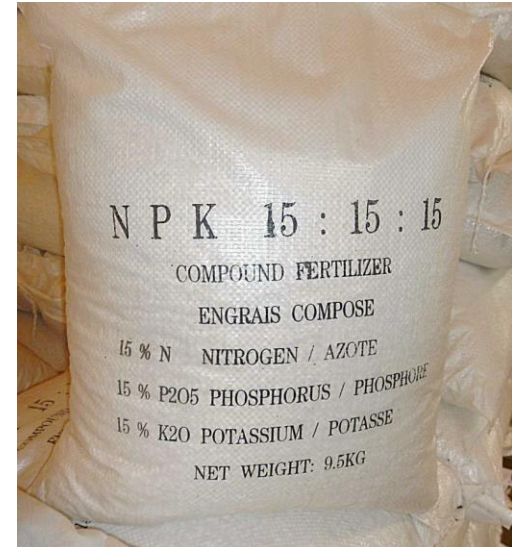


Accumulation ou déstockage du phosphore ?

Des systèmes agricoles aux territoires



Julia Le Noë, Sébastien Bosc, Benjamin Mercier, Abdel Azougui, Gilles Billen, Josette Garnier



- **P** est élément non renouvelable : responsable de l'eutrophisation mais indispensable à la croissance des plantes
- Sources inégalement réparties à la surface du globe dans :

- Gisements fossiles



85 % des gisements de P se concentrent dans **3 pays** du monde dont **plus de la moitié au Maroc**

- P résiduel des sols



- Dont seule une faible fraction est **disponible** pour la plante

Durabilité de l'agriculture en France vis-à-vis du P ?

Des pratiques agricoles à l'échelle de la ferme...

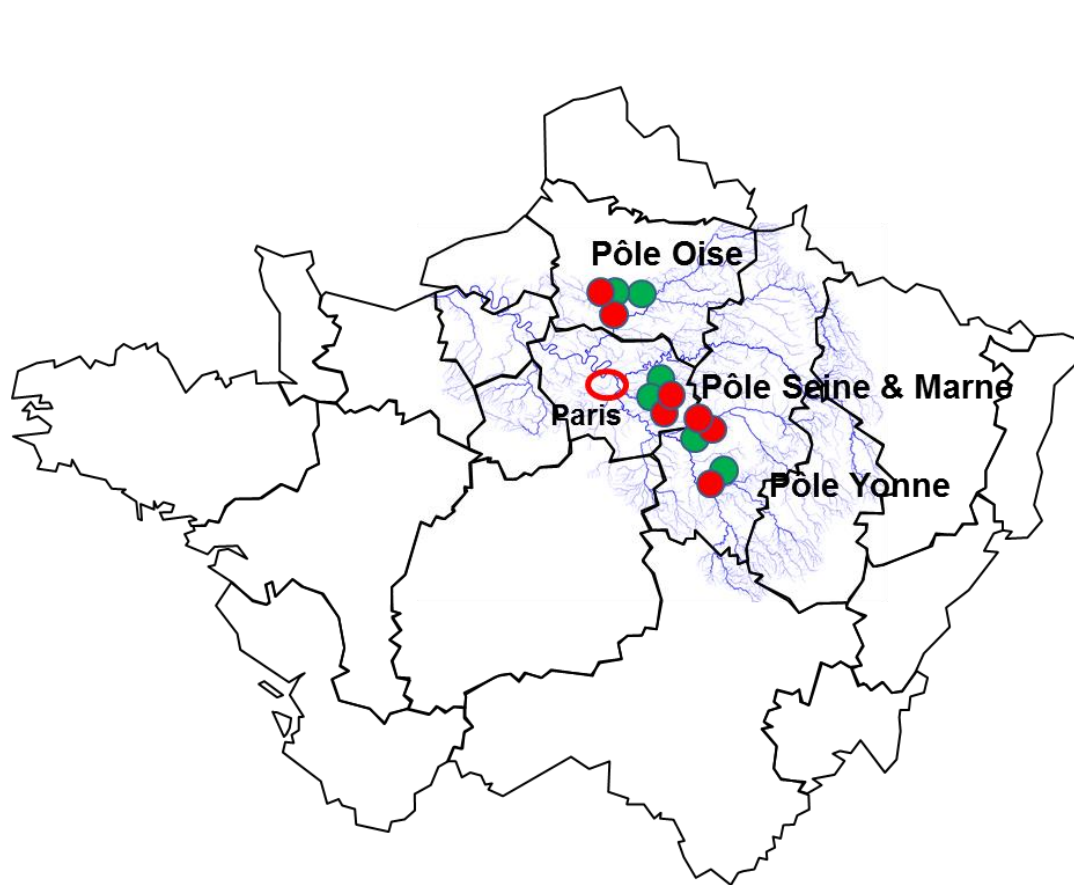
- **Carence en P dans les sols en AB vs AC ?**
- Quel **bilan** des apports et exportations de P aux terres arables en rotation bio et conventionnelle?
- Mesure des **stocks de P** dans les sols soumis à l'AB et comparaison avec les sols en AC voisins (réseau ABAC)

... Aux systèmes agricoles à l'échelle du territoire

- Accumulation ou déstockage du P dans les terres arables ?
- Reconstitution des stocks hérités

Base expérimentale et observationnelle : réseau de fermes ABAC

Réseau hydrographique du BV la Seine et localisation des fermes du réseau ABAC



- 4 pôles pédologiques
- 12 fermes
- 14 rotations (8 AC et 6 AB)
- 60 parcelles suivies depuis 5 ans

