETA (l/ha)	159	128	81	107	109	96	86	96	73	86	102

Les charges de mécanisation et la consommation de carburant sont importantes puisque la luzerne est récoltée par l'agriculteur et non par une entreprise (usine de déshydratation ou éleveur). Cependant, la réduction des charges de mécanisation ou de la consommation de carburant n'est pas une fin en soi pour l'agriculteur : dans ce cas, la récolte est intéressante puisque la valorisation est une réussite économique.

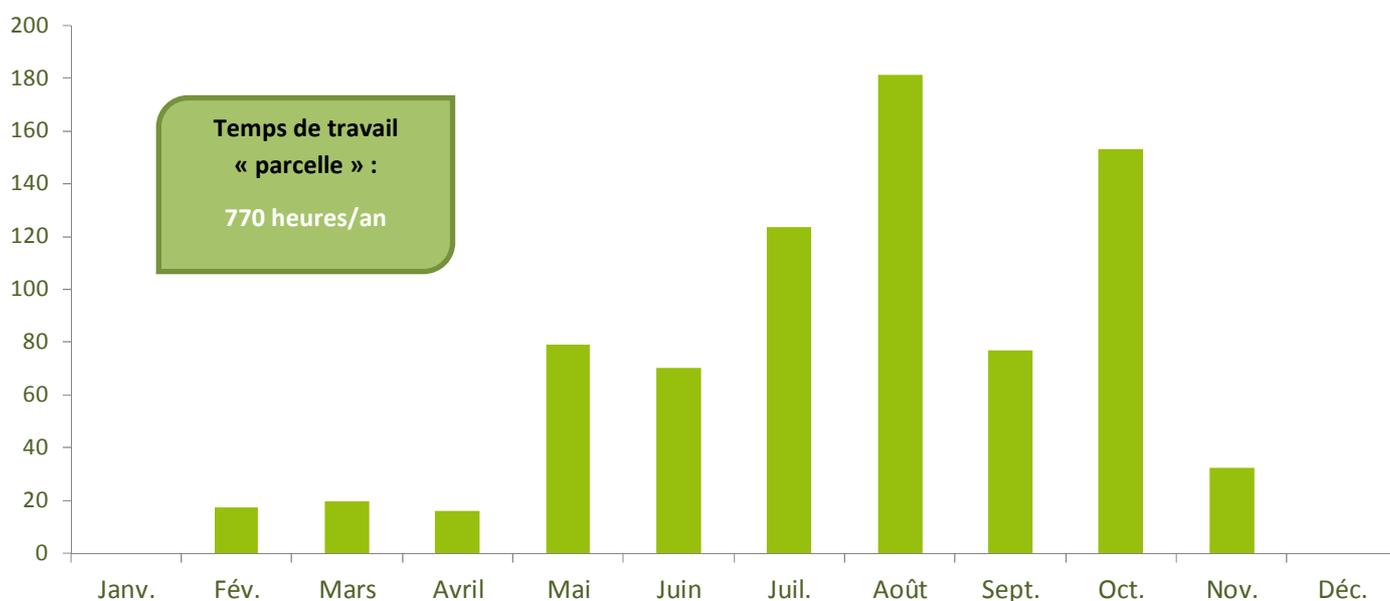
#### ■ Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	BTH 1	Trit.	Avoine H	Fév. P	BTH 2	Orge P	Trèfle bl.	BTH 3	Rotation
Temps de traction (h/ha)	10,4	8,7	4,2	5,7	6	5,4	4,5	5,4	4,4	4,5	5,9

Le choix d'effectuer soi-même la récolte de la luzerne a un impact important sur le temps de travail. Le temps de traction pour l'agriculteur se situe entre 8 et 11 heures par hectare de luzerne, contre un temps de traction quasi-nul lorsque la luzerne est récoltée par une entreprise. Ce temps de travail élevé contribue à l'augmentation du temps de travail à l'échelle de l'exploitation.

#### ■ Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

heures / UTH



De novembre à avril, le travail est assez ponctuel. Il commence à s'intensifier à partir du mois de mai avec les premières récoltes de la luzerne et l'entretien de la jachère trèfle blanc. Les récoltes des céréales à paille se font en juillet. Les deux mois les plus chargés sont le mois d'août (dernières récoltes de la luzerne, premiers déchaumages) et d'octobre (labour et semis). Avec un temps de travail « parcelle » de 770 heures/UTH, il ne serait pas envisageable de conduire ce système sur une surface plus importante.



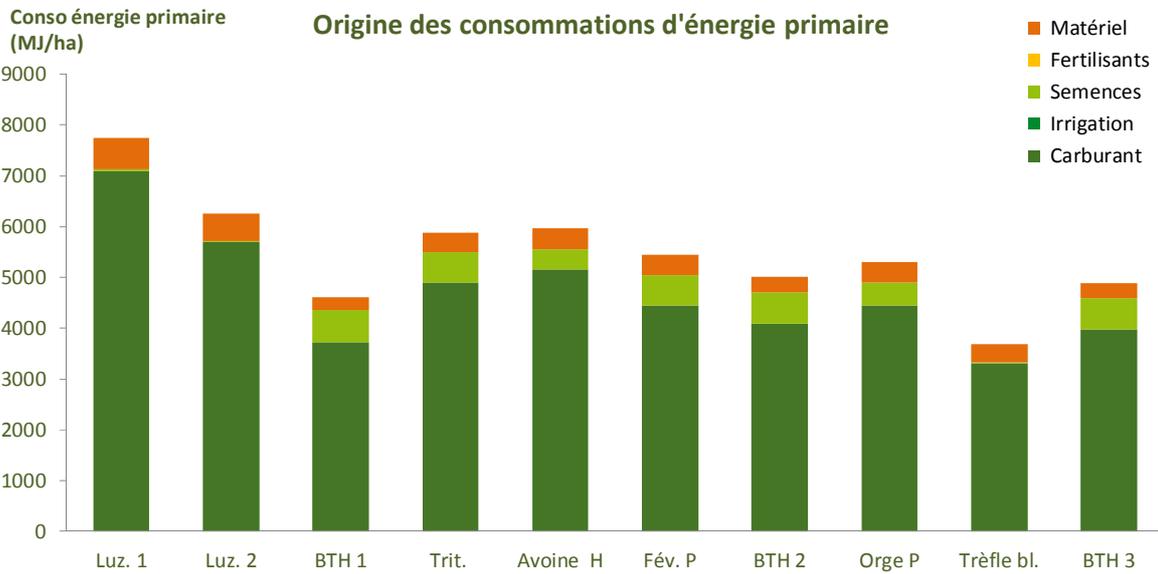
# Rotation longue non irriguée



Ile-de-France 1

Cas-types

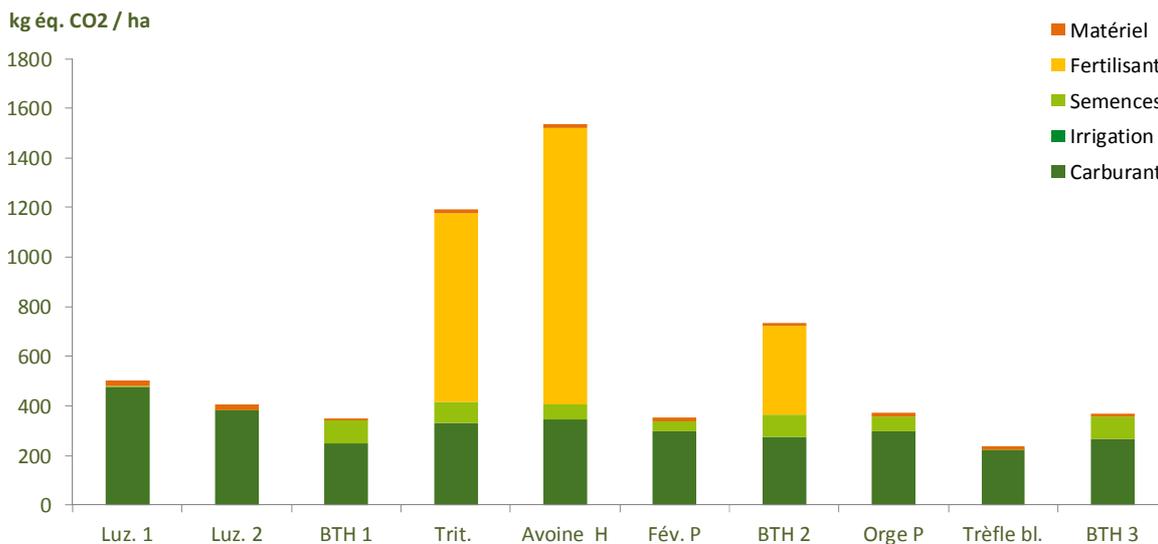
## REPERES ENVIRONNEMENTAUX



⇒ **Consommation d'énergie primaire**

**Moyenne de la rotation :**  
5 480 MJ/ha

Les consommations d'énergie primaire du cas-type Ile-de-France 1 sont moyennes (pour rappel, les entreprises de travaux agricoles sont comptabilisées dans la partie « repères environnementaux »). Les faibles dépenses de carburant pour la conduite de cultures annuelles compensent les besoins importants de la récolte de la luzerne. D'autre part, l'irrigation (opération très gourmande en énergie) n'est pas utilisée, ce qui génère un impact positif sur la consommation d'énergie à l'échelle de l'exploitation.



⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**

**Moyenne de la rotation :**  
605 kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

Les émissions de gaz à effet de serre sont relativement faibles. Puisque l'impact des entreprises de travaux agricoles est pris en compte dans les critères environnementaux, le fait que l'agriculteur récolte lui-même la luzerne n'apporte pas de différence significative en termes de consommation de carburant et donc d'émissions de GES. La faible dépendance du système aux apports de matières organiques contribue globalement à de faibles émissions de GES.



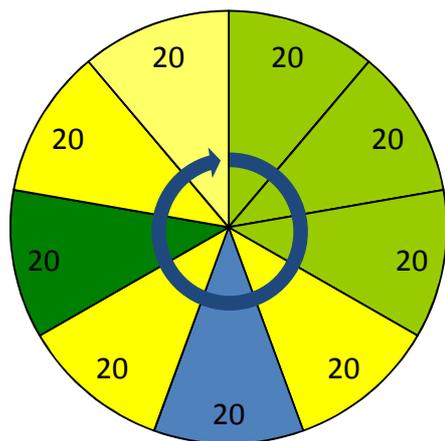
# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### 4 ROTATION ET EXPLOITATION

#### Rotation et assolement (surfaces en hectares)



- Luzerne 1
- Luzerne 2
- Luzerne 3
- Blé tendre 1
- Colza
- Blé tendre 2
- Féverole H
- Blé tendre 3
- Orge P

**Durée de la rotation :** 9 ans

**Luzerne :** oui / **Irrigation :** non

L'objectif de cette exploitation de grande taille est de limiter le temps de travail pour pouvoir gérer seul une grande surface. C'est la raison pour laquelle on retrouve trois années de luzerne (soit un tiers de l'assolement) récoltée par entreprise.

D'autre part, cette volonté de réduction du temps de travail se ressent dans les itinéraires techniques (non labour occasionnel, pas de binage des céréales à paille) mais aussi dans le parc matériel optimisé. Le colza est une culture caractéristique (les débouchés existent dans certaines régions de l'Ile-de-France).

**Surface et main d'œuvre :** 180 hectares – 1 UTH

**Contexte pédoclimatique :** Limons moyens à argileux, parfois calcaires, semi-profonds, un peu séchants. Bon potentiel de sol. Cf. données météo de la ville d'Etampes.

**Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 475 450 €**

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 120 cv – 160 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 6 m
<b>Transport</b>	Deux remorques : 12 t – 16 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 5,5 m – Déchaumeur à dents (pattes d'oies) 4,5 m – Charrue 5 corps Vibroculteur 4 m – Broyeur 4 m (CUMA)
<b>Semis</b>	Semoir + herse rotative 4 m – Semoir monograine 8 rangs (50 cm écart.) + herse rotative 4 m Semoir à engrais (type distributeur anti-limaces)
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 8 rangs (50 cm écart.)
<b>Irrigation</b>	Pas d'irrigation
<b>Travaux par entreprise</b>	Epandage des vinasses, récolte de la luzerne déshydratée



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### 1 INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

#### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	1 & 3 : meunier	25	165	0,8	75	185	0,37
	2 : améliorant	25	165	0,8	75	185	0,38
Orge	Printemps	30	135	0,7	70	140	0,32
Luzerne	Déshydratée	100	25	6,5	0	-	-
Féverole	Hiver	10	200	1	90	210	0,33
Colza	-	50	2	20	50	4	0,54
Couverts	Trèfle violet	100	15	5,5	0	-	-

- Le prix élevé de la semence certifiée de colza biologique s'explique par une conduite technique difficile et des rendements peu maîtrisés. Les doses de semis sont faibles (2 à 4 kg/ha).
- Dans la réglementation actuelle, les couverts de légumineuse pure sont autorisés en Ile-de-France (Août 2010).

#### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Vinasses	2,7 / 0 / 5,5	2 à 3 t/ha	55

L'apport de vinasses permet de compenser une partie des exportations de potasse par la luzerne.

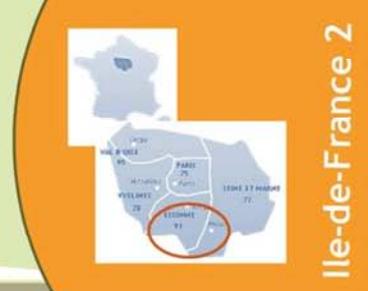
#### ■ Rendements et prix de vente

	Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
	Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
Luzerne 1	6,5	7,5	8,5	60	80	100
Luzerne 2 & 3	9,7	10,7	11,7	60	80	100
Blé tendre 1	4	4,8	6	215	290	350
Colza	1	1,8	2,5	400	450	550
Blé tendre 2	3,5	4,3	5	245	320	380
Féverole H	2	2,7	4	200	260	330
Blé tendre 3	3,5	4,5	5	215	290	350
Orge P	3,5	4	4,5	140	250	300

La variété choisie pour le BTH 2 est une variété améliorante, qui peut prétendre à des bonifications de qualité, d'où des prix plus élevés que les BTH 1 & 3, vendus en blé panifiable.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### 1 ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

	Déchaumage	Couverts	Labour	Semis	Désherbage	Fertilisation
<b>Luzerne (3 ans)</b>	-	-	non	En avril, sous couvert de l'orge P	HE possible fin février de chaque année selon salissement	-
<b>BTH 1</b>	2 covercrop 2 déchaumeurs	-	non	Fin octobre	1 HE	-
<b>Colza</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	-	non	Mi-août	2 bineuses	3 t/ha de vinasses avant semis
<b>BTH 2</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Fin octobre	2 HE	3 t/ha de vinasses
<b>Fév. H</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Mi-novembre	1 HE 2 bineuses	-
<b>BTH 3</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	Fin octobre	2 HE	2 t/ha de vinasses
<b>Orge P</b>	-	Trèfle violet	oui	1 vibroculteur Semis mi-mars	1 HE	-

#### ⇒ Luzerne déshydratée

- La luzerne est semée sous couvert de l'orge P en avril car les conditions séchantes de l'été ne permettraient pas une bonne levée.
- Semis à la volée (au semoir à couvert) puis passage de herse étrille pour enfouir les graines.

#### ⇒ Blé tendre 1

- L'absence de labour permet un gain de temps. Elle est compensée par un passage de covercrop supplémentaire.

#### ⇒ Colza

- L'absence de labour permet de garder le sol frais (semis d'été).

#### ⇒ Blé tendre 2

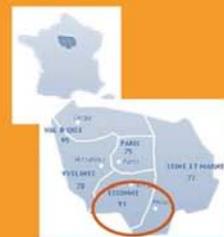
- Le retour au labour est nécessaire pour gérer correctement les adventices.

#### ⇒ Orge P

- Le couvert de trèfle violet présent avant l'orge P est semé sous couvert du blé tendre 3 qui précède. Cela permet d'avoir un couvert bien développé avec des bénéfices agronomiques accrus (restitutions d'azote au sol). Il faut rester vigilant sur le développement du couvert (dans l'optique de faciliter sa destruction).
- Le semis se fait de la même manière que pour la luzerne (semis à la volée puis passage de herse étrille).



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES

#### Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	28,5 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 9
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	24 kg N/ha/an

La proportion de légumineuses est correcte (luzerne, féverole, couvert de trèfle). La rotation IDF 2 est légèrement plus dépendante des apports de matière organique que la rotation IDF

1 mais la gestion de l'azote reste bonne.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	0	-91	18	-1	0	-31	-60	-18
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-45	-64	-64	-31	-22	-28	-32	-29	-26	-38
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-196	-280	-280	-24	150	144	-35	88	-22	-51

Le bilan N est négatif : les apports totaux d'azote par les engrais organiques ne compensent pas les exportations par les cultures non légumineuses. Les bilans P et K sont également négatifs. Le redressement de la situation passe nécessairement par l'apport de matières organiques plus équilibrées (si possible autres que vinasses, qui n'apportent pas de phosphore) et/ou de produits minéraux naturels.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	1	1	1	10	37	-11	11	22	-39	4
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-45	-64	-64	-31	-22	-28	-32	-29	-26	-38

Le bilan azoté étant positif, les légumineuses et les engrais organiques semblent finalement compenser les exportations par les cultures. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est faible (11 kg/ha/an). Le bilan phosphore n'évolue pas puisque les vinasses n'apportent pas de phosphore (seules les exportations sont donc comptées).

#### Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	3 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	1/6
% de cultures binées (hors luz.)	2/6
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	2,5/ha/an
Labour	4 ans / 9

Malgré le non-labour (avant luzerne, blé tendre 1 et colza) et l'absence de binage des céréales à paille, la gestion de l'enherbement reste correcte grâce aux trois ans de luzerne, à une bonne alternance des cultures et à l'insertion de cultures binées (colza et féverole). Le non-labour permet un gain de temps important pour l'agriculteur, seul sur

180 hectares. La gestion de l'azote dans ce cas-type peut favoriser le développement des adventices de manière ponctuelle.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Cette rotation présente une bonne alternance des familles botaniques qui permet de limiter globalement le risque maladies / ravageurs. Le colza, très sensible aux ravageurs tout au long de la campagne, reste malgré tout une culture à risques.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

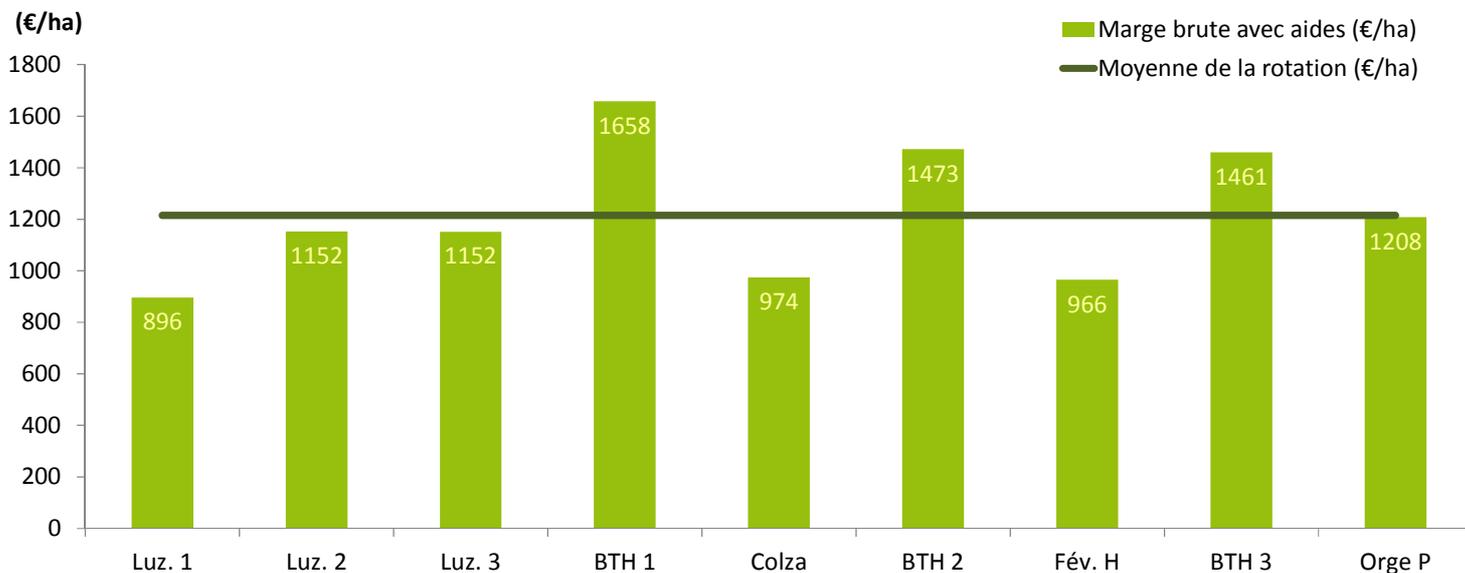
### 1 REPERES ECONOMIQUES

#### ■ Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P
<b>Rendement (t/ha)</b>	7,5	10,7	10,7	4,8	1,8	4,3	2,7	4,5	4
<b>Semences (€/ha)</b>	54	54	54	84	21	89	86	84	142
<b>Engrais (€/ha)</b>	-	-	-	-	165	165	-	110	-
<b>Autres intrants (€/ha)</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Mécanisation « totale » (€/ha)</b>	18	18	18	297	319	377	423	377	350
<b>Main d'œuvre « totale » (€/ha)</b>	232	232	232	287	277	306	318	306	302
<b>Autres charges fixes (€/ha)</b>	127	127	127	127	127	127	127	127	127
<b>Fermage (€/ha)</b>	118	118	118	118	118	118	118	118	118
<b>Total charges (€/ha)</b>	549	549	549	913	1027	1182	1072	1122	1039
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	73	51	51	190	571	275	397	249	260

Les coûts de productions complets sont dans l'ensemble bons à très bons : les rendements élevés sont accompagnés de faibles niveaux de charges (faible dépendance aux engrais organiques, charges de mécanisation et de main d'œuvre optimisées). Dans ce contexte, la stratégie de réduction de temps de travail est également une réussite sur le plan économique.

#### ■ Marges brutes par culture et à la rotation



La tendance annoncée lors de l'étude des coûts de production se confirme avec les marges brutes, qui sont bonnes. Le blé tendre et l'orge de printemps semblent particulièrement rentables.

#### ■ Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	896	1152	1152	1658	974	1473	966	1461	1208	1215
<b>Marge nette (€/ha)</b>	479	735	735	962	256	697	144	685	459	572

Les marges nettes de la luzerne, du blé et de l'orge de la rotation IDF 2 sont supérieures aux moyennes des cas-types. Seule la féverole montre des signes de faiblesse (rendement bas). A l'échelle de la rotation, la marge nette de 572 €/ha se situe en seconde position et figure donc parmi les plus intéressantes. Avec la grande surface de l'exploitation, la marge nette par UTH est la plus élevée de l'ensemble des cas-types.

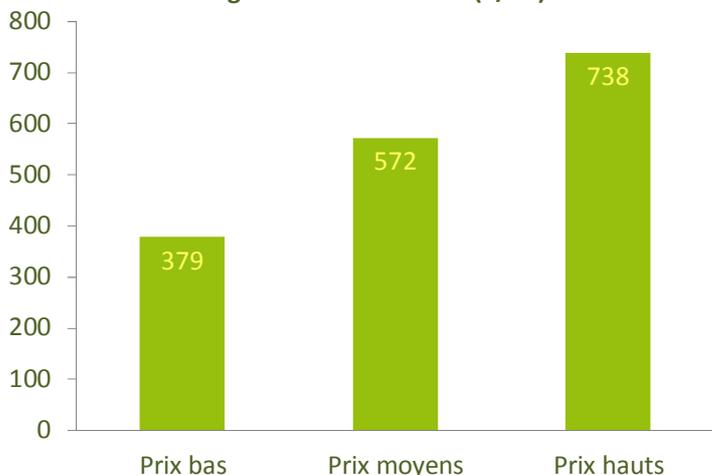


# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

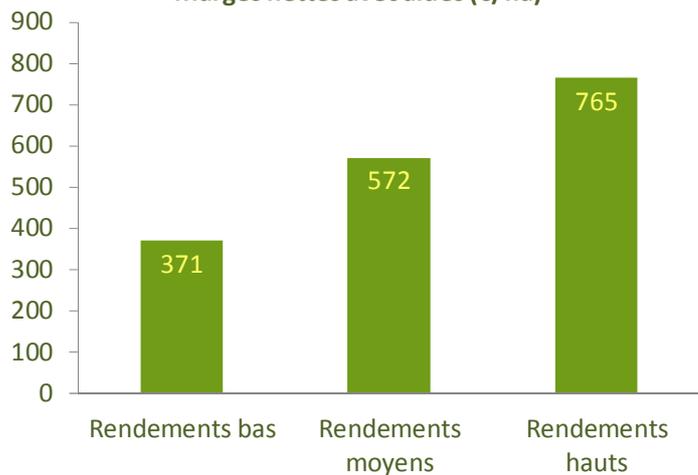
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix

La marge de la rotation est assez stable face aux variations de prix (forte proportion de luzerne et de blé). Un contexte de prix haut lui fera atteindre des niveaux très intéressants. En contexte de prix bas, le revenu reste assuré et figure parmi les plus élevés des cas-types.

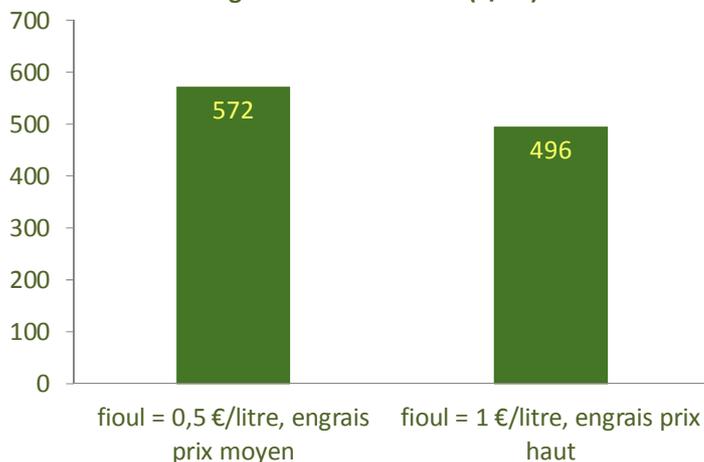
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de rendement

Les variations de rendements ont sensiblement le même impact qu'une variation des prix. La luzerne permet une fois de plus de stabiliser la rotation.

Marges nettes avec aides (€/ha)

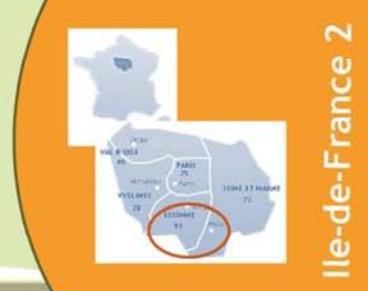


### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)

Grâce à la luzerne et à l'optimisation des interventions, ce système de culture est peu dépendant du carburant et des apports de matières organiques. Globalement, la hausse du prix des intrants n'a donc qu'un faible impact sur la marge nette.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P	Rotation
Charges de mécanisation en €/ha	18	18	18	297	319	377	423	377	350	244
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	2	2	2	67	56	88	97	88	81	54

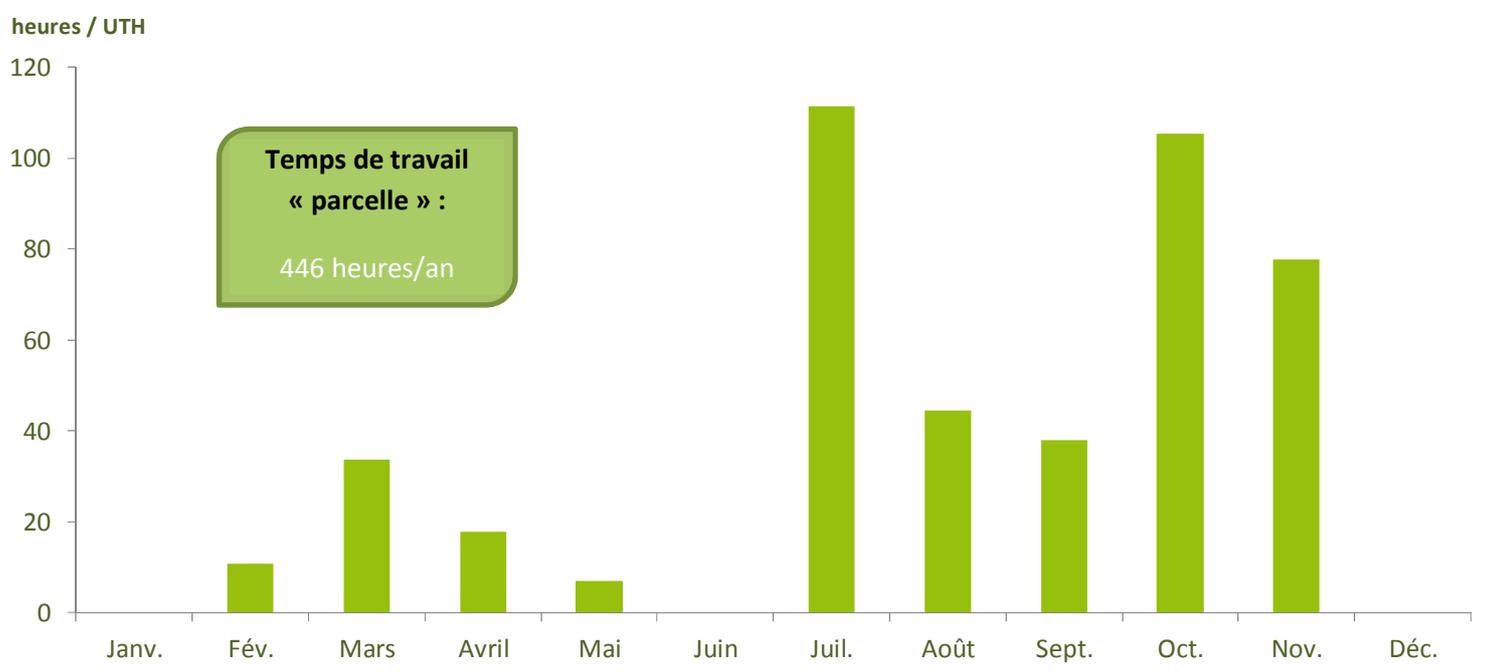
La stratégie d'optimisation du temps de travail implique de très bons résultats en termes de charges de mécanisation (parc matériel optimisé, interventions réduites au maximum) et donc de consommation de carburant.

#### Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	Colza	BTH 2	Fév. H	BTH 3	Orge P	Rotation
Temps de traction (h/ha)	0,2	0,2	0,2	3	2,5	4	4,6	4	3,8	2,5

Le temps de travail à la parcelle est le plus faible de tous les cas-types. L'atteinte de cet objectif est possible grâce à la forte proportion de luzerne récoltée par entreprise mais également par les choix stratégiques de l'agriculteur à l'échelle annuelle (ITK).

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »



Le temps de travail par UTH s'élève à 446 heures/UTH/an. Le temps libéré pour l'agriculteur est important. Comme pour les autres cas-types, la répartition du travail est assez inégale. Les grosses périodes de travail se concentrent de juillet à novembre (successivement récoltes, déchaumages et semis).

