



Dynamique du phosphore dans les systèmes de grande culture biologique du réseau RotAB

Claire Jouany, INRA, UMR AGIR

Jean Pierre Cohan Arvalis

Laurence Fontaine ITAB

Laetitia Fourrié ITAB

Matthieu Le Bras CA Chartres

Bruno Pontier LA Chartres

Loïc Prieur, CREAB Auch

InnovAB: Conception et optimisation de systèmes de culture innovants (SCI) en grandes cultures biologiques sans élevage

- **Objectifs:**

concevoir et optimiser des systèmes de grandes cultures biologiques performants et durables ; une des tâches vise plus particulièrement la fertilité des sols à court, moyen et long terme. Cette tâche s'intéresse plus particulièrement à l'azote (N) et au phosphore (P), identifiés comme les principaux facteurs limitant la productivité en AB ; la démarche est élargie au potassium (K).

- SCI= des combinaisons de techniques innovantes (TI), répondant aux deux freins agronomiques majeurs:
- TI= insertion de légumineuses –association, engrais verts, cultures relais...

L'autre question abordée dans le projet est la gestion des adventices= 2^{ème} enjeu dans la durabilité des systèmes AB

Problématique P dans Innov AB

- Maintenir la fertilité phosphatée des sols est un des principaux enjeux associé à la durabilité et des systèmes de grandes cultures biologiques sans élevage.
- Dans ce contexte : on recherche une **moindre dépendance aux intrants**, voire **une autonomie complète**,
 - Nécessité de connaître l'évolution de la fertilité phosphatée des sols à moyen et long terme afin de maintenir les performances.

Objectifs:

Evaluer l'incidence de différentes techniques ou des combinaisons de techniques innovantes (insertion de légumineuses –association, engrais verts, cultures relais...- et/ou réduction du travail du sol) sur:

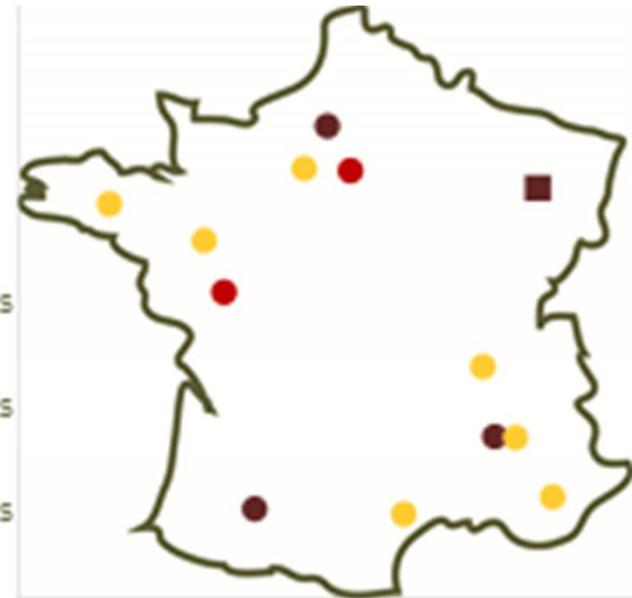
- les dynamiques globales au niveau du sol pour les éléments P et K (évolution à la hausse ou la baisse de la biodisponibilité); les questions:
 - Comment évoluent les disponibilités en P sur le moyen et long terme?
 - Est-ce que le système fonctionne de la même manière qu'en conventionnel?

Tester et évaluer le potentiel mycorhizogène des sols en tant qu'indicateur de la fertilité biologique des sols, le taux de mycorhization des racines des cultures et son effet sur la biodisponibilité du P. Volet exploratoire.