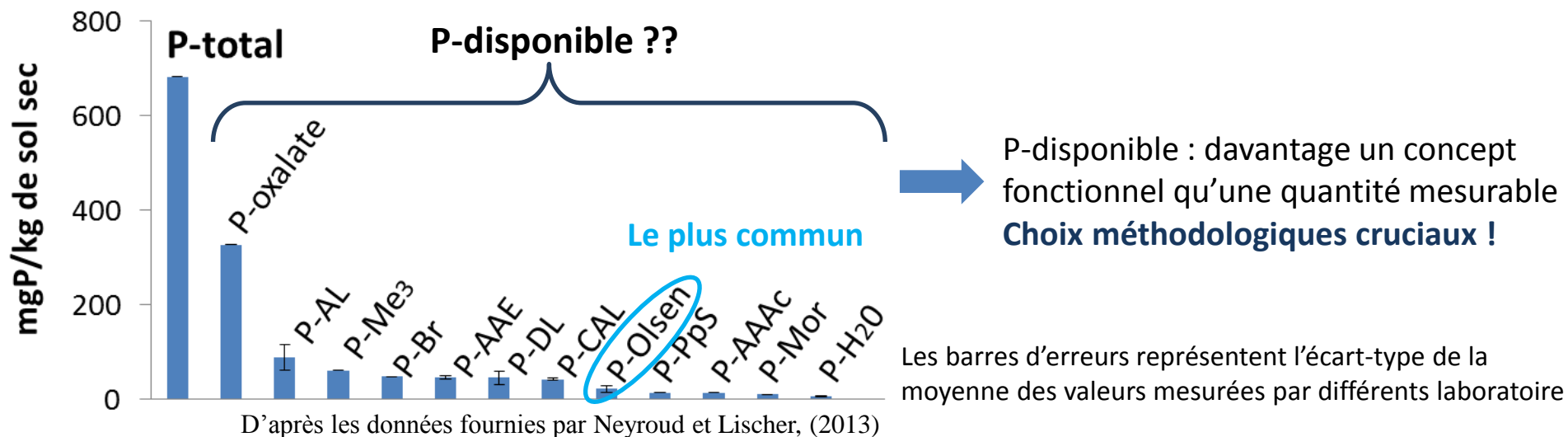
■ Mesure des concentrations et stocks de P

Que faut-il mesurer ?

- P total = P hérité de la roche mère + bilans cumulés des apports
- P disponible = P immédiatement disponible dans solution du sol + P désorbable (labile)

Comment ?

Appréhender le P, une mesure complexe mais essentielle → beaucoup de méthodes mais valeurs très variables



Adaptation d'une méthode alternative pour l'estimation du P disponible

Résines échangeuses d'anions

Principes : - Echanges d'anions bicarbonates contre anions phosphates libérés dans la suspension du sol
- Mime les conditions physico-chimiques dans la rhizosphère

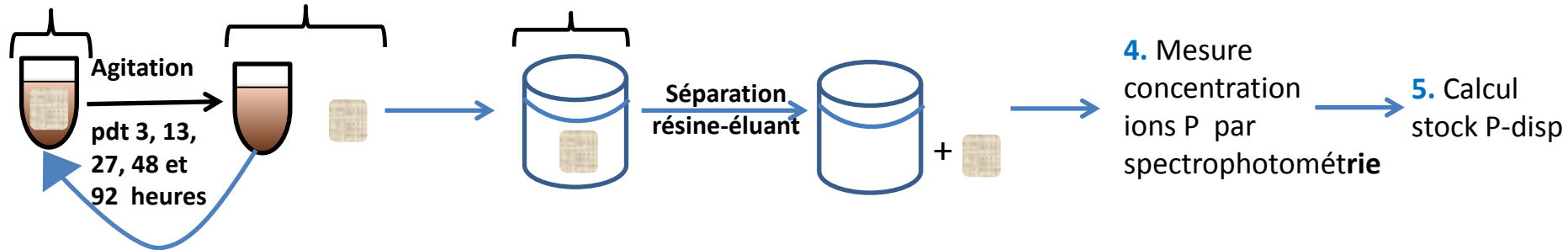
1. Suspension du sol + résine

2. Séparation suspension du sol - résine

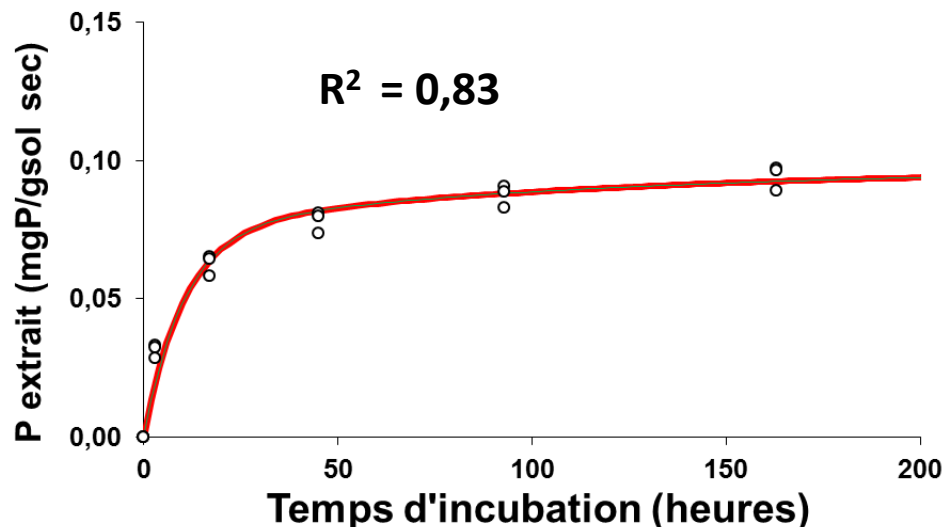
3. Elution résine dans NaCl 0,5 M

4. Mesure concentration ions P par spectrophotométrie

5. Calcul stock P-disp



Avantages : très bonne répétabilité, suivi cinétique, information sur plusieurs stocks de P disponible



$$P = \underbrace{0,075}_{P_1} \times (1 - \exp^{-0,1 t}) + \underbrace{0,022}_{P_2} \times (1 - \exp^{-0,01 t})$$

