



VERS UN RAISONNEMENT INNOVANT DE LA FERTILISATION PHOSPHATÉE

PASCAL DENOROY (INRA, UMR ISPA, BORDEAUX)

... SUR LES TRACES DE JEAN-CLAUDE FARDEAU ; PARIS 13 AVRIL 2015



Photo 3 (left) and Photo 4 (ri

lopia. Photos by Wassie Haila.

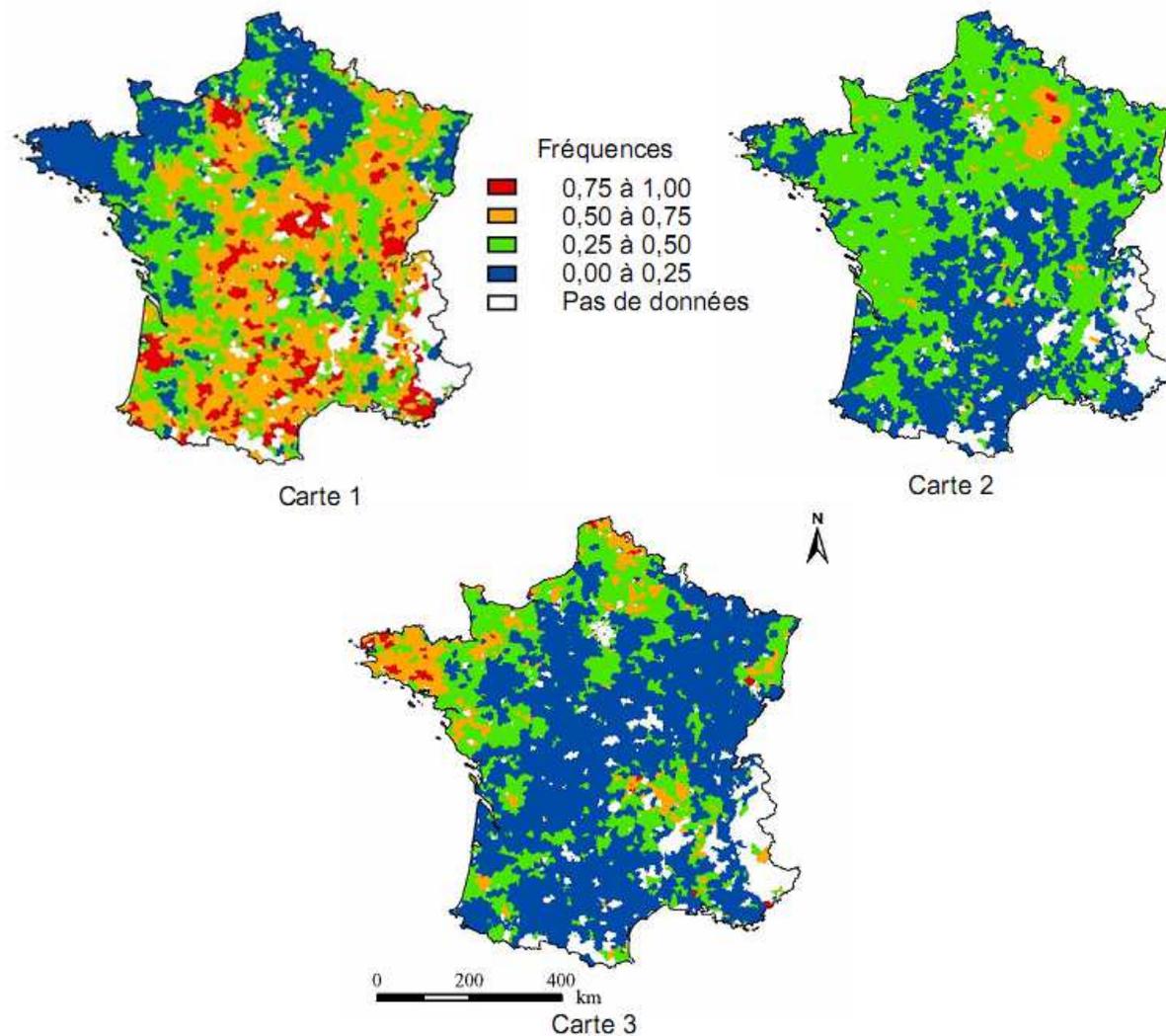


Effect of potassium on wheat. Experiment at farmers' fields. IPI project in Bhondsi, Haryana, India. Source: IPI Coordination India. 2001.

interpréter un symptôme visuel ...



