



Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec **pois, colza et blé** (Casdar 7-175)

Anne Schneider (UNIP)
et
Benoît Carrouée (UNIP),
Francis Flénet (CETIOM),
Marie-Hélène Jeuffroy (INRA),
Thomas Nemecek (Agroscope ART)


MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT
avec la contribution financière
du compte d'affectation spéciale
« Développement agricole et rural »

 **RELANCE
AGRONOMIQUE**

 **PoisColzaBlé**

Sommaire 2

- Contexte, objectifs et structure du projet
- Principaux résultats et perspectives
 - I. Le colza avec un précédent protéagineux
 - II. Références environnementales mesurées sur le terrain
 - III. Quantification des effets précédents et intégration dans les indicateurs économiques
 - IV. Analyses économiques et environnementales des systèmes avec/sans protéagineux
- Diffusion

 **RELANCE
AGRONOMIQUE**

Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

Contexte: Diminution du nombre d'espèces cultivées en France (et en Europe) 3

Depuis années 2000: **renforcement de la prédominance de 3 principales grandes cultures** : céréales à paille, maïs grain et colza

(Schott et al., OCL, 2010)

Exemple Bassin de la Seine : Colza-blé-orge

Source : enquête TerUti-Lucas

Légende
Evolution des triplets de cultures
Différence entre 2006-09 et 1992-95

de -5 à -2%
de -2 à -1%
de -1 à 1%
de 1 à 2%
de 2 à 5%
de 5 à 10%
de 10 à 15%
> à 15%
PRA non renseignées

- Quid de la **durabilité** agronomique ? *résistance aux herbicides, productivité sols, etc.*
- Quid des enjeux sociétaux de **développement durable** ?

RELANCE AGRONOMIQUE

Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza et blé 4

Janvier 2008 à avril 2011

Projet multi-partenaire autour de quelques questions:

Conséquences de l'introduction d'une **autre culture** ? Comment **optimiser** de telles rotations ?
 Quid du **pois en précédent du colza** ? Quels **flux azotés** dans ces successions ?
 Performances agronomiques et économiques et environnementales ?

Pois Colza Blé

Deux objectifs

1. Optimiser des rotations avec Colza, Blé et Pois sur le plan économique et environnemental
2. Acquérir des références sur les effets environnementaux des protéagineux en rotation

Six actions

Expérimentations au champ

Modélisations

A1. Tests de faisabilité de la culture de colza avec précédent pois comparé au précédent habituel céréales à pailles, en parcelles agriculteurs

A2. Essais de réponse du colza à l'apport N minéral en fonction du précédent

A3. Essais segments sur 3 ans de succession en station expérimentale

A4. Modélisation et optimisation économique de rotations à base de colza, blé et pois dans différentes régions et systèmes de culture

A5. Evaluation des impacts environnementaux

A6. Coordination, synthèse et diffusion

RELANCE AGRONOMIQUE

Casdar 7-175

5

Partenariat et management

Dix partenaires **Coordination UNIP**



UNIP
Interprofession
des protéagineux



CETIOM
Centre technique des oléagineux
et du chanvre industriel



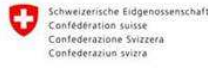
ARVALIS
Institut du végétal



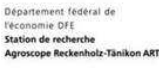
MAYENNE
MOSELLE
NIEVRE
YONNE
CHAMBRE D'AGRICULTURE



INRA



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra



Département fédéral de
l'économie DFE
Station de recherche
Agroscope Reckenholz-Tänikon ART



ESA
ÉCOLE
SUPÉRIEURE
D'AGRICULTURE
D'ANGERS

- 3 ITAs: mieux appréhender l'approche systèmes de culture
- Implication forte INRA et CETIOM dans la coordination des tâches
- Implication directe des Chambres d'agriculture : ancrage régional (cas types régionaux)
- Forte motivation des partenaires
- Richesse des données et résultats engendrés




6

I. La succession innovante « Pois-Colza »



Amélioration des performances économiques et environnementales
de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

Faisabilité technique du colza avec un précédent pois⁷ Parcelles agriculteurs 2008/10

Observations rassurantes et positives :

- Implantation et travail du sol: facilités
- Fertilisation azotée : réduite
- Rendement: augmenté
- Pression sclérotinia : équivalente (mais faible pression)
- Enherbement: pas de pression géranium, autres adventices: peu de mesures mais à priori effets plutôt positifs

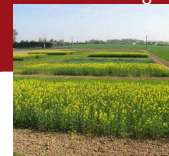


Même si ...