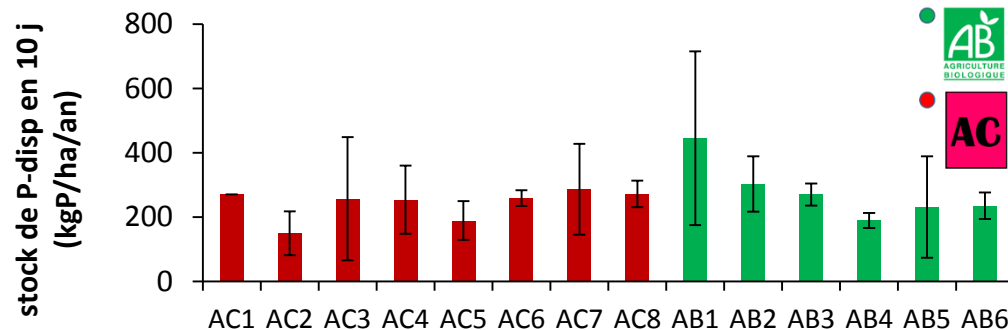
P_1 = stock de P très mobile disp en 1 j

P_2 = stock de P moins mobile disp en 10 j

$P_1 + P_2$ = stock P disp en 10 j

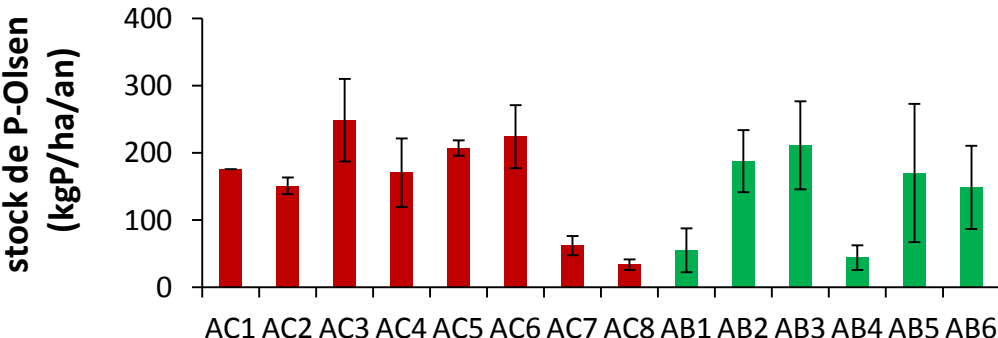
Résultats des mesures des différentes formes du P dans les fermes du réseau ABAC

Stocks de P-disp en 10 jours sur une prof de 30 cm



Les barres d'erreurs représentent l'écart-type de la **moyenne** des valeurs mesurées de **P-tot**, **P-Olsen** et **P-disp en 10 jours** sur les **différentes parcelles** d'une même rotation

Stocks de P-Olsen sur une prof de 30 cm

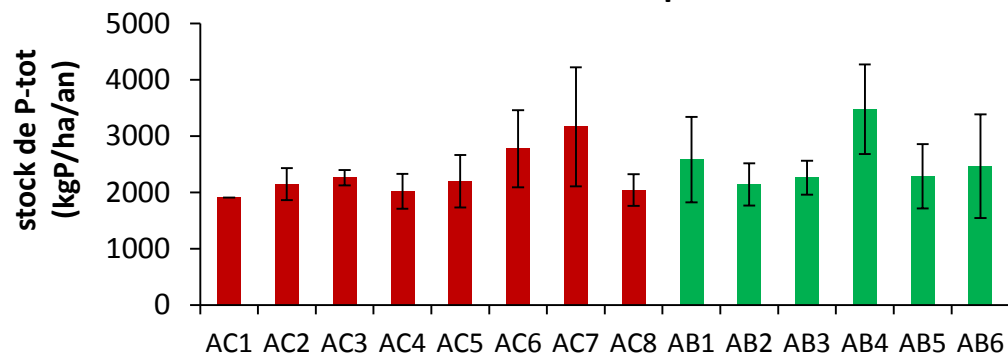


- **Pas d'effet des pratiques AB vs AC sur les stocks P mesurés**

- P Olsen souvent > 0,05 mg/g sol sec

- D'après recommandation COMIFER → **possible de « faire l'impasse »** sur la fertilisation P sur 32 des 63 parcelles des fermes ABAC mais 8 parcelles devraient recevoir une **fertilisation renforcée**