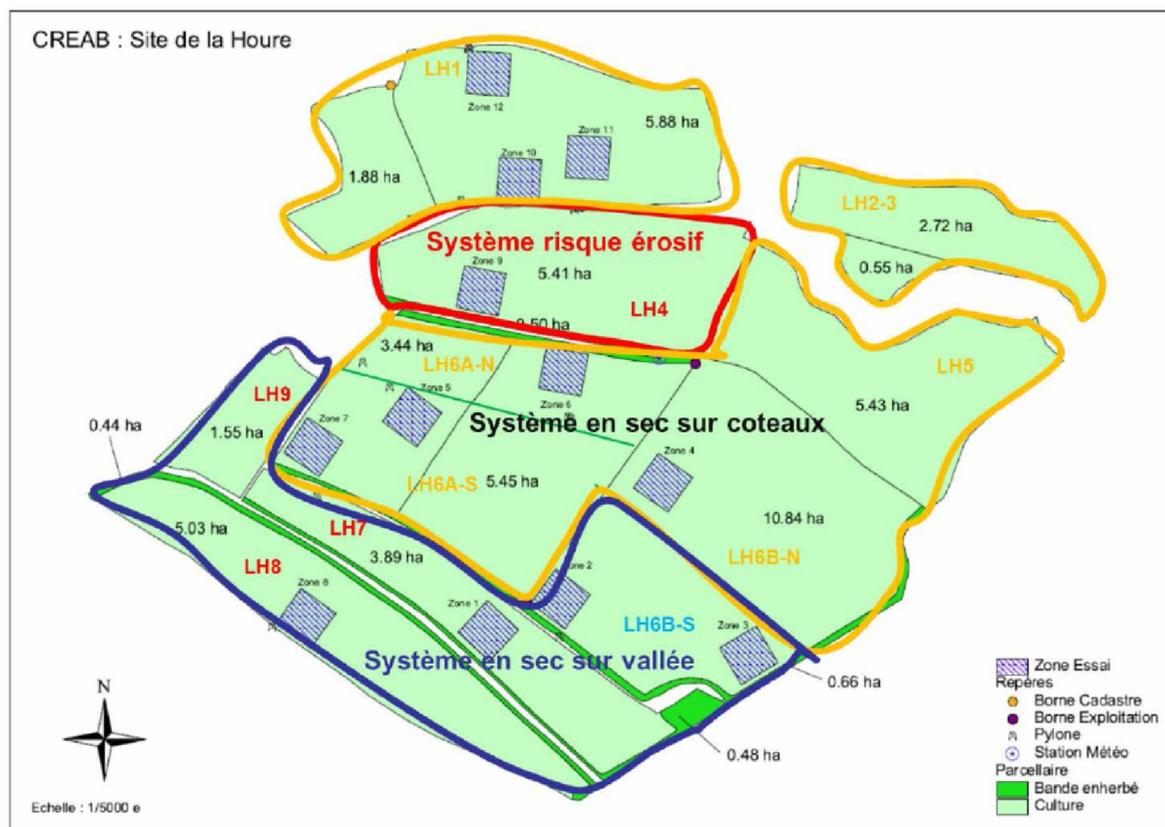
Réseau Rot AB

- Innov AB s'appuie sur Le Réseau RotAB, animé par l'ITAB: <http://www.itab.asso.fr/reseaux/reseau-rotab.php>
- Réseau rassemble 12 essais systèmes de longue durée en grandes cultures biologiques.
- Grande diversité de contextes et d'objectifs.

Objectif commun : ils ont tous pour objectif d'évaluer la durabilité et les performances de systèmes de cultures innovants en grandes cultures biologiques.
En place récemment ou depuis plus de 10 ans



Présentation des sites-La Hourre (32)



L'essai en bref

Date de mise en place

Depuis 1999/2001

Surface : 55 hectares

Echelle : Système d'exploitation

Objet de l'étude

Evaluer la durabilité agronomique et économique d'un système de grandes cultures sans élevage répondant au cahier des charges de l'agriculture biologique et sans irrigation dans le sud-ouest de la France.