- A confirmer dans (i) d'autres situations pédo-climatiques,
(ii) le cas d'une année à **forte pression sclérotinia**
- Surveiller l'itk du précédent (rémanence d'herbicide, date de récolte)
- Autres questions à confirmer pour maîtriser l'ITK:
 - Différence de vigueur du peuplement en précédent pois?
 - Diminution du risque limace en précédent pois ?
 - Faire l'économie des AGF en non labour ?
 - Qualité d'implantation et semis direct ?

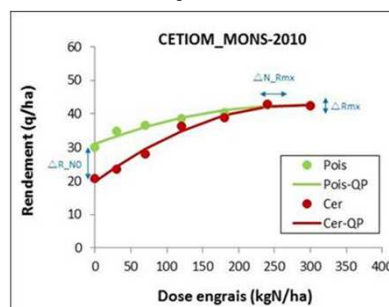
Courbes de réponse du colza à la dose azotée

8



► Rendement du colza selon précédent cultural et dose d'engrais N

Valeurs moyennes		
ΔN_{Rmx}	-31 kgN/ha	7 essais
ΔR_{N0}	4,1 q/ha	12 essais
ΔRmx	0,0 q/ha	7 essais



Exemple
expérimentation
de Mons (80) en
2010
(représentatif de
la moyenne des
essais retenus).

► La marge brute maximale est atteinte avec de près de :

**50kg/ha d'azote en moins et
0.5 q/ha de rendement en plus**

De plus, les plages de quasi-équivalence de marges étant encore plus larges, le précédent pois peut faciliter la prise de décision pour opter pour le « bas de la plage » car il réduit le risque d'une sous-estimation de la dose N sur colza par rapport à la dose optimale a posteriori.

Retombées: Colza de pois = voie de progrès pour améliorer le bilan environnemental du biodiesel

9

En prenant colza de pois: + 0,6 q/ha et 49 kg N / ha (*)

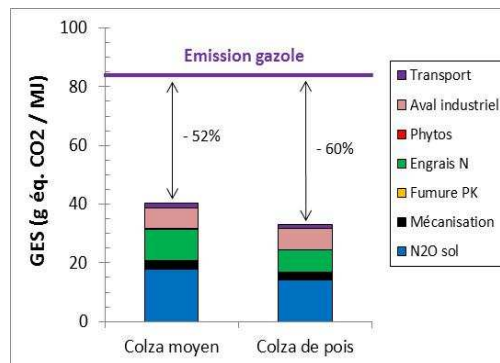
(*) moyenne statistique étude modélisation économique des courbes de réponses du colza à la dose azotée selon le précédent (Action 2 du PCB)

- Coût énergétique agricole du colza de pois réduit de **-20 %** (/ au colza moyen France)
- Pour la filière de production du biodiesel, le rendement énergétique augmente de **10 %**

► La réduction des GES apportée par le précédent pois permet au biodiesel de passer au dessus du seuil de 50 % fixé par la Directive 2009/28/CE



RELANCE
AGRONOMIQUE



Le colza après le pois

10

Perspectives:

- **Références complémentaires** via des expérimentations en station et tests de faisabilité chez l'agriculteur pour :
 - ajuster la réglette azote du CETIOM pour le pilotage N du colza
 - optimiser l'itinéraire technique de ce segment
- **Cumul du colza suivant un pois ou du colza associé avec une légumineuses compagne**
(cf stratégies d'intégration des légumineuses dans les systèmes)