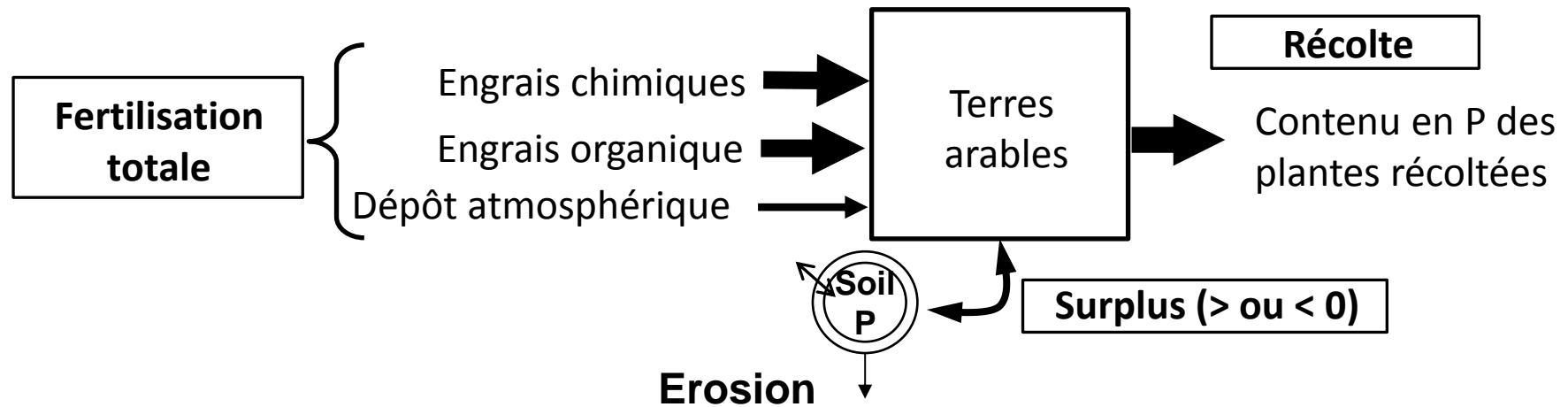
Stocks de P-tot sur une prof de 30 cm



- Reconstitution des rotations théoriques et des fertilisations moyennes en P par ferme

Apports P moyens sur la rotation

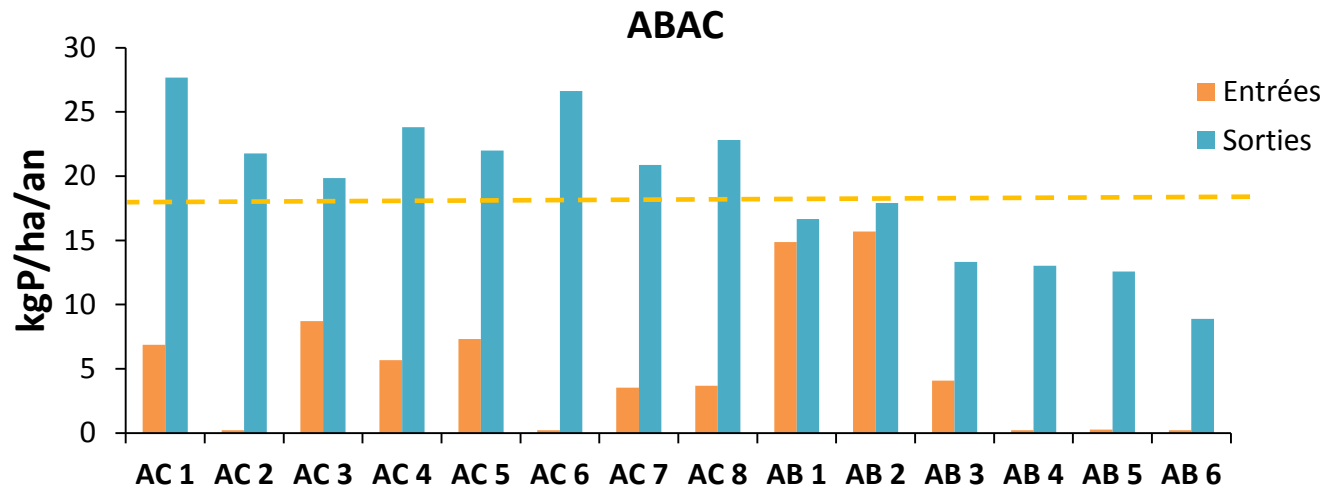
Sortie P moyenne sur la rotation



Bilan P moyen = apports – sorties

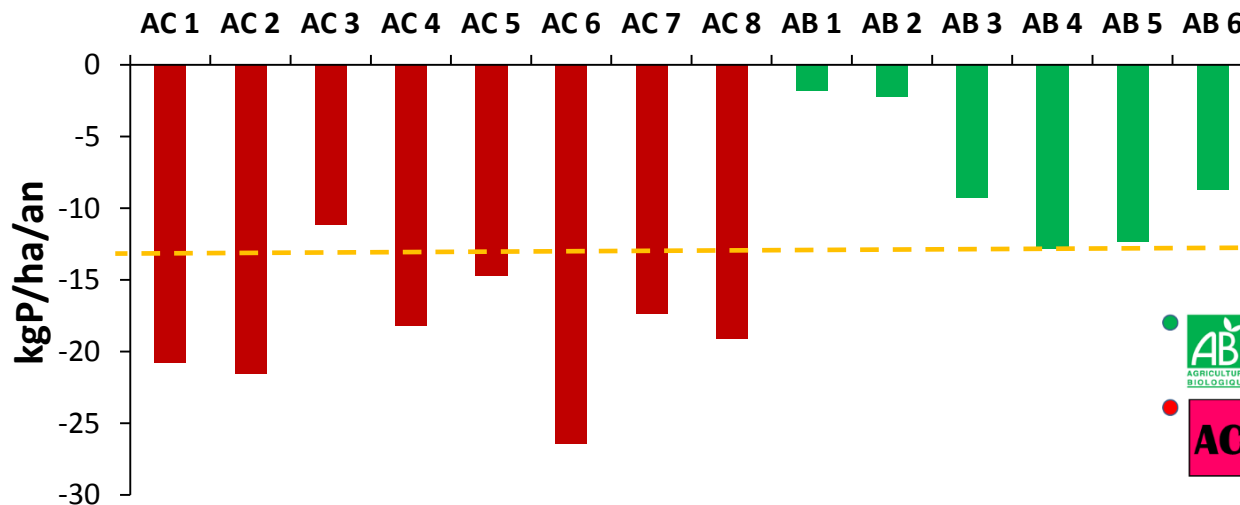
Résultats bilans P dans les fermes du réseau ABAC