Partenaires directs

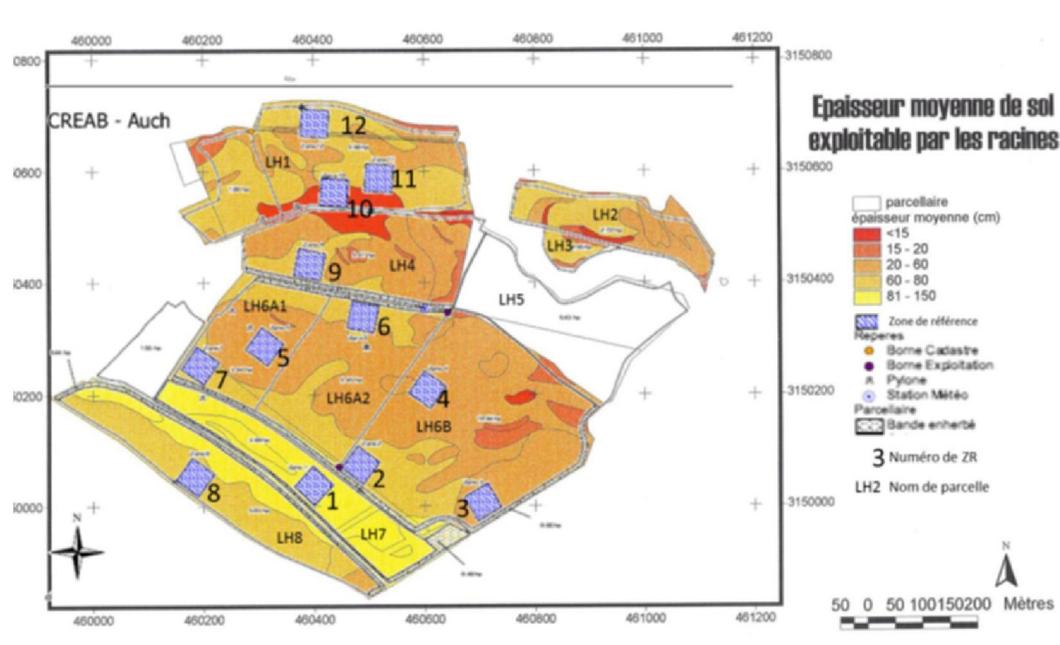
CREAB Midi Pyrénées, INRA Toulouse

Contacts

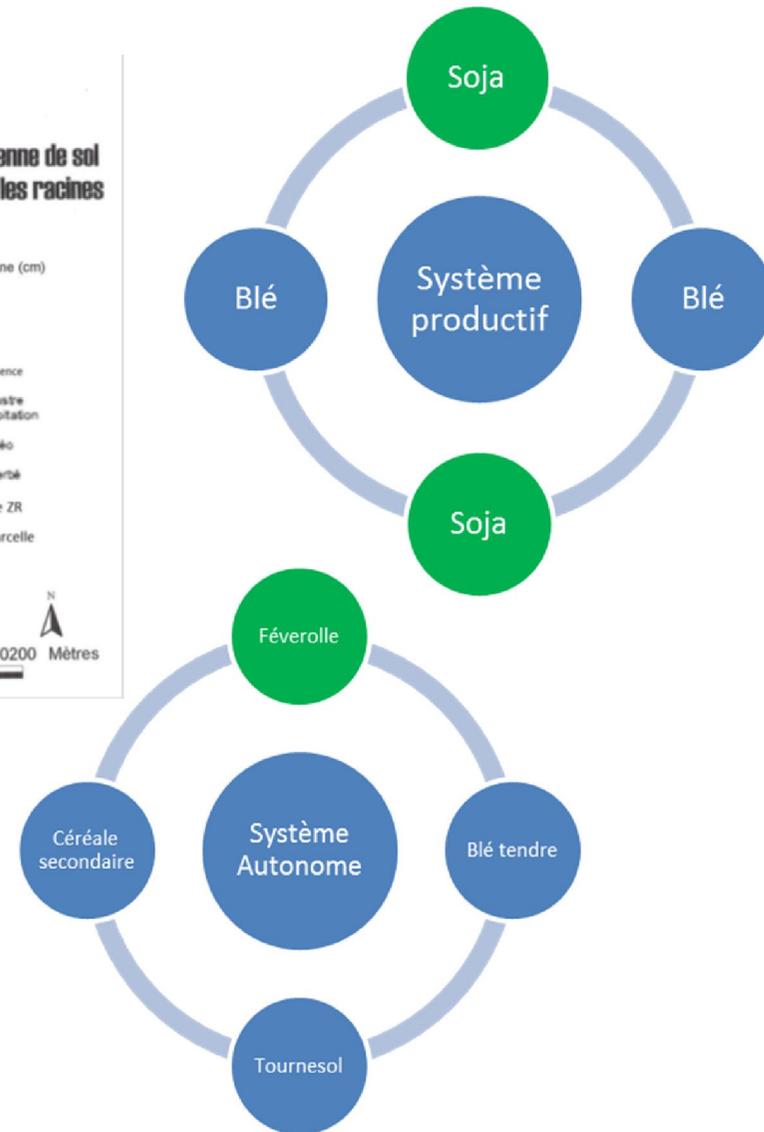
L. Prieur (CREAB) auch.creab@voila.fr



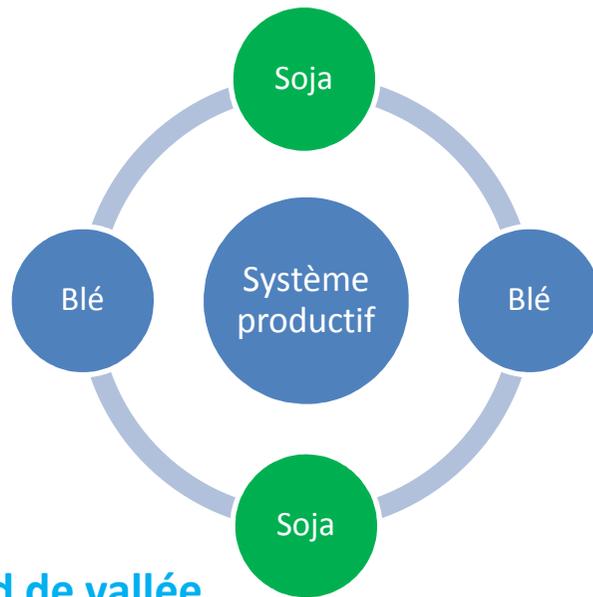
La Hourre-Systeme de culture



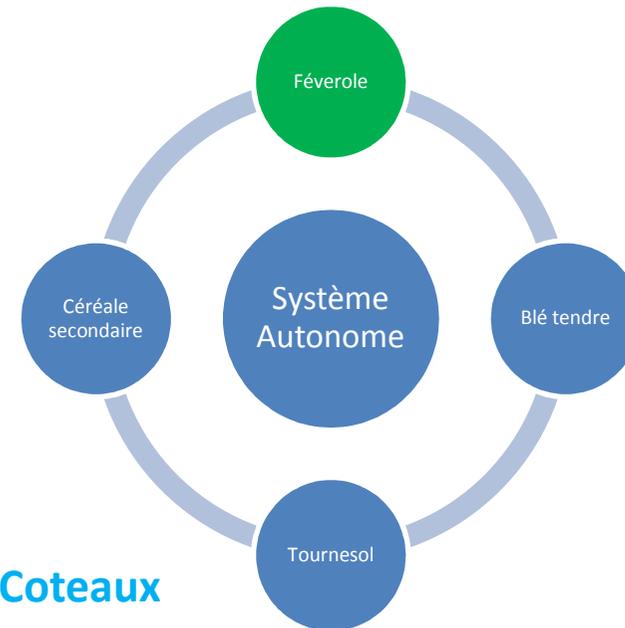
2 systèmes en sec



2 systèmes en sec



Fond de vallée



Coteaux

Maintien de la fertilité: Chaque culture n'appartenant pas à la famille des légumineuses est systématiquement précédée d'une légumineuse (culture de vente ou engrais vert)

- Intégration de trèfle violet sous couvert des céréales
- Restitution systématique des pailles
- Usage de fertilisant organique sur céréales à pailles pour P à partir de 2007 (80 unités d'N sur blé et 40 sur orge); **110 U de P2O5 en 5 ans en SP; entre 0 et 100 sur les systèmes autonomes. PAT, plumes hydrolysées.**

Présentation des sites-La Saussaye (28)

L'essai en bref

Date de mise en place :
septembre 2010

Surface : 18 hectares

Echelle : système de culture

Objet de l'étude

Comparer deux systèmes de culture en AB proposant des situations contrastées en terme d'autonomie vis à vis des apports organiques et énergétiques pour contribuer au développement de l'agriculture biologique dans le département.

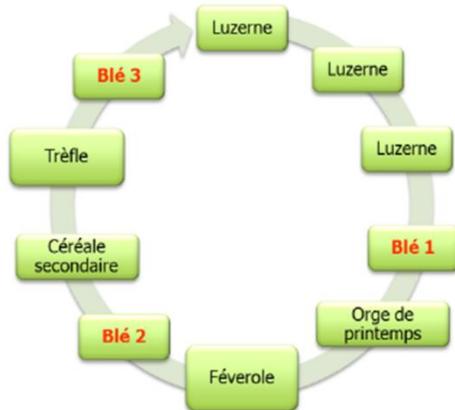
Partenaires directs

Lycée agricole Chartres-La Saussaye, ARVALIS - Institut du Végétal, Chambre d'Agriculture d'Eure et Loir, Groupement des Agriculteurs Bio d'Eure et Loir



La Saussaye-2 systèmes de culture

Un système extensif visant l'autonomie avec aucun apport de matière organique exogène et le moins d'intervention possible en culture.



Un système productif pour lequel le recours aux intrants autorisés en AB et les interventions mécaniques ne sont pas limités.



Règles de décision de l'essai systèmes BIO

Points clé des systèmes	Système autonome	Système productif
Cahier des charges AB	Certification par QUALITE FRANCE depuis 2010 - en C2 actuellement	
Maintien de la fertilité	Luzerne 3 ans, féverole, trèfle Broyage du trèfle et de la dernière coupe de luzerne Légumineuses en interculture	Apports exogènes de MO sur le maximum de cultures Implantation de couverts sur les intercultures longues

En moyenne 34 U de P apporté par an (fumier équin composté + engrais organique)

Méthode

- Indicateurs de fertilité sols:

P Olsen et K échangeable (Metson à LS; Cobalti LH).