http://www.kali-gmbh.com/fr/fr/fertiliser/advisory_service/deficiency_symptoms



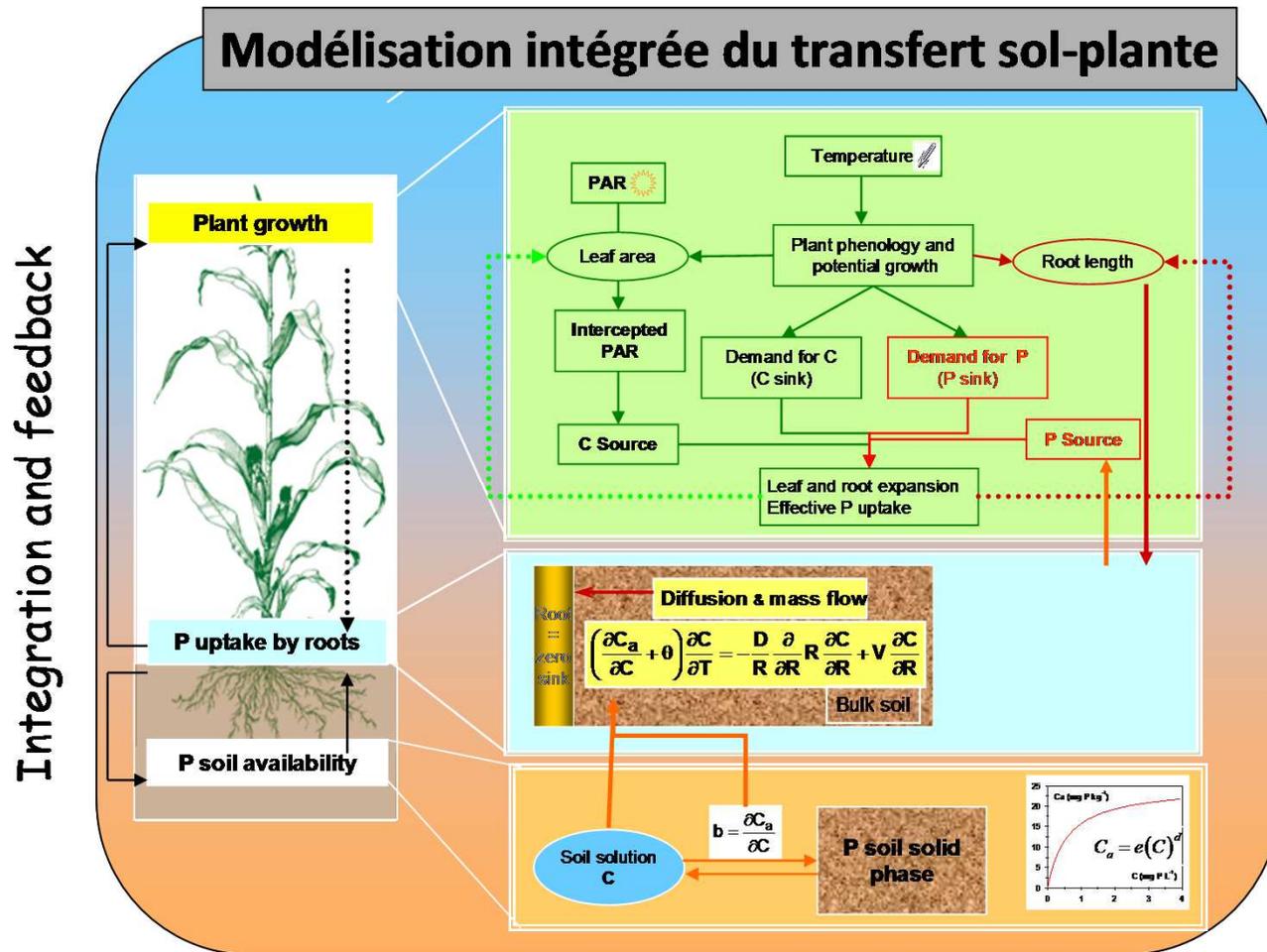
P en France : une situation hétérogène qui justifie l'étude et l'analyse

Follain *et al*, 2009

Figure 1 : Cartes de fréquence des situations observées au niveau cantonal. FC1 : teneur du sol inférieure au seuil "cultures non exigeantes", FC3 : teneur supérieure au seuil "cultures exigeantes", FC2 : intermédiaire

... SUR LES TRACES DE JEAN-CLAUDE FARDEAU ; PARIS 13 AVRIL 2015

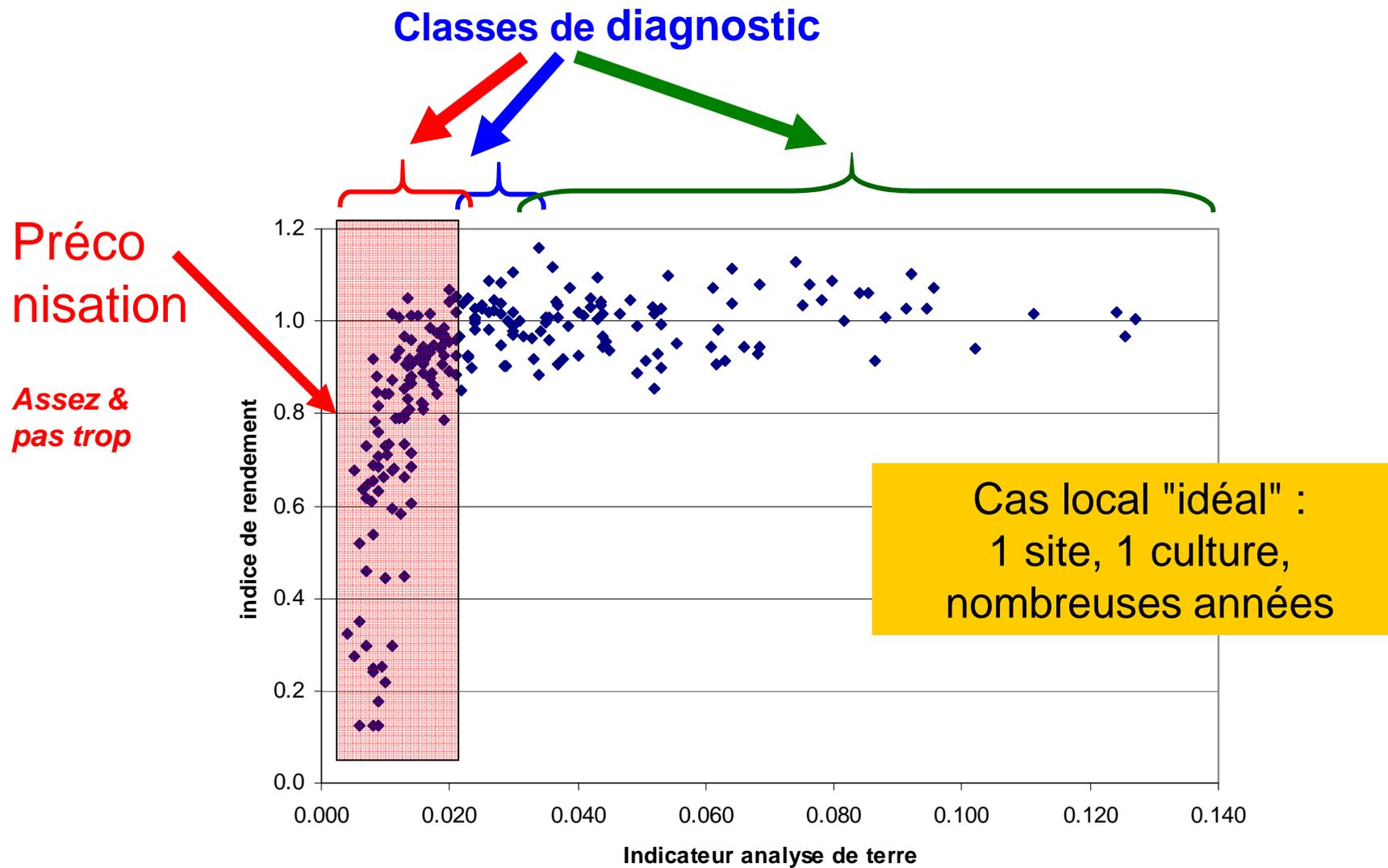
Modélisation intégrée du transfert sol- plante