Moyenne des entrées et sorties P sur les rotations des fermes



- Sorties toujours plus grandes que les entrées
- **Sorties P plus faibles** sur les rotations en AB

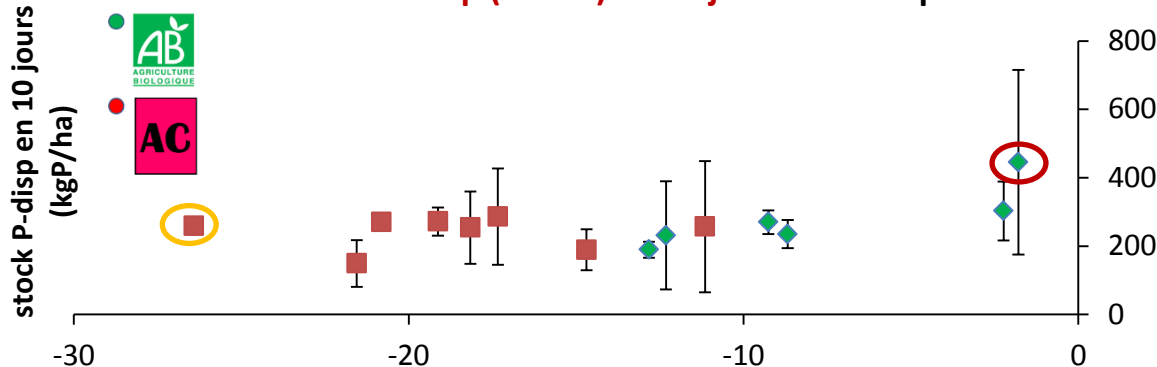
Bilans P moyens dans les rotations des fermes ABAC



- Tous les bilans négatifs
- **Bilan P en AB presque toujours + élevé qu'en AC**

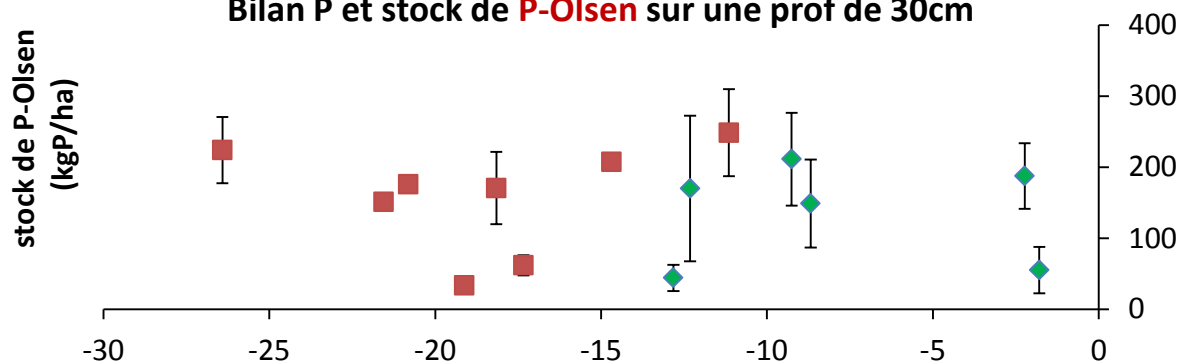


Bilan P et stock de P disp (résine) en 10 jours sur une prof de 30 cm



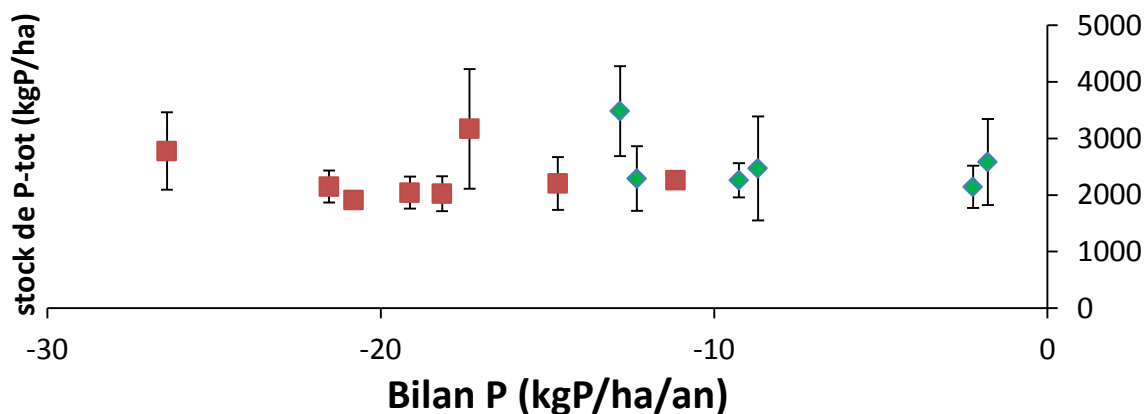
**Pas de relation directe
bilan P / stock P**