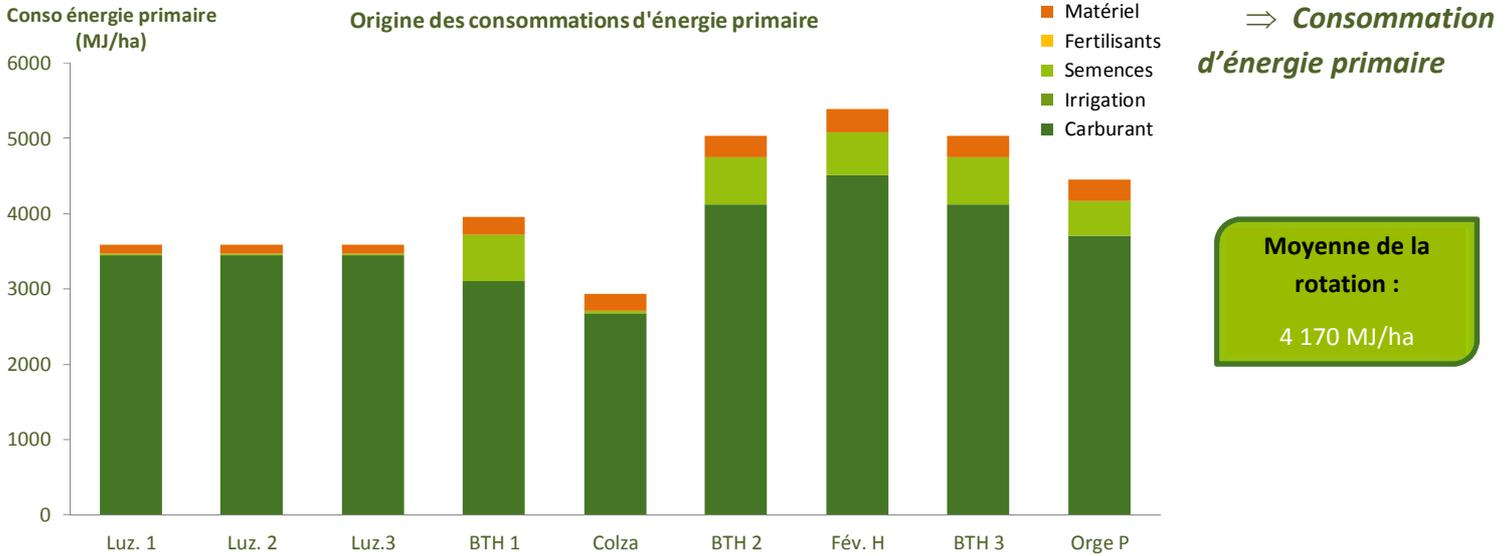


# Rotation longue non irriguée

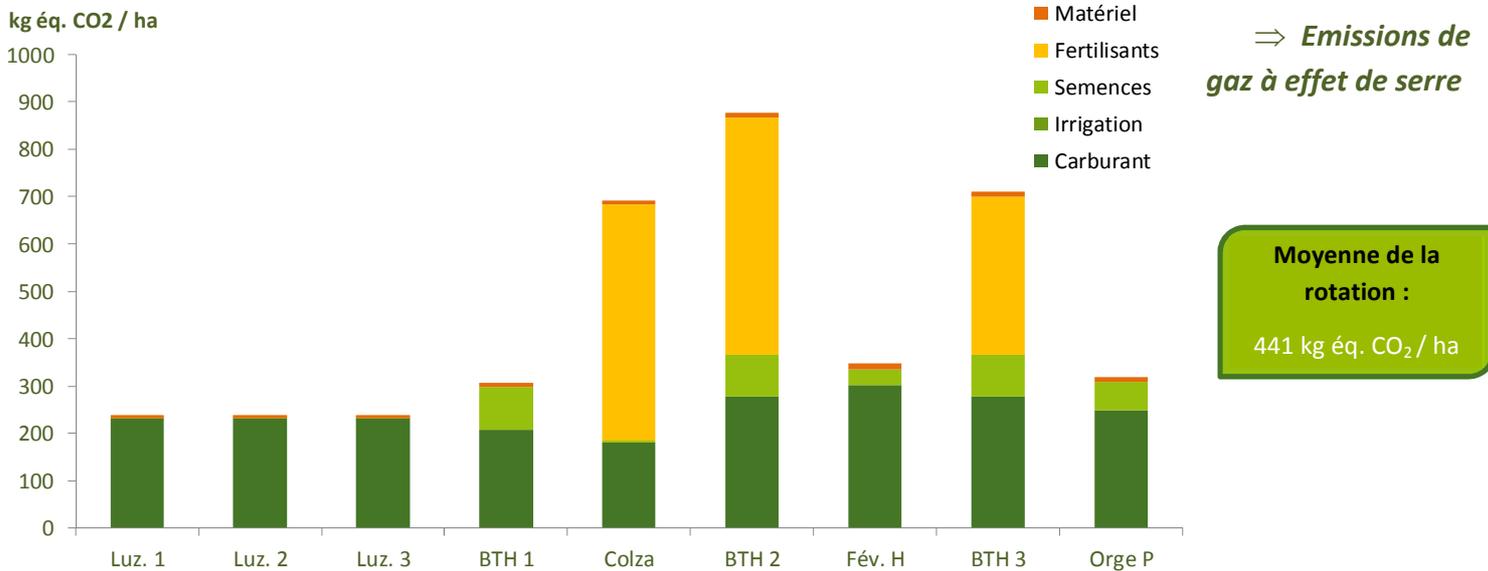


## Cas-types

### REPERES ENVIRONNEMENTAUX



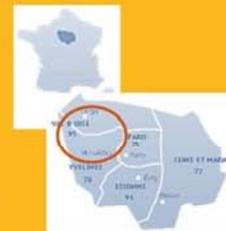
La consommation totale de carburant est faible (non pas à cause de la luzerne puisque les consommations de carburant par les entreprises sont ici comptées, mais grâce à la minimisation des interventions sur les cultures annuelles). En conséquence, cette rotation non irriguée est celle qui consomme le moins d'énergie primaire par hectare sur l'ensemble des cas-types.



Le constat précédent s'applique également aux émissions de GES. Grâce à sa faible dépendance aux engrais organiques, le système IDF 2 se place une fois de plus en tête des cas-types : il s'agit de celui qui émet le moins de gaz à effet de serre par unité de surface.



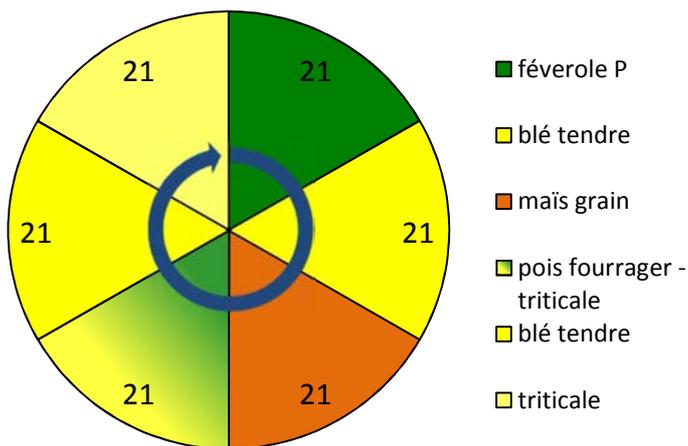
# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### 1 ROTATION ET EXPLOITATION

#### Rotation et assolement (surfaces en hectares)



**Durée de la rotation :** 6 ans  
**Luzerne :** non / **Irrigation :** non

Cette rotation courte se pratique en l'absence de débouchés pour la luzerne dans cette partie de la région. L'apport d'azote dans le système est assuré par les légumineuses (féverole, pois fourrager) et les apports fréquents de matières organiques (engrais et amendements).

Malgré l'absence d'irrigation, l'insertion du maïs grain est possible grâce à un contexte pédoclimatique favorable (sols profonds peu séchant).

La féverole est semée en variété de printemps pour rompre le cycle des adventices.

**Surface et main d'œuvre :** 1 UTH – 126 hectares

**Contexte pédoclimatique :** Sols limono-argileux, profonds, peu séchant, parfois humides. Bon potentiel de sol. Cf. données météo de la ville de Mantes la Jolie.

**Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 459 500 €**

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 120 cv – 160 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 5,5 m
<b>Transport</b>	Deux remorques : 12 t et 16 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 4,5 m – Chisel 3 m – Charrue 5 corps – Broyeur 4 m (CUMA) – Vibroculteur 4 m
<b>Semis</b>	Semoir à céréales + herse rotative 4 m – Semoir monograinne 6 rangs
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 4 m (sur céréales à paille) – Bineuse 6 rangs (écart. 80 cm)
<b>Fertilisation</b>	Epandeur 12 t (en copropriété à 50 %)
<b>Irrigation</b>	Pas d'irrigation
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte du maïs grain

Il est nécessaire de biner les céréales à paille pour assurer la maîtrise des adventices. L'exploitation dispose donc de deux bineuses (une à grand écartement pour le maïs grain et une à faible écartement pour les céréales à paille).



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### **INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE**

#### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	Meunier	25	165	0,8	75	185	0,37
	Améliorant	25	165	0,8	75	185	0,38
Féverole	Printemps	10	200	1	90	210	0,33
Maïs grain	Indice 270 - 280	100	90 000 graines/ha	125 € / dose de 50 000 graines	0	-	-
Triticale	-	25	140	0,65	75	160	0,3
Pois / triticale	Pois : fourrager	Pois : 100	Pois : 120	Pois : 1	Pois : 0	Pois : -	Pois : -
	Trit. : -	Trit. : 0	Trit. : -	Trit. : -	Trit. : 100	Trit. : 70	Trit. : 0,3
Couverts	Mout. blanche	100	7	3	0	-	-
	Trèfle incarnat	100	10	6	0	-	-

#### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Compost de déchets verts	0,9 / 0,45 / 0,75	10 t/ha	5
Fientes de poules	3 / 4 / 2,8	3 t/ha	60

La stratégie de fertilisation est basée sur l'apport de compost de déchets verts d'une part (effet sur l'humus) et sur l'apport d'un engrais à l'effet « starter » d'autre part (fientes de poules).

#### ■ Rendements et prix de vente

	Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
	Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
Féverole P	2,5	3,5	5	200	260	330
Blé tendre 1	4	4,5	5,5	215	290	350
Maïs grain	5	6,5	8,5	160	220	290
Pois fourrager / triticale	1	3,3	4	180	260	320
Blé tendre 2	3,5	4	5	215	290	350
Triticale	2,5	3,5	4,5	140	230	330



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

	Déchaumage	Couverts	Labour	Semis	Dés herbage	Fertilisation
<b>Fév. P</b>	1 covercrop 1 chisel	Mout. blanche	oui	Début Mars	2 HE	10 t/ha de compost
<b>BTH 1</b>	2 covercrop 1 chisel	-	oui	Début Novembre	2 HE 1 binage	3 t/ha de fientes
<b>Maïs grain</b>	1 covercrop 1 chisel	Trèfle incarnat	oui	2 vibroculteurs Début Mai	1 HE 2 binages	10 t/ha de compost 3 t/ha de fientes
<b>Pois – trit.</b>	-	-	oui	Fin Novembre	-	-
<b>BTH 2</b>	2 covercrop 1 chisel	-	oui	Début Novembre	2 HE 1 binage	10 t/ha de compost 3 t/ha de fientes
<b>Triticale</b>	2 covercrop 1 chisel	-	oui	Fin Octobre	1 HE 1 binage	10 t/ha de compost 3 t/ha de fientes

Les cultures de printemps sont systématiquement précédées d'une culture intermédiaire.

Pour une bonne maîtrise des adventices, les pratiques de lutte contre l'enherbement sont fréquentes : déchaumage, labour systématique, dés herbage mécanique en culture, binage des céréales à paille en plus des plantes sarclées, etc.

#### ⇒ Maïs grain

- Pour le séchage du maïs, compter 20 €/t pour un grain à 25 % d'humidité.
- Pose de capsules de trichogrammes pour la protection contre la pyrale.

#### ⇒ Association pois fourrager – triticale

- Le pois fourrager est cultivé en contrat semences. Le triticale ne sert quasiment que de tuteur (proportion pois / triticale au semis = 70 % de pois fourrager, 30 % de triticale). Le mélange récolté est acheté non trié par le semencier.



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES

#### Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	non
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	33 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 6
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	60 kg N/ha/an
Quantité d'azote apportée par les amendements organiques	60 kg N/ha/an

Dans cette rotation, le maintien de la fertilité passe par l'apport de compost de déchets verts et de fientes de volailles. Cette forte dépendance aux apports extérieurs est assez risquée dans la mesure où l'efficacité des engrais organiques

dépend fortement des conditions météorologiques et du travail du sol.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	5	83	-25	104	114	47
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	3	91	126	-24	139	142	80
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	30	62	123	-29	139	142	78

Les bilans sont très positifs, ce qui indique que les apports totaux par les engrais et amendements organiques compensent largement les exportations par les cultures non légumineuses. En l'absence de cultures exigeantes en potasse (luzerne), le bilan K est positif.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	19	43	-24	-7	21	-11	7
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-11	55	77	-24	90	93	47

Le bilan N est légèrement positif : les légumineuses et les engrais et amendements organiques compensent les exportations par les cultures. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est en revanche élevée (29 kg/ha/an). Le bilan P est nettement réduit par l'hypothèse retenue (70 % du phosphore total des matières organiques est disponible pour la plante) mais reste positif.

#### Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	-
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/6
% de cultures binées (hors luz.)	4/6
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	2,1/ha/an
Labour	Systématique

La lutte contre les adventices fait l'objet d'une attention particulière dans ce système, où l'on ne bénéficie pas de l'effet nettoyant de la luzerne. Cela nécessite une bonne maîtrise des implantations, du travail du sol et du désherbage mécanique. Les interventions mécaniques sont d'autant plus nécessaires que les importantes

quantités d'azote apportées profitent aussi aux adventices nitrophiles comme le gaillet. Le binage des céréales à paille est une réelle sécurité dans la gestion de l'enherbement.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

La rotation se base sur une bonne alternance des espèces et évite les situations à risque (pas de céréale derrière maïs, pratique du labour). Le risque pyrale sur maïs est géré par lutte biologique (application de trichogrammes).



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

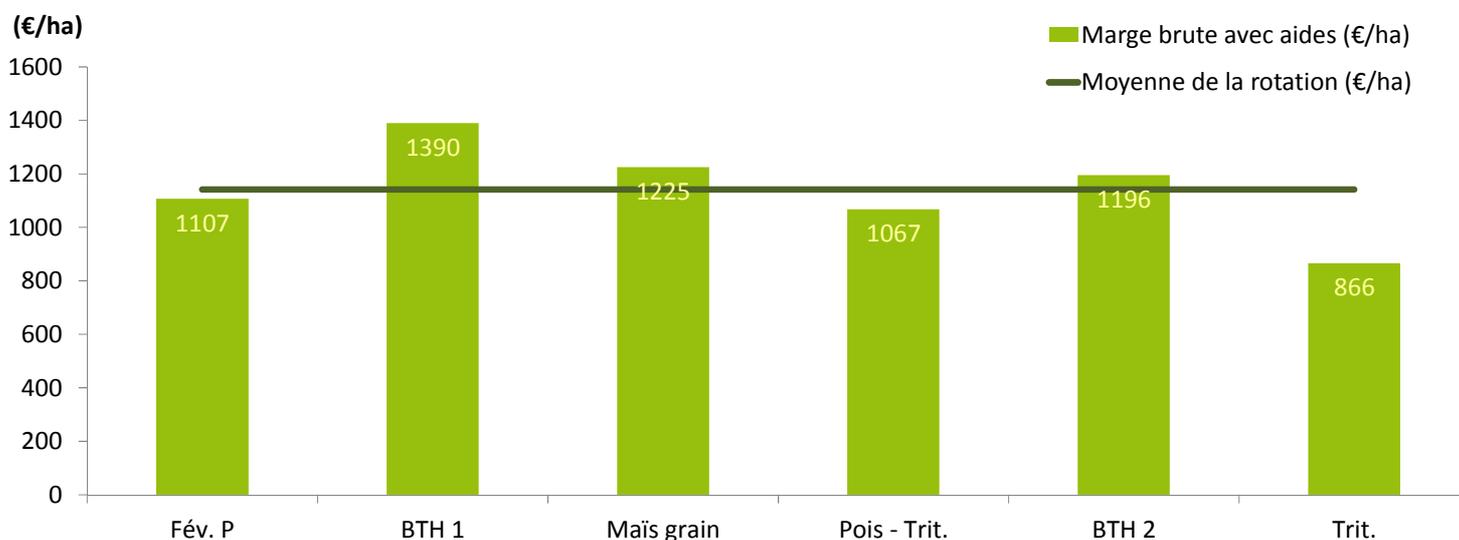
### REPERES ECONOMIQUES

#### Détail des charges et coûts de production complets

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.
<b>Rendement (t/ha)</b>	3,5	4,5	6,5	3,3	4	3,5
<b>Semences (€/ha)</b>	103	85	285	141	84	59
<b>Engrais (€/ha)</b>	50	180	230	-	230	230
<b>Autres intrants (€/ha)</b>	-	-	40	-	-	-
<b>Mécanisation « totale » (€/ha)</b>	410	386	656	245	429	420
<b>Main d'œuvre « totale » (€/ha)</b>	247	242	270	206	257	256
<b>Autres charges fixes (€/ha)</b>	160	160	160	160	160	160
<b>Fermage (€/ha)</b>	118	118	118	118	118	118
<b>Total charges (€/ha)</b>	1088	1171	1759	870	1278	1243
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	311	260	271	264	320	355

Les charges de mécanisation et d'engrais sont élevées (labour, binage des céréales, apports de matières organiques fréquents pour assurer les fournitures d'azote), ce qui implique des niveaux de coûts de production importants. Le coût de production complet est plus élevé que le prix de vente pour la féverole et le maïs.

#### Marges brutes par culture et à la rotation



La féverole est la seule culture dont la marge brute est supérieure à la moyenne des cas-types. Les autres cultures semblent pénalisées par des niveaux de charges d'engrais importants.

#### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	1107	1390	1225	1067	1196	866	1142
<b>Marge nette (€/ha)</b>	346	653	218	471	416	95	366

Les marges nettes des cultures sont correctes et dans la moyenne des autres cas-types. Toutefois, le blé tendre 2 et le triticale sont nettement inférieurs. Les charges d'engrais et de mécanisation sont en effet très élevées en fin de rotation. A l'échelle de la rotation, le résultat se situe donc plutôt dans la moyenne inférieure des cas-types.

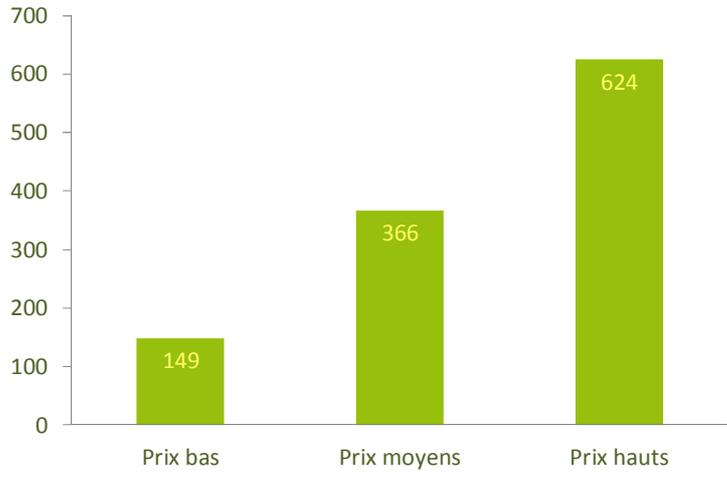


# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

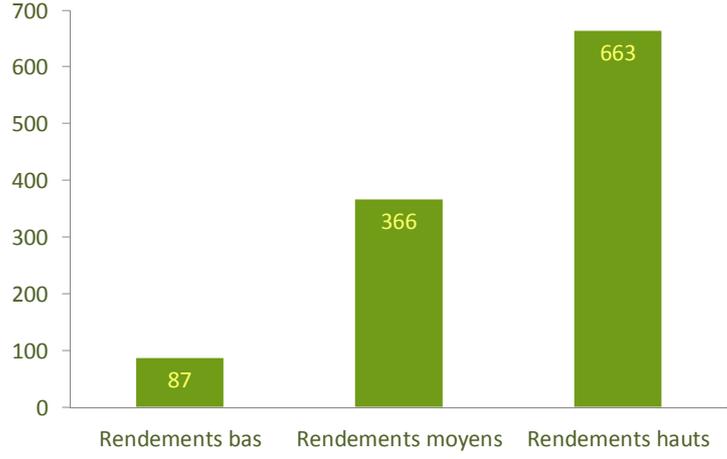
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix

Cette rotation est assez sensible aux variations de prix de vente. Lorsque les prix sont bas, elle figure parmi les rotations ayant la plus faible marge nette par hectare. A l'inverse, en contexte de prix hauts, elle se montre nettement plus intéressante que d'autres rotations courtes du même type. Les prix étant parfois aléatoires, cela peut constituer un risque comme un atout.

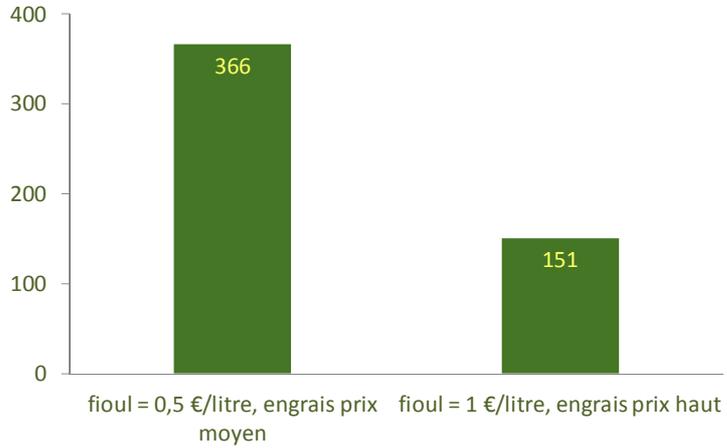
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de rendement

En présence de cultures dont les rendements peuvent varier dans d'importantes proportions (maïs, association pois fourrager - triticale), la marge nette de la rotation est assez sensible aux variations des rendements. Un contexte de rendements bas la positionne dans les rotations les moins rentables alors qu'elle s'en tire mieux en contexte de rendements hauts.

Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)

Cette rotation étant la plus consommatrice de matières organiques ainsi que de carburant, elle est donc très sensible aux variations du prix de ce type d'intrants. Lorsque leurs prix doublent, la perte de rentabilité est très importante (jusqu'à 2/3 de pertes) et amène la marge de la rotation à des niveaux assez bas (mais positifs).



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.	Rotation
Charges de méca. (hors séchage maïs) en €/ha	410	386	526	245	429	420	403
Charges de méca. « totales » en €/ha	410	386	656	245	429	420	424
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	128	120	153	61	145	143	125

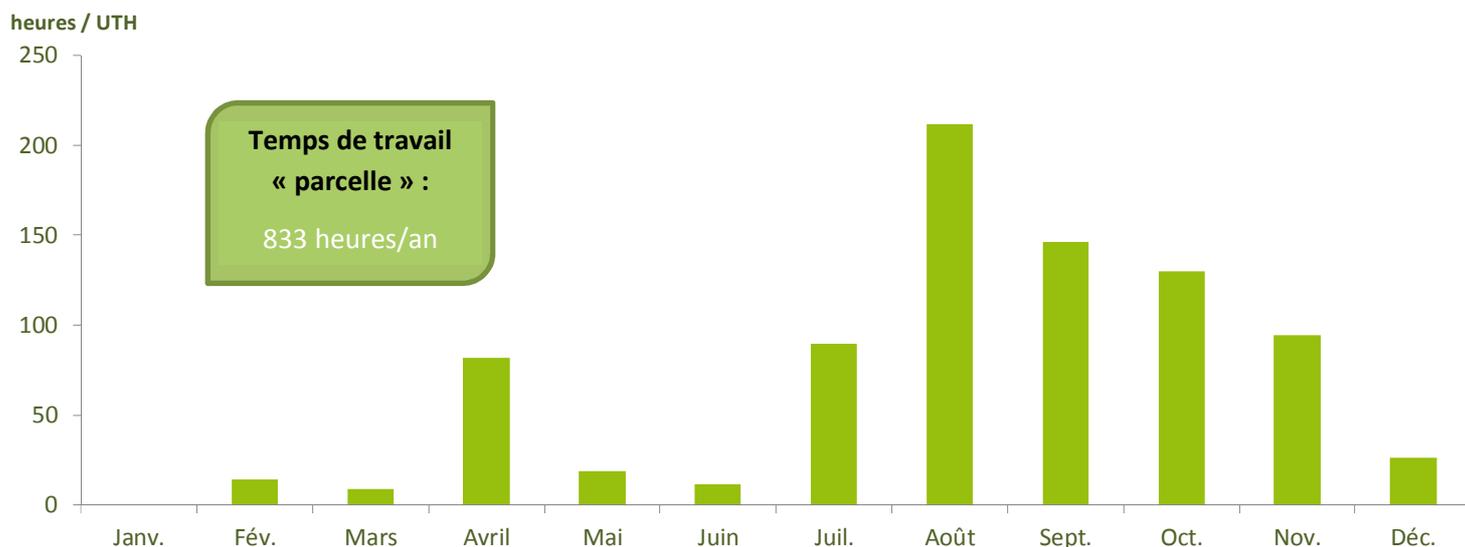
La rotation et les choix techniques qui l'accompagnent (désherbage et fertilisation) induisent des charges de mécanisation et une consommation de carburant importantes.

#### Temps de travail « parcelle »

	Fév. P	BTH 1	Maïs grain	Pois – trit.	BTH 2	Trit.	Rotation
Temps de traction (h/ha)	6,7	6,2	8,9	2,8	7,6	7,5	6,6

Les différentes cultures de la rotation impliquent des passages répétés sur les parcelles (travail du sol, désherbage, fertilisation, récolte, etc.) qui sont tous réalisés par l'agriculteur (hormis la récolte du maïs grain). Dans ce cas-type, l'épandage du compost et des fientes n'est pas réalisé par entreprise pour des raisons économiques, mais l'impact sur le temps de travail se fait ressentir. Ce système de culture est un des plus conséquents en termes de temps de travail pour l'agriculteur.

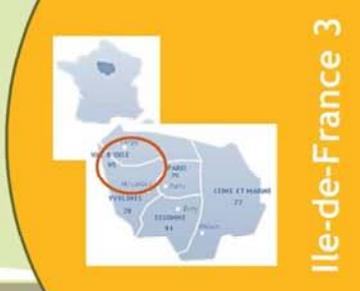
#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »



Une première pointe de travail apparaît en avril (binage du blé et préparation du sol avant le semis du maïs grain). La période de juillet à novembre est ensuite très chargée : récoltes, déchaumage, labour, épandage, etc. Le mois le plus chargé est le mois d'août, qui concentre déchaumages et premiers épandages de compost de déchets verts. Le temps de travail « parcelle » annuel atteint un niveau limite par UTH.



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

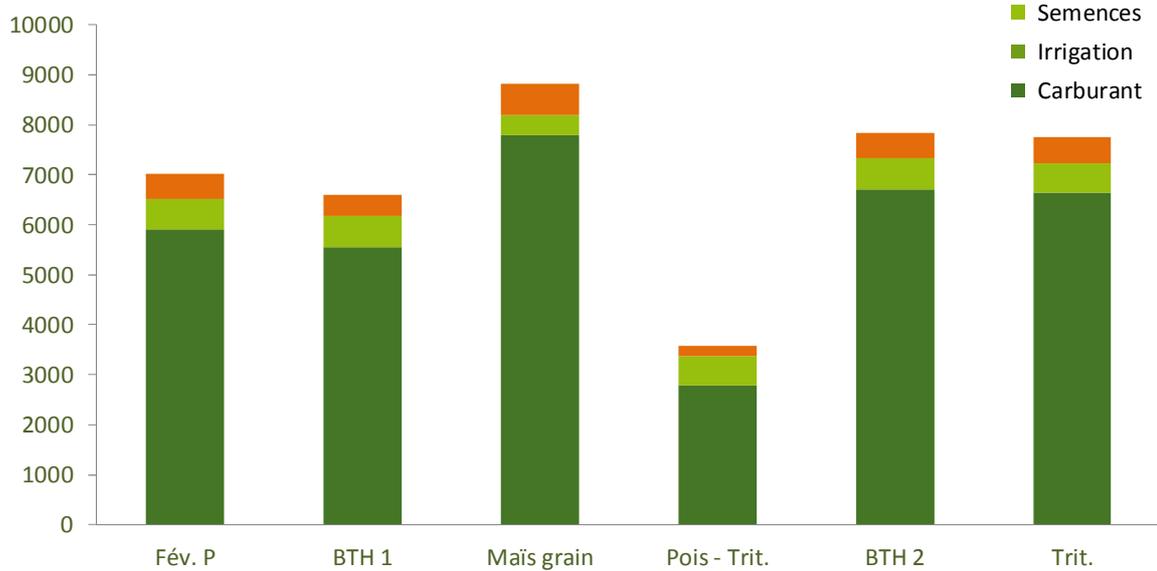
### REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

- Matériel
- Fertilisants
- Semences
- Irrigation
- Carburant

⇒ **Consommation d'énergie primaire**

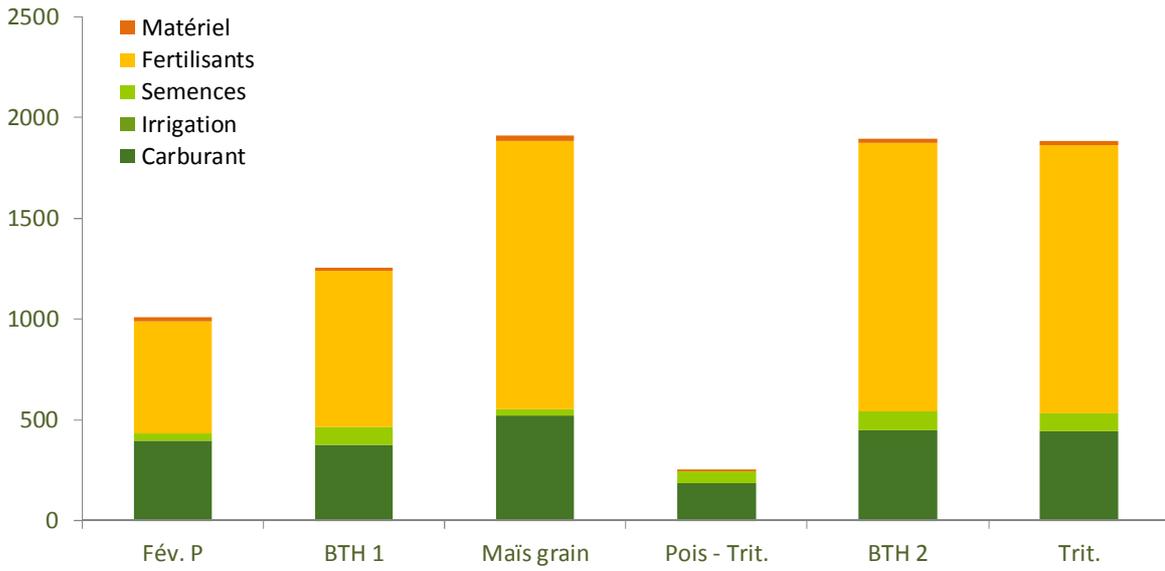


**Moyenne de la rotation :**  
6 930 MJ/ha

Des consommations de carburant élevées entraînent une augmentation des consommations d'énergie primaire. Toutefois, à l'échelle de la rotation, la consommation d'énergie primaire reste inférieure à celle d'une rotation irriguée.