Modélisation de la dynamique du P dans le système sol-plante grâce aux variables mécanistes

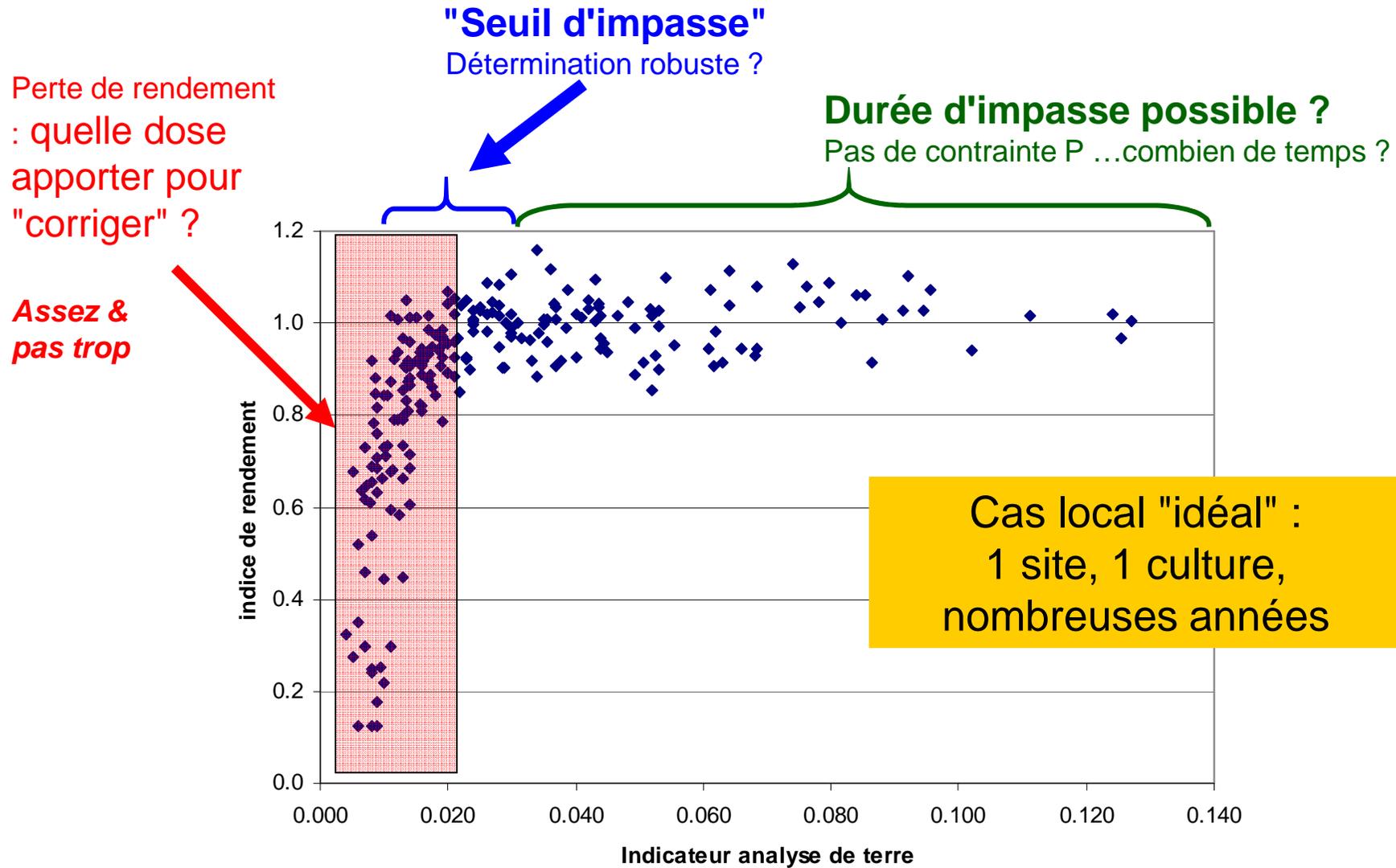
(Mollier *et al.*, 2008; Faget, 2006; Maire, 2005)