RELANCE
AGRONOMIQUE

Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

11

II. Les références environnementales mesurées sur le terrain

RELANCE
AGRONOMIQUE

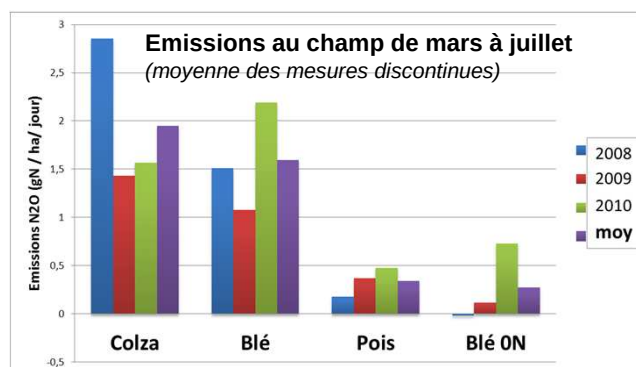
Amélioration des performances économiques et environnementales
de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

12

Emissions N₂O selon les cultures

Expérimentation à Grignon (78) pendant 3 ans

- Un effet fort de la fertilisation N de la culture en place sur les émissions printanières
- Le pois se comporte comme le blé non fertilisé



► Absence
d'émissions de
N₂O liées à la
fixation azotée

RELANCE
AGRONOMIQUE

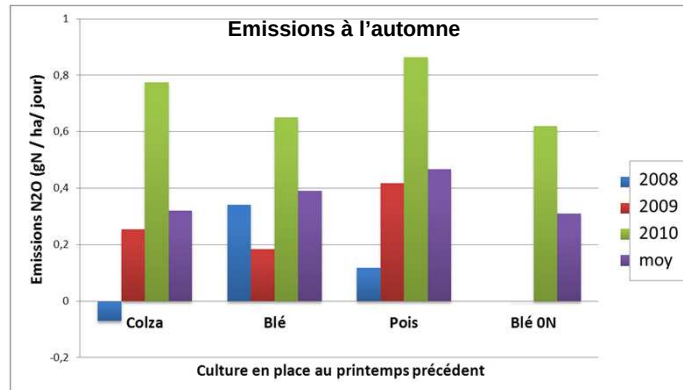
(Jeuffroy et al., 2012; BioGeoSciences Discussion)

Emissions N₂O selon les cultures

Expérimentation à Grignon (78) pendant 3 ans

Pas d'effet significatif du précédent cultural sur les émissions à l'automne

Toutes : <0,8gN/ha/j



RELANCE
AGRONOMIQUE

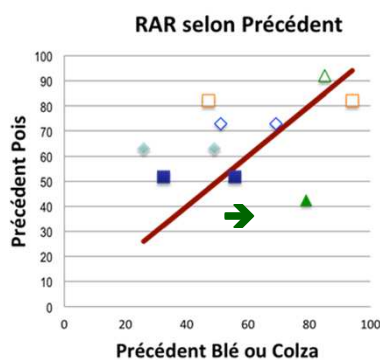
(Jeuffroy et al., 2012; BioGeoSciences Discussion)

13



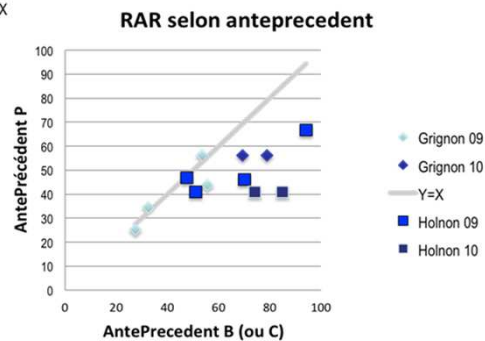
Risque de fuites en nitrates après pois sur 2 ans

14



Des reliquats post-récolte généralement plus élevés derrière pois

Des reliquats post-récolte généralement **moins élevés** derrière ante-précédent pois