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**



**Moyenne de la rotation :**  
1 370 kg éq.CO<sub>2</sub>/ha

Avec d'importantes consommations de carburants, mais surtout les grosses quantités d'azote apportées, les émissions de gaz à effet de serre sont très élevées (processus de dénitrification de l'azote qui engendre des émissions de N<sub>2</sub>O vers l'atmosphère). Ce système est de loin le plus grand émetteur de gaz à effet de serre des cas-types RotAB.



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

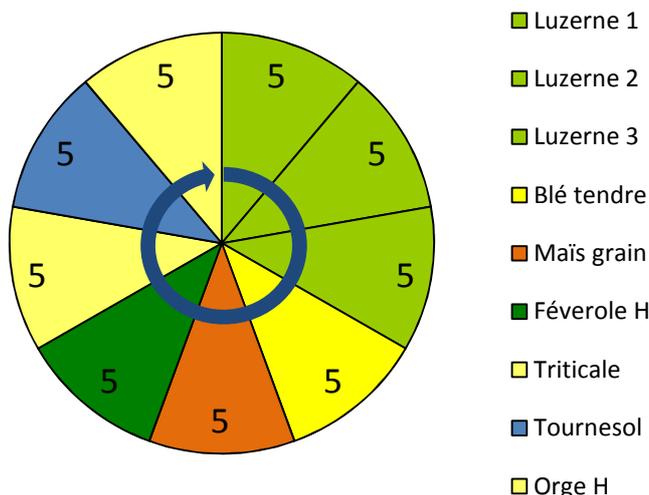
### ROTATIONS ET EXPLOITATION

L'exploitation se trouve en Poitou-Charentes et regroupe deux rotations céréalières. La première est une rotation irriguée avec luzerne alors que la seconde est courte et non irrigable.

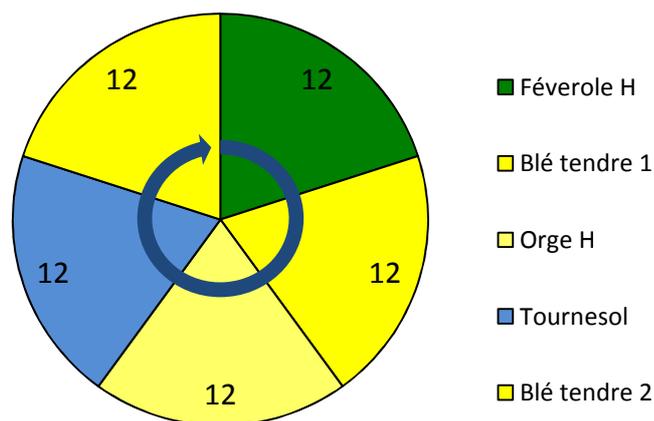
**Surface et main d'œuvre :** 105 hectares – 1 UTH.

**Contexte pédoclimatique :** Terres de groies superficielles, calcaires, caillouteuses, à faible réserve utile. Potentiel moyen à bon. Les terres sont assez séchantes (substrat calcaire, forte évapotranspiration en été). Il n'y a pas de différence notable entre les parcelles irrigables et non irrigables. Cf. données météo de la ville de Niort.

**Rotation PC 1**  
(surfaces en hectares)



**Rotation PC 2**  
(surfaces en hectares)



rotation 1 (PC 1)	rotation 2 (PC 2)
<p><b>Durée de la rotation :</b> 9 ans / <b>Surface totale :</b> 45 ha  <b>Luzerne :</b> oui / <b>Irrigation :</b> oui</p> <p>Cette rotation principalement constituée de luzerne et de céréales est très diversifiée. On ne retrouve qu'une année de blé tendre pour des raisons sanitaires (forte proportion de blé dans les assolements du passé).                      L'irrigation étant de moins en moins utilisée, le maïs grain irrigué est placé dans cette rotation longue pour diminuer sa proportion dans les assolements. De plus, la deuxième culture d'été est un tournesol, qui présente les mêmes avantages agronomiques que le maïs (rupture du cycle des adventices à germination automnale) mais qui se montre plus résistant à la sécheresse. La luzerne ayant elle aussi des besoins en eau élevés, on considère qu'elle est irriguée 1 an sur 3.</p>	<p><b>Durée de la rotation :</b> 5 ans / <b>Surface totale :</b> 60 ha  <b>Luzerne :</b> non / <b>Irrigation :</b> non</p> <p>Cette rotation courte sans luzerne et sans irrigation est basée sur la culture de céréales à paille. Elle débute par une féverole, qui est une bonne tête de rotation. Le caractère séchant des sols oblige à utiliser une variété d'hiver (une variété de printemps serait trop exposée aux risques de sécheresse pendant la floraison).                      L'irrigation n'étant pas disponible, le maïs grain n'est pas cultivé. C'est donc le tournesol qui assure le rôle de culture d'été puisqu'il possède une bonne résistance à la sécheresse.</p>



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

**Parc matériel – Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 368 050 €**

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 80 cv – 120 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 4,2 m
<b>Transport</b>	Deux remorques : 12 t – 16 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 4 m – Déchaumeur à dents 4 m – Charrue 5 corps – Broyeur 3 m (CUMA) Vibroculteur 4 m
<b>Semis</b>	Semoir + herse rotative 3 m – Semoir monograine 6 rangs (écart. 80 cm) – Rouleau lisse 6 m (CUMA)
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 6 rangs (écart. 80 cm)
<b>Irrigation</b>	Enrouleur 350 m, 45 m <sup>3</sup> /heure – Pompe électrique 50 m <sup>3</sup> /heure
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte de la luzerne en foin (vendue sur pied à un éleveur) – Récolte du maïs grain – Epannage



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

### 4 INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

#### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	Améliorant	20	200	0,8	80	200	0,38
Orge	Hiver	20	180	0,6	80	180	0,29
Triticale	-	20	140	0,75	80	140	0,3
Féverole	Hiver	25	200	0,78	75	210	0,33
Maïs grain	Variété conventionnelle non traitée (indice 380)	100	90 000 graines / ha	109 € / dose de 50 000 graines	0	-	-
	Variété certifiée bio (indice 320)	100	90 000 graines / ha	170 € / dose de 50 000 graines	0	-	-
Tournesol	Précoce	100	75 000 graines / ha	280 € / dose de 150 000 graines	0	-	-
Luzerne	Foin	100	25	4,8	0	-	-
Couverts	Moutarde blanche	100	7	3	0	-	-

Pour le maïs grain, 50 % des surfaces sont semées avec des semences certifiées biologiques et 50 % des surfaces avec des semences conventionnelles non traitées (sous réserve d'obtenir la dérogation le permettant). Utiliser les variétés bio en priorité.

#### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Viofertil® (compost de fientes de volailles & déchets verts)	4 / 2 / 1	2,5 à 4 t/ha	45

Ce compost est considéré comme un engrais plutôt que comme un amendement (peu pailleux).

#### ■ Rendements et prix de vente

		Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
		Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
PC 1	Luzerne 1	6	7	8	50	60	70
	Luzerne 2 & 3	7	8	9	50	60	70
	Blé tendre	4	4,5	5	245	320	380
	Maïs grain	7	9	10	160	220	290
	Féverole H	1,5	3	4	200	260	330
	Triticale	3	4	5	140	230	330
	Tournesol	1,5	2	2,5	275	375	500
	Orge H	2,5	3,5	4,5	140	250	300
PC 2	Féverole H	1,5	3	4	200	260	330
	Blé tendre 1	2,5	3,5	4,5	245	320	380
	Orge H	2,5	3,5	4,5	140	250	300
	Tournesol	1,5	2	2,5	275	375	500
	Blé tendre 2	2,5	3,5	4,5	245	320	380



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

### 4 ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

#### ■ Itinéraires techniques culturaux – PC 1

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation	Irrigation
<b>Luzerne</b>	1 covercrop	-	non	-	Semis & roulage, mi-septembre	1 HE la 1 <sup>ère</sup> année	-	4 x 40 mm 1 an sur 3
<b>BTH</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	-	oui	1 vibroculteur	Fin Oct.	3 HE	-	-
<b>Maïs grain</b>	1 covercrop	Mout. blanche	oui	3 vibroculteurs	Fin Avril	2 HE 2 binages	4 t/ha Viofertil®	4 x 30 mm
<b>Féverole H</b>	1 covercrop	-	oui	-	Fin Nov.	2 HE	-	-
<b>Triticale</b>	1 covercrop 1 déchaumage	-	oui	-	Déb. Nov.	2 HE	2,5 t/ha Viofertil®	-
<b>Tournesol</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	Mout. blanche	oui	2 vibroculteurs	Fin Avril	1 HE 2 binages	-	-
<b>Orge H</b>	1 broyeur 1 covercrop	-	oui	-	Fin Oct.	3 HE	2,5 t/ha Viofertil®	-

#### ⇒ **Maïs grain**

- Lors du dernier binage, des éléments butteurs sont utilisés pour effectuer un buttage sur le rang.
- Le séchage du maïs grain coûte environ 20 €/t pour un grain récolté à 25 % d'humidité.

#### ⇒ **Féverole H**

- Comme pour les céréales à paille, la féverole n'est pas binée mais cette pratique devrait se développer dans les années à venir.

**Note :** pour la luzerne, le recours à l'irrigation est nécessaire environ une année sur trois. L'arrosage a volontairement été appliqué à la luzerne 3. De cette façon, ce sont des valeurs extrêmes qui sont présentées ici (coûts de production, marges, temps de travail, consommation d'énergie et émissions de GES). Cela permet de comparer les résultats de la luzerne avec et sans irrigation.

#### ■ Itinéraires techniques culturaux – PC 2

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation
<b>Fév. H</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	-	Mi-nov.	2 HE	-
<b>BTH 1</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	-	oui	1 vibroculteur	Fin Oct.	3 HE	2,5 t/ha Viofertil®
<b>Orge H</b>	1 covercrop 2 déchaumeurs	-	oui	1 vibroculteur	Fin Oct.	3 HE	2,5 t/ha Viofertil®
<b>Tournesol</b>	1 covercrop 1 déchaumeur	Mout. blanche	oui	2 vibroculteurs	Fin avril	3 binages	-
<b>BTH 2</b>	1 covercrop	-	oui	1 vibroculteur	Fin Oct.	3 HE	2,5 t/ha Viofertil®



# Rotation longue irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 1

#### Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	28,5 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	aucun
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	40 kg N/ha/an

La luzerne et la féverole apportent de l'azote dans le système. Certaines cultures restent dépendantes d'apports extérieurs (en particulier le maïs grain). Les objectifs de rendement

semblent assez faibles, en particulier à cause d'un sol superficiel à faible réserve utile. Globalement, la rotation est relativement autonome vis-à-vis de l'azote.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Triti.	Tourn.	Orge H	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	0	-85	25	0	24	-38	48	-3
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-42	-48	-48	-29	26	-36	24	-24	27	-17
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-183	-210	-210	-22	-9	-39	5	-21	6	-76

Le bilan N est négatif mais très proche de l'équilibre. Les engrais organiques compensent la quasi-totalité des exportations d'azote par les cultures non légumineuses de la rotation. En présence de luzerne, le bilan K est très négatif, ce qui n'indique pas nécessairement que des carences puissent apparaître. Si la situation nécessite un redressement, apporter des éléments riches en potasse.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Trit.	Tourn.	Orge H	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	1	1	1	16	-2	31	45	-37	-21	4
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-42	-48	-48	-29	2	-36	9	-24	12	-23

Le bilan N revu montre que les légumineuses et les engrais organiques compensent les exportations d'azote par les cultures. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est assez élevée (24 kg/ha/an). La stratégie de fertilisation ne devrait en principe pas trop favoriser le développement des adventices, d'autant plus que la structure même de la rotation est une aide précieuse dans la lutte contre les mauvaises herbes. Le bilan phosphore est négatif et peut nécessiter qu'on lui prête attention.

#### Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	3 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/6
% de cultures binées (hors luz.)	2/6
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	1,5/ha/an
Labour	Systématique sauf avant luz.

La gestion des adventices ne pose pas problème majeur dans cette rotation. La luzerne permet de lutter contre les adventices en général mais plus particulièrement contre le chardon, qu'il est difficile de contenir mécaniquement. L'alternance des cultures est bien respectée, ce qui participe à la lutte contre les adventices annuelles (folle-avoine par exemple). Les deux cultures binées sont bien réparties dans la rotation et apportent une sécurité supplémentaire dans la gestion des adventices.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

La bonne alternance des cultures permet d'écarter le risque d'attaque par les maladies ou les ravageurs. La présence de blé tendre en faible proportion s'explique d'ailleurs par des raisons sanitaires (trop de blé dans les rotations du passé). Le semis tardif est pratiqué systématiquement sur les céréales d'hiver (et sur féverole pour éviter les prédateurs), le ressuyage rapide des terres superficielles permettant de retarder au maximum le semis (jusqu'à début novembre pour un blé biologique).



# Rotation longue irriguée



## Cas-types

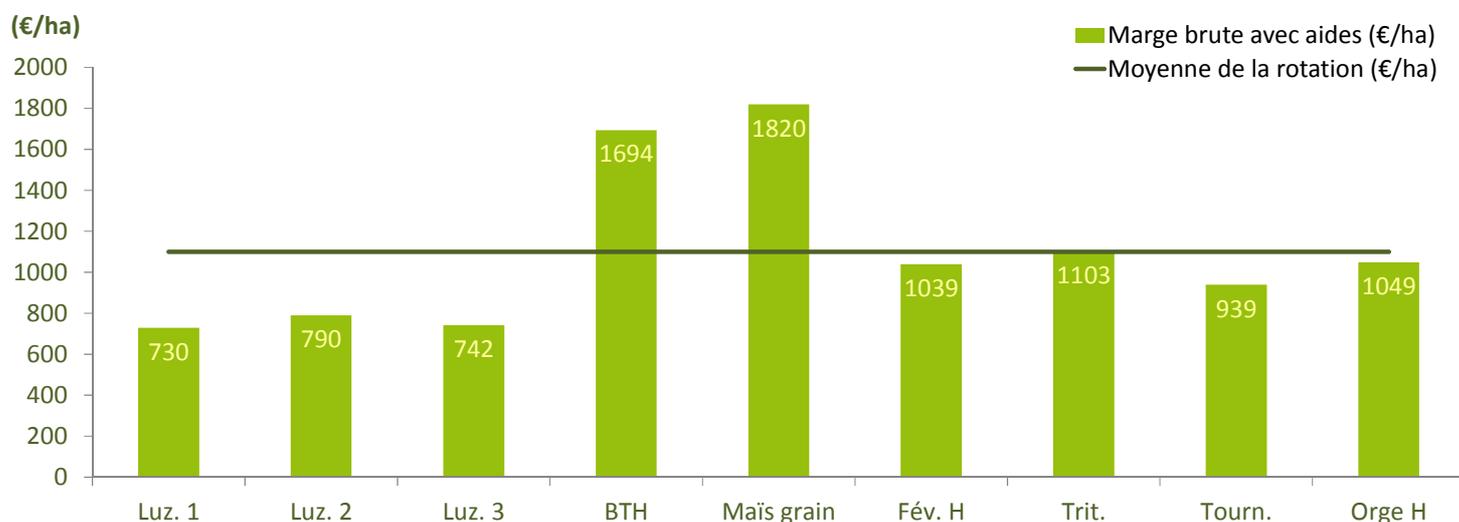
### 4 REPERES ECONOMIQUES

#### ■ Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Trit.	Tourn.	Orge H
<b>Rendement (t/ha)</b>	7	8	8	4,5	9	3	4	2	3,5
<b>Semences (€/ha)</b>	40	40	40	96	275	91	55	161	63
<b>Engrais (€/ha)</b>	-	-	-	-	180	-	113	-	113
<b>Autres intrants (€/ha)</b>	-	-	48	-	56	-	-	-	-
<b>Mécanisation « totale » (€/ha)</b>	46	20	443	344	974	297	345	472	358
<b>Main d'œuvre « totale » (€/ha)</b>	208	199	199	278	310	261	269	318	279
<b>Autres charges fixes (€/ha)</b>	165	165	165	165	165	165	165	165	165
<b>Fermage (€/ha)</b>	125	125	125	125	125	125	125	125	125
<b>Total charges (€/ha)</b>	584	548	1019	1008	2085	939	1071	1241	1103
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	83	69	127	224	232	313	268	621	315

Excepté pour la luzerne non irriguée et le blé tendre, les coûts de production complets sont plus élevés que les prix de vente des cultures. L'élévation des charges pour la luzerne 3 et le maïs grain est en partie due à l'irrigation, dont les coûts sont élevés (l'irrigation est peu fréquente donc l'amortissement technique du matériel, non adapté aux besoins, est plus important).

#### ■ Marges brutes par culture et à la rotation



Les marges brutes sont moyennes par rapport aux autres cas-types. Cependant, celles du blé tendre et du maïs grain sont plus élevées grâce à l'effet précédent de la luzerne. A l'inverse, les faibles rendements de la luzerne impliquent des marges brutes nettement inférieures aux autres cas-types (marge brute de la luzerne : environ 1000 €/ha en moyenne sur les cas-types).

#### ■ Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Trit.	Tourn.	Orge H	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	730	790	742	1694	1820	1039	1103	939	1049	1101
<b>Marge nette (€/ha)</b>	308	394	-77	974	470	366	382	91	315	358

Dans cette rotation, le tournesol et la luzerne tirent la rentabilité vers le bas (rendements faibles, charges importantes). Les bons résultats d'autres cultures (blé tendre, maïs, triticale) permettent de compenser en partie cette tendance. La rentabilité de la rotation PC 1 se place, par rapport aux autres cas-types, dans une moyenne basse.

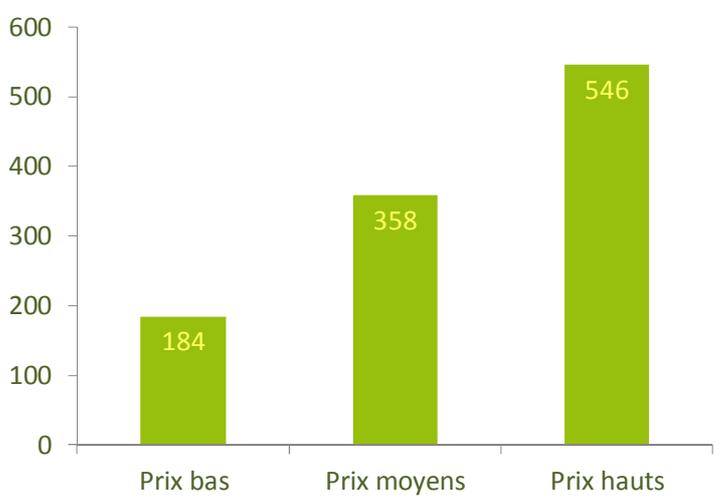


# Rotation longue irriguée



## Cas-types

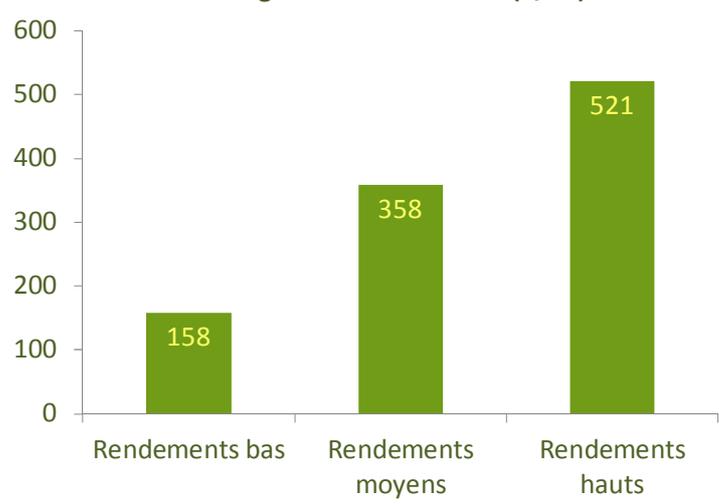
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

Quel que soit le contexte de prix étudié, la rentabilité de la rotation PC 1 est située dans la moyenne des cas-types. En contexte de prix bas, le niveau atteint est relativement faible mais reste positif.

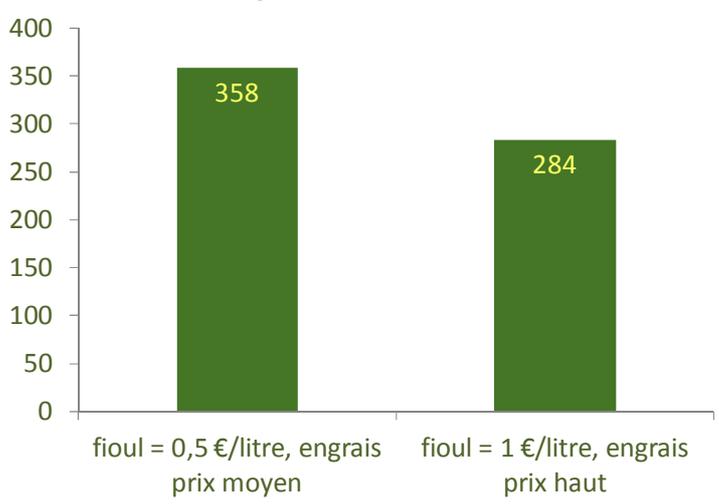
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

Malgré une chute de rentabilité notable entre le contexte « rendements moyens » et « rendements bas », cette rotation longue et diversifiée s'en tire plutôt bien en comparaison à d'autres rotations plus courtes et moins variées.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

Les consommations de fioul et d'engrais organiques étant relativement basses (rotation à base de luzerne et avec peu de cultures exigeantes en azote), la rotation n'est pas très sensible à l'augmentation du prix des intrants.



# Rotation longue irriguée



## Cas-types

### 4 REPERES TECHNIQUES

#### ■ Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Trit.	Tourn.	Orge H	Rotation
Charges méca. (hors irrig. et séchage maïs) en €/ha	46	20	20	344	477	297	345	472	358	264
Charges méca. « totales » en €/ha	46	20	443	344	974	297	345	472	358	366
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	13	5	5	82	90	70	77	108	83	59

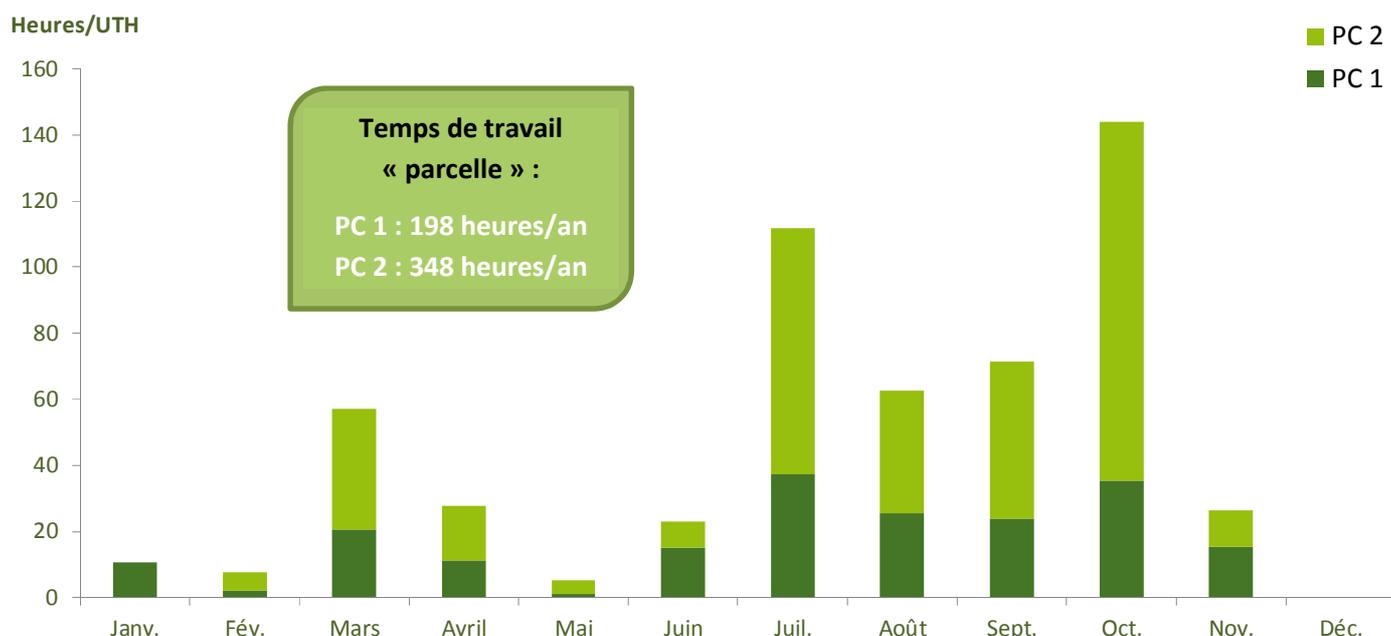
La luzerne de trois ans permet de réduire les charges de mécanisation à l'échelle de la rotation ainsi que la consommation de carburant. L'irrigation entraîne une nette augmentation des charges de mécanisation « totales ».

#### ■ Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH	Maïs grain	Fév. H	Trit.	Tourn.	Orge H	Rotation
Temps de traction (h/ha)	1	0,4	0,4	5,1	7	4,1	4,6	7,5	5,2	3,9
Temps de mise en place irrig. (h/ha)	-	-	2,3	-	2,3	-	-	-	-	0,5
Temps de travail « parcelle » (h/ha)	1	0,4	2,7	5,1	9,3	4,1	4,6	7,5	5,2	4,4

Grâce à la luzerne sur un tiers des surfaces, le temps de traction est réduit. A l'échelle de la rotation, l'irrigation est relativement peu utilisée (4 tours d'eau sur 10 ha) et n'impacte pas considérablement temps de travail sur les parcelles.

#### ■ Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »



La rotation PC 1 demande moins de temps de travail que la rotation PC 2 (4,4 heures/ha contre 5,8) et est pratiquée sur une surface plus réduite. Elle occupe donc une place moins importante dans la gestion du temps pour l'agriculteur. Le poids de l'irrigation est également faible (4 tours d'eau sur 10 hectares). Globalement, la répartition annuelle du temps de travail est inégale. Un premier pic apparaît en mars (préparation de sol, désherbage et épandage). Les mois de juillet à octobre sont ensuite les plus chargés (récoltes, déchaumage, labour, semis).

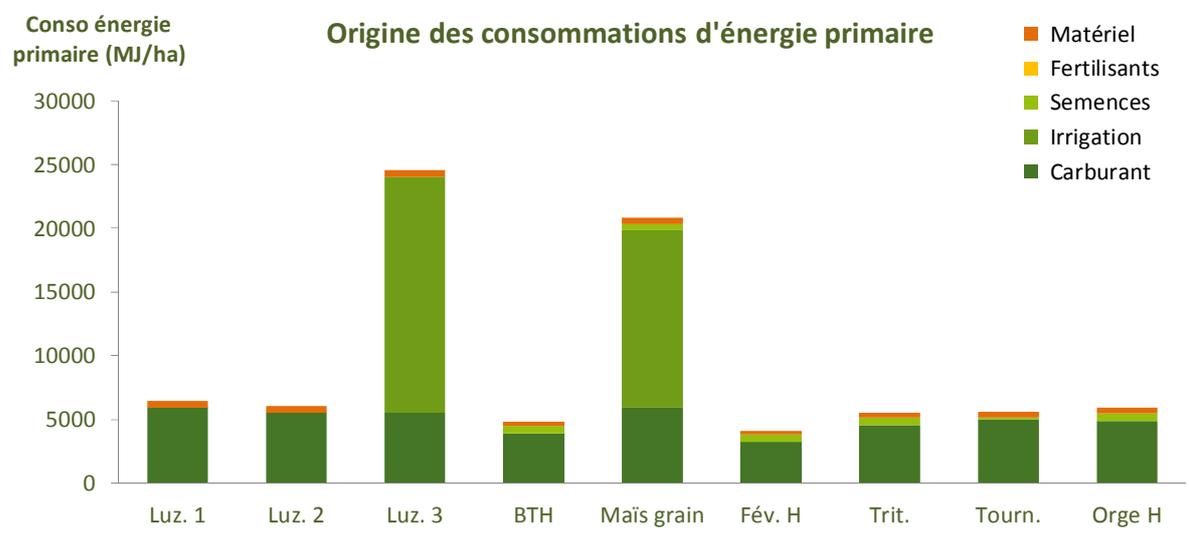


# Rotation longue irriguée



## Cas-types

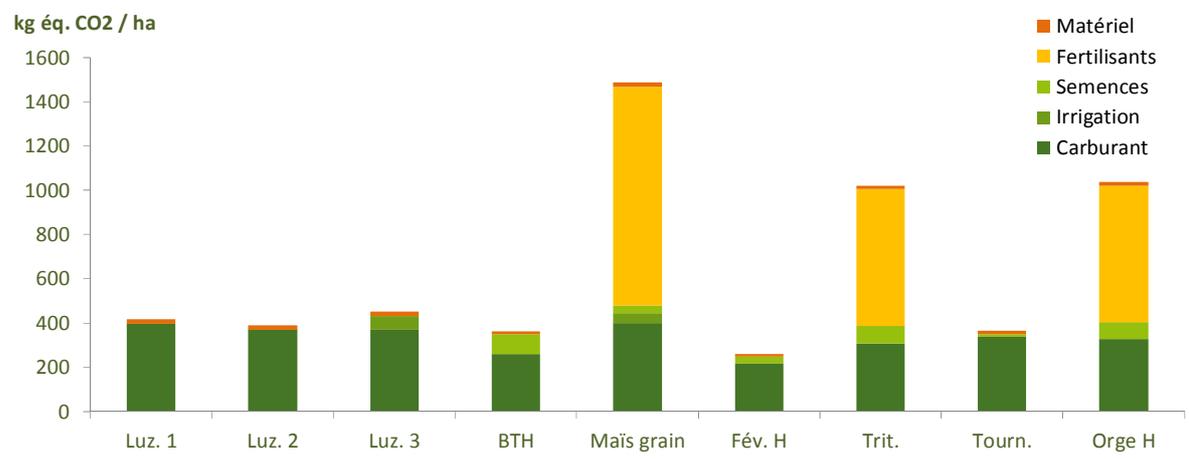
### REPERES ENVIRONNEMENTAUX



⇒ **Consommation d'énergie primaire**

**Moyenne de la rotation :**  
9 300 MJ/ha

La consommation de carburant ETA comprises est de 107 litres/ha. La consommation d'énergie primaire due à la consommation de carburant est finalement équivalente à celle de la rotation courte PC 2. Un hectare de cette rotation longue irriguée nécessite autour de 310 m<sup>3</sup> d'eau. C'est d'ailleurs principalement l'irrigation qui tend à augmenter la consommation d'énergie primaire (elle y contribue à hauteur de 38 %).



⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**

**Moyenne de la rotation :**  
650 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

Les cultures nécessitant peu d'interventions (blé de luzerne, féverole) émettent globalement moins de GES grâce à une moindre consommation de carburant (ETA comprises). Les cultures nécessitant l'apport de matières organiques se retrouvent en tête des émissions de GES. Au final, les émissions de GES de cette rotation sont dans la moyenne des cas-types.





# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 2

#### Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	non
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	20 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	aucun
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	60 kg N/ha/an

On ne retrouve pas de luzerne dans cette rotation dans laquelle les légumineuses représentent 20 % des surfaces. A dominante céréalière, les besoins de la rotation ne peuvent pas être couverts par l'unique féverole. L'apport de matières organiques est nécessaire et est pratiqué en priorité sur les céréales.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	34	48	-38	34	16
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-36	27	27	-24	27	4
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-39	8	6	-21	8	-8

assez proches de l'équilibre.