Les questions autour d'un référentiel d'interprétation



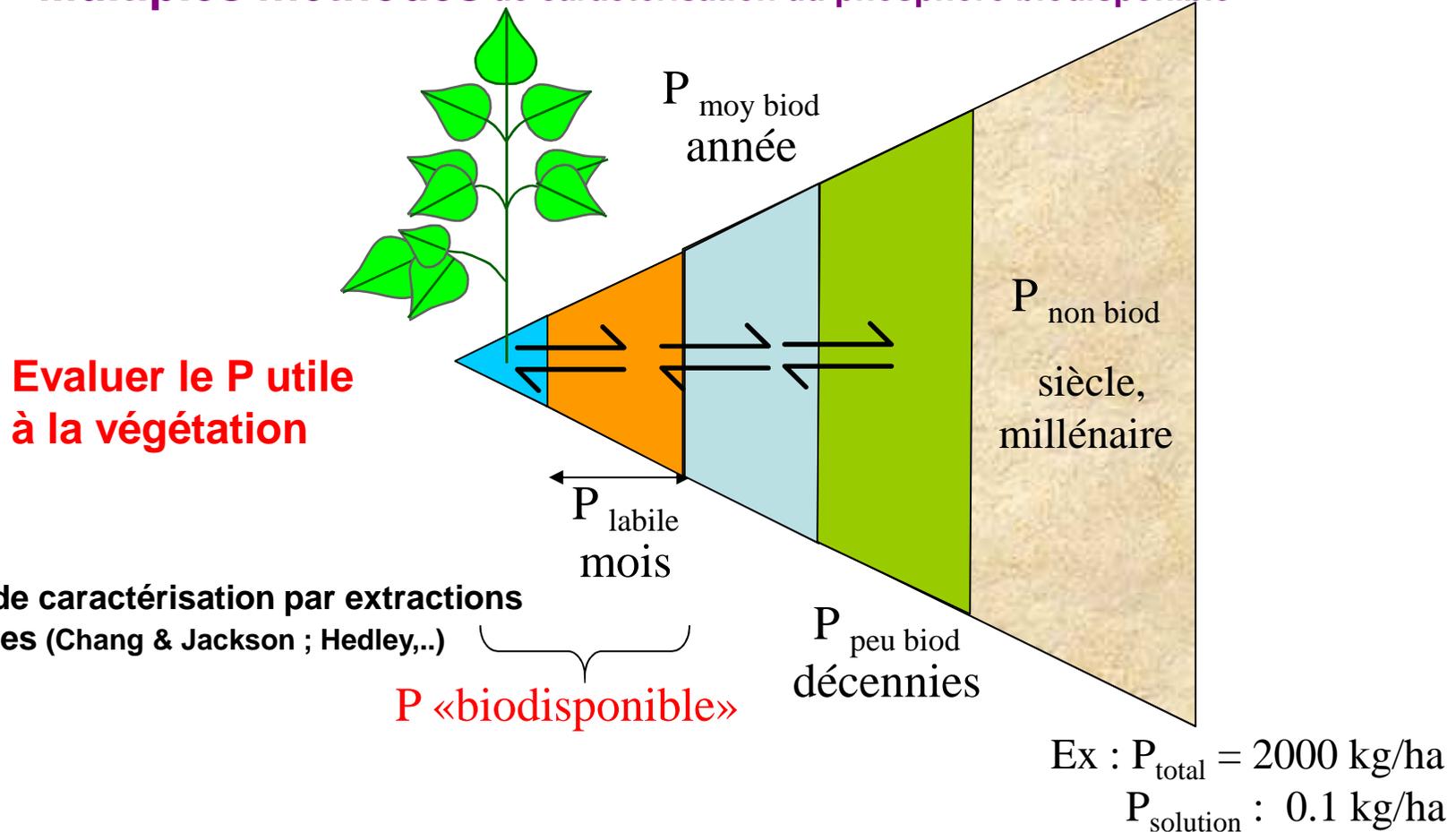
... SUR LES TRACES DE JEAN-CLAUDE FARDEAU ; PARIS 13 AVRIL 2015

Les questions autour d'un référentiel d'interprétation



Caractériser l'offre du sol en P

Multiples méthodes de caractérisation du phosphore biodisponible



Les extractions chimiques :

l'avantage de la normalisation analytique, mais une interprétation problématique surtout par difficulté à transposer les références entre sites

Les extractants réagissent de façon variable avec la terre

Tableau 3 : Variation de la médiane des rapports J/O (a) et D/O (b) avec le pH_{eau} et la CEC (en haut à gauche de chaque cellule est noté le nombre de résultats correspondant)

a : J/O	pH	7,5	8,0
CEC	9,0	3588 1,89	908 2,28
		4093 1,67	1261 2,15
13,0	9,0	1,78	2,21
		3990 1,24	6059 1,77
13,0	8,0	1135 3,03	1716 2,69
		5671 2,18	

Médiane
Joret-Hebert
/ Olsen

b : D/O	pH	5,9	6,5
CEC	9,0	3606 2,74	6700 3,39
		4429 2,93	3719 3,66
12,0	9,0	2,84	3,54
		4005 3,23	7054 4,02
12,0	6,5	3608 3,65	4131 3,94
		2351 4,30	

Médiane
Dyer / Olsen

Schwartz & Julien, 2009 (Comifer)

P₂O₅

Dyer

Type de sol	EXIGENCE des CULTURES			
	FAIBLE seuil imp.	MOYENNE s. renf. s. imp.		FORTE s.renf.
Limons (argile < 20 %)	210	140	220	160
Limons argileux	210	140	220	160
Sables	200	100	280	100