- Calcul des bilans de P & K- **Fumures**

-Analyse de la composition NPK des engrais organiques (LH; LS)

- Calcul des bilans de P & K- **Exportations**

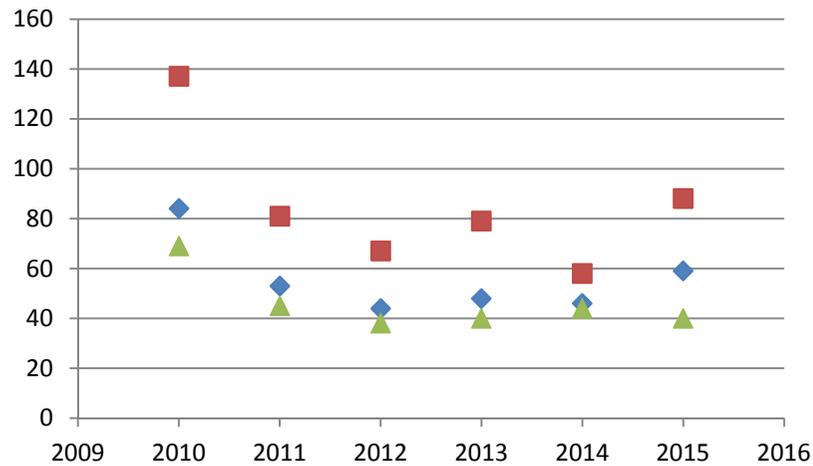
-A partir des analyses à la récolte (LH)

-A partir de teneurs (références) (LS)

Dynamique du P dans le temps

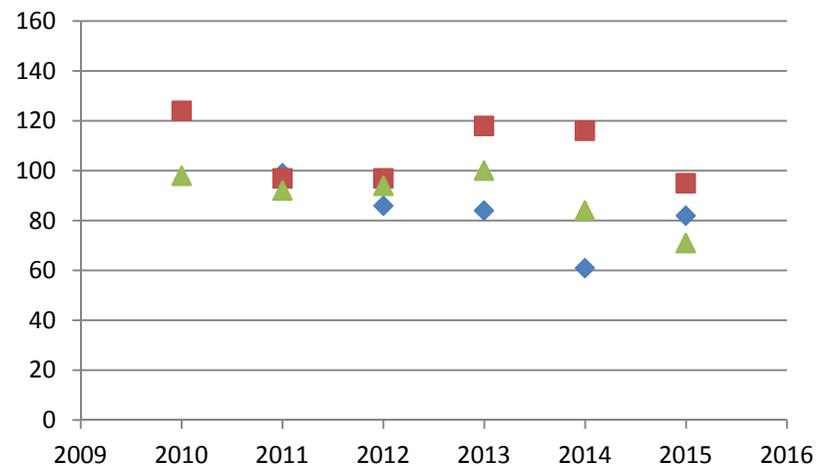
La Saussaye

Système autonome



P Olsen Horizon 0-30 cm (ppm P2O5)

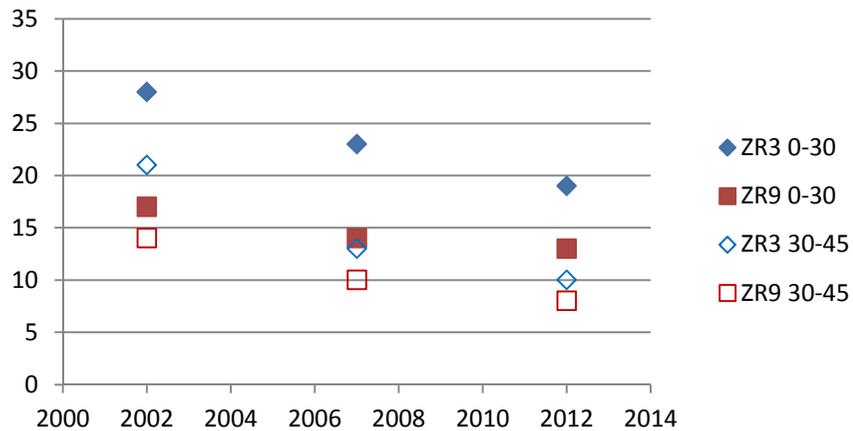
Système productif



Dynamique du P dans le temps

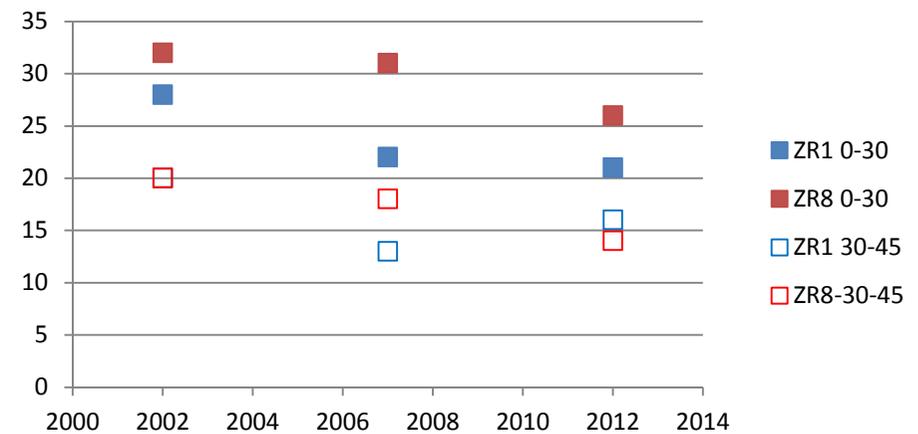
La Hourre

Système Autonome



P Olsen Horizon 0-30 cm et 30-45 cm
(ppm P₂O₅)