Le bilan N est positif. Les exportations par les cultures non légumineuses de la rotation sont largement compensées par les apports d'engrais organiques. Les bilans P et K sont

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	6	49	-16	-31	-30	-4
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-36	12	12	-24	12	-5

La valeur est toutefois proche de l'équilibre. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est en revanche élevée (36 kg/ha/an). La fréquence des apports de matière organique est assez élevée, ce qui peut potentiellement favoriser le développement des adventices. Le bilan phosphore est également négatif mais proche de l'équilibre.

Le bilan N revu est négatif, le système semble ne pas réussir à couvrir entièrement les exportations d'azote à l'échelle de la rotation.

#### Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	-
% de cultures de printemps (hors luz.)	1/5
% de cultures binées (hors luz.)	1/5
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	2,2/ha/an
Labour	Systématique

Les cultures de printemps et cultures binées sont peu présentes (seul le tournesol remplit ces critères). La gestion des adventices passe donc par le labour systématique, la technique du faux semis et une intensification du désherbage mécanique (3 passages de herse étrille pour les trois céréales à paille de la rotation).

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Cette rotation courte peut être problématique en raison d'un retour fréquent du blé tendre d'hiver. En cas de problème récurrent de maladies, la rotation est allongée et le blé est limité. Le semis tardif est systématiquement pratiqué sur les céréales d'hiver (et sur féverole pour éviter les prédateurs). Le ressuyage rapide des terres superficielles permet de retarder au maximum le semis (jusqu'à début novembre pour un blé biologique).



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

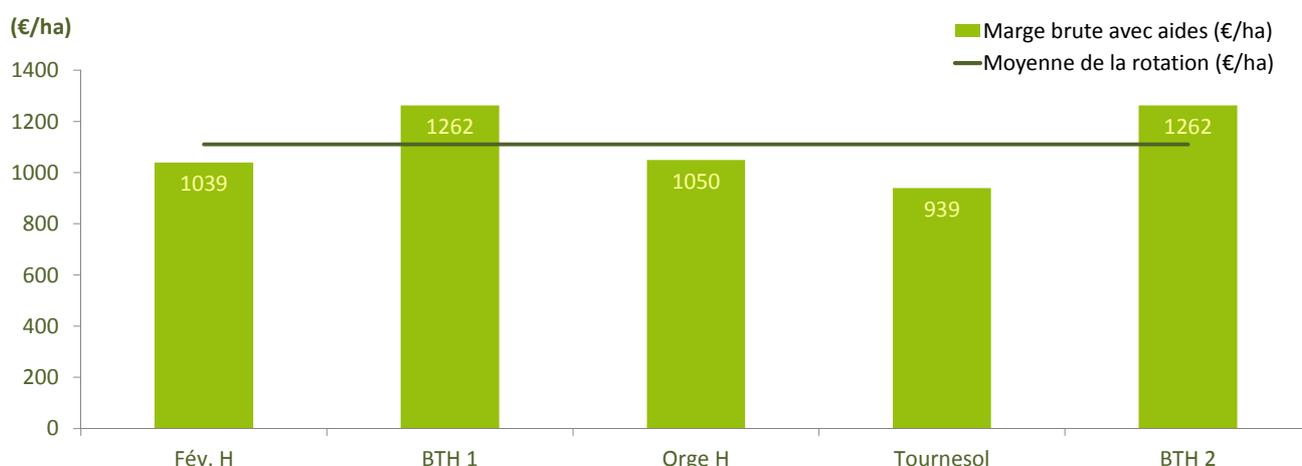
### REPERES ECONOMIQUES

#### Détail des charges et coûts de production complets

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2
Rendement (t/ha)	3	3,5	3,5	2	3,5
Semences (€/ha)	91	96	63	161	96
Engrais (€/ha)	-	113	112	-	113
Autres intrants (€/ha)	-	-	-	-	-
Mécanisation « totale » (€/ha)	340	371	392	484	378
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	276	278	286	321	286
Autres charges fixes (€/ha)	165	165	165	165	165
Fermage (€/ha)	125	125	125	125	125
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>997</b>	<b>1148</b>	<b>1143</b>	<b>1256</b>	<b>1163</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>332</b>	<b>328</b>	<b>327</b>	<b>628</b>	<b>332</b>

Les coûts de production complets par culture semblent légèrement plus élevés que la moyenne des cas-types. Par exemple, celui du blé tourne autour de 330 €/t contre environ 280 €/t en moyenne. Pour les cinq cultures de cette rotation, les coûts de production complets sont plus élevés que le prix de vente.

#### Marges brutes par culture et à la rotation



Les marges brutes sont correctes dans l'ensemble, mais celles du blé tendre sont nettement inférieures à la moyenne des cas-types (environ 1 400 €/ha tous blés confondus).

#### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2	Rotation
Marge brute (€/ha)	543	735	502	299	728	1110
Marge nette (€/ha)	323	515	282	79	508	341

Les marges nettes du blé tendre se trouvent également sous la moyenne, mais celle de l'orge est correcte et celle de la féverole est plus élevée que sur l'ensemble des cas-types. A l'échelle de la rotation, la marge nette se situe dans la moyenne inférieure.

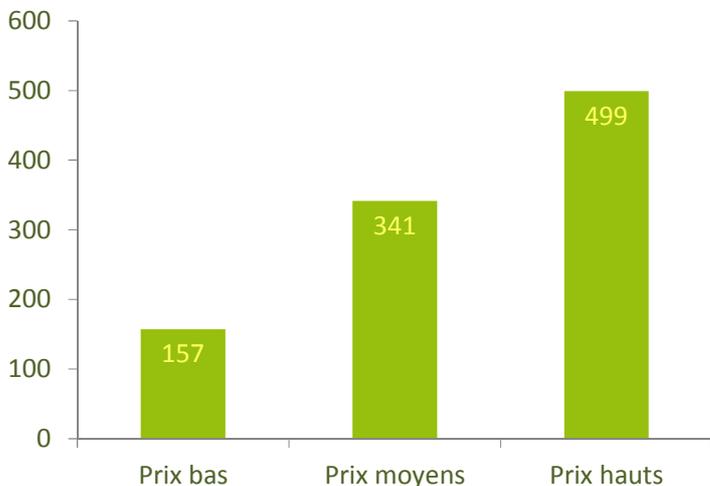


# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

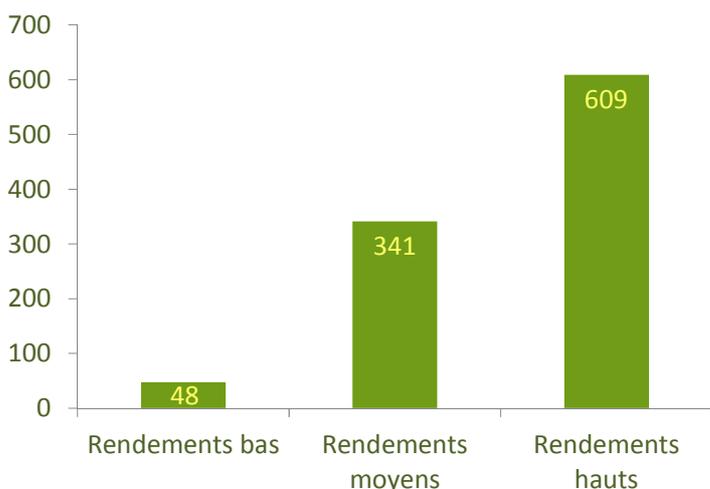
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix

Les marges nettes sont relativement proches de celles de la rotation PC 1, malgré des différences dans la structure même de la rotation. Indépendamment du contexte de prix, la marge nette est moyenne à assez basse par rapport aux autres cas-types. Même en contexte de prix bas, la marge nette reste positive.

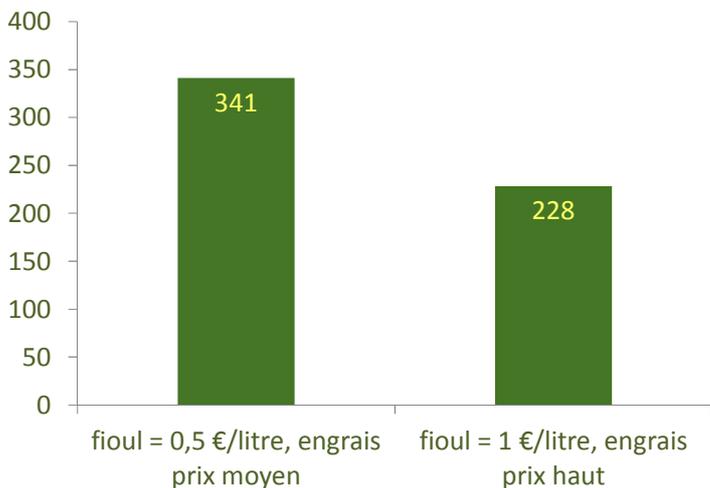
Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de rendement

Les rendements peuvent atteindre des niveaux très faibles (15 quintaux/ha pour la féverole, 25 quintaux/ha pour les céréales à paille). Cela implique une marge nette extrêmement basse lorsque le contexte de rendements est bas. En revanche, les rendements peuvent aussi atteindre des niveaux bien plus intéressants (4 t/ha pour la féverole et 4,5 t/ha pour les céréales), ce qui permet d'atteindre une bonne rentabilité.

Marges nettes avec aides (€/ha)



### ⇒ Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)

La hausse du prix des intrants entraîne une chute de rentabilité de l'ordre de 100 €/ha. La rotation est en effet bien plus consommatrice de carburant qu'une rotation avec luzerne. Toutefois, la dépendance aux intrants reste limitée par rapport à d'autres rotations courtes puisque la fertilisation est adaptée à des objectifs de rendements plutôt faibles (potentiel de sol).



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2	Rotation
Charges de méca. « totales » en €/ha	340	371	392	484	378	393
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	83	82	89	109	87	90

Les charges de mécanisation sont assez élevées malgré l'absence d'irrigation : on recense de nombreux passages de herse étrille, de déchaumeur ou encore de vibroculteur. Ils permettent d'arriver à un niveau de maîtrise des adventices correct. La consommation de carburant hors ETA est en conséquence élevée.

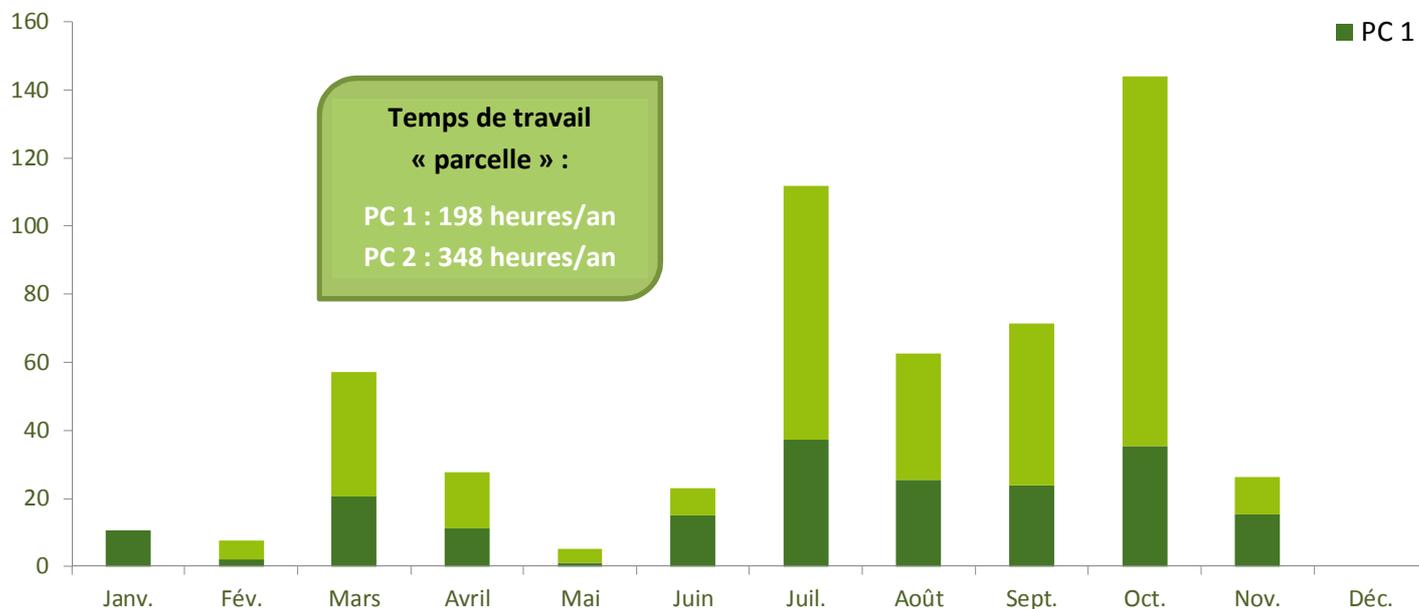
#### Temps de travail « parcelle »

	Féverole H	BTH 1	Orge H	Tournesol	BTH 2	Rotation
Temps de traction (h/ha)	5	5,1	5,6	7,7	5,6	5,8

Le nombre de passage élevé entraîne une augmentation du temps de travail par rapport à la rotation PC1.

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

Heures/UTH



Les pointes de travail identifiées sont les mêmes que pour la rotation PC 1 : mars pour le désherbage et la fertilisation des céréales à paille, de juillet à octobre avec les récoltes, le déchaumage, le labour puis les premiers semis. A l'échelle de l'exploitation (PC 1 + PC 2), le temps de travail par UTH est de 547 heures, valeur nettement en dessous de la limite maximum fixée à 800 heures/UTH/an pour le temps de travail « parcelle ».



# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

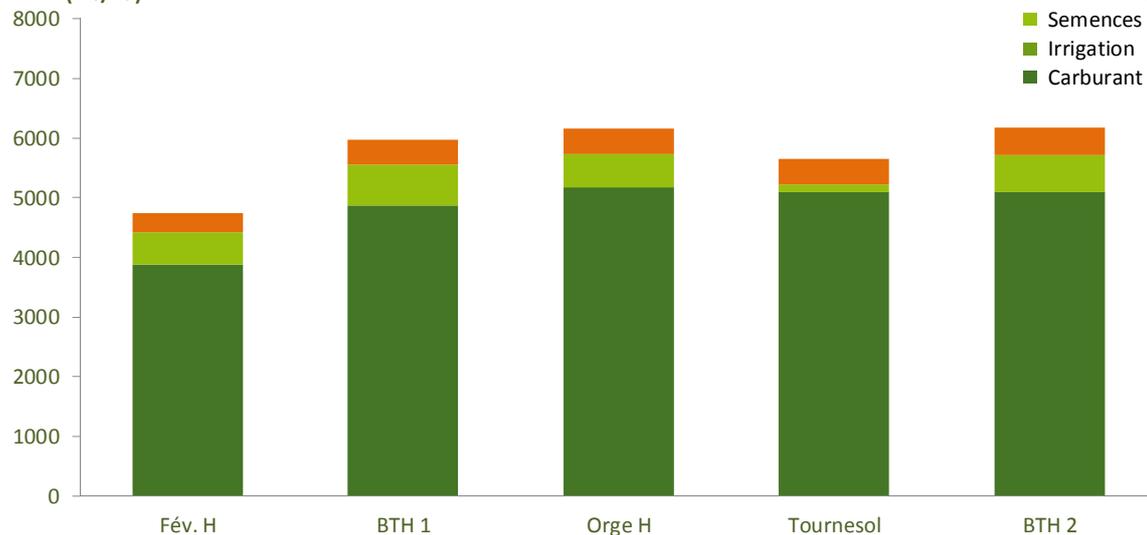
### REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

- Matériel
- Fertilisants
- Semences
- Irrigation
- Carburant

⇒ **Consommation d'énergie primaire**

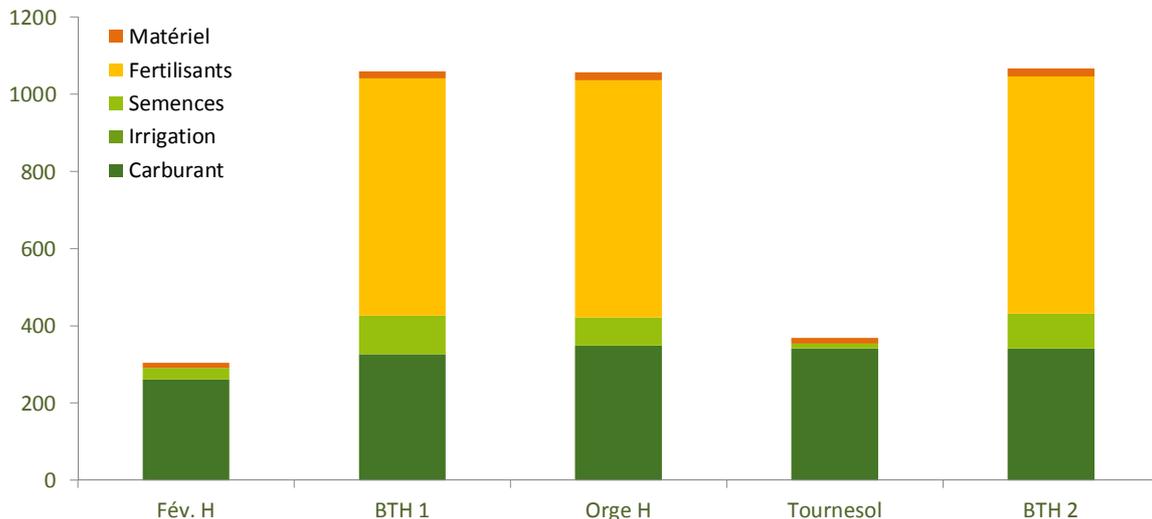


**Moyenne de la rotation :**  
5 750 MJ/ha

La rotation est courte mais la consommation de carburant ETA comprise n'est pas très élevée. La consommation d'énergie primaire sur la rotation est dans la moyenne des rotations non irriguées.

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**



**Moyenne de la rotation :**  
770 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

En termes d'émissions de gaz à effet de serre, cette rotation se situe dans la moyenne des cas-types. Elle est intermédiaire entre les rotations avec luzerne peu dépendantes des intrants et les rotations courtes plus dépendantes des engrais et amendements.





# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

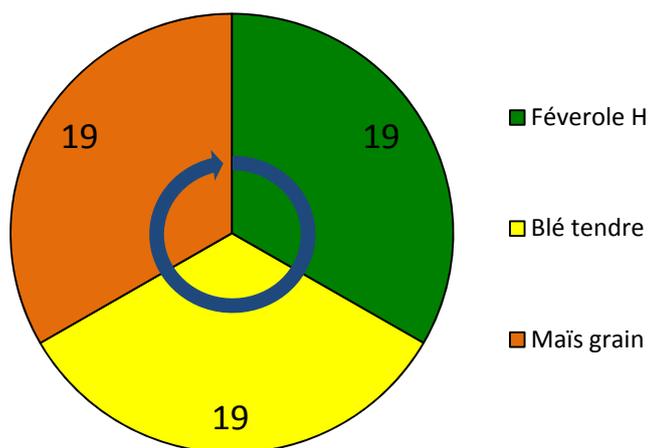
### 4 ROTATIONS ET EXPLOITATION

Les deux rotations se situent sur la même exploitation, sur laquelle on distingue deux îlots : l'un irrigable avec un sol à bon potentiel et l'autre non irrigué, sur un sol peu profond à potentiel moyen. Il s'agit de deux rotations sans luzerne puisque, dans la région, cette culture ne se retrouve que chez les éleveurs qui la valorisent grâce à leur troupeau, situation qui ne correspond pas aux critères du programme RotAB (systèmes de grandes cultures sans élevage).

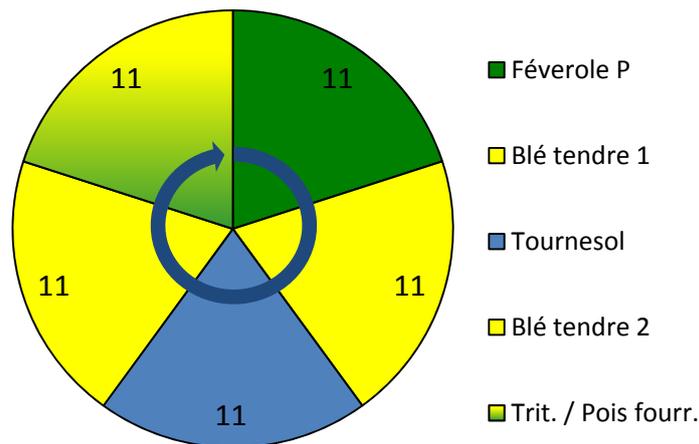
**Surface et main d'œuvre :** 112 hectares – 1 UTH

**Contexte pédoclimatique :** Sols limoneux, plus ou moins profonds. Certaines parcelles présentent un meilleur potentiel que d'autres. Ce sont celles-ci qui seront retenues pour la rotation irriguée.  
Cf. données météo de la ville d'Angers.

**Rotation PDL 1**  
(surfaces en hectares)



**Rotation PDL 2**  
(surfaces en hectares)



#### rotation 1 (PDL 1)

**Durée de la rotation :** 3 ans / **Surface totale :** 57 ha  
**Luzerne :** non / **Irrigation :** oui

Cette rotation courte s'appuie sur des productions à forte valeur ajoutée (blé tendre d'hiver, maïs grain). L'irrigation permet d'assurer la satisfaction des besoins en eau du maïs grain. En cas d'année sèche, la féverole peut être irriguée (sensibilité au stress hydrique autour de la floraison). L'absence d'irrigation sur maïs entraînerait une perte estimée à 15 - 20 quintaux / ha. Le délai de retour est court, ce qui permet aux cultures à forte valeur ajoutée d'être présentes en quantité importante dans l'assolement.

Cette rotation se pratique sur les terres à meilleur potentiel afin de maximiser la plus value apportée par l'irrigation.

#### rotation 2 (PDL 2)

**Durée de la rotation :** 5 ans / **Surface totale :** 55 ha  
**Luzerne :** non / **Irrigation :** non

Le potentiel de sol plus faible et l'absence d'irrigation entraînent quelques différences par rapport à PDL 1. La tendance à l'hydromorphie hivernale nécessite d'implanter une féverole de printemps plutôt qu'une variété d'hiver, qui serait exposée à un risque d'engorgement important. Les sols étant plus séchant, le maïs est remplacé par un tournesol, culture d'été moins exigeante en eau.

Cette rotation est plus longue que PDL 1, ce qui permet d'avoir des surfaces en blé plus importantes (2/5 contre 1/3), le blé étant *a priori* la culture la plus rémunératrice de cette rotation.



# Deux rotations sur une même ferme



Pays de la Loire

## Cas-types

### ■ Type de sol

rotation 1 (PDL 1)	rotation 2 (PDL 2)
Sol à bon potentiel, limono-argileux (16 % d'argiles), profond (environ 80 cm exploitables par les racines), drainé (pas de risque d'hydromorphie en hiver), bonne réserve utile, peu séchant, peu caillouteux.	Sol de potentiel moyen, limons sableux, peu profond (entre 30 et 60 cm exploitables par les racines). Alternance hydrique marquée (tendance hydromorphe en hiver), caillouteux, non drainé. Souvent difficile d'intervenir sur les parcelles pendant une longue période hivernale.

### Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 362 450 €

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 100 cv – 140 cv
<b>Récolte</b>	Moissonneuse batteuse 4 m
<b>Transport</b>	Deux remorques : 12 t – 16 t
<b>Travail du sol</b>	Covercrop 4 m (CUMA) – Déchaumeur à dents 4 m – Charrue 5 corps – Broyeur 3 m (CUMA) Vibroculteur + rouleau lisse 4 m (pour les faux semis)
<b>Semis</b>	Semoir à céréales (1 botte sur 2 = écartement environ 30 cm) + herse rotative 3 m Semoir monograine 4 rangs (écart 75 cm) + herse rotative 3 m
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 3 m (écart. 30 cm) – Bineuse 4 rangs (écart. 75 cm)
<b>Fertilisation</b>	Epandeur 12 t (CUMA)
<b>Irrigation</b>	Enrouleur 320 m, 40 m <sup>3</sup> /heure – Pompe électrique 40 m <sup>3</sup> /heure
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte du maïs grain



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

### INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

#### ■ Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	Meunier	20	156	0,95	80	180	0,38
	Hiver	20	200	1,16	80	220	0,33
Féverole	Printemps	20	270	1,21	80	310	0,33
Maïs grain	Précoce	100	90 000 graines / ha	150 € / dose 50 000 graines	0	-	-
Tournesol	Mi-précoce	100	75 000 graines / ha	220 € / dose de 150 000 graines	0	-	-
Triticale*	-	5	140	0,92	95	140	0,3
Pois*	Fourrager	100	37	1,38	0	-	-
Couverts	Moutarde blanche	100	8	3	0	-	-
	Mélange seigle - vesce	100	40	1,5	0	-	-

\* Le triticale et le pois fourrager sont semés en association céréale - protéagineux. Les doses de semis indiquées correspondent aux doses pour le semis de l'association des deux cultures et non à des doses de semis en pur.

#### ■ Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Compost à base de fientes de volailles	2,5 / 2,2 / 2,3	2 à 6 t/ha	35

Ce produit organique doit être considéré comme un engrais organique plutôt que comme un amendement organique.

#### ■ Rendements et prix de vente

		Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
		Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
PDL 1	Féverole H	2,5	3,4	4,5	200	260	330
	Blé tendre	3	3,7	5	215	290	350
	Maïs grain	6,5	8	9	160	220	290
PDL 2	Féverole P	1,5	2,4	3,5	200	260	330
	Blé tendre 1	2,5	3,2	4,5	215	290	350
	Tournesol	1,8	2,4	3	275	375	500
	Blé tendre 2	2,5	3	4,5	215	290	350
	Trit-pois	2	3	4	160	240	330



## ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

### ■ Itinéraires techniques cultureux - PDL 1

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation	Irrigation
Fév. H	2 déchaumeurs	-	non	-	1 <sup>ère</sup> décade Nov.	1 binage 1 HE	-	-
BTH	1 déchaumeur	-	oui	2 faux semis	Début Nov.	1 binage 2 HE	4 t/ha de compost	-
Maïs grain	1 covercrop	Mout. blanche	oui	2 faux semis	Début Mai	2 HE 3 binages	6 t/ha de compost	4 x 30 mm

#### ⇒ Féverole H

- L'irrigation est rare mais possible, puisque la féverole est sensible au stress hydrique pendant la période de floraison.
- Au printemps, le binage est effectué avant le hersage pour ameublir le sol et casser la croûte de battance (sols battus). Idem sur blé.

#### ⇒ Maïs grain

- Lors du dernier binage, l'utilisation d'éléments butteurs permet de faire un buttage sur le rang.
- Le séchage du maïs est comptabilisé à hauteur de 20 €/t pour un grain récolté à 25 % d'humidité.
- Le broyage des cannes de maïs est effectué par l'entreprise qui le récolte.

### ■ Itinéraires techniques cultureux - PDL 2

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation
Fév. P	1 covercrop	Mout. blanche	oui		Mi-mars	1 HE 1 binage	-
BTH 1	1 déchaumeur	-	oui	2 faux semis	Début Nov.	2 HE 1 binage	2 t/ha de compost
Tournesol	1 covercrop	Seigle /vesce	oui	2 faux semis	Fin Avril	2 HE 2 binages	2 t/ha de compost
BTH 2	1 broyage 1 déchaumeur	-	non	2 faux semis	Début Nov.	2 HE 1 binage	3 t/ha de compost
Trit. Pois	1 covercrop	-	oui	2 faux semis	Début Nov.	-	-

#### ⇒ Blé tendre 2

- Le non-labour est pratiqué (entre la récolte du tournesol et le semis du blé) puisque le tournesol laisse une structure de sol facilitant le semis du blé tendre d'hiver.

#### ⇒ Association triticales / pois fourrager

- Le pois fourrager est semé en semences certifiées, mais le triticales en semences de ferme. Il faut donc produire ces semences.
- Pour la production de semences fermières de triticales, l'agriculteur sème une bande de triticales pur en bord de champ (il s'agit des 5 % de semences certifiées présentés dans le tableau « semences »).
- A la récolte, on peut prévoir une proportion d'espèce de l'ordre de 70 % de triticales et 30 % de pois fourrager.
- Le tri (à la charge de l'agriculteur) coûte 20 €/tonne.



### 4 REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 1

#### ■ Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	non
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	33 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	Aucun
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	83 kg N/ha/an

Le blé et le maïs étant des cultures exigeantes en azote, la féverole seule ne peut pas satisfaire entièrement les besoins de la rotation. La nutrition des cultures passe donc par l'apport de matière organique. En cas de pH insuffisant, le chaulage peut être utile pour favoriser la minéralisation (le chaulage a un effet sur les bactéries responsables de la minéralisation de l'azote organique). Le binage de printemps (céréales et féverole) améliore également la minéralisation (aération).

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Fév. H	BTH	Maïs grain	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	30	30	20
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-41	64	84	36
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-44	77	99	44

Tous les bilans sont positifs. Les apports d'engrais organiques compensent les exportations par les cultures non légumineuses de la rotation.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Fév. H	BTH 1	Maïs grain	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	8	48	-43	4
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-41	38	44	14

Le bilan N se rapproche de l'équilibre tout en restant positif. En revanche, l'azote résiduel laissé par les engrais organique atteint un niveau très élevé avec 42 kg/ha/an. La stratégie de fertilisation pratiquée sur cette rotation peut potentiellement favoriser le développement des adventices. Le bilan P est toujours positif.

#### ■ Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	-
% de cultures de printemps (hors luz.)	1/3
% de cultures binées (hors luz.)	3/3
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	1,3/ha/an
Labour	2 ans / 3

Le désherbage « intensif » est une des clés de la réussite pour la gestion des adventices dans cette rotation courte. Le binage de toutes les cultures est quasi-indispensable pour lutter contre des adventices comme la folle-avoine ou le coquelicot. Le binage améliore également l'efficacité de la herse étrille lorsque la bineuse est passée au préalable sur sol battu. Cela nécessite un investissement en temps (compter 45 min pour biner un hectare de céréales) et en argent (il faut une bineuse à céréales et une bineuse à maïs). Le sol, limoneux et profond, se ressuie assez rapidement au printemps, permettant des interventions mécaniques précoces. Deux faux semis sont réalisés avant l'implantation du blé et du maïs grain. Le labour régulier participe également à la maîtrise du développement des adventices.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Chaque culture de la rotation revient tous les 3 ans. Ce délai de retour est suffisant pour le blé et le maïs, et dans l'idéal demanderait 4 ans pour la féverole (pour éviter les problèmes de maladies comme botrytis ou anthracnose et de ravageurs comme pucerons noirs, bruches, sitones). La gestion des maladies sur le blé passe par le choix de variétés peu sensibles aux maladies du feuillage et de l'épi. Pour la féverole d'hiver, le choix variétal est très réduit. Les variétés de féverole de printemps sont *a priori* moins sensibles aux maladies du feuillage mais sont moins productives dans les conditions pédoclimatiques ligériennes.