Bilan P et stock de P-Olsen sur une prof de 30cm



Si les exportations P
restent constantes →
réserves P-disp (résines)
pour encore **7** à **27** ans
sans nouvel apport de P

Bilan P et stock de P tot sur une prof de 30 cm

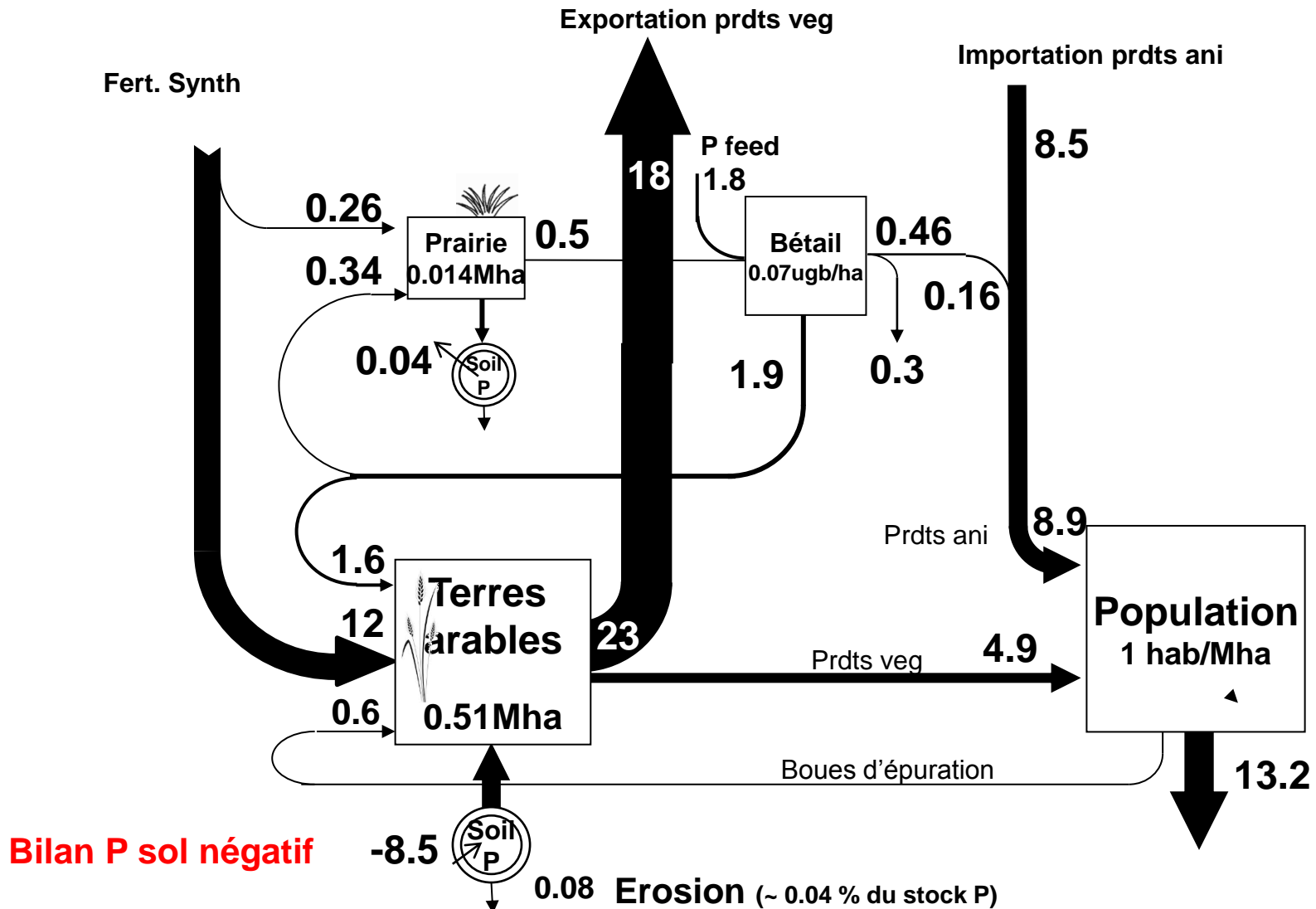


**Les bilans observés sont-ils
représentatifs des bilans P à
l'échelle du territoire ?**

Les bilans observés sont-ils représentatifs de l'aire géographique ? **OUI**

Quel bilan P en Ile-de-France ? Comment l'expliquer ? **Syst arable très intensif avec peu de retour de M.O.**