Système Productif



Relations indicateurs bilans

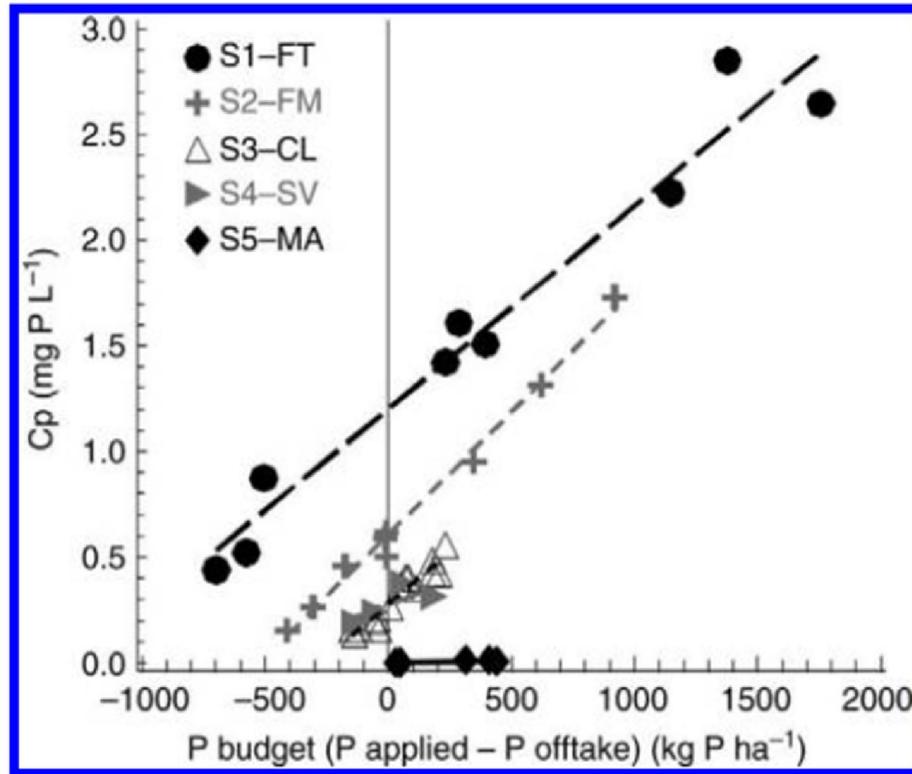


Fig. 3. Relationship between Pi concentration in soil solution suspensions and simplified cumulative P budget (P applied - P offtake) for the five long-term field experiments dedicated to P fertilization. Symbols: experimental observations; line: linear regression. Values of slopes and intercepts are presented in Table 4.

Sur les sols de dispositifs de fertilisation de de longue durée on retrouve:

Relation directe et significatives entre les indicateurs ici Cp et les bilans de P (F-E) cumulés.

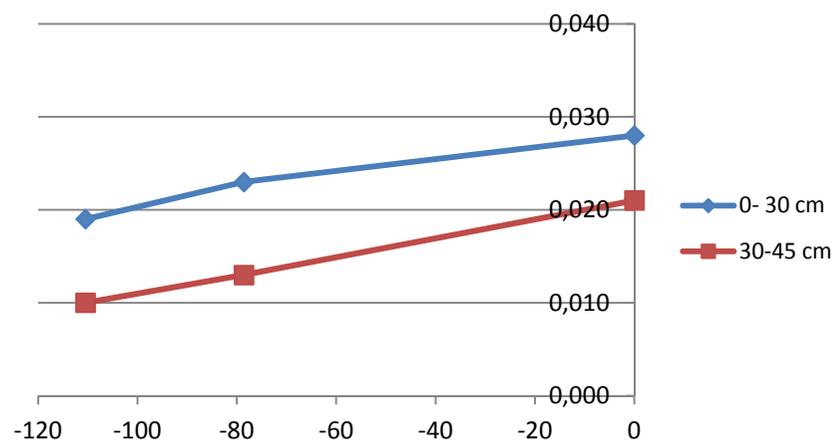
Relations établies sur une large gamme de bilans .

- en régime d'appauvrissement (bilans -)
- en régime d'enrichissement (bilans +)

Relation P Olsen-bilan de P (F-P) La Hourre SA

Système autonome

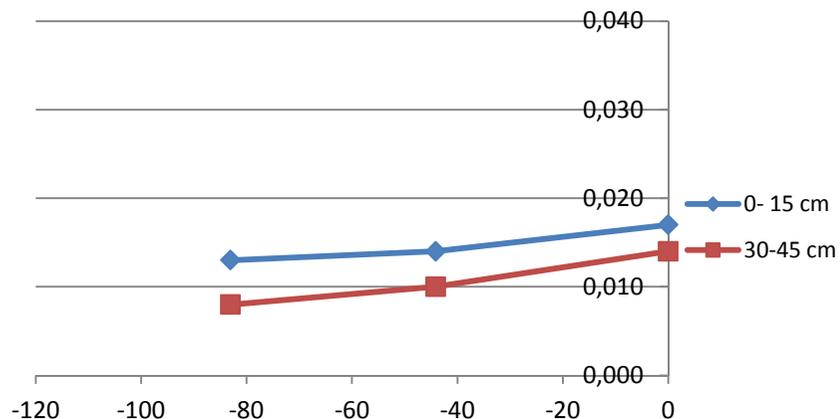
ZR 3



P Olsen Horizon 0-30 cm et 30-45 cm
(0/00 P2O5)

Sur l'ensemble des ZR non fertilisées il y a une relation directe entre le bilan et le P Olsen. La dynamique dans l'horizon 30-45 est parallèle à celle de l'horizon de surface. Correspond au modèle général.