RELANCE
AGRONOMIQUE

Références environnementales

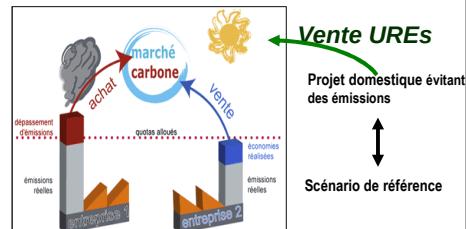
15

Suite et perspectives :

- Définition d'un Facteur d'Emission N₂O français pois blé colza
- Incrémentation dans les modèles de cultures (Syst'N, STICS, CERES)
- Questions scientifiques à creuser
Exemple: Efficience de l'utilisation de l'azote sous blé et colza après pois
- Monétarisation des services éco-systémiques?

Application: Via le **mécanisme économique d'accès au marché carbone** pour les Légumineuses : « projet domestique» Légumineuses depuis sept 2011)

- ha supplémentaire en Légumineuses
= moins de GES (N₂O)
- = Unités de Réductions des Emissions (URE)
vendues sur le marché d'échange de CC



16

III. Définir une valeur des effets agronomiques du précédent dans les indicateurs économiques

17

Quantifier les facteurs agronomiques sur la culture suivante

(effets précédents à court terme)

**MFE (ESA Angers)
de Rémy Ballot 2009
Rapport disponible à l'UNIP**

(a) Effet rendement par rapport au blé de colza
(après avoir écarté notamment les secteurs où la localisation préférentielle du pois sur les meilleures parcelles pourrait biaiser la comparaison par rapport au blé de colza)

Source des données utilisées :

Enquêtes parcellaires blé CERFRANCE

- Pour 7 petites régions agricoles de l'Aisne, l'Aube, et l'Eure-et-Loir
- Moyenne sur 9 à 18 années
- 36 000 parcelles de blé enquêtées



Effets annuels importants mais peu d'écarts entre régions en moyenne pluri-annuelle ➢ **références par défaut** dans d'autres régions ne disposant pas de bases de données de ce type

Blé de blé	- 6 q	de -5,6 à -6,8
Blé de pois	+ 1,7 q	de +0,4 à +2,8

(b) Ecart de charges opérationnelles selon les précédents

... faibles écarts observés (!) ➢ Or si on se base sur la préconisation de -20 à -60 u N pour blé assolé / blé de blé :
écarts de -12 à -78 €/ha selon prix N



18

Quantifier les facteurs agronomiques à la rotation

(effets précédents à moyen et long termes)

Exemple : gestion de l'enherbement

Méthodologie: AlomySys: logiciel de modélisation de la dynamique des populations de vulpins en fonction du système de culture en place

1ère étape : SdC type et alternatifs (à dire d'experts)
2ème étape : Ajustement des programmes herbicides pour maîtrise équivalente des vulpins
3ème étape : Evaluation des charges liées à la maîtrise de l'enherbement

Résultats: Ecart de charges (herbicides + mécanisation) **liées au contrôle des adventices**
en €/ha/an) **par rapport au système de culture témoin,**
pour des systèmes ayant la même efficacité de gestion des adventices

NB: systèmes même W du sol: 1 labour tous les 6 ans (trait rouge)

						Moselle		Bourgogne	
Colza	Blé	Orge H.	Colza	Blé	Orge H.	Témoin	☹	Témoin	☹
Colza	Blé	Orge Pt.	Colza	Blé	Orge Pt.	- 21 €	☹	+ 2 €	☹
Colza	Blé	Pois Pt.	Colza	Blé	Orge H.	- 35 €	☹	- 19 €	☹



Ballot 2009

Risque de graminées résistantes
☹ faible; ☺ moyen; !! élevé

19

Effets précédents et indicateurs économiques

Perspectives : pour évaluations économiques ex-ante

- **Compléter des valeurs de référence** pour tous les effets précédents à court terme
(+ *quid de l'effet du précédent sur la qualité du suivant : mycotoxines, protéines*)
- **Améliorer et compléter** la méthodologie pour quantifier les **effets cumulatifs** (*gestion enherbement et parasites*) au sein des successions culturales et leur attribuer une valeur économique