kgP/haSAU/an, 2006

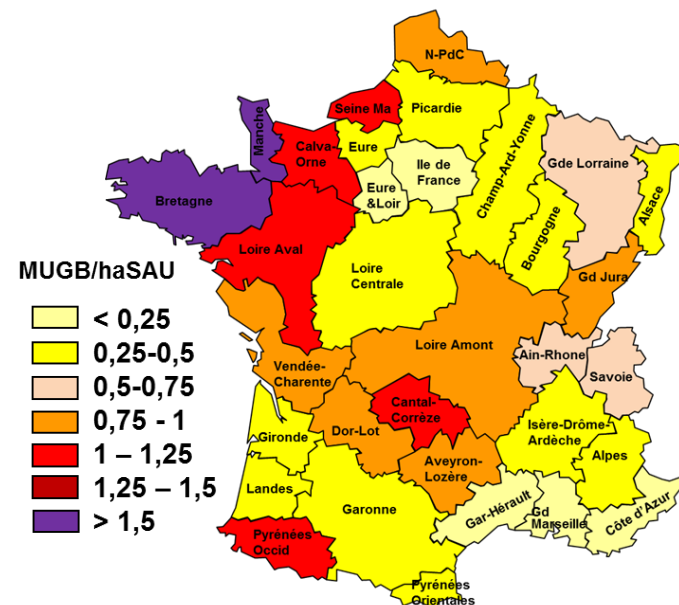
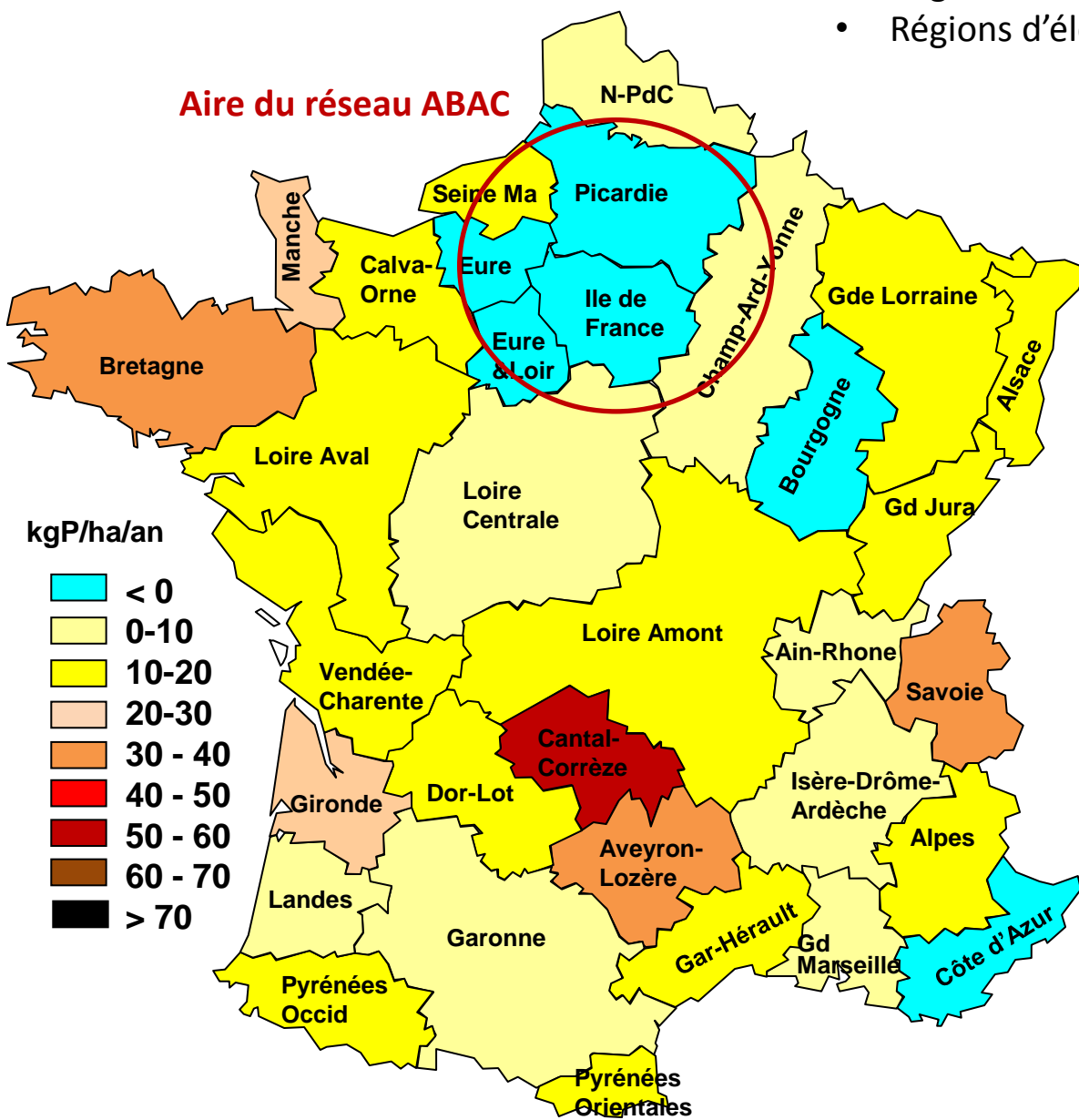


Le cas de l'Île-de-France isolé en France ? **NON** → Bilans P très variables

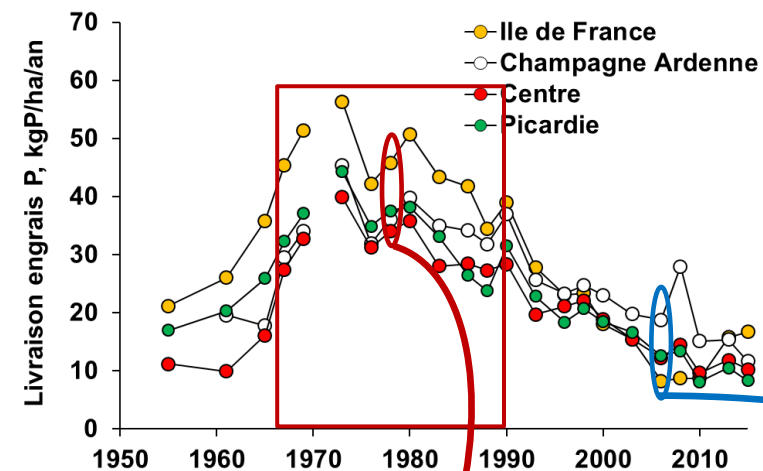
Bilan P terres arables (2006)

- Régions très productrices de céréales → **bilan négatif**
- Régions d'élevage → **bilan positif**

Aire du réseau ABAC



Comment expliquer la **productivité des régions de grandes cultures** malgré leur **bilan P négatifs** ?