ZR 9



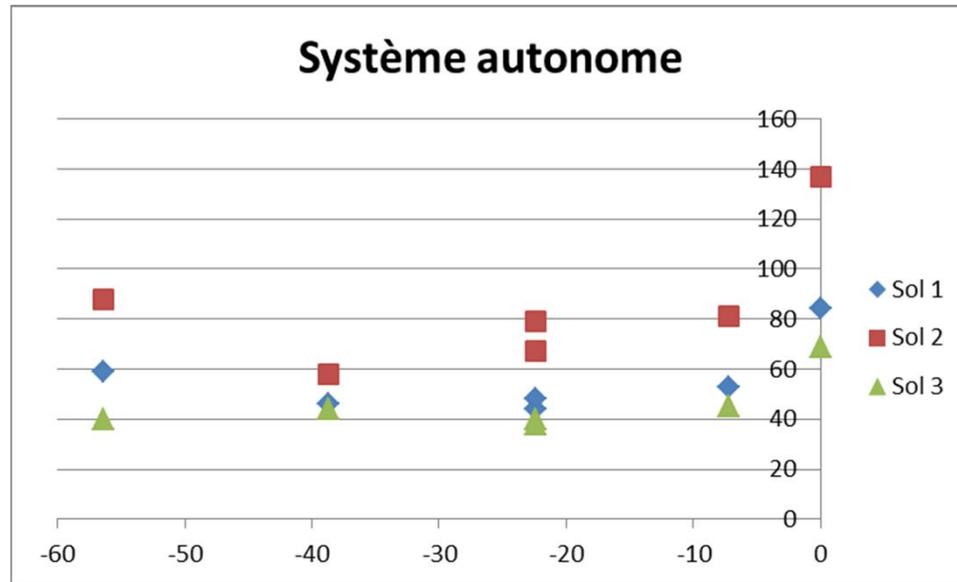
24/03/2016

Groupe PK Comifer 23 mars 2016

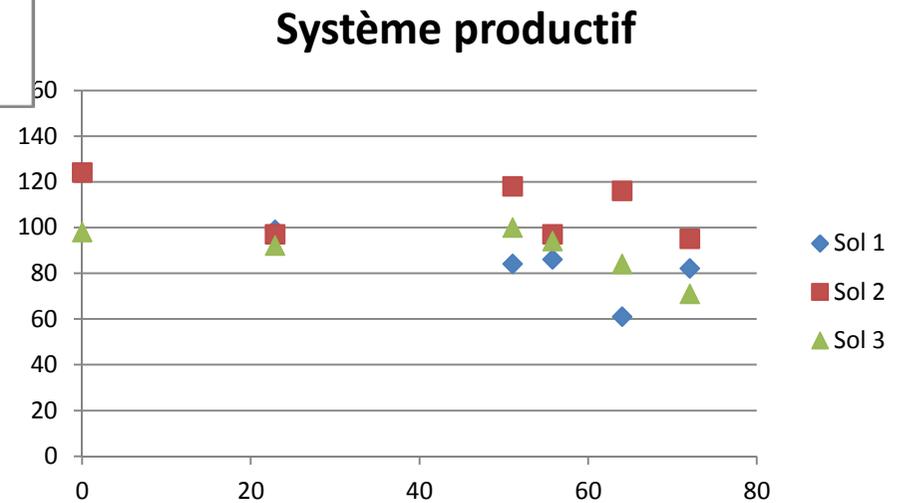
14

Relation P Olsen-bilan de P (F-E)

La Saussaye

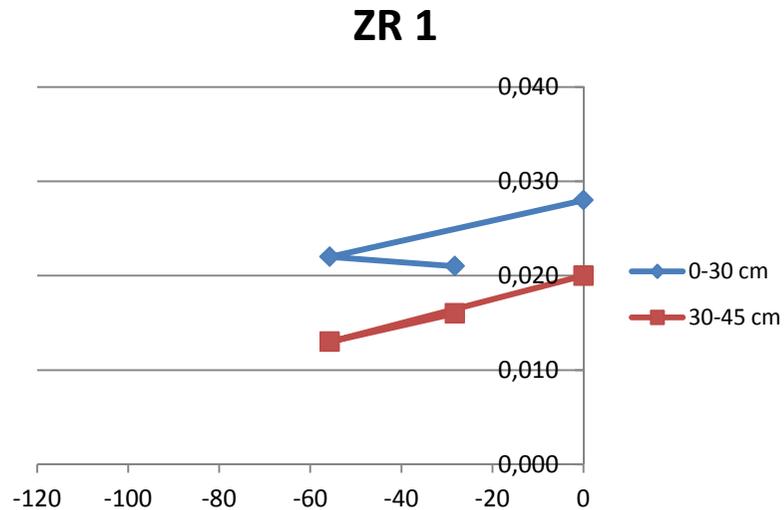


P Olsen Horizon 0-30 cm
(ppm P₂O₅)

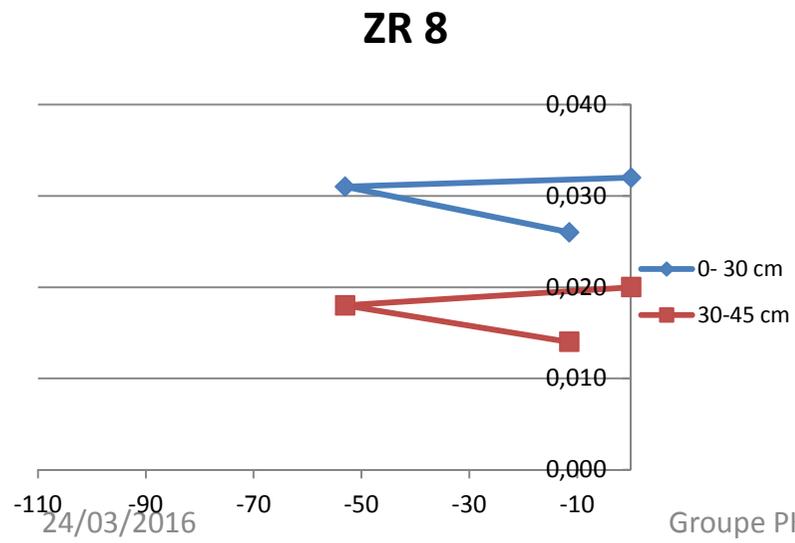


Relation P Olsen-bilan de P (F-P) La Hourre SP

P Olsen Horizon 0-30 cm et 30-45 cm
(0/00 P2O5)



Entre 2002 et 2007 les bilans sont (-):
la diminution de P Olsen est proportionnelle à
la quantité de P exportée par les grains