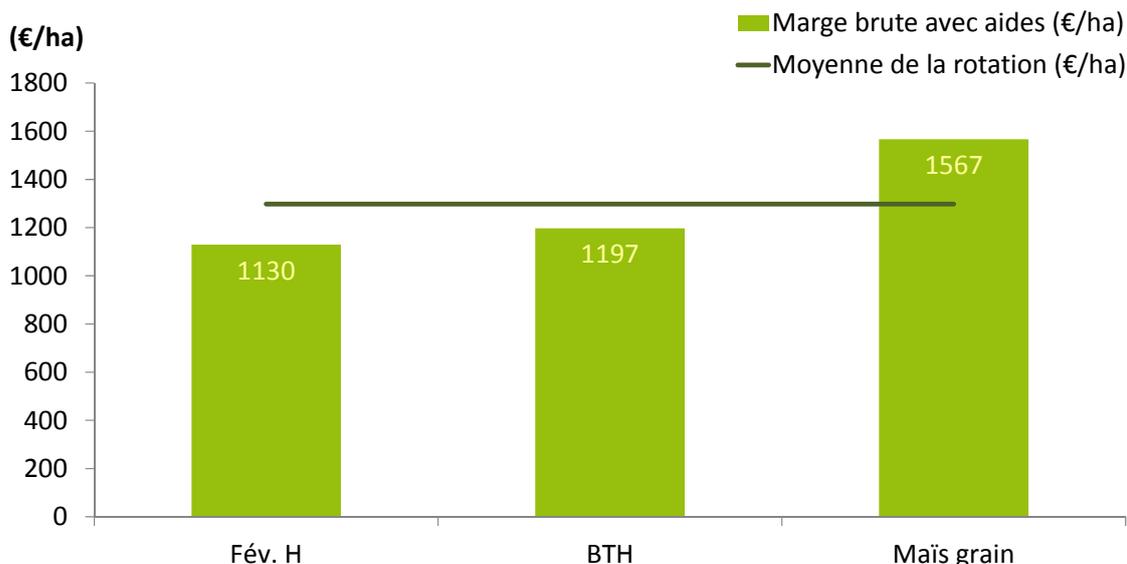
## REPERES ECONOMIQUES

### Détail des charges et coûts de production complets

	Fév. H	BTH	Maïs grain
<b>Rendement (t/ha)</b>	3,4	3,7	8
Semences (€/ha)	104	86	294
Engrais (€/ha)	-	140	210
Autres intrants (€/ha)	-	-	39
Mécanisation « totale » (€/ha)	283	378	860
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	225	264	290
Autres charges fixes (€/ha)	157	157	157
Fermage (€/ha)	131	131	131
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>894</b>	<b>1150</b>	<b>1981</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>265</b>	<b>312</b>	<b>248</b>

Les coûts de production de la féverole et du maïs grain sont relativement bons. La féverole offre de bons rendements pour un minimum de charges engagées (non labour, désherbage maîtrisé, pas d'apport de compost). Le maïs grain donne également de bons résultats, avec des rendements corrects et des charges d'irrigation assez peu élevées (eau relativement peu utilisée, parc matériel d'irrigation adapté aux besoins). Le coût de production complet du blé est légèrement supérieur à son prix de vente.

### Marges brutes par culture et à la rotation



Dans l'ensemble, les marges brutes par culture sont assez semblables aux marges brutes par espèce sur l'ensemble des cas-types.

### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Fév. H	BTH	Maïs grain	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	<b>1130</b>	<b>1197</b>	<b>1567</b>	<b>1298</b>
<b>Marge nette (€/ha)</b>	<b>481</b>	<b>453</b>	<b>335</b>	<b>419</b>

Les marges de la féverole sont particulièrement bonnes par rapport à la moyenne des cas-types, grâce à une bonne efficacité technico-économique (peu de charges et bon rendement).

Le maïs bénéficie d'une irrigation relativement peu coûteuse en comparaison aux autres cas-types ayant recours à l'irrigation (matériel adapté aux besoins, eau relativement peu utilisée). La marge nette du blé, bien qu'inférieure à la moyenne des cas-types, reste largement positive. Le cumul des trois cultures donne donc une marge nette à la rotation intéressante.

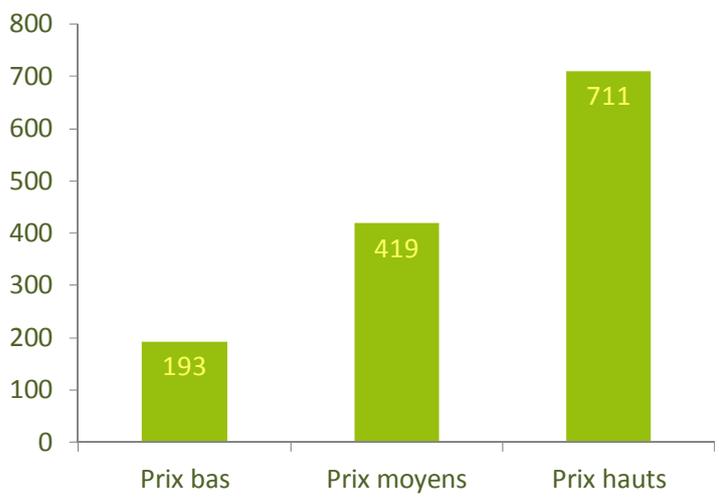


# Rotation courte irriguée



## Cas-types

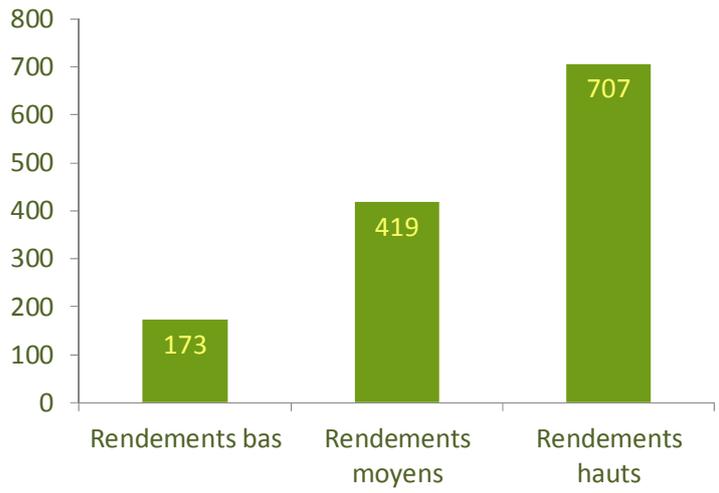
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

La rotation est assez sensible aux variations des prix de vente. Elle est notamment composée de maïs grain, culture dont les marges sont très variables selon le prix de vente. En contexte de prix hauts, les résultats peuvent dépasser ceux des rotations a priori plus rentables. Un contexte de prix bas entraîne une chute conséquente du bénéfice réalisé.

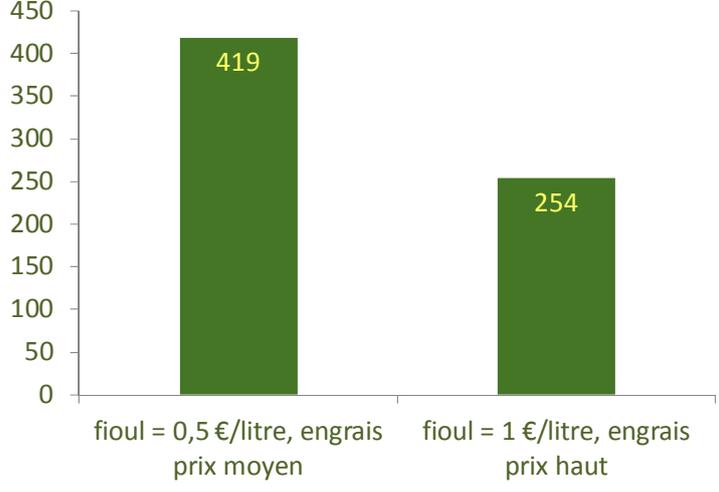
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

Les marges nettes à la rotation sont très dépendantes du contexte de rendement. Cette rotation courte figure d'ailleurs parmi les plus sensibles.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

Ce système est fortement dépendant des engrais organiques (la féverole étant la seule légumineuse de la rotation) et du carburant (nombreux passages liés à la gestion des adventices). En conséquence, il apparaît comme l'un des plus sensibles à la hausse du prix des intrants.

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Fév. H	BTH	Maïs grain	Rotation
Charges de méca. (hors irrig. et séchage) en €/ha	283	378	508	390
Charges mécanisation « totales » en €/ha	283	378	860	507
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	57	115	143	105

Les efforts à mener pour maîtriser les adventices se ressentent dans les charges de mécanisation qui sont élevées. La consommation de carburant y est logiquement liée et figure parmi les plus élevées des cas-types. Le séchage et l'irrigation du maïs grain sont une source de charges supplémentaires, d'autant plus que le maïs est présent sur un tiers des surfaces.

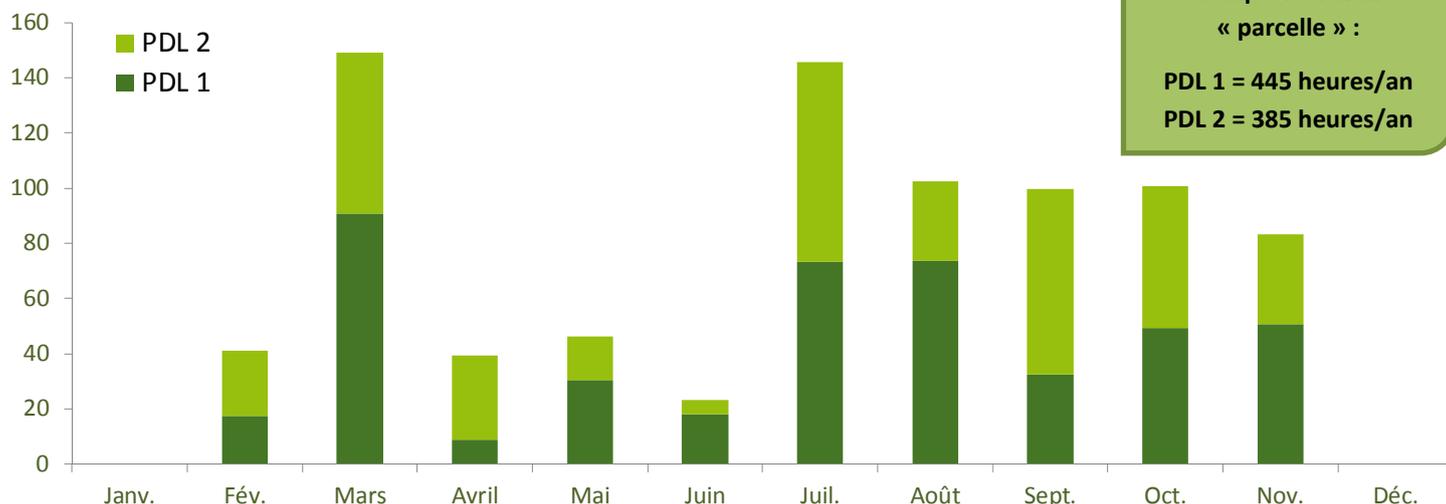
#### Temps de travail « parcelle »

	Fév. H	BTH	Maïs grain	Rotation
Temps de traction (h/ha)	3,9	7,2	9,1	6,7
Temps de mise en place irrig. (h/ha)	-	-	2,3	0,8
Temps de travail parcelle (h/ha)	3,9	7,2	10,3	7,5

Le temps de traction est important. Le binage de toutes les cultures et les nombreux faux semis sont un investissement supplémentaire en temps à prendre en compte. L'irrigation (4 tours d'eau sur maïs grain) contribue légèrement à l'augmentation du temps de travail « parcelle ».

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

heures/UTH



Les deux rotations de l'exploitation occupant à peu près la même surface, la comparaison est possible. Le temps de travail pour la rotation PDL 1 est nettement plus élevé (445 heures contre 385 pour PDL 2). Les itinéraires techniques sont relativement semblables. Les différences viennent de l'irrigation et de la présence d'une association triticales / pois fourrager en PDL 2 sur 1/5 des surfaces (culture qui demande peu de temps de travail). Pour PDL 1, les pointes de travail apparaissent en mars (principalement désherbage) puis en juillet et août (récoltes, déchaumage, irrigation). Le cumul du temps de travail pour les deux rotations dépasse 830 heures/an, ce qui implique une charge de travail importante pour l'agriculteur mais relativement bien répartie tout au long de l'année.

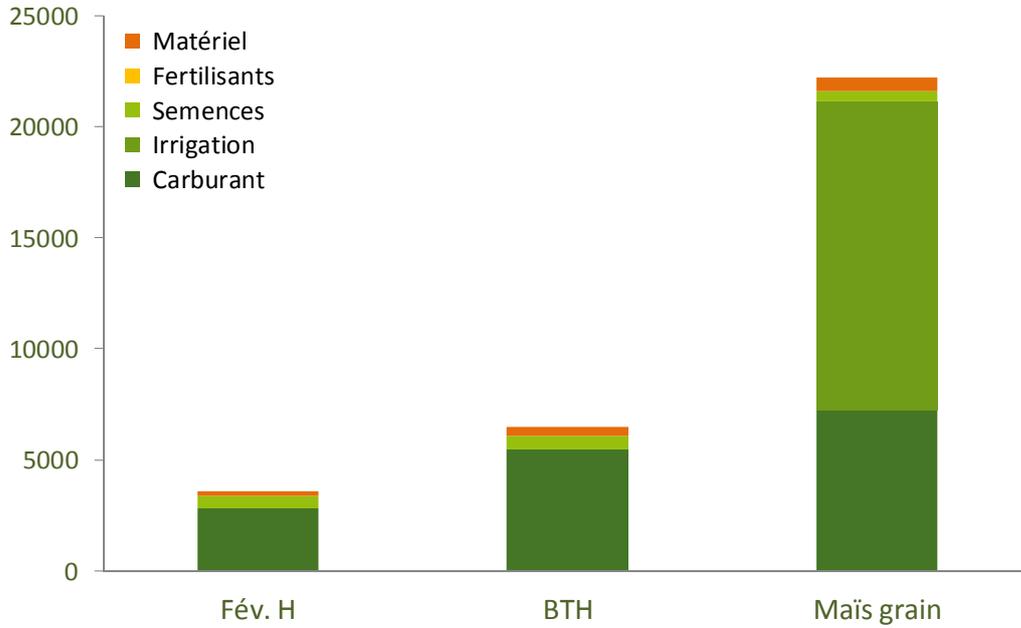


### REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

⇒ Consommation d'énergie primaire

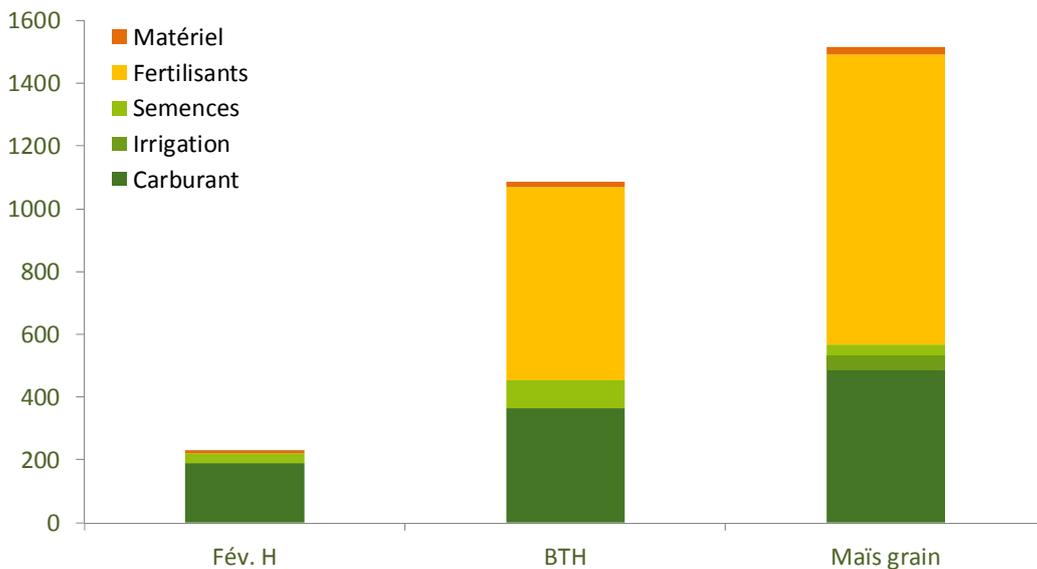


Moyenne de la rotation :  
10 768 MJ/ha

La consommation moyenne de carburant (entreprises de travaux agricoles comptabilisées) est semblable à celle des autres rotations. C'est donc l'irrigation qui est à l'origine des différences observées. Sur maïs, elle représente presque deux tiers des consommations d'énergie primaire et contribue en grande partie à l'augmentation de la consommation d'énergie du système.

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

⇒ Emissions de gaz à effet de serre



Moyenne de la rotation :  
943 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

Ce système très consommateur d'azote (hors fixation symbiotique) émet d'importantes quantités de GES. La rotation se situe ainsi au deuxième rang des émissions de GES. Notons cependant que tout l'azote est apporté sous forme de compost de fumier de volaille. Le processus de dénitrification étant peu connu, ces résultats doivent être pris avec précaution.





# Rotation courte non irriguée



Pays de la Loire 2

## Cas-types

### 4 REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 2

#### ■ Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	non
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	20 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 5
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	35 kg N/ha/an

Ce système nécessite des apports d'azote, mais les objectifs de rendement assez bas impliquent une moindre dépendance que la rotation PDL 1. Le tournesol et le blé tendre qui le suit sont les

cultures à favoriser si la quantité de matière organique est limitée. Il est également possible de chauler en cas de pH trop faible, cas fréquent dans les limons sableux des Pays de la Loire.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. / pois	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	-11	4	18	-40	-6
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-29	23	15	47	-21	7
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-31	32	23	56	-21	12

Dans l'ensemble, les bilans sont équilibrés. Les entrées par les engrais organiques compensent les exportations par les cultures

non légumineuses de la rotation. Seul le bilan N est légèrement négatif.

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. / pois	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	19	38	0	-31	-39	-3
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-29	10	2	27	-21	-2

Le bilan N revu est négatif mais se rapproche un peu plus de l'équilibre. La quantité d'azote

résiduel laissé par les engrais organiques est moyenne (20 kg/ha/an). La stratégie de fertilisation pratiquée dans cette rotation (moins d'apports que dans la rotation PDL 1) ne joue pas particulièrement en faveur du développement des adventices. Le bilan P revu passe en négatif mais reste très proche de l'équilibre.

#### ■ Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	-
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/5
% de cultures binées (hors luz.)	4/5
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	1/ha/an
Labour	Systématique

L'absence de luzerne peut conduire à un salissement rapide des parcelles. Toutefois, l'alternance des cultures est bien marquée, avec deux cultures de printemps dans une rotation de cinq ans. Malgré cela, le binage de toutes les cultures (dont céréales à paille) permet d'éviter le risque d'infestation par les adventices. Les terres étant

battantes, la bineuse permet également de casser la croûte de battance avant le passage de la herse étrille. Sur ces terres qui se ressuent mal, cet objectif de binage ne pourra pas être atteint tous les ans. De nombreux faux semis sont réalisés et constituent une sécurité supplémentaire.

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Le délai de retour de la féverole (5 ans) permet d'éviter les problèmes de maladies ou de ravageurs sur cette culture. De plus, les variétés de printemps sont *a priori* moins sensibles aux maladies du feuillage. La gestion des maladies sur le blé passe par le choix de variétés peu sensibles aux maladies du feuillage et de l'épi, d'autant plus que le délai de retour préconisé (3 ans) n'est pas respecté.

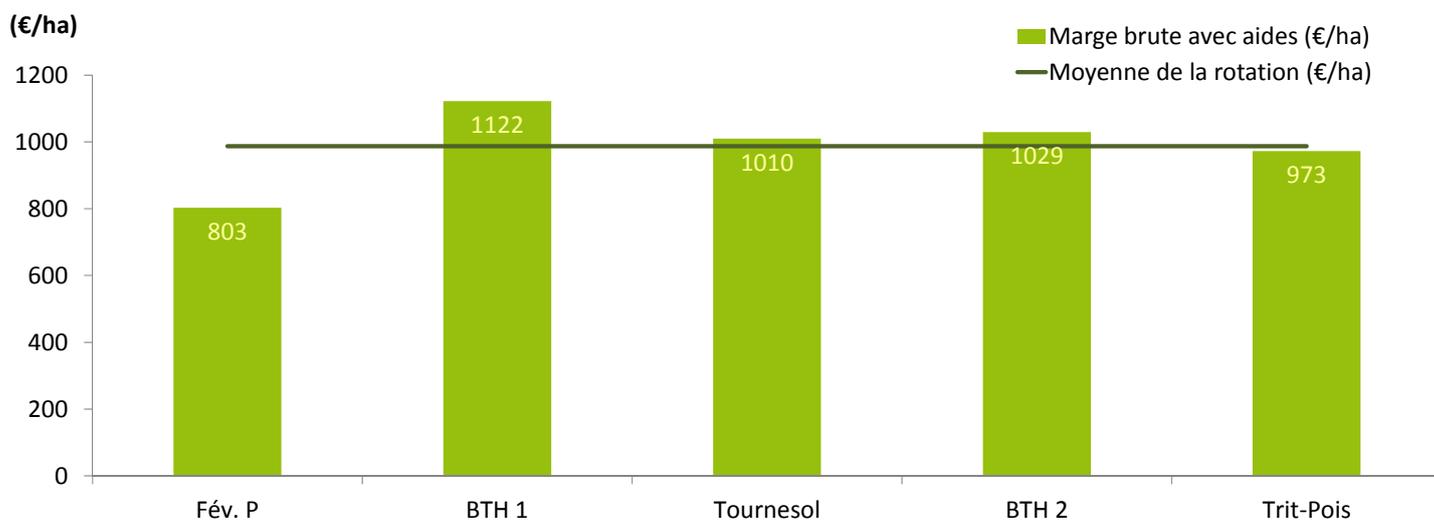
### 4 REPERES ECONOMIQUES

#### ■ Détail des charges et coûts de production complets

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. / pois
<b>Rendement (t/ha)</b>	2,4	3,2	2,4	3	3
Semences (€/ha)	171	86	170	86	97
Engrais (€/ha)	-	70	70	105	-
Autres intrants (€/ha)	-	-	-	-	-
Mécanisation « totale » (€/ha)	362	378	450	354	346
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	257	264	293	259	240
Autres charges fixes (€/ha)	157	157	157	157	157
Fermage (€/ha)	131	131	131	131	131
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>1072</b>	<b>1080</b>	<b>1271</b>	<b>1086</b>	<b>971</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>449</b>	<b>339</b>	<b>530</b>	<b>364</b>	<b>324</b>

Les coûts de production complets par culture sont nettement plus élevés que dans les autres cas-types et ils sont tous inférieurs aux prix de vente moyens. Les blés souffrent principalement de rendements assez bas. La féverole étant une variété de printemps, il est nécessaire d'implanter un couvert pendant la période hivernale (d'où des charges de semences et de mécanisation accrues).

#### ■ Marges brutes par culture et à la rotation



Les niveaux de rendements parfois faibles se confirment avec l'étude des marges brutes qui sont assez basses pour toutes les cultures, excepté le tournesol (en moyenne à 950 €/ha sur les quatre tournesols rencontrés dans les cas-types).

#### ■ Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. / pois	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	803	1122	1010	1029	973	987
<b>Marge nette (€/ha)</b>	75	378	188	309	255	237

La plupart des marges nettes par culture sont inférieures aux moyennes des cas-types. Seul le tournesol affiche un résultat supérieur (188 €/ha contre une moyenne de 100 €/ha sur 4 valeurs). Toutefois, ce résultat ne permet pas de rehausser suffisamment la rentabilité de la rotation. Au final, la marge nette de cette rotation demeure parmi les plus basses, résultat qui s'explique en partie par la conduite d'une rotation sans luzerne sur des terres à potentiel moyen.

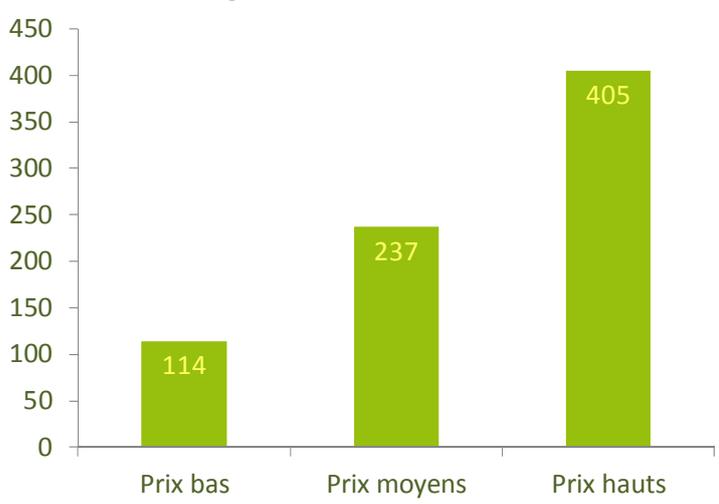


# Rotation courte non irriguée



## Cas-types

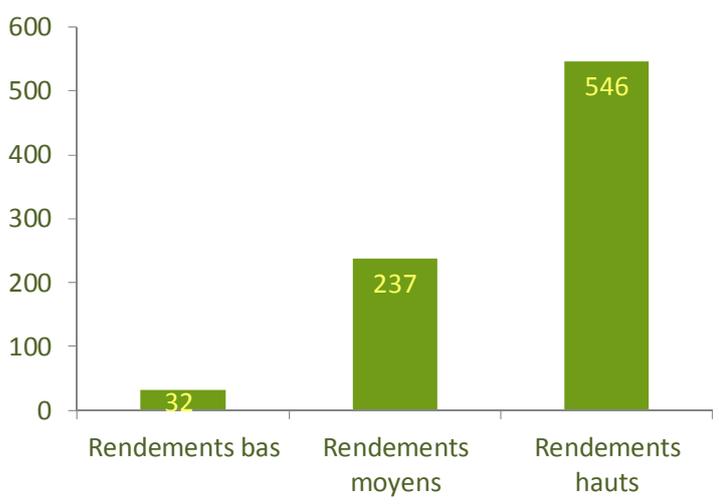
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

Quel que soit le contexte de prix considéré, la rentabilité de cette rotation figure parmi les plus basses de l'ensemble des cas-types. En contexte de prix hauts, la marge devient plus conséquente. En contexte de prix bas, elle atteint des niveaux faibles tout en restant positive.

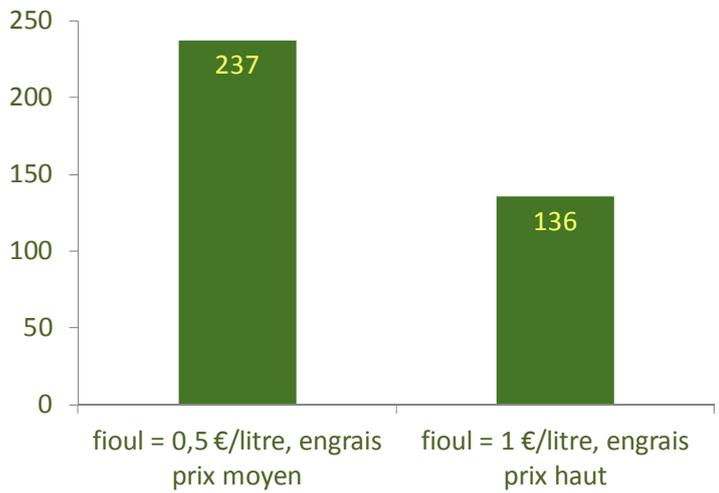
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

La variabilité des rendements entraîne des évolutions de marge nette bien plus conséquentes. Le risque d'hydromorphie en hiver peut entraîner des pertes de rendement importantes, alors qu'au contraire, une année propice permet d'exploiter au maximum le potentiel de ces parcelles qui ne sont ni drainées ni irriguées.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

La rotation est très dépendante du carburant (nombreux passages nécessaires pour une bonne gestion de l'enherbement) mais moins des apports de matière organique. Une augmentation du prix des intrants équivaut à une perte de l'ordre de 100 €/ha (ce qui reste conséquent étant donné que la marge de départ n'est que de 237 €/ha).

### 4 REPERES TECHNIQUES

#### ■ Mécanisation et consommation de carburant

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. - pois	Rotation
Charges de méca. (hors tri) en €/ha	362	378	450	354	286	366
Charges mécanisation « totales » en €/ha	362	378	450	354	346	378
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	104	115	152	104	88	112

Les charges de mécanisation sont élevées et liées à la lutte mécanique contre les adventices. La consommation de carburant est une des plus importantes des cas-types : labour systématique, deux implantations de couverts sur 5 ans, nombreux passages de faux semis ou de désherbage mécanique, etc.

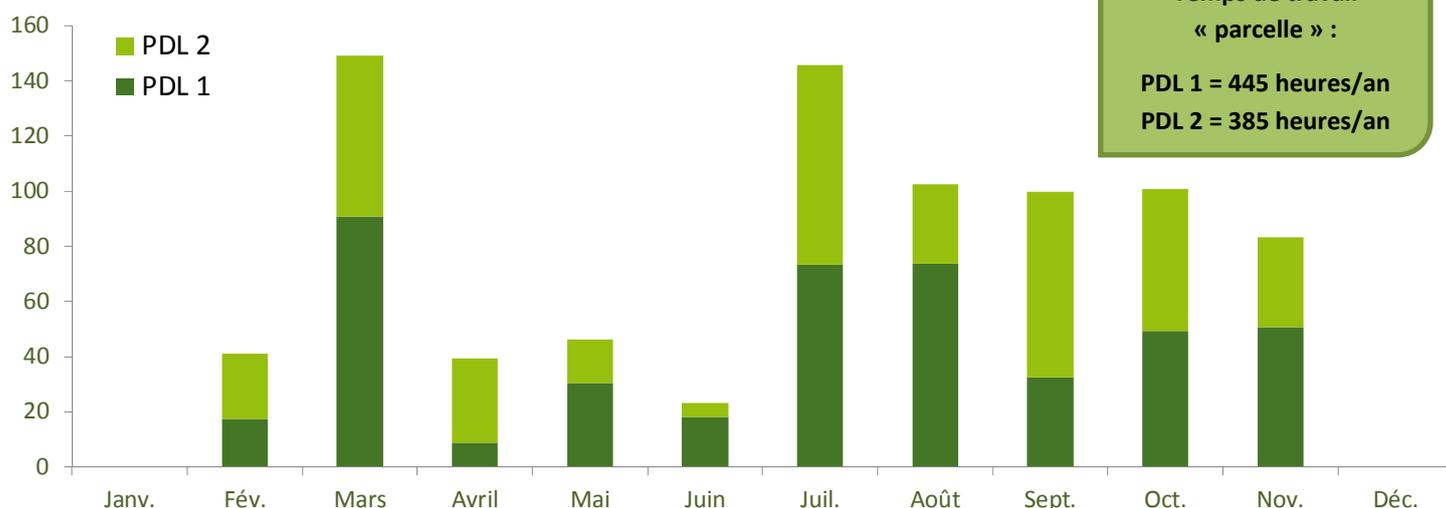
#### ■ Temps de travail « parcelle »

	Fév. P	BTH 1	Tournesol	BTH 2	Trit. - pois	Rotation
Temps de traction (h/ha)	6,7	7,2	9,4	6,9	4,9	7

La conséquence des nombreux passages liés au désherbage et à l'implantation / destruction de couverts végétaux est une augmentation non négligeable du temps de travail à la parcelle. Ce temps de traction est le plus élevé des cas-types si l'on ne prend pas en considération le temps de mise en place de l'irrigation.

#### ■ Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

heures / UTH



La première pointe de travail pour cette rotation apparaît en mars (semis de la féverole, désherbage du blé, préparation pour l'implantation du tournesol). Comme pour les autres cas-types, les récoltes, déchaumages et semis d'automne s'étalent du mois de juillet au mois de novembre.