J-H

Argilo calcaire profond	120	80	120	120
Argilo calcaire sup	150	80	180	140
Argilo cal. Très sup et caillx	160	90	190	150
Craies (Champagne)	260	250	300	280
Limons (argile < 20 %)	150	100	160	100
Limons argileux	150	100	160	100
Sables	130	60	170	60

Olsen

Limons (argile < 20 %)	70	50	80	50
Limons argileux	70	50	80	50
Sables	70	50	80	50

K₂O ech

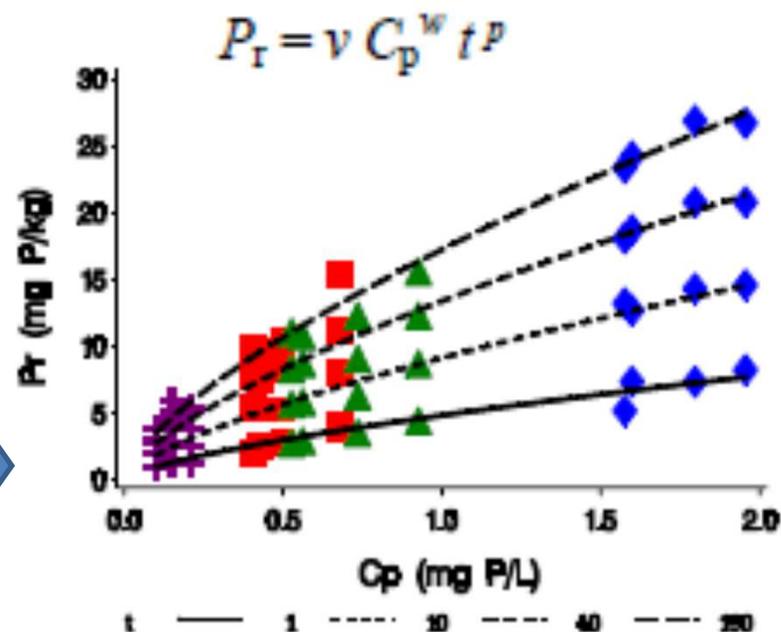
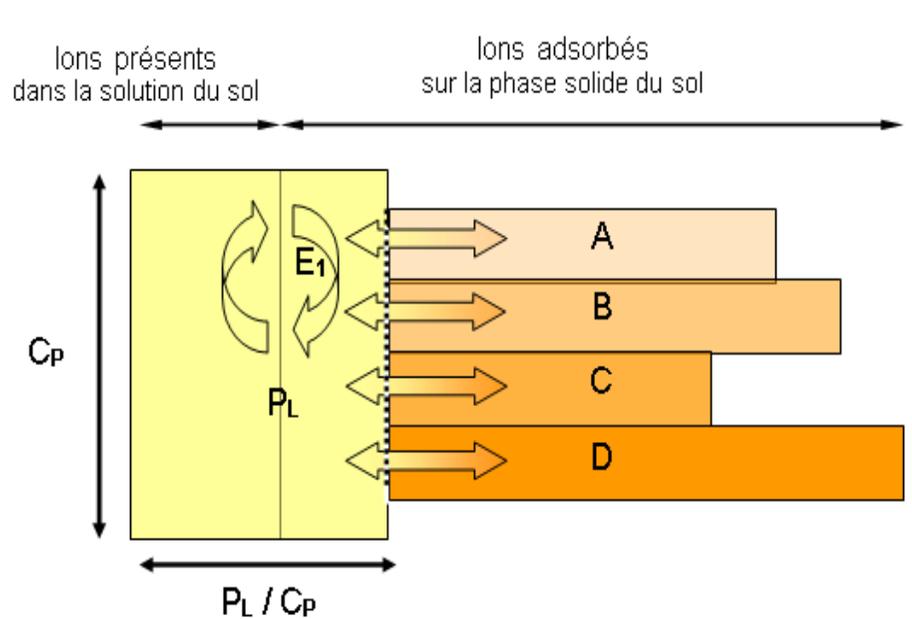
Argilo calcaire profond	180	200	300	250
Argilo calcaire sup	300	300	400	300
Argilo cal. très sup et caillx	450	400	600	450
Craies (champagne)	100	80	250	200
Limons (argile < 20 %)	150	120	180	170
Limons argileux	150	150	220	200
Sables	100	70	120	150

(ITCF 1995)

Proposition de valeur "nationales" par défaut, régionalisée ensuite

Evaluation des seuils de référence : COMIFER-ITCF

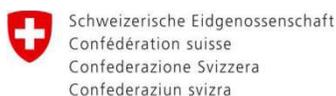
L'intérêt d'une approche plus mécaniste de la dynamique du phosphate dans le sol



$$E = Q_w + P_r$$

Une approche partagée

CASDAR « RIP » 2007-2011



Département fédéral de l'économie DFE
Station de recherche Agroscope Changins-Wädenswil ACW