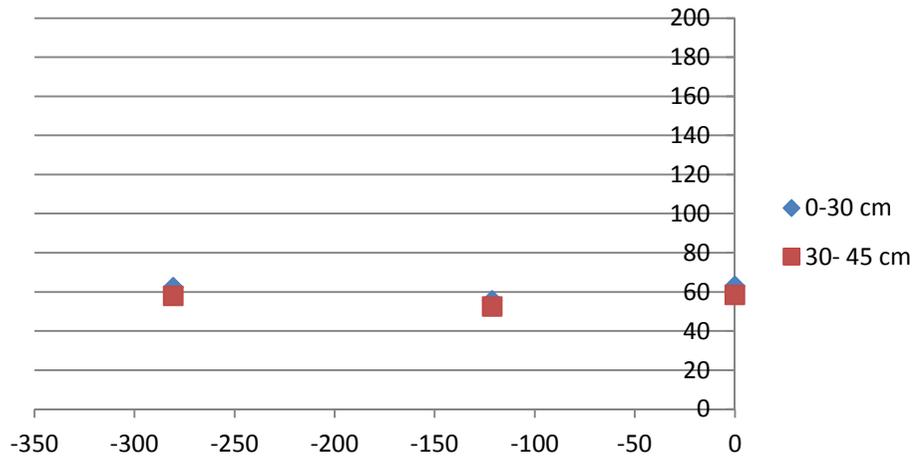


Entre 2007 et 2012 les bilans sont modifiés par
les apports d'engrais organiques: les points se
déplacent vers des valeurs moins (-) en surface
sans que cela se traduise par une augmentation
de P Olsen

Relation K échangeable-bilan de K (F-P)

La Hourre SP

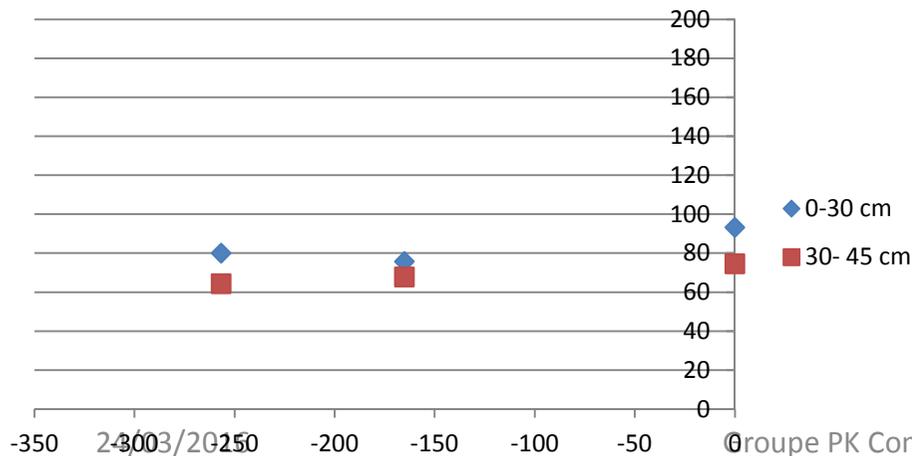
ZR 01



K échangeable cobalti
Horizon 0-30 cm et 30-45 cm
(ppm K)

-Très forte inertie du sol malgré des bilans fortement négatifs; pas de tendance à la baisse de K ech (niveau plancher?)

ZR 08

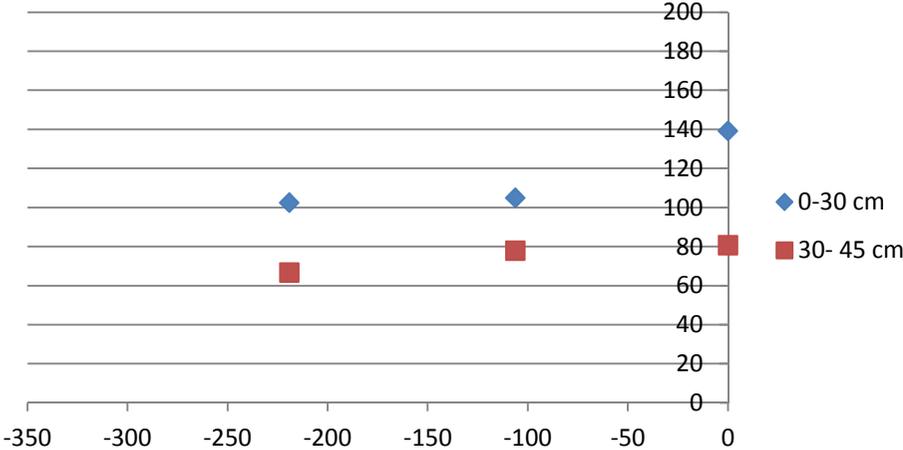


-Très peu de différences entre les horizon de sol (effet profondeur du sol; parcelles en position basse, zone d'accumulation).

Relation K échangeable-bilan de K (F-P)

La Hourre SA

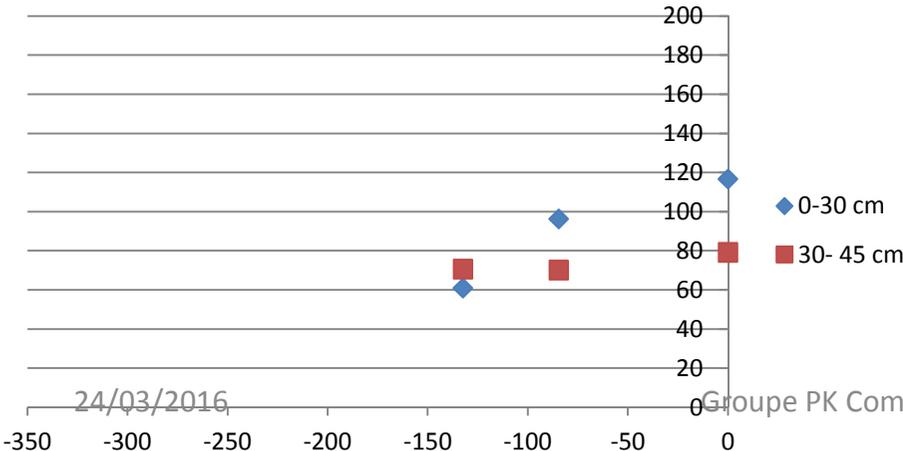
ZR 03



-Les bilans sont moins négatifs qu'en système productif > Diminution de K échangeable

-Ecart plus important entre horizons de surface et horizon profond; sol superficiel > volume disponible plus faible > épuisement plus rapide des réserves.