# Rotation courte non irriguée



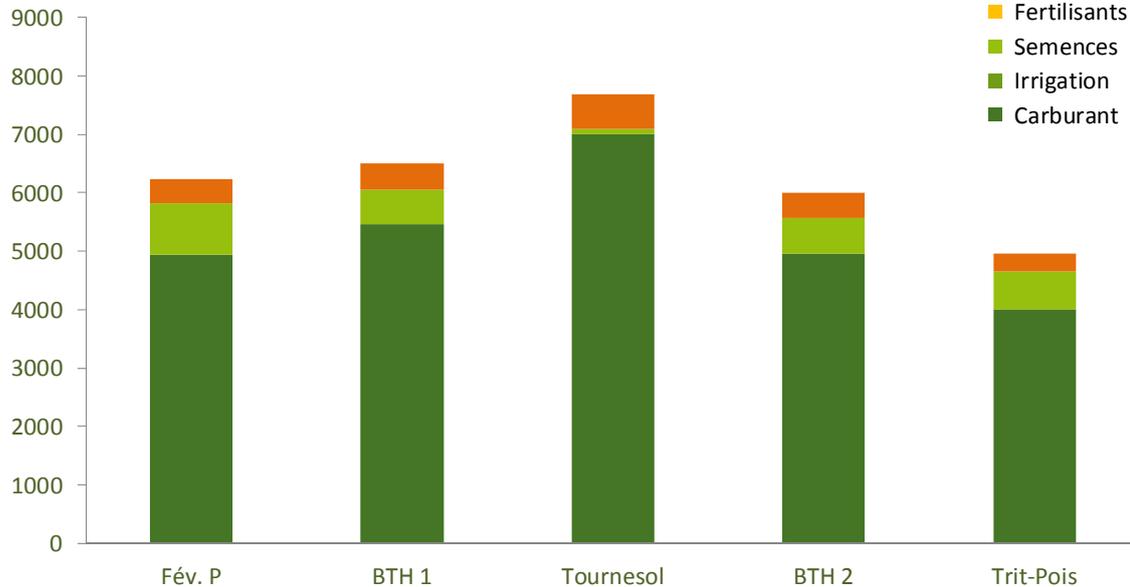
Pays de la Loire 2

Cas-types

## REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

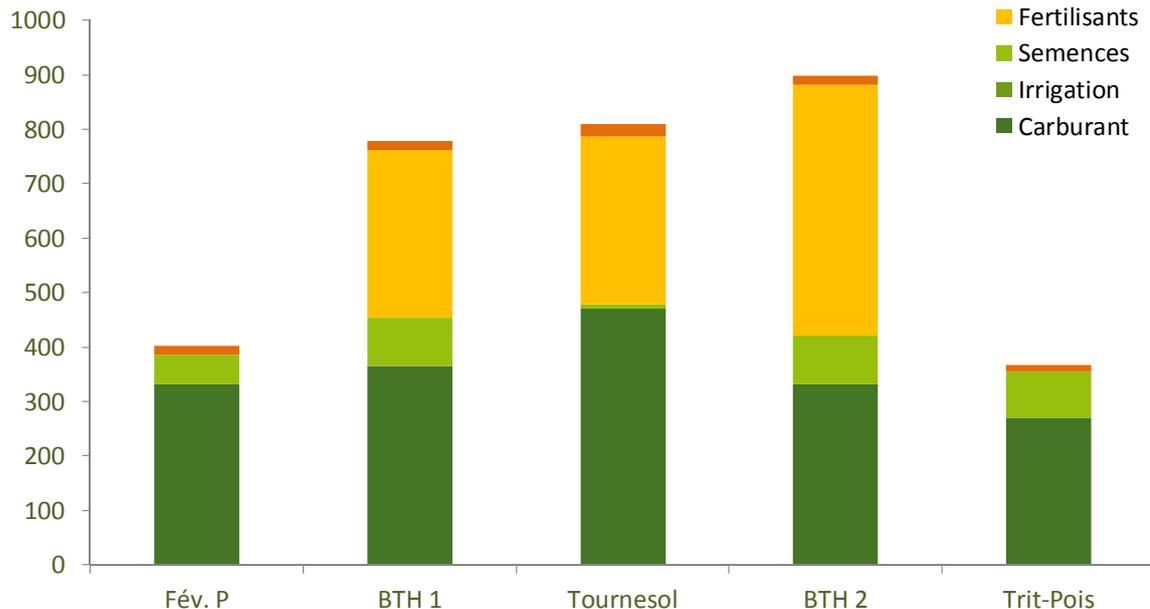


⇒ **Consommation d'énergie primaire**

**Moyenne de la rotation :  
6 270 MJ/ha**

Les importantes consommations de carburant entraînent une hausse de la consommation d'énergie primaire, mais elle reste moins élevée que celle des rotations irriguées.

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha



⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**

**Moyenne de la rotation :  
651 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha**

Les faibles quantités d'azote utilisées impliquent un impact moindre sur les émissions de GES. Avec près de 650 kg équivalents CO<sub>2</sub> émis pour un hectare de cette rotation, elle se situe dans la moyenne des cas-types (minimum 400 et maximum 1400 kg éq. CO<sub>2</sub>).





# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

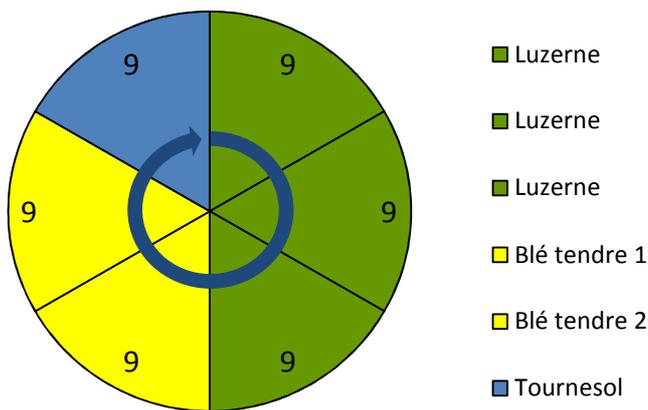
### 4 ROTATIONS ET EXPLOITATION

Cette exploitation se situe en Rhône-Alpes et regroupe deux rotations céréalières. La première est une rotation en sec à base de luzerne alors que la seconde est courte (3 ans) et irriguée.

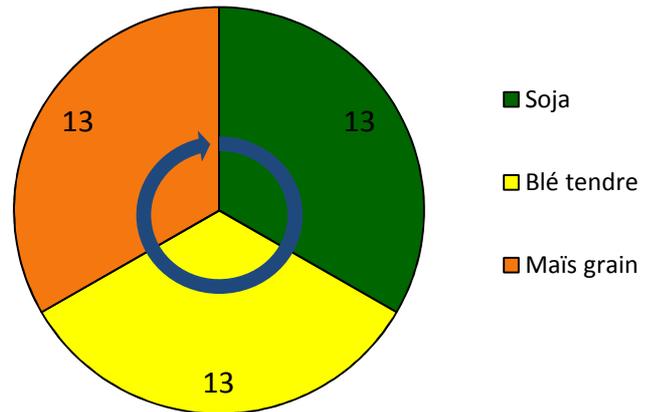
**Surface et main d'œuvre :** 93 hectares – 1 UTH

**Contexte pédoclimatique :** Plaine céréalière de la vallée du Rhône. Sols limono-argilo-sableux profonds. Bonnes terres sur substrat calcaire filtrant, d'où un caractère parfois séchant. Cf. données météo de la ville de Vienne.

**Rotation RA 1**  
(surfaces en hectares)



**Rotation RA 2**  
(surfaces en hectares)



Rotation 1 (RA 1)	Rotation 2 (RA 2)
<p><b>Durée de la rotation :</b> 6 ans / <b>Surface totale :</b> 54 hectares  <b>Luzerne :</b> oui / <b>Irrigation :</b> non</p> <p>La luzerne occupe une place importante dans cette rotation, mais la question du débouché n'est pas toujours évidente (fermeture récente de l'usine de déshydratation, d'où la nécessité de trouver un débouché foin auprès d'un éleveur à proximité). On ne trouve ni soja ni maïs grain dans cette rotation non irriguée puisque ces cultures sont trop exigeantes en eau. Par conséquent, la seule culture d'été est un tournesol, plus résistant à la sécheresse. La succession blé / blé n'est pas toujours recommandée mais est possible après cette luzerne de 3 ans qui apporte de l'azote et laisse une parcelle propre.</p>	<p><b>Durée de la rotation :</b> 3 ans / <b>Surface totale :</b> 39 hectares  <b>Luzerne :</b> non / <b>Irrigation :</b> oui</p> <p>Cette rotation ne se pratique que sur les terres irrigables. L'irrigation est en effet indispensable à la culture de soja et de maïs, cultures d'été aux besoins en eau importants. Le climat chaud favorable à ces cultures est un atout malgré la nécessité d'irriguer pendant les mois les plus secs. Cette rotation est très courte (3 ans) puisque l'alternance marquée des cultures et le binage du maïs et du soja permettent une bonne gestion de l'enherbement. En cas de problèmes d'enherbement ou de tassement du sol, certains agriculteurs introduisent quelques années de luzerne après 3 à 5 cycles « soja – blé – maïs ».</p>
<p>Les deux rotations sont rencontrées sur le même type de sol.</p>	



# Deux rotations sur une même ferme



Rhône-Alpes

## Cas-types

**Parc matériel - Investissement Valeur à Neuf (IVAN) = 188 900 €**

<b>Traction</b>	Deux tracteurs : 90 cv – 120 cv
<b>Travail du sol</b>	Néo-déchaumeur 3 m – Charrue 4 corps – Vibroculteur 4,5 m - Broyeur 3 m (CUMA)
<b>Semis</b>	Semoir + herse rotative 3 m – Semoir monograine 6 rangs (écart 75 cm) Rouleau Cambridge 6 m (CUMA)
<b>Désherbage</b>	Herse étrille 12 m – Bineuse 6 rangs (écart. 75 cm)
<b>Fertilisation</b>	Epandeur à engrais (centrifuge) 18 m
<b>Irrigation</b>	2 enrouleurs de 350 m, 45 m <sup>3</sup> /heure – Acheminement de l'eau via un réseau collectif
<b>Travaux par entreprise</b>	Récolte de la luzerne en foin (vendue sur pied à un éleveur) – Récoltes et transport - Epandage

Toutes les récoltes (et transport du grain) sont effectuées par entreprise. Cela permet de dégager du temps pour l'irrigation, qui occupe une place importante en juillet et août (les besoins en eau du maïs et du soja sont concentrés à cette période). L'absence de matériel de récolte sur l'exploitation explique la faible valeur de l'IVAN.



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

### INTRANTS, RENDEMENTS, PRIX DE VENTE

#### Semences

	Type / Espèce	Semences certifiées			Semences de ferme		
		%	Dose (kg/ha)	Prix (€/kg)	%	Dose (kg/ha)	Coût (€/kg)
Blé tendre	RA 1 : Améliorant	33	160	0,88	67	170	0,4
	RA 2 : Meunier	33	160	0,88	67	170	0,37
Luzerne	Foin	100	20	10	0	-	-
Maïs grain	Demi tardif	100	90 000 graines /ha	170 € / dose 50 000 graines	0	-	-
Tournesol	Tardif	100	75 000 graines / ha	280 € / dose 150 000 graines	0	-	-
Soja	Groupe 0	100	380 000 graines / ha	60 € / dose 125 000 graines	0	-	-
Couverts*	Avoine	100	50*	0,61	0	-	-
	Vesce	100	80 (40*)	2	0	-	-
	Féverole	0	-	-	100	200	0,33

\* Les doses de semis marquées d'un astérisque correspondent aux doses préconisées pour le semis d'un mélange avoine – vesce.

Pour produire les semences nécessaires au couvert de féverole, l'agriculteur doit implanter une petite surface dédiée à la production de semences de ferme de féverole.

#### Engrais / amendements

	Composition (% N / P / K)	Quantité apportée	Prix (€/t)
Patentkali® (sulfate de potasse)	0 / 0 / 30 (et 10 % Mg)	350 kg/ha	450
Compost de fumier de volailles	1,7 / 1,7 / 1,7	5 à 8 t/ha	15
Farine de plumes	12 / 0 / 0	100 U N/ha (830 kg/ha)	350

Le compost de fumier de volaille est considéré comme un engrais plutôt que comme un amendement.

#### Rendements et prix de vente

		Rendements (t/ha)			Prix de vente (€/t)		
		Bas	Moyens	Hauts	Bas	Moyens	Hauts
RA 1	Luzerne 1	5	6	6,5	50	60	70
	Luzerne 2 & 3	8	9	10	50	60	70
	Blé tendre 1	3	3,5	4,5	245	320	380
	Blé tendre 2	3	3,5	4	245	320	380
	Tournesol	1,5	2	2,5	275	375	500
RA 2	Soja	3,2	3,7	4,2	550	600	650
	Blé tendre 1	4	4,5	5	215	290	350
	Maïs grain	8	9	10	160	220	290



# Deux rotations sur une même ferme



## Cas-types

### ITINERAIRES TECHNIQUES CULTURAUX

#### ■ Itinéraires techniques culturaux - RA 1

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation	Irrigation
<b>Luzerne</b>	-	-	oui	-	Semis et roulage, mi-sept.	-	Patentkali® 2 ans sur 3	-
<b>BTH 1</b>	1 déchaumage	-	oui	-	Fin Oct.	2 HE	-	-
<b>BTH 2</b>	2 déchaumages	-	oui	-	Déb. Nov.	3 HE	8 t/ha de compost	-
<b>Tournesol</b>	2 déchaumages	Avoine / vesce	oui	3 vibroculteurs	Fin Avril	3 binages	-	-

#### ⇒ **Luzerne (foin)**

- La luzerne exporte de grandes quantités de potasses. Cela justifie l'apport de sulfate de potasse à raison de 2 ans sur 3.
- La récolte de la luzerne est effectuée par l'éleveur à qui elle est vendue sur pied.

#### ⇒ **Tournesol**

- Le couvert (avoine – vesce) semé avant le tournesol est semé à la volée. Les graines sont enfouies lors du deuxième déchaumage.

#### ■ Itinéraires techniques culturaux - RA 2

	Déchaumage	Couverts	Labour	Prép. sol	Semis	Désherbage	Fertilisation	Irrigation
<b>Soja</b>	1 broyage	-	oui	3 vibroculteurs	Déb. Mai	1 HE 3 binages	-	7 x 40 mm
<b>BTH</b>	1 déchaumage	-	oui	-	Déb. Nov.	3 HE	2 x 50 unités N (farines de plume)	-
<b>Maïs grain</b>	2 déchaumages	Féverole ou vesce	oui	3 vibroculteurs	Déb. Mai	3 binages	5 t/ha de compost	8 x 35 mm

#### ⇒ **Soja**

- Les cannes du maïs précédent sont broyées par l'entreprise chargée de la récolte du maïs grain.
- Après le maïs grain, la couverture hivernale du sol n'est pas obligatoire (les cannes de maïs mobilisent beaucoup d'azote pour se dégrader et jouent un rôle de piège à nitrates).
- En terrain calcaire comme c'est le cas ici, l'inoculation des semences de soja est nécessaire tous les ans. (env. 30 €/ha).
- Réduire la fréquence d'irrigation en augmentant les doses permet de limiter le risque d'apparition de Sclerotinia.
- Un dernier apport d'eau plutôt tardif (mi-sept.) peut parfois être bien valorisé.

#### ⇒ **Blé tendre (meunier)**

- En année sèche, l'irrigation est possible sur blé est peut être bien valorisée.

#### ⇒ **Maïs grain**

- Les apports de compost doivent rester modérés dans la mesure où le couvert peut apporter 50 à 100 U d'azote.
- Le séchage des grains de maïs coûte autour de 20 €/t pour un grain à 25 % d'humidité.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 1

#### Gestion de la fertilité

⇒ *La gestion de l'azote dans la rotation*

Présence de luzerne	oui
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	25 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 6
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	17 kg N/ha/an

Cette rotation de six ans est implantée en luzerne pendant les trois premières années. Le blé tendre suivant ne demande aucun apport, mais le deuxième blé nécessite l'apport de matière organique (compost de fumier de volaille). Le tournesol est une culture assez peu exigeante. Compte tenu de la luzerne, des apports effectués et des faibles objectifs de rendement, la gestion de la fertilité ne pose aucun problème particulier.

⇒ *Bilan CORPEN*

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	0	0	-66	70	-38	-6
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-36	-54	-54	-23	113	-24	-13
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-157	-131	-131	-17	119	-21	-56

Les bilans N et P sont légèrement négatifs. Le bilan K mérite plus d'attention : la luzerne exporte beaucoup de potasse et les apports de compost sur le deuxième blé ne compensent pas ces exportations en totalité. C'est la raison pour laquelle du sulfate de potasse est apporté sur les deux dernières années de luzerne. Ces apports couvrent une partie des exportations, mais le bilan reste nettement négatif. Il pourrait être nécessaire de redresser la situation avec des engrais ou amendements plus riches en potasse.

⇒ *Bilans revus dans le cadre de RotAB*

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	10	0	0	34	24	22	15
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-36	-54	-54	-23	72	-24	-20

Le bilan N revu est positif. Dans cette situation, la gestion de la nutrition azotée est bonne. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est faible (12 kg/ha/an). La stratégie de fertilisation adoptée ne favorise pas particulièrement le développement des adventices.

#### Gestion des bio-agresseurs

⇒ *La gestion des adventices dans la rotation*

Durée de présence de la luzerne	3 ans
% de cultures de printemps (hors luz.)	1/3
% de cultures binées (hors luz.)	1/3
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	1,6/ha/an
Labour	Systématique (y compris avant luz.)

La luzerne et le tournesol (culture sarclée) limitent les problèmes d'adventices. Rester vigilant quant aux risques d'apparition d'ambrosie dans le tournesol.

⇒ *La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation*

Des risques d'attaque de la luzerne par les phytomones (*Hypera variabilis*) existent mais restent néanmoins des événements très rares. Il n'existe globalement pas de risque particulier dans cette rotation.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

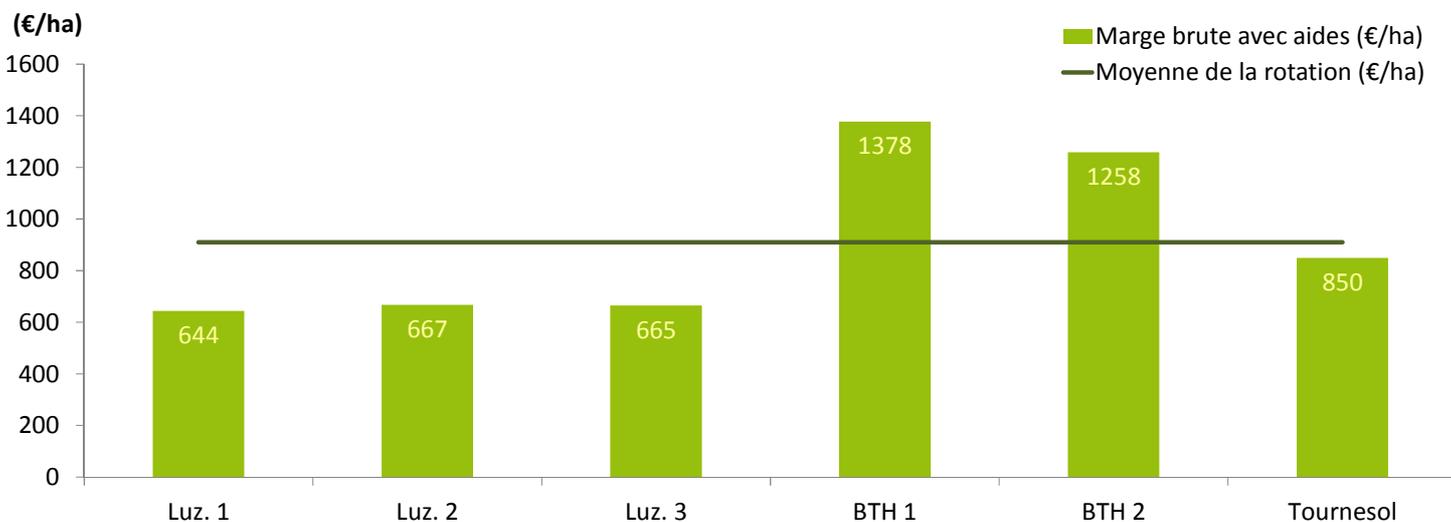
### REPERES ECONOMIQUES

#### Détail des charges et coûts de production complets

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol
Rendement (t/ha)	6	9	9	3,5	3,5	2
Semences (€/ha)	66	66	68	92	92	251
Engrais (€/ha)	-	158	158	-	120	-
Autres intrants (€/ha)	-	-	-	-	-	-
Mécanisation « totale » (€/ha)	99	29	29	301	451	441
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	266	229	229	301	319	377
Autres charges fixes (€/ha)	141	141	141	141	141	141
Fermage (€/ha)	143	143	143	143	143	143
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>715</b>	<b>766</b>	<b>768</b>	<b>978</b>	<b>1266</b>	<b>1353</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>119</b>	<b>85</b>	<b>85</b>	<b>279</b>	<b>362</b>	<b>676</b>

Les coûts de production complets sont globalement élevés. Cela s'explique principalement par les rendements inférieurs à la moyenne (sauf pour le tournesol) : par exemple, le rendement moyen du blé sur l'ensemble des cas-types est de 4 t/ha.

#### Marges brutes par culture et à la rotation



Certaines marges brutes sont très inférieures à la moyenne des cas-types. C'est en particulier le cas pour la luzerne, qui présente à la fois des rendements assez bas et des niveaux de charges élevés (labour, sulfate de potasse...). Le rendement du blé tendre est également assez bas, ce qui pénalise les marges brutes.

#### Marges brutes et nettes par culture et à la rotation

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol	Rotation
Marge brute (€/ha)	644	667	665	1378	1258	850	910
Marge nette (€/ha)	125	218	216	657	387	-12	265

Les marges nettes par cultures sont très nettement inférieures à la moyenne des cas-types. Seule la marge nette du blé de luzerne est au-dessus de la moyenne (en moyenne de 600 €/ha sur l'ensemble des cas-types). Au final, la rotation entière est pénalisée et la marge nette par hectare est une des plus basses.

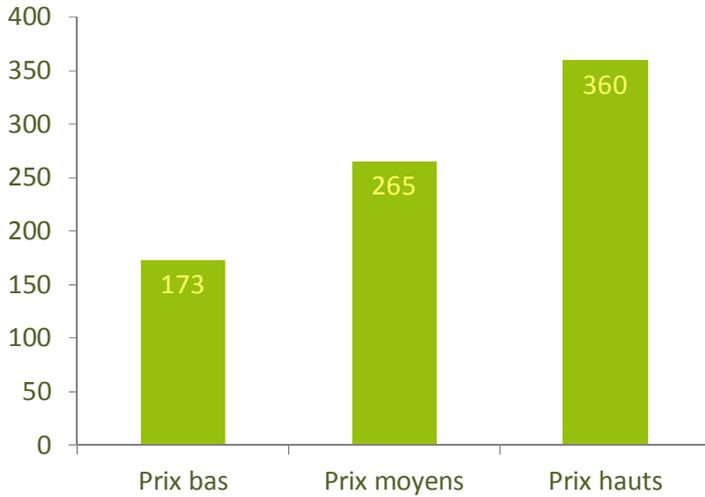


# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

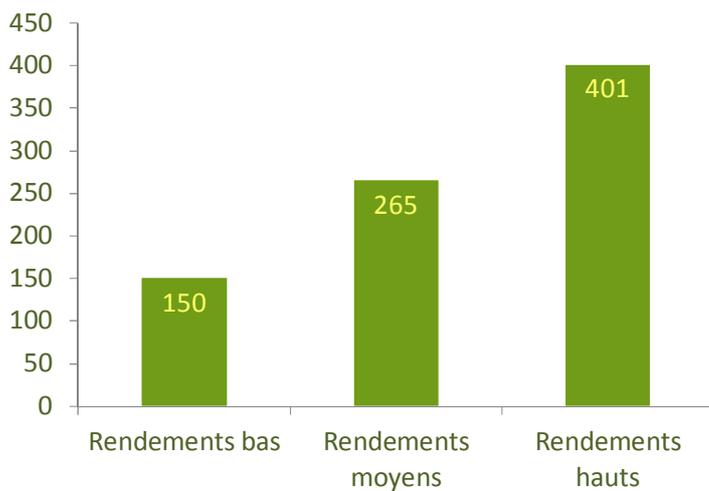
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

La rotation est peu sensible aux variations des prix de vente. La luzerne y est en effet peu sensible et est présente sur la moitié de l'assolement. Que le contexte de prix soit haut ou bas, la marge de ce système se trouve parmi les plus faibles des cas-types. La marge demeure nettement positive en contexte de prix bas.

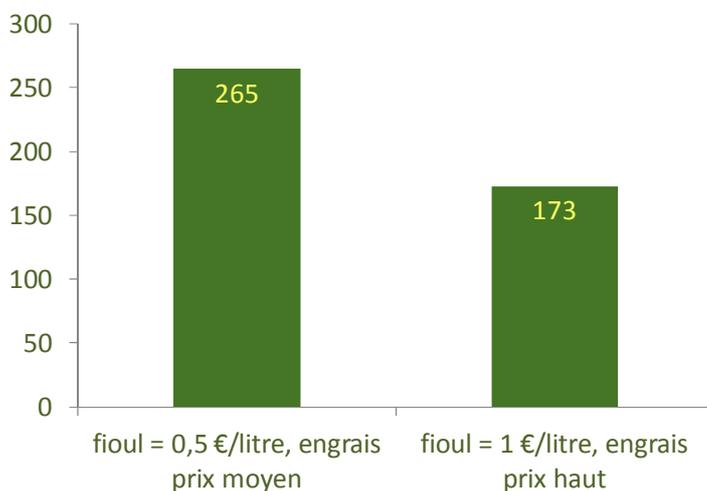
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

La rotation est également peu sensible aux variations de rendement. Une fois de plus, les résultats restent plutôt faibles malgré un contexte de rendements hauts.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

La rotation est assez peu dépendante du carburant (beaucoup de travail par entreprise, non comptabilisé dans cette simulation), mais les résultats demeurent parmi les plus faibles en cas de contexte de prix des intrants élevés (le niveau de départ étant assez bas).



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol	Rotation
Charges de méca. « totales » en €/ha	99	29	29	301	451	441	225
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	30,6	5,2	5,2	46,9	57,3	90,5	39,3

La luzerne exploitée sur 50 % de l'assolement permet de réduire de manière considérable les charges de mécanisation et la consommation de carburant. La rotation n'est pas irriguée et il n'y a pas de charges de mécanisation en supplément (séchage, tri).

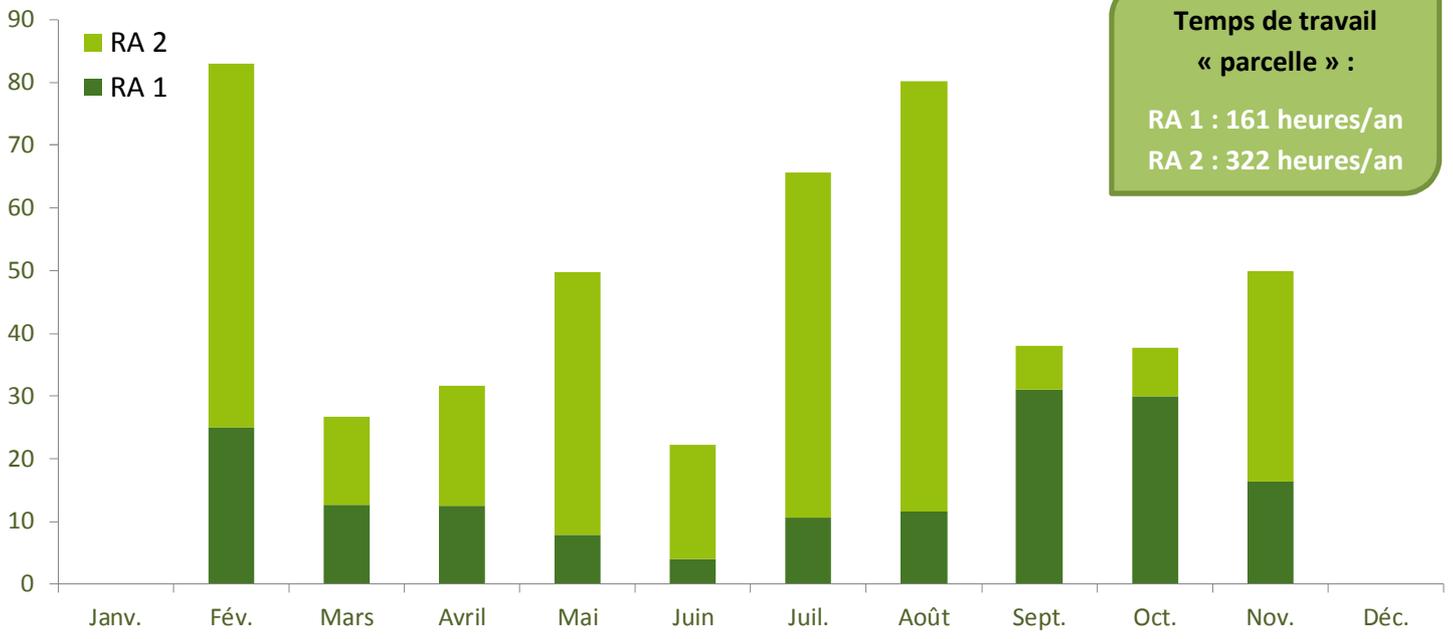
#### Temps de travail « parcelle »

	Luz. 1	Luz. 2	Luz. 3	BTH 1	BTH 2	Tournesol	Rotation
Temps de traction (h/ha)	2,1	0,5	0,5	3,6	4,4	6,9	3

La luzerne libère également du temps de travail. L'implantation de la luzerne se fait après labour, d'où un temps de traction assez élevé pour la luzerne 1.

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »

Heures/UTH



Pour la rotation RA 1, le temps de travail est faible (50% de luzerne, soit seulement 27 hectares de cultures de vente). Le pic de février correspond aux premiers désherbages et au labour avant tournesol. Aucun pic de récolte n'est observé puisqu'elles sont toutes faites par entreprise. Les pointes de travail de septembre et octobre correspondent aux labours et semis.