Agriculture et
Agroalimentaire Canada

Agriculture and
Agri-Food Canada

Essai-culture suivis

Panel initial

X

X

X

X

X

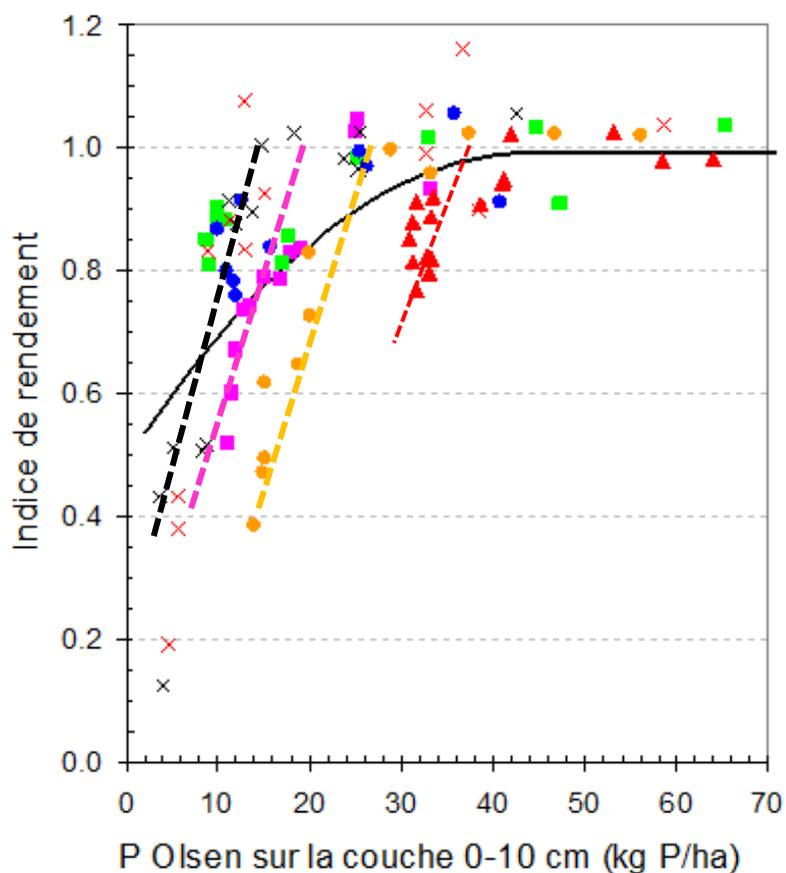
X

X

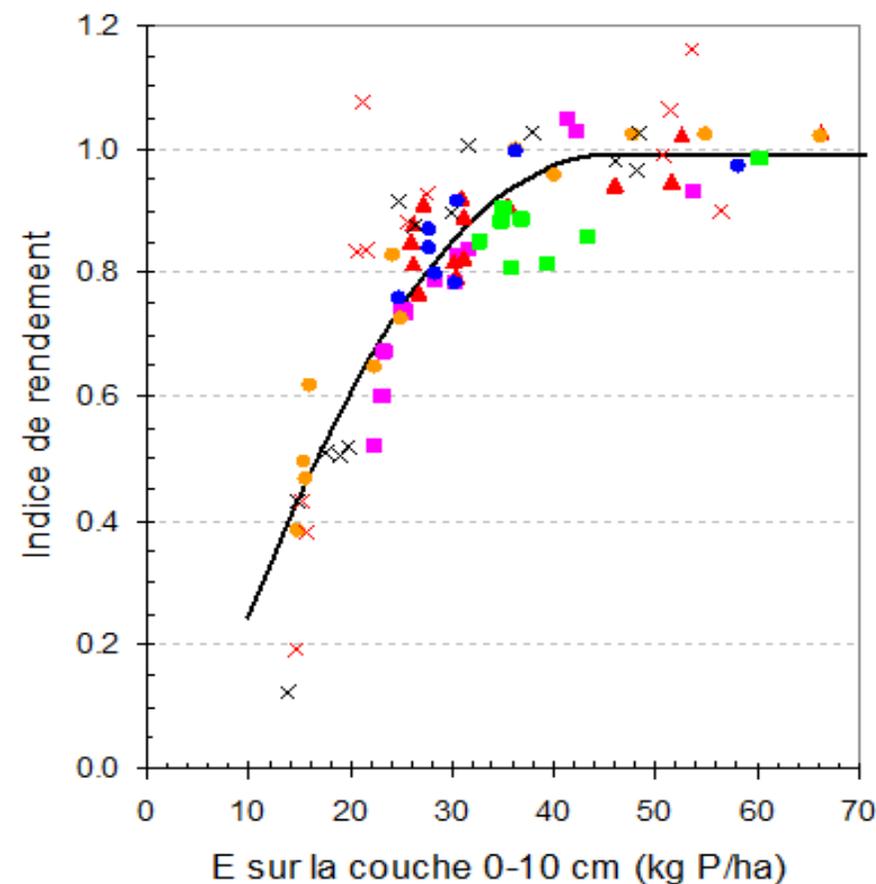
CasDAR-RIP

Cultures	Nombre d'essais	Essais avec réponse au phosphore
Maïs	13 (2 fourrages)	12
Blé dur	12	8
Betterave sucrière	10	8
Colza	9	8
Orge	8 (4 printemps)	5 (3 printemps)
Haricot vert	5	5
Carotte	5	4
Blé tendre	2	2
<i>Sorgho</i>	1	1
<i>Tournesol</i>	3	2
<i>Lin oléagineux</i>	1	1
TOTAL	69	56