ZR 09



K échangeable cobalti
Horizon 0-30 cm et 30-45 cm
(ppm K)

Quelques points de conclusion

- Statut phosphaté montre de grande disparité entre site; à l'échelle d'un site pas de différence marquée entre les deux systèmes.
- La dynamique suis les relations généralement établies sur les systèmes non fertilisés sur le site de LH; un peu moins sur le site de LS
- Sur les 2 sites fertilisés (engrais organiques) on n'observe pas de réponse de l'indicateur au bilan +
 - Questions sur la valeur fertilisante (solubilité) des engrais organiques utilisés dans ces systèmes de culture? Comment l'évaluer?
 - Remise en cause des méthodes d'évaluation de la biodisponibilité par l'analyse de sols enrichis par des MO?
 - Contribution à l'alimentation des cultures des horizons profonds; dans quelle mesure ? Comment le prendre en compte dans le diagnostic de biodisponibilité?

Quelles conséquences pour la gestion de P?

Des systèmes autonomes :

- Contribution des horizons <30cm
- Importance de la richesse en P total du sol et du sous sol
- Utilisation de plantes avec un système racinaire profond qui remonte en surface du P localisé en profondeur
- Mobilisation du P organique ?

Des systèmes productifs :

- Quelle valeur fertilisante des engrais organiques? quelle stabilité de composition (fortes variabilités interannuelle; l'analyse ne correspond pas à la composition annoncée)?

Durabilité (K)

Des systèmes autonomes et productifs pour K

- Contribution des horizons < 30 cm
- Importance de la richesse en P total du sol et du sous sol
- Utilisation de plantes avec un système racinaire profond qui remonte en surface du P localisé en profondeur
- Gestion appropriée des résidus de récolte

- Exemple du dispositif LD de l'INRA-Auzeville (1969-1988)

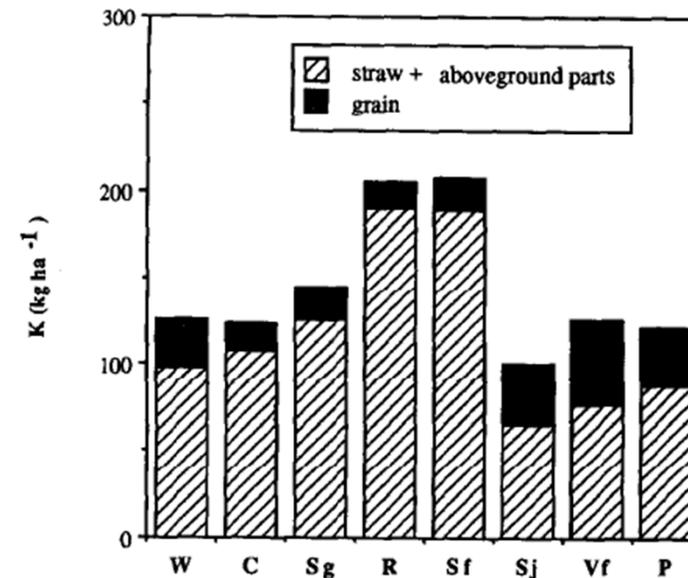


Fig. 3. K removed with grain and straw plus above-ground parts for the tested species. W, wheat; M, maize; Sg, sorghum; R, rape; Sf, sunflower; So, soybean; Vf, faba bean; P, pea.

Essai LD K Inra Auzeville

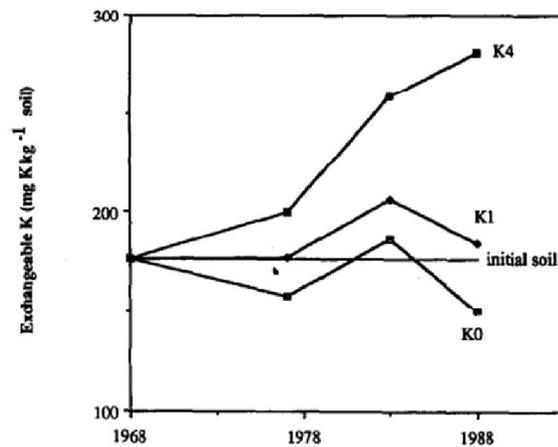


Fig. 2. Changes in NH₄-acetate exchangeable K during 1968–1988.

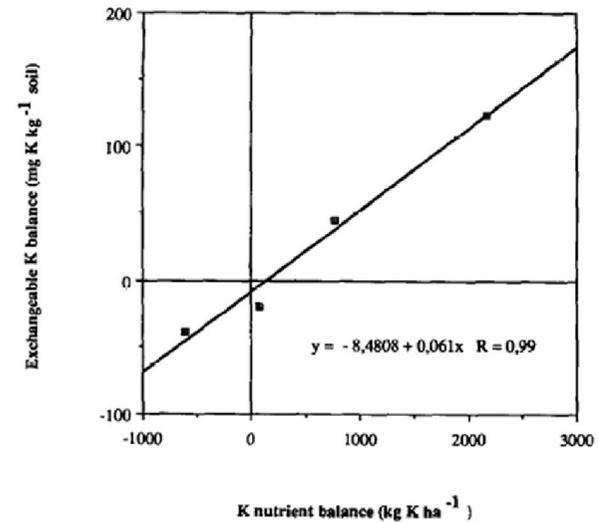


Fig. 4. Relationship between K nutrient balance (inputs–outputs) and exchangeable K balance (1968–1988). Points correspond to the four treatments (see text).