# Rotation longue non irriguée



## Cas-types

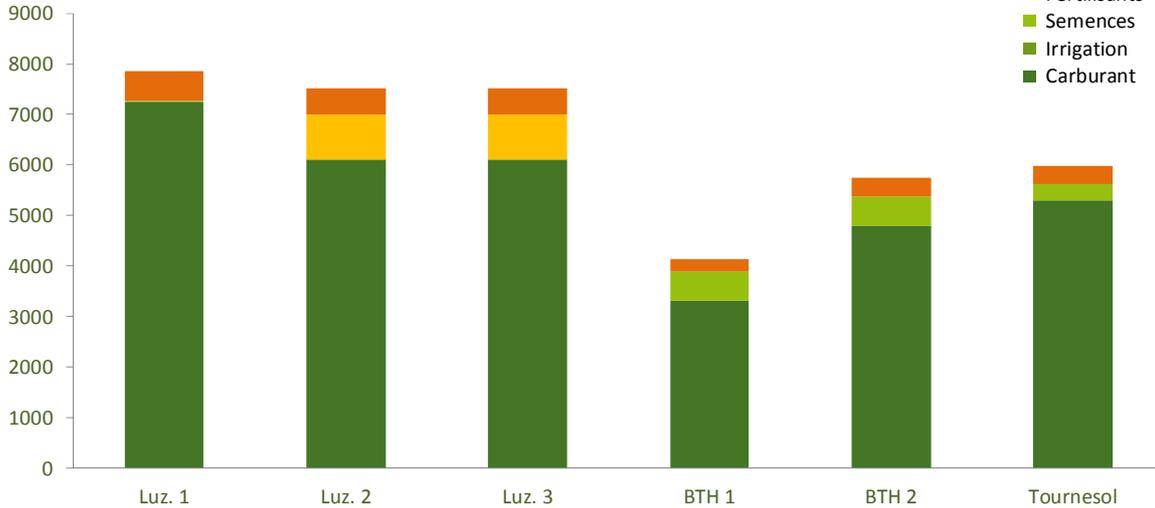
### REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

- Matériel
- Fertilisants
- Semences
- Irrigation
- Carburant

⇒ **Consommation d'énergie primaire**



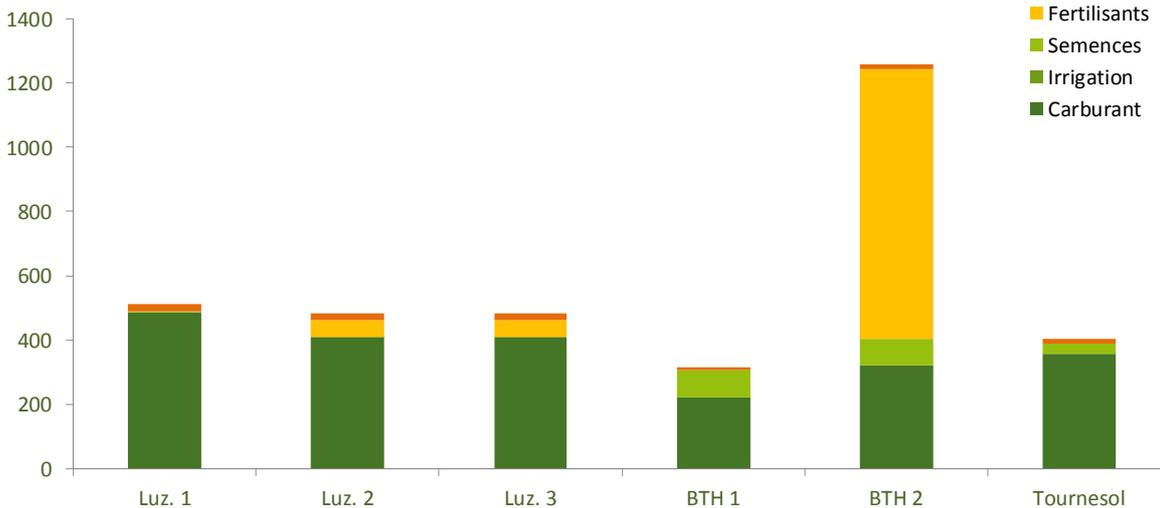
**Moyenne de la rotation :**  
6 460 MJ/ha

La consommation de carburant entreprises comptées est assez importante (119 litres/ha). Cette valeur élevée est notamment due à la forte proportion de luzerne, fauchée trois fois par an. L'apport de sulfate de potasse sur la luzerne de deuxième et troisième année entraîne une consommation d'énergie primaire supplémentaire (poste fertilisants).

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

- Matériel
- Fertilisants
- Semences
- Irrigation
- Carburant

⇒ **Emissions de gaz à effet de serre**



**Moyenne de la rotation :**  
576 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

Les émissions de GES sont moyennes pour RA 1 en comparaison aux autres cas-types. Les consommations de carburant importantes pour la récolte de la luzerne ainsi que la fertilisation du blé tendre 2 sont des postes qui tendent à augmenter ces émissions.





# Rotation courte irriguée



## Cas-types

### REPERES AGRONOMIQUES - ROTATION 2

#### Gestion de la fertilité

##### ⇒ La gestion de l'azote dans la rotation

Présence de luzerne	non
% de légumineuses (luz. ramenée à 1 an ; hors couverts végétaux)	33 %
Nombre d'engrais verts (couverts de légumineuses)	1 an / 3
Quantité d'azote apportée par les engrais organiques	61 kg N/ha/an

La rotation est assez dépendante des apports de matière organique. Le soja ne restitue pas beaucoup d'azote au sol (en comparaison à la luzerne, au trèfle ou à la féverole). L'apport de matière organique est nécessaire, y compris sur le blé tendre, dont l'objectif de rendement est de 45 quintaux/ha.

##### ⇒ Bilan CORPEN

	Soja	BTH	Maïs grain	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	0	15	-50	-12
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-37	-29	31	-12
Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-59	-22	36	-15

sont pas nécessairement inquiétants.

Les trois bilans sont négatifs. Les apports de matières organiques semblent ne pas compenser en totalité les exportations par les cultures. Les bilans restent assez proches de l'équilibre et ne

##### ⇒ Bilans revus dans le cadre de RotAB

	Soja	BTH	Maïs grain	Rotation
Bilan N (kg/ha/an)	7	2	-50	-14
Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha/an)	-37	-29	5	-20

pas en totalité les exportations d'azote. Le soja apporte en effet assez peu d'azote en comparaison à une féverole ou une légumineuse fourragère. La quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques est élevée (34 kg/ha/an).

La proportion maïs surtout la nature des légumineuses dans la rotation ainsi que les apports de matières organiques ne compensent

Toutefois, dans ce contexte pédoclimatique particulier, nos hypothèses concernant la minéralisation de l'azote organique pourraient être réajustées : le réchauffement rapide du sol permet en théorie une minéralisation plus importante.

#### Gestion des bio-agresseurs

##### ⇒ La gestion des adventices dans la rotation

Durée de présence de la luzerne	-
% de cultures de printemps (hors luz.)	2/3
% de cultures binées (hors luz.)	2/3
Nombre moyen de déchaumages (hors luz.)	1/ha/an
Labour	Systématique

d'enherbement récurrent ou de tassement du sol.

Une bonne maîtrise technique du travail du sol en interculture, des faux semis et du désherbage mécanique en culture est nécessaire pour éviter les infestations par le chardon, le liseron ou l'ambrosie dans les cultures d'été. Après 3 à 5 cycles de la rotation, il est possible de remettre quelques années de luzerne pour remédier à des problèmes

##### ⇒ La gestion des maladies et ravageurs dans la rotation

Le principal risque dans cette rotation est celui du sclérotinia sur le soja (sur 3 ans, 1 an de soja et 1 engrais vert de légumineuse). Pour lutter contre ce dernier, il faut opter pour des variétés peu sensibles et éviter les fortes densités (interlignes de 50 cm minimum). Le sclérotinia se développe dans des conditions chaudes et humides. L'irrigation d'été est donc une période particulièrement propice. Il faut veiller à laisser à la végétation le temps de sécher entre chaque tour d'eau, d'où la nécessité de les espacer. Sur maïs, le risque d'attaque par la pyrale est assez faible. Enfin, les oiseaux peuvent provoquer des problèmes de pertes au semis (pigeons sur soja, corbeaux sur maïs).



# Rotation courte irriguée



## Cas-types

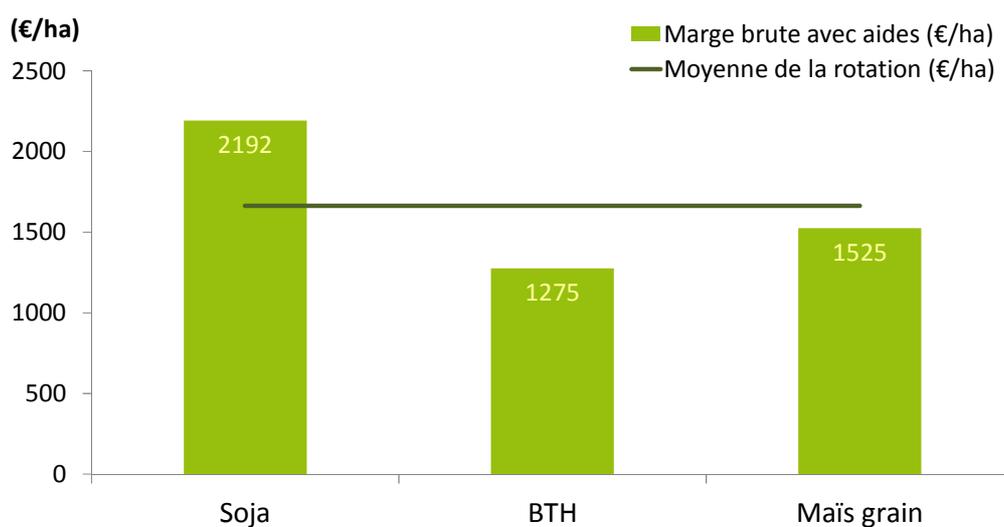
### REPERES ECONOMIQUES

#### Détail des charges et coûts de production complets

	Soja	BTH	Maïs grain
<b>Rendement (t/ha)</b>	3,7	4,5	9
Semences (€/ha)	180	89	543
Engrais (€/ha)	-	291	75
Autres intrants (€/ha)	198	-	188
Mécanisation « totale » (€/ha)	614	335	1062
Main d'œuvre « totale » (€/ha)	331	310	400
Autres charges fixes (€/ha)	141	141	141
Fermage (€/ha)	143	143	143
<b>Total charges (€/ha)</b>	<b>1607</b>	<b>1309</b>	<b>2552</b>
<b>Coût de production complet (€/t)</b>	<b>434</b>	<b>291</b>	<b>284</b>

Sur blé tendre et maïs, les niveaux de charges sont élevés et induisent un coût de production complet égal voire supérieur au prix de vente (c'est le cas pour le maïs, vendu 220 €/tonne). A l'inverse, le coût de production du soja est nettement inférieur à son prix de vente (600 €/tonne) ce qui permet d'assurer la rentabilité du système.

#### Marges brutes par culture et à la rotation



Les marges brutes du blé et du maïs sont inférieures à celles de la moyenne des cas-types. A l'inverse, la marge brute du soja se montre très intéressante. Elle est due en partie à un prix de vente élevé.

#### Marges brute et nette par culture et à la rotation

	Soja	BTH	Maïs grain	Rotation
<b>Marge brute (€/ha)</b>	<b>2192</b>	<b>1275</b>	<b>1525</b>	<b>1664</b>
<b>Marge nette (€/ha)</b>	<b>1158</b>	<b>520</b>	<b>43</b>	<b>574</b>

La marge nette du blé est moyenne, alors que celle du maïs souffre de charges de mécanisation et d'irrigation très élevées, d'où un résultat assez médiocre. La marge nette du soja, toujours très intéressante, permet de tirer l'ensemble de la rotation vers le haut. Au final, cette rotation courte possède l'une des meilleures marges nettes à l'hectare.

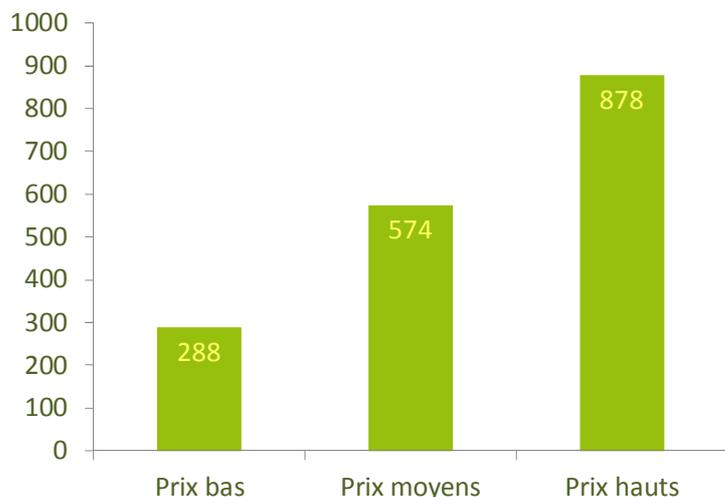


# Rotation courte irriguée



## Cas-types

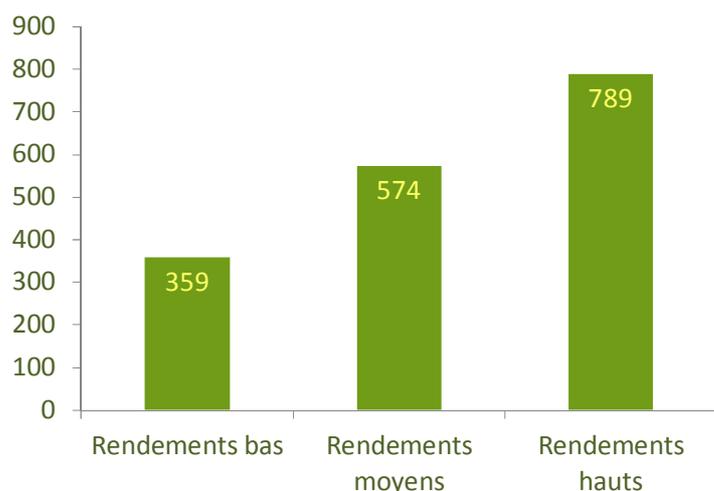
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges nettes en fonction du contexte de prix**

Cette rotation est une des plus sensibles aux variations du prix de vente des cultures (un tiers de maïs grain dans l'assolement). Alors qu'elle est très intéressante en contexte de prix moyens et encore plus en contexte de prix hauts, sa marge nette par hectare diminue fortement en contexte de prix bas. Elle demeure toutefois largement positive et permet d'assurer un revenu.

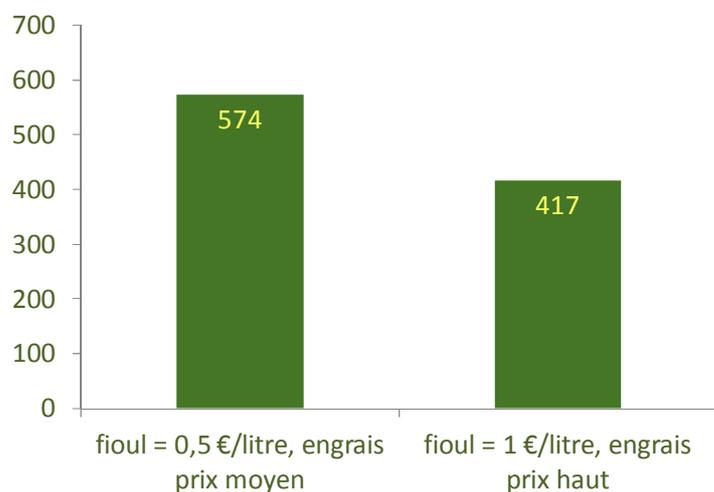
Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de rendement**

La bonne maîtrise des rendements permet au système de se montrer peu sensible aux variations de rendement. En contexte de rendements bas, elle reste la rotation la plus intéressante des cas-types.

Marges nettes avec aides (€/ha)



⇒ **Evolution des marges en fonction du contexte de prix des intrants (fioul et engrais)**

La rotation n'est pas très dépendante du carburant mais l'est plus des engrais organiques. Par ailleurs, le prix élevé des farines de plumes entraîne une perte de rentabilité lorsque les prix sont doublés. En conséquence, la rotation RA 2 est assez sensible à l'augmentation du prix des intrants, mais partant d'un bon résultat initial, elle reste particulièrement rentable.



# Rotation courte irriguée



## Cas-types

### REPERES TECHNIQUES

#### Mécanisation et consommation de carburant

	Soja	BTH	Maïs grain	Rotation
Charges méca. (hors irrig. et séchage maïs) en €/ha	335	335	603	424
Charges mécanisation « totales » en €/ha	614	335	1062	670
Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	70	50	100	70

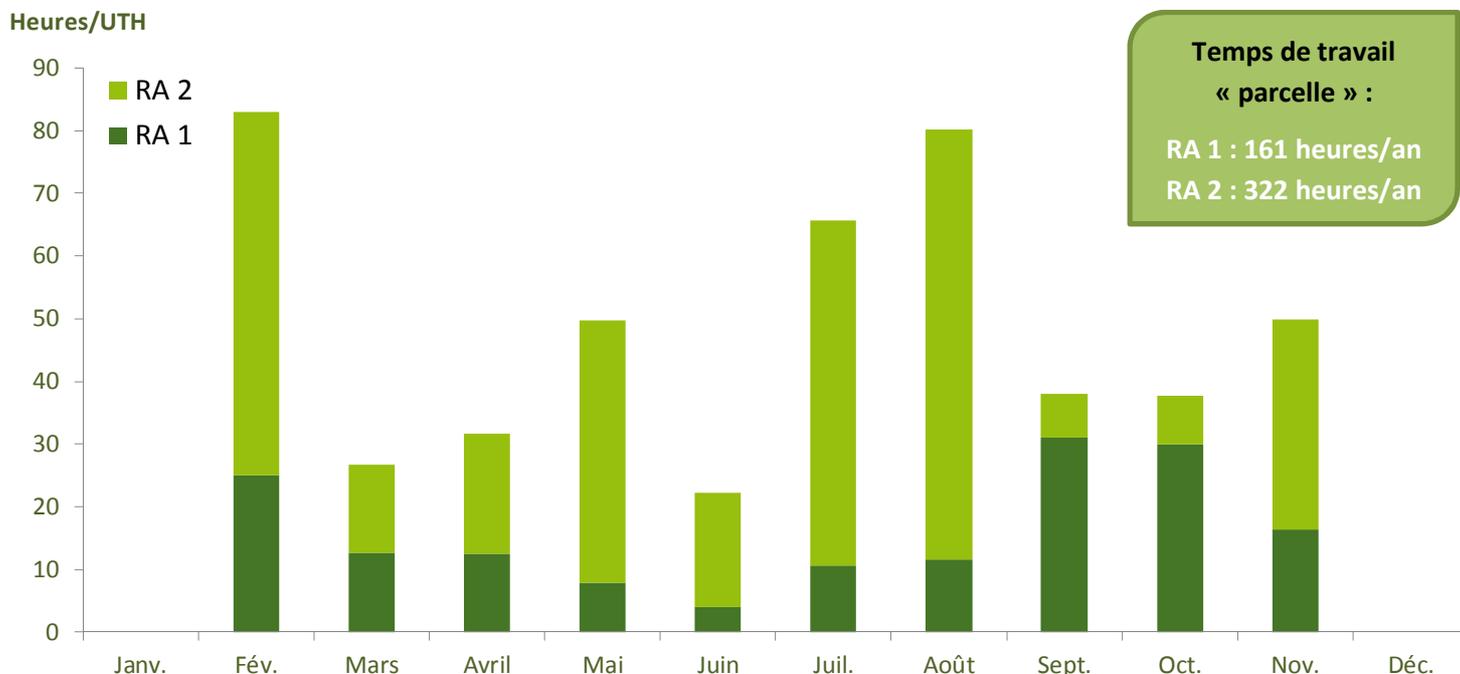
Les charges de mécanisation figurent parmi les plus élevées : pour les cultures d'été, soit deux tiers des surfaces, il est nécessaire d'implanter un couvert, d'avoir recours aux faux semis et de préparer le sol. Cela contribue largement à l'augmentation des charges. D'autre part, il faut y ajouter l'irrigation et le séchage du maïs. A l'échelle de la rotation, les charges de mécanisation totales sont très importantes. La consommation de carburant n'est pas très élevée (récoltes réalisées par entreprises).

#### Temps de travail « parcelle »

	Soja	BTH	Maïs grain	Rotation
Temps de traction (h/ha)	4,9	4	7,9	5,6
Temps de mise en place irrig. (h/ha)	3,8	-	4,3	2,7
Temps de travail « parcelle » (h/ha)	8,7	4	12,2	8,3

Le temps de traction est moyen, mais il faut y ajouter le temps de mise en place de l'irrigation. L'intensité de l'irrigation implique donc une importante augmentation du temps de travail « parcelle ».

#### Répartition annuelle du temps de travail « parcelle »



La rotation RA 2 demande beaucoup de temps de travail. En février, le labour d'hiver pour l'implantation des cultures d'été intervient. Pour le mois de mai, il s'agit principalement du semis des cultures d'été. Enfin, la plupart du temps de travail pour juillet et août est occupé par la mise en place de l'irrigation. A l'échelle de l'exploitation (RA 1 + RA 2), l'agriculteur effectue 480 heures/an, ce qui reste très inférieur à la limite fixée à 800 heures annuelles.



# Rotation courte irriguée



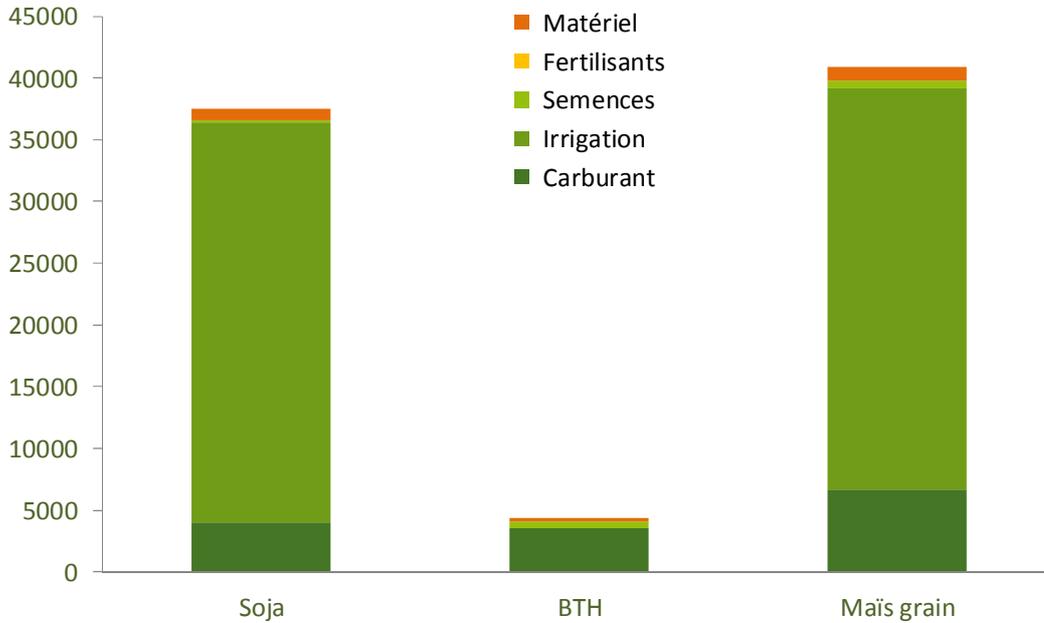
## Cas-types

### REPERES ENVIRONNEMENTAUX

Conso énergie primaire (MJ/ha)

Origine des consommations d'énergie primaire

⇒ Consommation d'énergie primaire

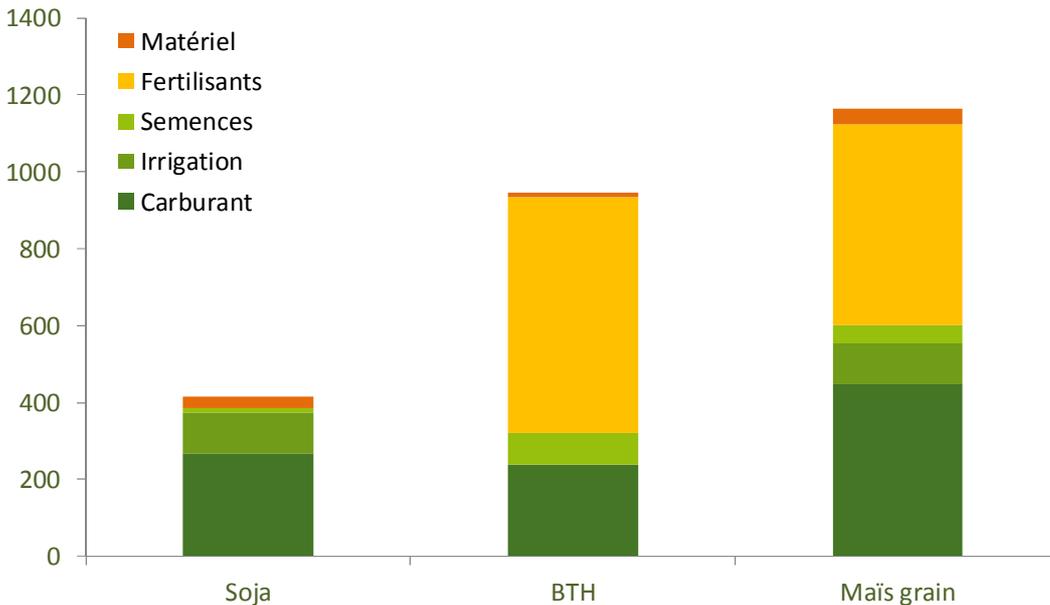


**Moyenne de la rotation :**  
27 580 MJ/ha

La consommation d'énergie primaire pour cette rotation est sans aucun doute la plus élevée des cas-types. L'irrigation y occupe une place très importante et l'acheminement de l'eau de la source jusqu'à la parcelle est très énergivore. La rotation RA 2 consomme environ 4 fois plus d'énergie primaire qu'une rotation non irriguée (courte ou longue).

kg éq. CO<sub>2</sub> / ha

⇒ Emissions de gaz à effet de serre



**Moyenne de la rotation :**  
840 kg éq. CO<sub>2</sub>/ha

L'irrigation occupe une place nettement moins importante dans les émissions de gaz à effet de serre. Cependant, le système RA 2 étant également assez dépendant de l'azote, ses émissions de gaz à effet de serre figurent parmi les trois plus importantes des cas-types.



## Tableaux récapitulatifs

	C 1	C 2	IDF 1	IDF 2	IDF 3	PC 1	PC 2	PDL 1	PDL 2	RA 1	RA 2	
<b>Rotation</b>	Durée de la rotation (années)	8	8	10	9	6	9	5	3	5	6	3
	Rotation	luz - blé - trit - févP - blé - OH	luz - blé - bett rouge - blé - maïs - févH - blé	luz - blé - trit - av - févP - blé - OP - jach TB - blé	luz - blé - colza - blé - févH - blé - OP	fév P - blé - maïs - trit/pois - blé - trit	luz - blé - maïs - févH - trit - tourn - OH	fév H - blé - OH - tourn - blé	fév H - blé - maïs	févP - blé - tourn - blé - trit/pois	luz - blé - blé - tourn	soja - blé - maïs
	Luzerne	3 ans	2 ans	2 ans	3 ans	sans	3 ans	sans	sans	sans	3 ans	sans
	Irrigation	non	oui	non	non	non	oui	non	oui	non	non	oui
	Surface (ha)	128	88	130	180	126	45	60	57	55	54	39
	Main d'œuvre (UTH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Potentiel de sol	moyen	bon	très bon	très bon	moyen à bon	moyen	bon	moyen	moyen	moyen	Bon
<b>Repères agronomiques</b>	% de légumineuses (luzerne ramenée à 1 an, hors couverts végétaux)	33%	29%	33%	29%	33%	29%	20%	33%	40%	25%	33%
	Nombre d'engrais verts	-	-	1 / 10 ans	1 / 9 ans	1 / 6 ans	-	-	-	1 / 5 ans	1 / 6 ans	1 / 3 ans
	Quantité d'azote totale apportée par les engrais organiques (kg/ha/an)	21	46	13	24	60	40	60	83	35	17	61
	Quantité d'azote totale apportée par les amendements organiques (kg/ha/an)	-	-	27	-	60	-	-	-	-	-	-
	Bilan N CORPEN (kg/ha/an)	-8	-7	-12	-18	47	-3	14	20	-6	-6	-12
	Bilan N revu pour RotAB (kg/ha/an)	15	-5	-2	4	7	4	-4	4	-3	15	-14
	Quantité d'azote résiduel laissé par les engrais organiques (kg/ha/an)*	12	25	5	11	29	24	36	42	20	12	34
	Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> CORPEN (kg/ha/an)	-9	-9	-26	-38	80	-17	4	36	7	-13	-12
	Bilan P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> revu pour RotAB (kg/ha/an)	-17	-18	-29	-38	47	-23	-5	14	-2	-20	-20
	Bilan K <sub>2</sub> O (kg/ha/an)	-114	-41	-25	-51	78	-76	-8	44	12	-56	-15
	% de cultures de printemps (hors luzerne)	20%	33%	25%	17%	33%	33%	20%	33%	40%	33%	67%
	% de cultures binées (hors luzerne)	0%	50%	63%	33%	67%	33%	20%	100%	80%	33%	67%
	Nombre moyen de déchaumages (/ha/an)	2,4	1,6	2,5	2,5	2,1	1,5	2,2	1,3	1	1,6	1
Labour (S = systématique)	S sauf avant luz.	S sauf avant luz.	S	4 ans / 9	S	S sauf avant luz.	S	2 ans / 3	S	S	S	

\*Azote « non utilisé » = azote total – azote disponible et utilisé par les cultures



		C 1	C 2	IDF 1	IDF 2	IDF 3	PC 1	PC 2	PDL 1	PDL 2	RA 1	RA 2
<b>Rotation</b>	Durée de la rotation (années)	8	8	10	9	6	9	5	3	5	6	3
	Rotation	luz - blé - trit - févP - blé - OH	luz - blé - bett rouge - blé - maïs - févH - blé	luz - blé - trit - av - févP - blé - OP - jach TB - blé	luz - blé - colza - blé - févH - blé - OP	fév P - blé - maïs - trit/pois - blé - trit	luz - blé - maïs - févH - trit - tourn - OH	fév H - blé - OH - tourn - blé	fév H - blé - maïs	févP - blé - tourn - blé - trit/pois	luz - blé - blé - tourn	soja - blé - maïs
	Luzerne	3 ans	2 ans	2 ans	3 ans	sans	3 ans	sans	sans	sans	3 ans	sans
	Irrigation	non	oui	non	non	non	oui	non	oui	non	non	oui
	Surface (ha)	128	88	130	180	126	45	60	57	55	54	39
	Main d'œuvre (UTH)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Potentiel de sol	moyen	bon	très bon	très bon	moyen à bon	moyen	moyen	bon	moyen	moyen	Bon
<b>Repères économiques</b>	Rendement moyen du blé (t/ha)	3,5	4	4,7	4,5	4,2	4,5	3,5	3,7	3,1	3,5	4,5
	Coût de production complet moyen du blé (€/t)	318	336	225	236	288	224	330	311	349	320	291
	Marge brute rotation (€/ha)	984	2060	1312	1215	1142	1101	1110	1298	987	910	1664
	Marge nette rotation (€/ha)	364	735	510	572	339	358	341	419	237	265	574
	Marge nette exploitation (€/UTH)	46 600	64 600	67 000	102 900	43 100	36 600	36 600	36 900	36 900	36 700	36 700
<b>Repères techniques</b>	Investissement valeur à neuf matériel (€)	348 450	410 050	539 866	475 450	459 500	368 050	368 050	362 450	362 450	188 900	188 900
	Charges de mécanisation « parcelle » (€/ha)	242	519	399	244	403	264	393	390	242	519	399
	Charges de mécanisation « totales » (€/ha)	242	610	399	244	452	366	393	507	242	610	399
	Consommation de carburant hors ETA (l/ha)	56	72	102	54	125	59	90	105	56	72	102
	Consommation de carburant avec ETA (l/ha)	97	112	102	79	128	107	105	111	97	112	102
	Temps de traction (heures/ha)	3,3	5,9	5,9	2,5	6,6	3,9	5,8	6,7	3,3	5,9	5,9
	Temps de mise en place irrigation (heures/ha)	-	0,6	-	-	-	0,5	-	0,8	-	0,6	-
	Temps de travail par UTH (heures/UTH/an)	418	571	770	446	833	547	547	830	830	484	484
<b>Energie et GES</b>	Consommation d'énergie primaire (MJ/ha)	5187	9704	5480	4172	6934	9297	5742	10768	6188	6460	27580
	Production d'énergie brute (MJ/ha)	100324	118476	91208	102255	66042	94191	52708	79697	48724	99557	95416
	Emissions de gaz à effet de serre (kg éq. CO <sub>2</sub> /ha)	491	715	605	441	1368	643	771	943	646	576	841





## Programme RotAB

Connaître, caractériser et évaluer les rotations en systèmes de grandes cultures biologiques

# Performance des systèmes de grandes cultures biologiques : principales tendances



## **Analyse des cas-types à dire d'experts**

Les indicateurs mis en place lors de la construction des cas-types et présentés dans leur description permettent une première évaluation des performances des rotations à dire d'experts.