➤ **Approches multi-filières et multi-partenaires**



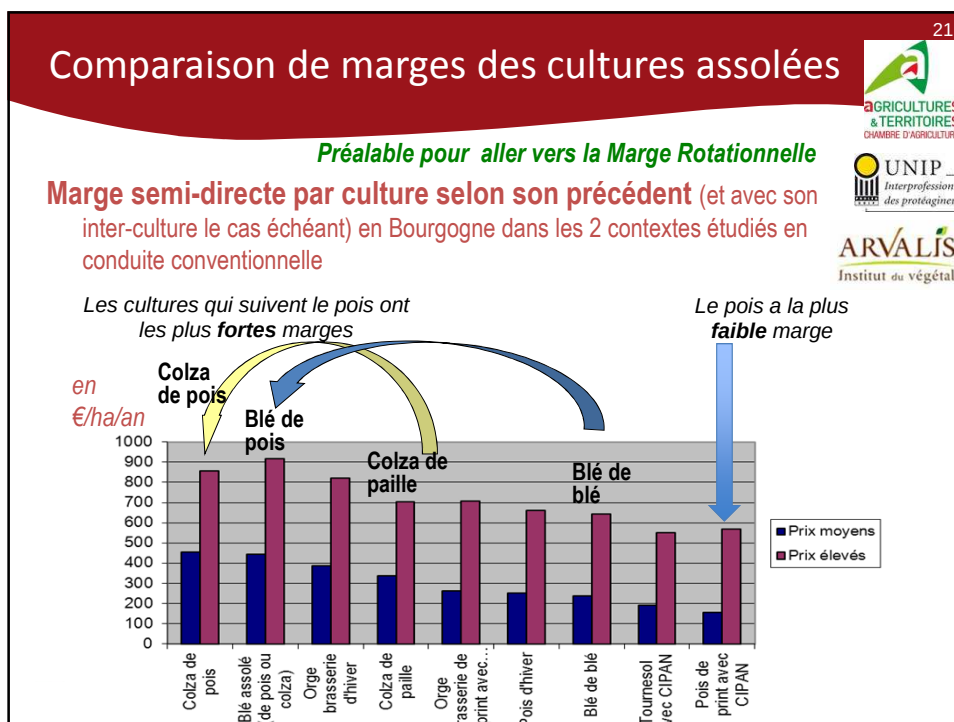
Amélioration des performances économiques et environnementales
de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

20

IV. Les études économiques et environnementales de successions culturales



Amélioration des performances économiques et environnementales
de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012



22

Etudes économiques – vue d'ensemble

Avec données représentatives de la région
= Statistiques et enquêtes nationales et régionales + Dires d'experts

Ecart de marges semi-directes en valeurs et % par rapport à la succession témoin sans pois (Colza-Blé-Orge, ou Blé de Blé) en conduite conventionnelle, dans 2 contextes de prix (aides comprises) et 4 cas (en ne comptabilisant que les effets précédents à court terme).

€/ha/an et % témoin respectif	Insérer du pois entre 2 blés: C-B-(P)-B-O (1/5)		Insérer pois avant colza C-B-O-(P)-C-B-O (1/7)		Remplacer 1orge par pois C-B-O(ouP)-C-B-O (1/6)	
	Moyenne 2005-09 *	Hypothèse 2011-12 **	Moyenne 2005-09 *	Hypothèse 2011-12 **	Moyenne 2005-09 *	Hypothèse 2011-12 **
Beauce avec Op, PH, BD	+14 (+2,9 %)	+35 (+3,7 %)	-1 (-0,3 %)	+5 (+0,5 %)	+2 (+0,4 %)	-9 (-1 %)
Thymerais avec PP, OH brass ou OP	0	+14 (+1,5 %)	-16 (-3,3 %)	-3 (-0,3 %)	-11 (-2,4 %)	+4 (+0,4 %)
Bourgogne avec OH brass., PH	+21 (+6 %)	+32 (+4,2 %)	-2 (-0,6 %)	0	-3 (-0,6 %)	-1 (-0,1 %)
Plateau lorrain avec OH fourr., PP	+22 (+6 %)	+44 (+5,6 %)	+9 (+2,3 %)	+21 (+2,6 %)	+12 (+3 %)	+29 (+3,6 %)