Chacune sur un seul site



P Olsen

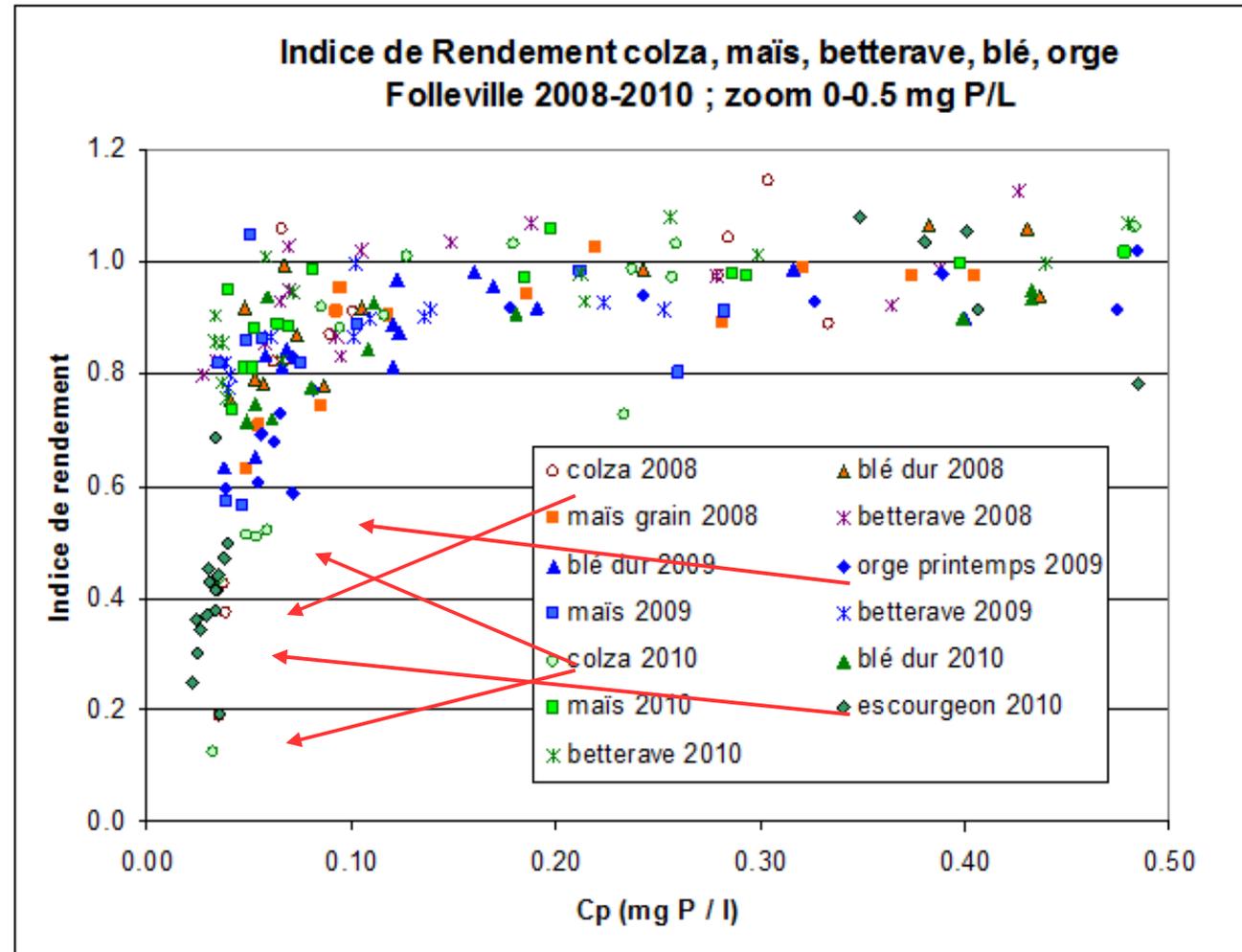


E

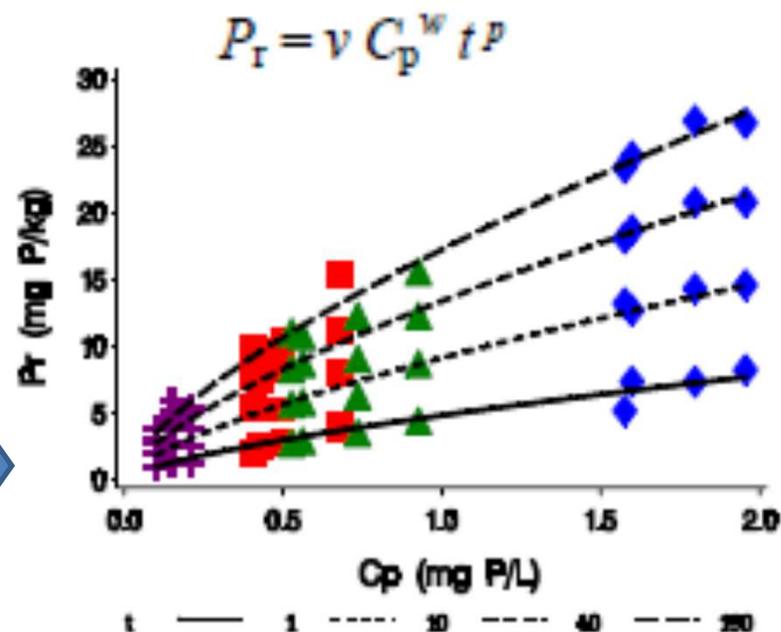
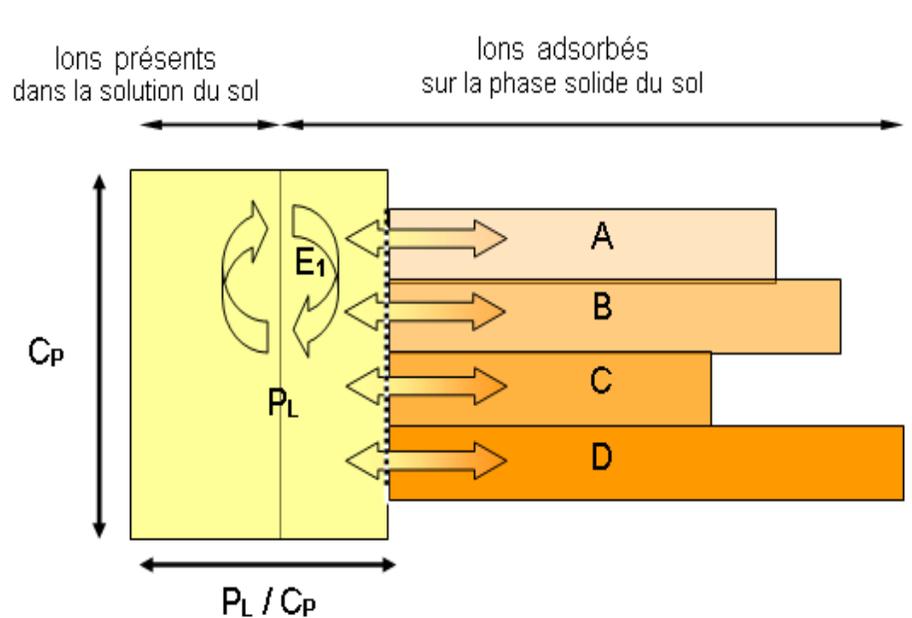
Correction de E et P Olsen en fonction de la densité apparente de la terre en place et du % de refus (> 2 mm)
Couche de sol prise en compte : 0 – 10 cm : t = 800 (pour E) (L.Champolivier ; CETIOM)