L'analyse des onze rotations met tout d'abord en évidence l'importance des contextes agronomique (potentiel de sol, climat, niveau d'enherbement...) et socio-économique (débouchés, prix et disponibilité des intrants, main d'œuvre...) dans les choix de succession des cultures mais aussi sur la gestion globale du système de culture (itinéraires techniques, choix des matériels,...).

Deux facteurs semblent ensuite particulièrement discriminants concernant l'évaluation des systèmes : la présence de luzerne (fortement liée à l'existence d'un débouché permettant sa valorisation) et la possibilité ou non d'irriguer. Ainsi :

- ✓ La durabilité agronomique du système est un objectif primordial, notamment concernant le maintien de la fertilité des sols et la gestion de l'enherbement. L'autonomie azotée du système et la maîtrise de l'enherbement apparaissent nettement favorisées par la luzerne. Son rôle de légumineuse permet en effet de restituer aux cultures suivantes une partie de l'azote atmosphérique fixé ; son pouvoir couvrant ainsi que les fauches répétées participent de manière importante à la maîtrise des adventices, en particulier du chardon. Toutefois, l'insertion de la luzerne dans les rotations dépend fortement des possibilités de valorisation, l'existence d'un débouché étant indispensable pour que les agriculteurs en tirent des bénéfices économiques. Bien que la luzerne constitue un atout pour une meilleure durabilité agronomique, une bonne gestion des systèmes sans luzerne est possible grâce à d'autres alternatives (rotations, apports de matières organiques, désherbage mécanique en culture, gestion de l'interculture, etc.).

Alors que les systèmes avec luzerne semblent plus durables en termes de gestion de l'azote et de l'enherbement, ils semblent plus fragiles sur la gestion des nutriments P et K. Leur autonomie azotée implique en effet une raréfaction des apports extérieurs et donc des balances P et K moins contrôlées.

- ✓ Sur le plan économique, la rentabilité à la rotation des cas-types étudiés est assurée. Il est difficile néanmoins de dégager des tendances : la structure même de la rotation, les débouchés, le potentiel du sol, les choix stratégiques de l'agriculteur ou encore la disponibilité et le prix des intrants sont autant d'éléments qui rendent complexe une classification des systèmes selon des critères économiques. Il est donc essentiel de retenir que la réussite économique des rotations et, plus largement, des systèmes de culture est très fortement liée au contexte dans son sens large (sol, climat, débouchés...). L'irrigation apporte une sécurité en termes économiques dans la mesure où elle permet l'insertion de cultures à forte valeur ajoutée et assure les rendements en conditions sèches. Il faut cependant pour cela disposer d'un matériel d'irrigation adapté aux besoins de l'exploitation. Les rotations avec de la luzerne sont moins sensibles aux variations de contexte de prix de vente (prix de vente de la luzerne dépendants de la qualité et relativement stables), mais aussi aux variations des prix des intrants (moindre dépendance à l'azote à l'échelle de la rotation).
- ✓ Du point de vue du confort de travail, la luzerne permet clairement une réduction du temps de travail pour l'agriculteur lorsque celle-ci est récoltée par une entreprise. L'irrigation, en particulier lorsqu'elle est utilisée de manière « intensive », demande quant à elle un investissement en temps important, généralement concentré sur une période réduite (période pendant laquelle les besoins en eau des cultures sont les plus élevés).
- ✓ Enfin, sur des aspects énergétiques et environnementaux, l'irrigation telle que nous l'avons considérée (installations électriques uniquement) implique d'importantes consommations d'énergie primaire non renouvelable. A l'inverse, la luzerne, grâce à l'autonomie azotée qu'elle apporte à l'échelle de la rotation, permet de limiter les émissions de gaz à effet de serre de par la moindre utilisation des engrais et amendements organiques.



## **Evaluation multicritère des rotations par l'outil MASC-AB : une approche complémentaire**

Un des autres axes du travail réalisé dans le cadre du programme RotAB a consisté à adapter l'outil d'évaluation multicritère MASC aux spécificités des systèmes de grandes cultures biologiques, ce qui a permis de compléter l'évaluation des cas-types présentés jusqu'ici par l'utilisation de MASC-AB. Le détail de la démarche et des résultats de l'évaluation de la durabilité des cas-types RotAB à l'aide de l'outil MASC-AB sont présentés dans le rapport d'étude Colomb *et al.* 2011. Seuls les principaux résultats sont présentés ici.

L'outil MASC-AB est un modèle qui permet d'analyser les systèmes de cultures grâce à des indicateurs nombreux et variés. Il présente l'avantage d'aborder certains aspects non considérés dans l'analyse à dire d'experts. Il s'agit par exemple de la notion de pénibilité du travail, d'indépendance économique, de maintien de la fertilité dans son sens le plus large, de préservation de l'environnement (ressources abiotiques, biodiversité, du milieu physique), etc.

L'agrégation des critères de base sous une forme graphique (en radar) traduit les résultats de chaque système sous une forme visuelle. Il est ensuite possible de faire ressortir les forces et les faiblesses de chaque système et d'identifier les éventuelles pistes d'amélioration en rentrant dans le détail des notes obtenues.

Les représentations graphiques MASC-AB des onze rotations des cas-types sont présentées dans les pages suivantes.

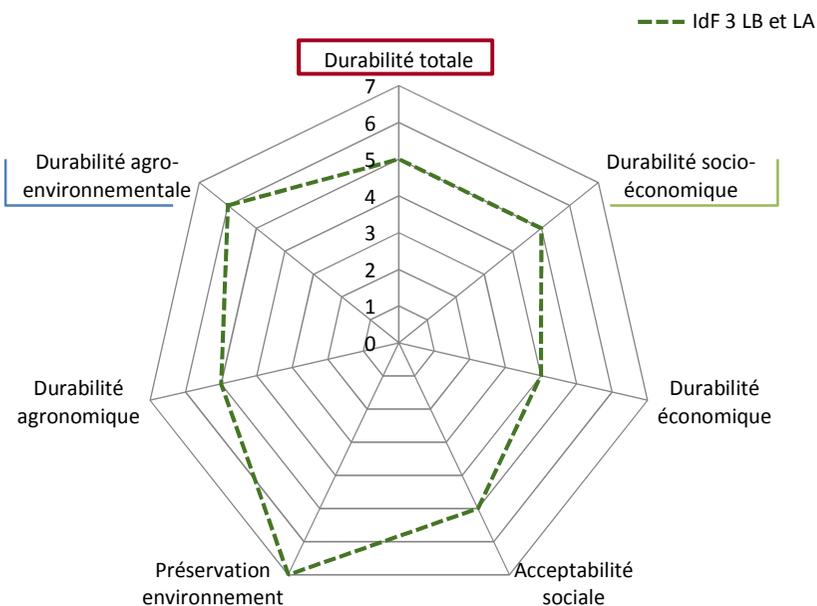
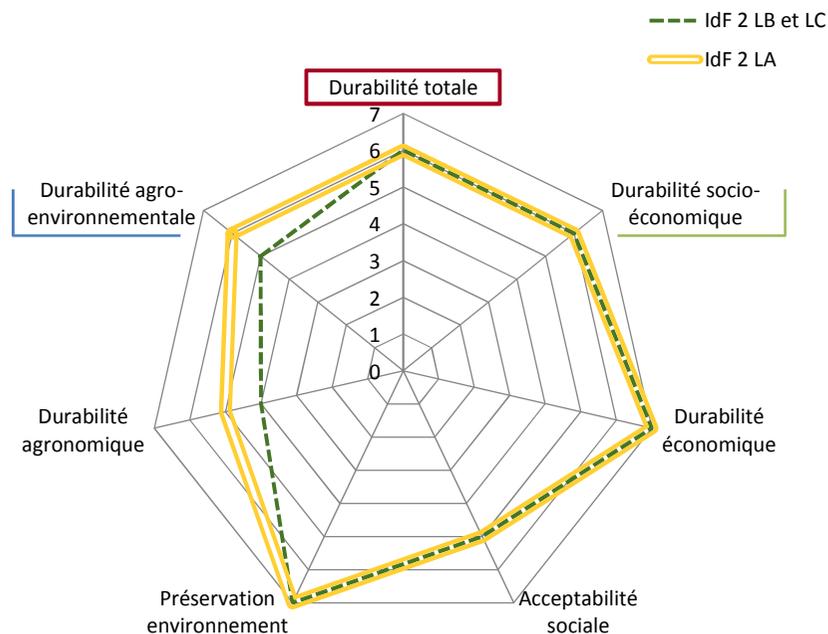
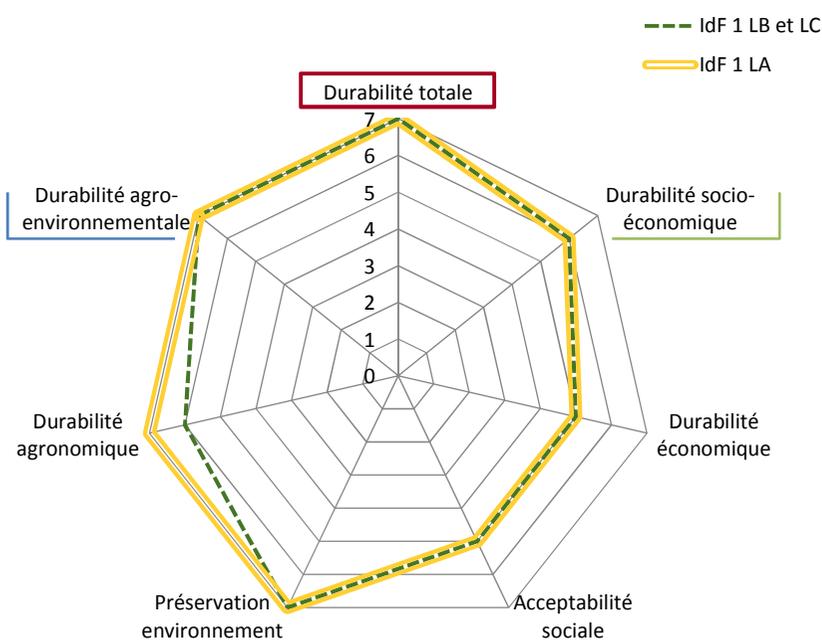
L'analyse de ces représentations graphiques permet d'établir des comparaisons et donc de tenter des regroupements. Quatre classes de rotations se dessinent, se rejoignant tant par leur note de durabilité totale que par leur profil général.

<b>Durabilité totale = 4/7 (moyenne).</b> Durabilité socio-économique moyenne, parfois fragile, en conséquence de quelques difficultés sur le plan agronomique. Durabilité agronomique correcte moyennant des efforts en termes de maintien de la fertilité ou de lutte contre les adventices. Durabilité environnementale très bonne. Il s'agit de rotations assez courtes (5 ans), sans luzerne et non irriguées.	PDL 2 ; PC 2
<b>Durabilité totale = 5/7 (assez bonne).</b> Durabilité socio-économique assez bonne, bien que parfois encore moyenne économiquement. Potentiel de sol moyen à bon. La durabilité agronomique s'améliore également. Il s'agit de systèmes assez variés (avec ou sans luzerne, irrigués ou secs).	PDL 1 ; PC 1 ; IDF 3 ; RA 1
<b>Durabilité totale = 6/7 (bonne)</b> Bonne durabilité socio-économique (rentabilité et indépendance, temps de travail parfois affecté). Il s'agit en effet des systèmes pour lesquels les marges sont les plus importantes (contexte pédoclimatique très favorable, débouchés assurés). Durabilité agro-environnementale assez bonne à bonne selon la diversité de la rotation et la présence d'irrigation.	C1 ; C2 ; RA 2 ; IDF 2
<b>Durabilité totale = 7/7 (très bonne)</b> Durabilité socio-économique bonne (combinaison intéressante entre économie et acceptabilité sociale). Ce système profite d'une durabilité agro-environnementale très bonne, grâce à une rotation non irriguée et assez diversifiée dans un contexte général très favorable.	IDF 1

De manière générale, l'évaluation des cas-types avec MASC-AB va dans le sens des évaluations faites à dire d'experts.



## Evaluation multicritère MASB-AB : représentations graphiques



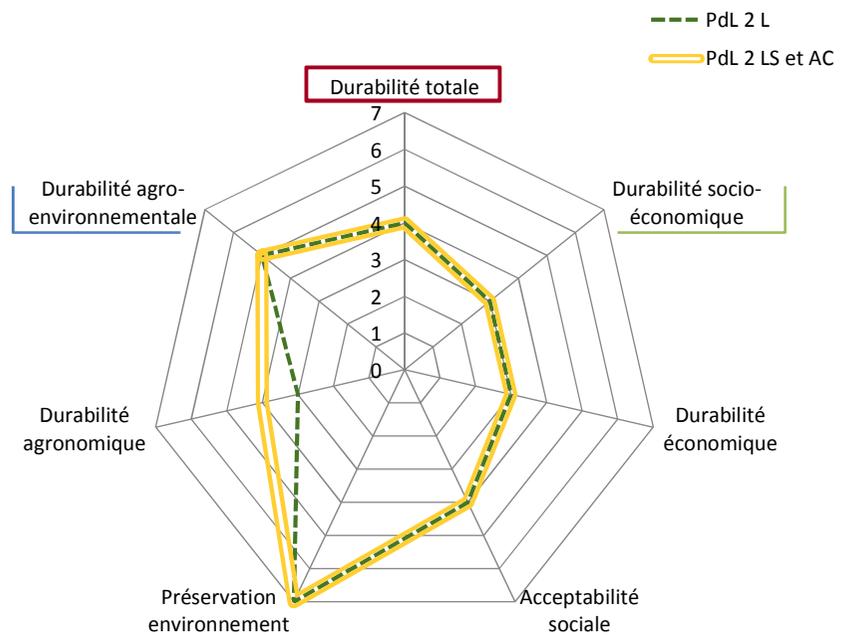
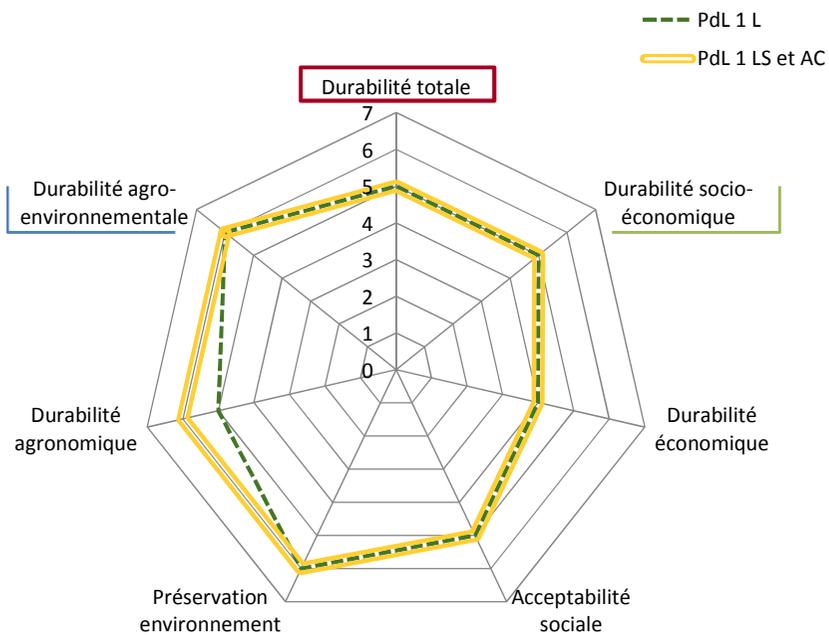
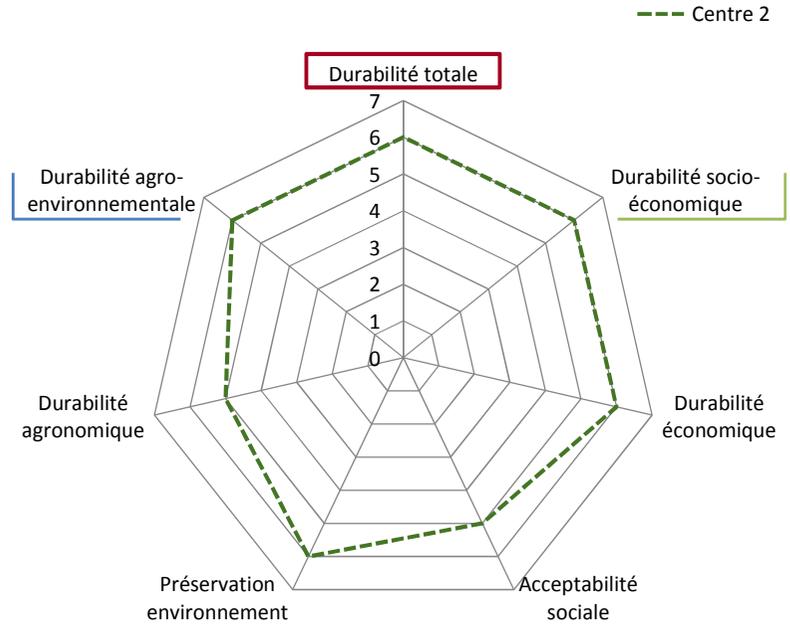
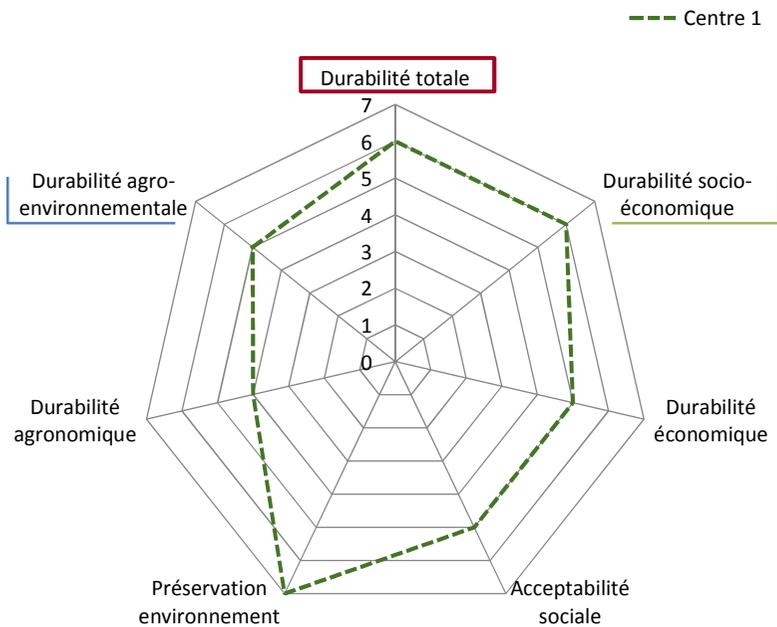
**Durabilité Socio-économique** = agrégation de la durabilité économique et de l'acceptabilité sociale

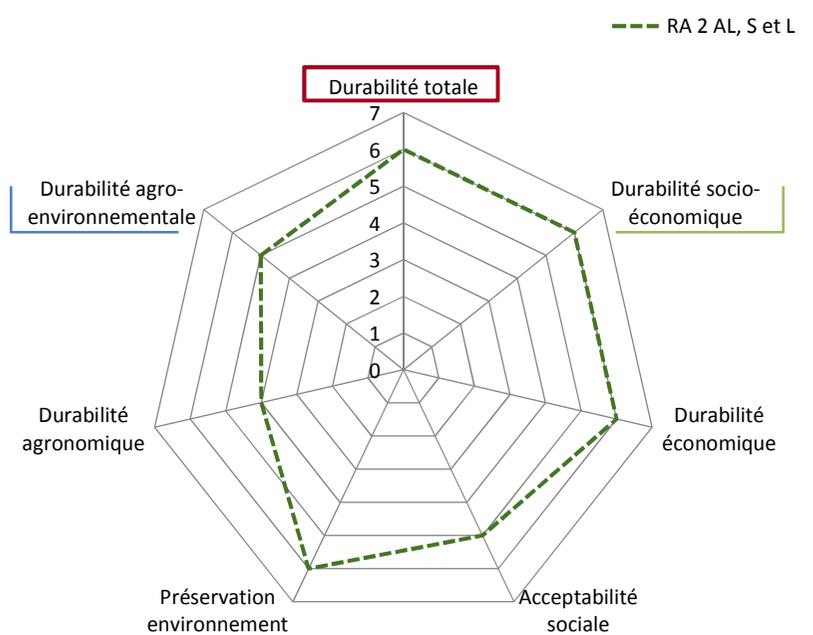
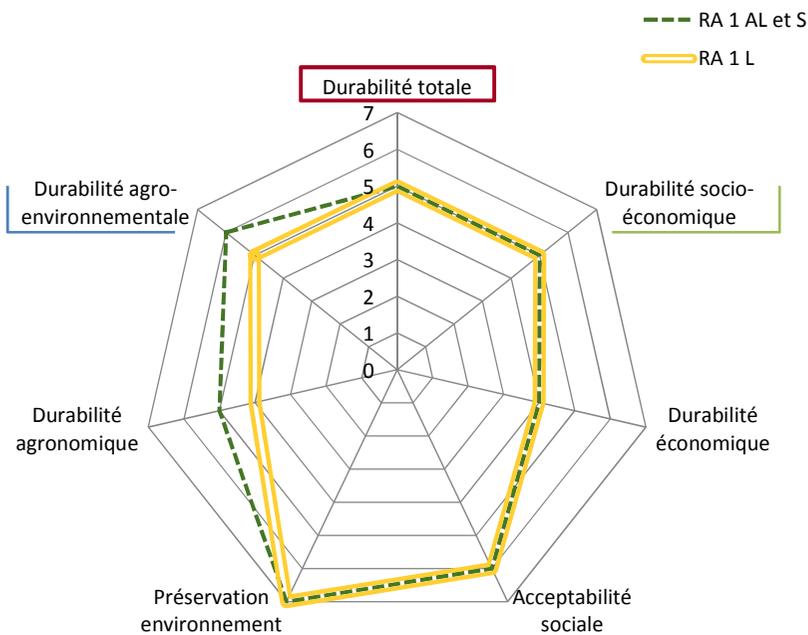
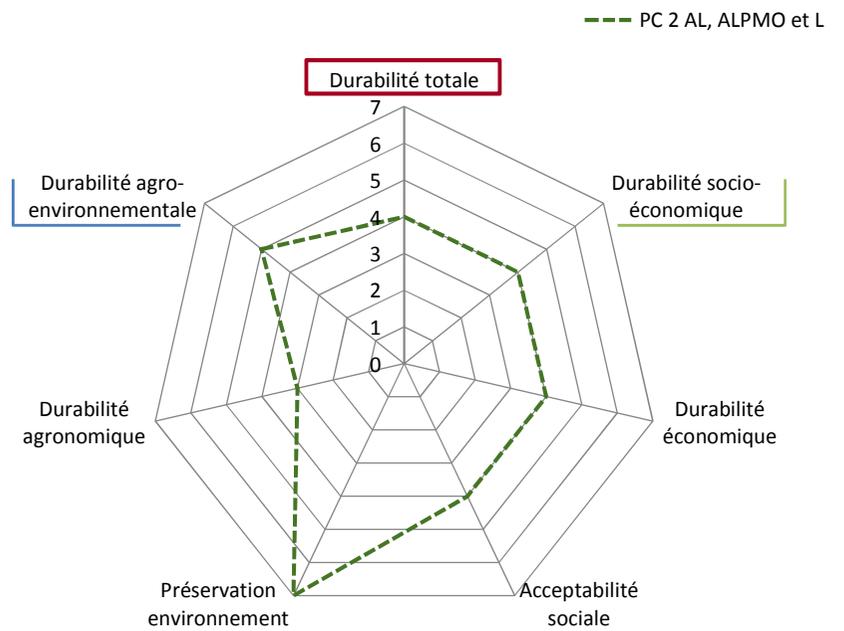
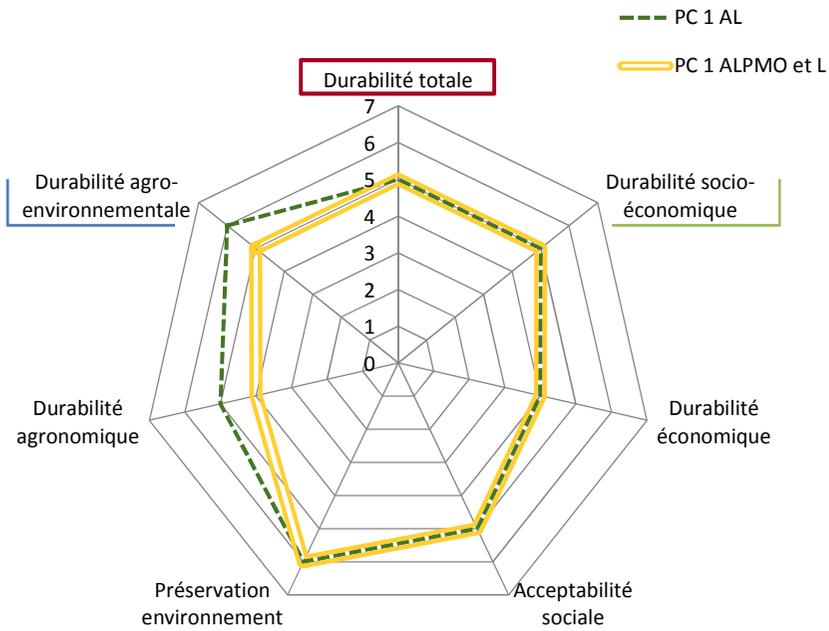
**Durabilité agro-environnementale** = agrégation de la durabilité agronomique et de la préservation de l'environnement

**Durabilité totale** = agrégation de la durabilité agro-environnementale et de la durabilité socio-économique (1 = très mauvaise ; 4 = moyenne ; 7 = très bonne)

### Légende :

IDF : Ile-de-France	L : limons	LB : limons battants
PdL : Pays de la Loire	LC : limons calcaires	LA : limons argileux
PC : Poitou-Charentes	LS : limons sableux	S : sables
RA : Rhône-Alpes	AC : argilo-calcaires	AL : argilo-limoneux
	ALPMO : argilo-limoneux pauvres en matière organique	







## **Conclusion : la rotation, reflet du contexte pédoclimatique, des débouchés et des objectifs de l'agriculteur**

L'analyse des cas-types à dire d'experts, complétée par l'évaluation multicritère par l'outil MASC-AB, permet une meilleure compréhension des systèmes de grandes cultures biologiques, tant dans leur fonctionnement global que sur des aspects plus détaillés. Ces huit cas-types et onze rotations répartis dans cinq régions françaises offrent d'autre part une appréciation des systèmes possibles dans des conditions variées.

Bien que la présence de luzerne et l'irrigation soient apparus comme des critères prégnants dans le classement des rotations au cours de notre analyse – l'une et l'autre permettant d'améliorer globalement les systèmes – la durabilité des systèmes de culture demeure très complexe et dépendante de nombreux autres facteurs.

Chaque rotation est finalement un équilibre complexe entre de multiples critères, parfois en synergie, parfois antagonistes : le choix des cultures (y compris les cultures intermédiaires) et de leur ordre de succession se fait en effet en fonction :

- du type de sol et du climat,
- de l'historique des parcelles : état du sol, niveaux de salissement et de fertilité initiaux,
- des débouchés rendant possible ou non la valorisation locale de certaines cultures (en particulier luzerne et cultures de niche),
- du matériel et de la main d'œuvre à disposition,
- etc.

Les choix stratégiques de l'agriculteur (niveau d'équipement de l'exploitation, recours aux matières organiques extérieures), qui peuvent parfois être totalement dépendant du contexte local, ont aussi une influence sur les résultats de la rotation, tant économiques qu'agro-environnementaux.

Globalement, les rotations étudiées présentent des niveaux de durabilité corrects tout en exprimant une grande diversité. Cette première approche met donc en évidence qu'il n'existe pas de système idéal en tout point et applicable à toutes les situations : des systèmes de production aux orientations différentes peuvent être durables dans la mesure où ils sont bien adaptés au contexte local.

*Cette étude sur les rotations céréalières biologiques sans élevage permet des premières analyses et apporte de nombreuses références technico-économiques. Ces cas-types pourront par ailleurs servir de support à la réalisation d'autres analyses ou simulations (variations du contexte économique ou réglementaire), ou à la construction des cas-types dans d'autres régions.*



## La rotation

est une construction ordonnée de la succession d'espèces cultivées sur une même parcelle. Elle a pour objectif d'assurer des conditions favorables au développement des cultures, en favorisant la fertilité du sol et en minimisant le développement de bio-agresseurs.

Les réflexions autour de la rotation des cultures sont au cœur de la gestion des systèmes de grandes cultures en AB, en particulier ceux sans élevage qui ne bénéficient pas des engrais de ferme et des prairies. Les effets agronomiques de la rotation sont alors les premiers leviers activés pour maintenir la fertilité du sol et contrôler les bio-agresseurs (adventices, ravageurs, maladies). L'objectif étant de garantir le revenu de l'agriculteur (donc d'optimiser la place des cultures de vente) tout en limitant les impacts environnementaux, le choix de la rotation (choix des cultures, de leur succession, de la gestion de l'interculture) est complexe et souvent le fruit de compromis. La présentation et l'analyse des cas-types présentés dans cette brochure donne des clés de compréhension sur quelques rotations contrastées, leurs atouts, leurs contraintes en termes agronomiques, économiques, technique et environnementaux.

Ce document, fruit d'un travail collectif dans le cadre du CAS DAR « RotAB », fait ainsi état de huit « cas-types » en systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage, représentant 11 rotations dans cinq régions partenaires du projet (Centre, Ile-de-France, Pays de la Loire, Poitou-Charentes, Rhône-Alpes).

Construits à partir de nombreuses références en concertation avec des experts régionaux, ces cas-types ont pour vocation de fournir une représentation de ce qui se fait dans la réalité. De la rotation aux itinéraires techniques cultureux en passant par le parc matériel, chaque cas-type est constitué d'un ensemble de données qui permet à la fois de comprendre le fonctionnement global du système tout en gardant la possibilité d'aller dans le détail.

Support de travail et invitation à la réflexion pour les agents du développement (Chambres d'Agriculture, Groupements Professionnels bio, Coopératives...) et de la formation (enseignants, étudiants), mais aussi pour les agriculteurs souhaitant faire évoluer leurs systèmes de culture, les cas-types RotAB apportent de nombreux repères économiques, techniques, agronomiques et environnementaux.

Avec le soutien financier de :



RotAB est un programme de recherche centré sur l'étude des rotations pratiquées ou à recommander en systèmes de grandes cultures biologiques. Elles sont le moyen-clé pour gérer la fertilité des sols et protéger les cultures, pour limiter les impacts environnementaux tout en assurant la viabilité économique de la ferme.

Les résultats du programme sont disponibles sur le site de l'ITAB [www.itab.asso.fr](http://www.itab.asso.fr)

RotAB est un projet d'innovation et de partenariat du CAS DAR du MAP (Compte d'Affectation Spéciale du Développement Agricole et Rural - Ministère de l'Agriculture). Financements 2008-2010.

Pilotage : ITAB.

Partenaires : ARVALIS - Institut du végétal, Chambres d'Agriculture de la Drôme, de Seine-et-Marne, des Pays de la Loire, Agrobio Poitou-Charentes, Bio Centre, CREAB Midi-Pyrénées, INRA UMR AGIR, Groupe ESA, ISARA Lyon, Agrocampus Ouest.