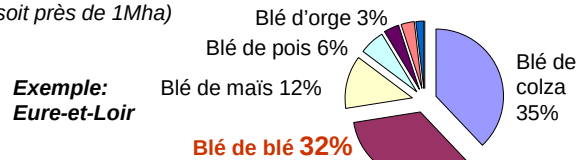
*Prix plutôt bas: blé: 126; pois: 150 **Prix plutôt « élevés » (car analyse faite en 2010-11): blé: 200; pois: 225

23

Conclusions études économiques pour le pois

1. Il est toujours rentable d'inclure un pois entre deux blés (avec de rendements prévus calés sur la moyenne pluri-annuelle)

Or le **blé de blé** est fréquemment pratiqué: il représente de 15 à 40% des blés dans la plupart des régions (soit près de 1Mha)



► Piste prioritaire pour les actions de développement régional UNIP-ARVALIS

2. S'il n'y a pas de blé de blé : inclure un pois avant le colza dans C-B-O est innovant (même si moins clair en marge) et intéressante pour :

- diversifier et notamment éviter les **problèmes de désherbage**
- **apporter de la marge de manœuvre pour réduire la dose N à la rotation** (et accéder à des primes comme celles des Bassins de captage)
- réduire le **bilan GES** des biocarburants (réglementation)

RELANCE
AGRONOMIQUE

► Collaborations UNIP-CETIOM à poursuivre

24

Evaluation environnementale des successions étudiées: par modélisation via l'Analyse de Cycle de Vie

ACV de 30 systèmes de culture dans trois régions en conduite conventionnelle

Ecarts des impacts par hectare des rotations avec pois par rapport à des rotations de référence par région (% témoin pour moy des alternatives et valeur pour moy témoins)

	Nb rotations dans la moyenne	Kg N	Energie non renouvelable fossile et nucléaire en eq. MJ	Effet de serre (IPCC 07) en kg eq CO ₂	Formation d'ozone, NOx élevé, POCP, kg eq éthylène	Eutrophication potentielle combinée, kgN	Acidification, kg eq SO ₂ (EDIP97)	Toxicité aquatique 100 ans (CML), kg eq 1,4-DCB
Témoin sans pois	3(Beauc) 2(Bourg.) 5(Mosell)	100% Be: 168 Bo: 167 Mo: 164	100% Be: 28939 Bo: 21784 Mo: 22967	100% Be: 3357 Bo: 3132 Mo: 2993	100% Be: 0.75 Bo: 0.62 Mo: 0.68	100% Be: 73 Bo: 96 Mo: 89	100% Be: 43 Bo: 40 Mo: 43	100% Be: 756 Bo: 2035 Mo: 679
A_pois Beauce (22% pois)	10	77%	87%	84%	90%	87%	78%	90%
A_pois Bourgogne (14% pois)	8	83%	92%	90%	96%	92%	85%	104%
A_pois Moselle (13% pois)	9	85%	93%	92%	96%	87%	88%	83%

► De - 8 à -16%
pour Energie et GES

25

Etudes économiques et environnementales

Perspectives et enjeux :

- **Appropriation par les acteurs économiques régionaux** : nécessité de distinguer les précédents (du blé) et d'évaluer à l'échelle de l'assolement (rotation) pour une analyse plus exacte de la rentabilité des systèmes de culture

Outil « calculette » déjà mis à disposition pour réunions avec acteurs locaux

	Blé	Colza	Pois	Blé	Colza	Pois	Blé	Colza	Pois	Blé	Colza	Pois
Superficie (ha)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Produit (t/ha)	45	35	25	45	35	25	45	35	25	45	35	25
Coût (€/ha)	150	120	80	150	120	80	150	120	80	150	120	80
Revenu (€/ha)	4500	3500	2500	4500	3500	2500	4500	3500	2500	4500	3500	2500
Bénéfice (€/ha)	4350	3380	2420	4350	3380	2420	4350	3380	2420	4350	3380	2420