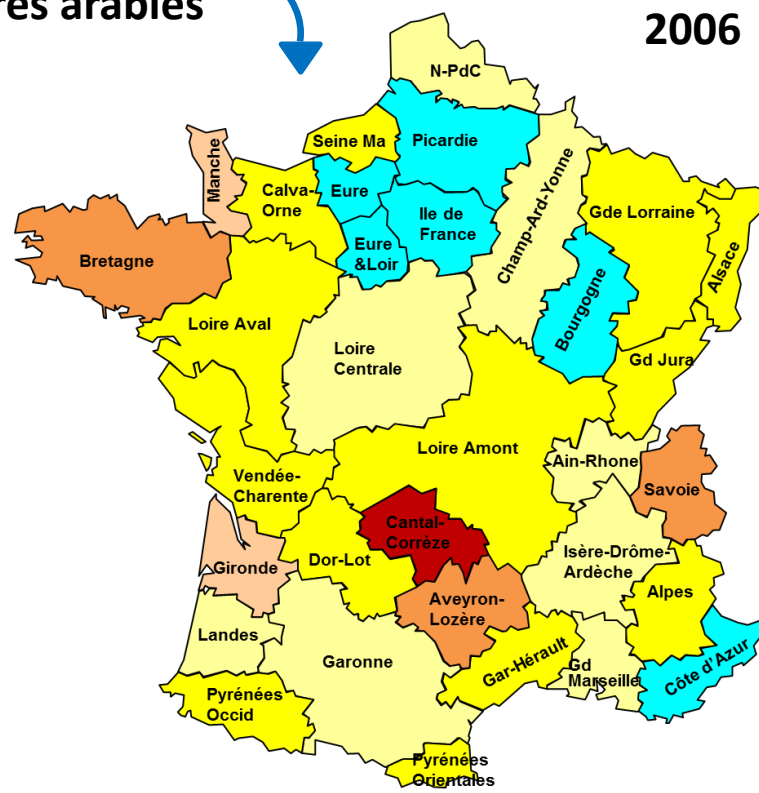
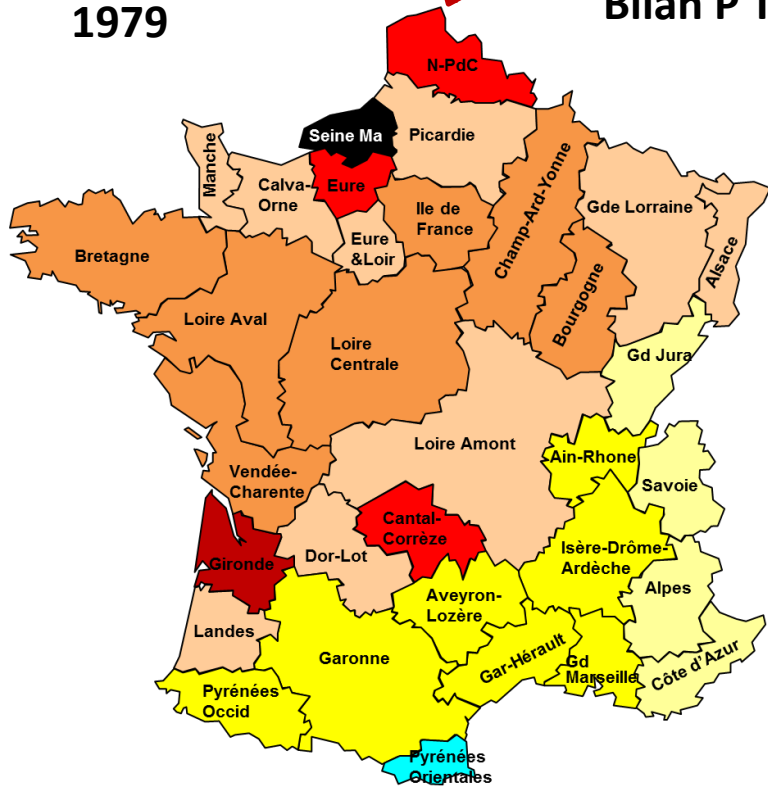
Apports de fertilisants P importants au cours des décennies passées

→ **Ordre de grandeur des stocks constitués entre 1965 et 1990 ~ 900 kgP/ha → 100 ans de réserves en IdF**

1979

Bilan P Terres arables

2006



kgP/ha/an



Accumulation ou déstockage du P ?

- Les bilans P à l'échelle des fermes du réseau ABAC et des territoires sont **cohérents**
- Les **bilans P les plus positifs** sont dans les régions d'élevage → reflète des **transferts de P depuis des gisements miniers ou depuis les sols d'autres régions** (via l'exportation de produits végétaux pour l'alimentation du bétail)
- Les **bilans P négatifs** sont dans les régions de grandes cultures → permis par d'importants **stocks en P-tot et en P-disp** résultant de la fertilisation des décennies passées

Perspectives

- Quel **gestion du P à court, moyen et long terme** ?
- **Combien de temps** peuvent durer les **stocks hérités** ?
- La **reconnexion élevage/culture** et le **bouclage des cycles urbains/ruraux** pour une **gestion durable** du P ?

Merci pour votre attention