➤ **aller plus loin dans un OAC facilement utilisable ?**
(via partenariat multi-instituts et utilisateurs)

- Comprendre **les autres freins expliquant** la diminution des surfaces de protéagineux : acteurs clés dans la scène territoriale, identifier les **leviers** pertinents face au **verrouillage** socio-technique lié au modèle dominant

- Comment valoriser **économiquement les bénéfices environnementaux ?**

➤ **outils et modes de transition vers une agriculture plus durable ?**

IRELANCE
AGRONOMIQUE

Amélioration des performances économiques et environnementales de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012

26

Diffusion des résultats

Journées de diffusion (autour des essais)

- Holnon, mai 2010 (sites picards près de Mons)
- Le Chaumoy, juin 2011 (site CETIOM-Arvalis-Epicentre)
- + **relais en région (CA et partenaires)**



Principales publications

- **RAPPORT final du projet** (129 pages) – décembre 2011
- Ballot R. (2009). Prise en compte des facteurs agronomiques dans les indicateurs de rentabilité des successions culturales. Mémoire de fin d'études de l'ESA encadré avec l'ONIDOL et l'UNIP, soutenu en septembre 2009.
- Colbach N., Schneider A., Ballot R., Vivier C. (2010). Diversifying cereal-based rotations to improve weed control. Evaluation with the ALOMYSYS model quantifying the effect of cropping systems on a grass weed. OCL VOL. 17 N° 5, 292-300.
- Dumans P., Flénet F., Wagner D., Bonnin E., Schneider A. (2010). Prise en compte des effets précédents dans la rentabilité des cultures – Pour gagner plus avec du colza, placez-le après pois. Perspectives Agricoles N°368.
- Hayer F., Bonnin E., Carrouée B., Gaillard G., Nemecek T., Schneider A., Vivier C. (2012). Designing sustainable crop rotations using life cycle Assessment of crop sequences, abstract LCA Food 2012.
- Jeuffroy M.H., Baranger E., Carrouée B., de Chezelles E., Gosme M., Hénault C., Schneider A., Cellier P. (2012) Nitrous oxide emissions from crop rotations including wheat, rapeseed and dry pea, Biogeosciences Discussion 9, 9289-9314.
- Schneider A., Flénet F., Dumans P., Bonnin E., De Chezelles E., Jeuffroy M-H., Hayer F., Nemecek T. and Carrouée B. (2010). Diversifier les rotations céréalières notamment avec du pois et du colza – Données récentes d'expérimentations et d'études. OCL 17, 292-300
- Schneider A., Jeuffroy M-H., Cellier P. (2012). Le pois protéagineux permet d'éviter des émissions de protoxyde d'azote, Perspectives Agricoles N°394, 37-40.

Merci de votre attention

27

 Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale
«Développement agricole et rural »

 Avec la collaboration de :

Marie-Hélène Jeuffroy, Nathalie Colbach, Pierre Cellier, Emmanuel de Chezelles et Edouard Baranger et expérimentateurs (INRA)

Francis Flénet, Perrine Dumans, Patrick Devaux et Gilles Sauzet (CETIOM)

Benoît Carrouée Anne Schneider, Gaëtan Dubois, Rémy Ballot, Guillaume Kormann (UNIP)

Marc Berrodier, Jean-Pierre Cohan et Aurélie Tailleur (ARVALIS)

Thomas Nemecek et Frank Hayer (ART)

Guénaëlle Hellou (ESA Angers),

Emmanuel Bonnin et Michael Geloën (CA58)

Christophe Vivier et Aurélie Blondon (CA89)

Claude Rettel (CA57)

Rocton Lucie (CA53)

Patricia Huet et Mélanie Berthet (CA28)



Amélioration des performances économiques et environnementales
de systèmes de culture avec pois, colza et blé -- A. Schneider 04/12/2012