Confirmation avec C_p de la notion «d'exigence» des cultures

Réponses à la
carence :
-des seuils peu
différents
- des intensités
différentes

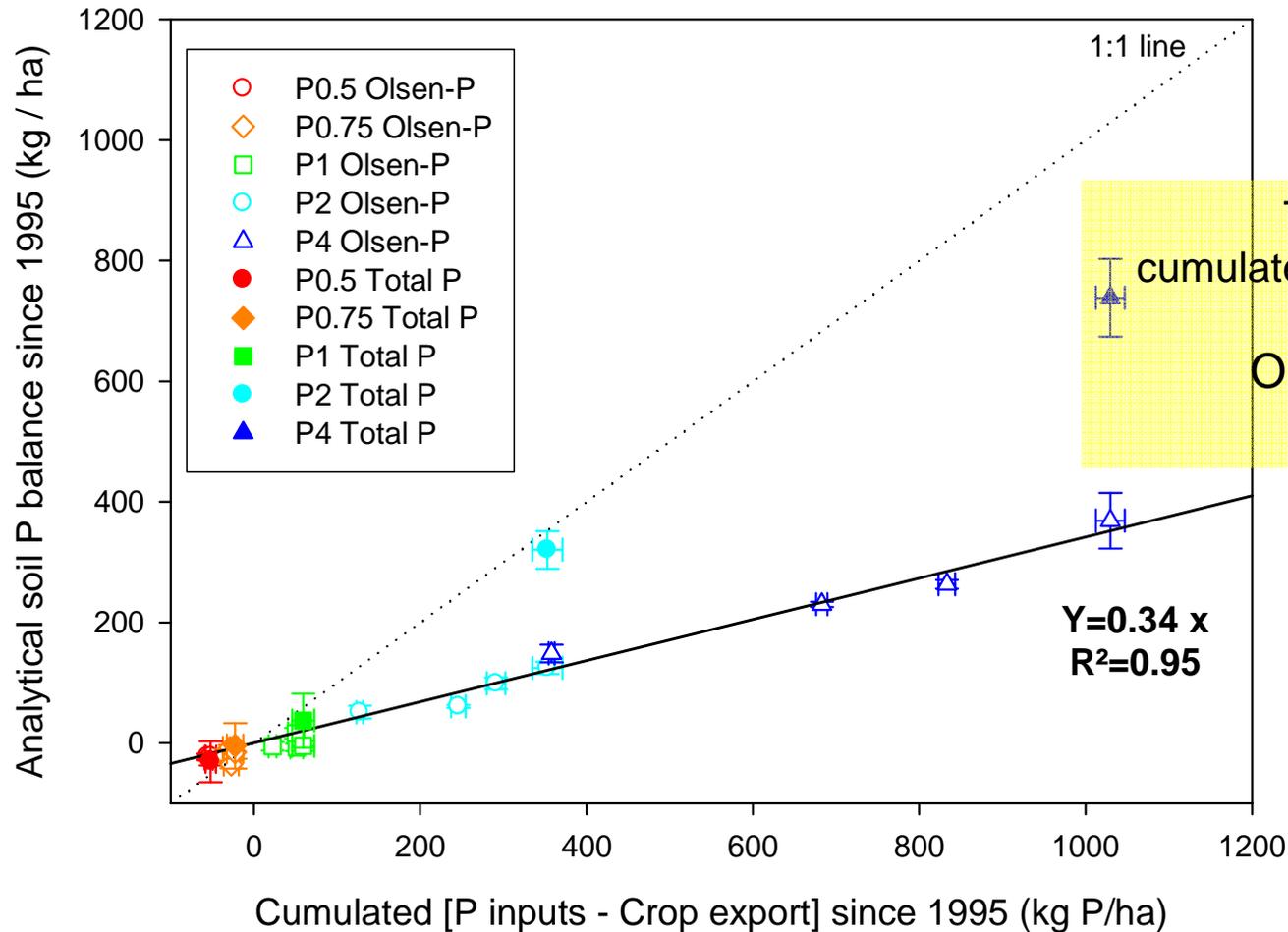


L'intérêt d'une approche plus mécaniste de la dynamique du phosphate dans le sol



$$E = Q_w + Pr$$

Pouvoir Fixateur / pouvoir Tampon

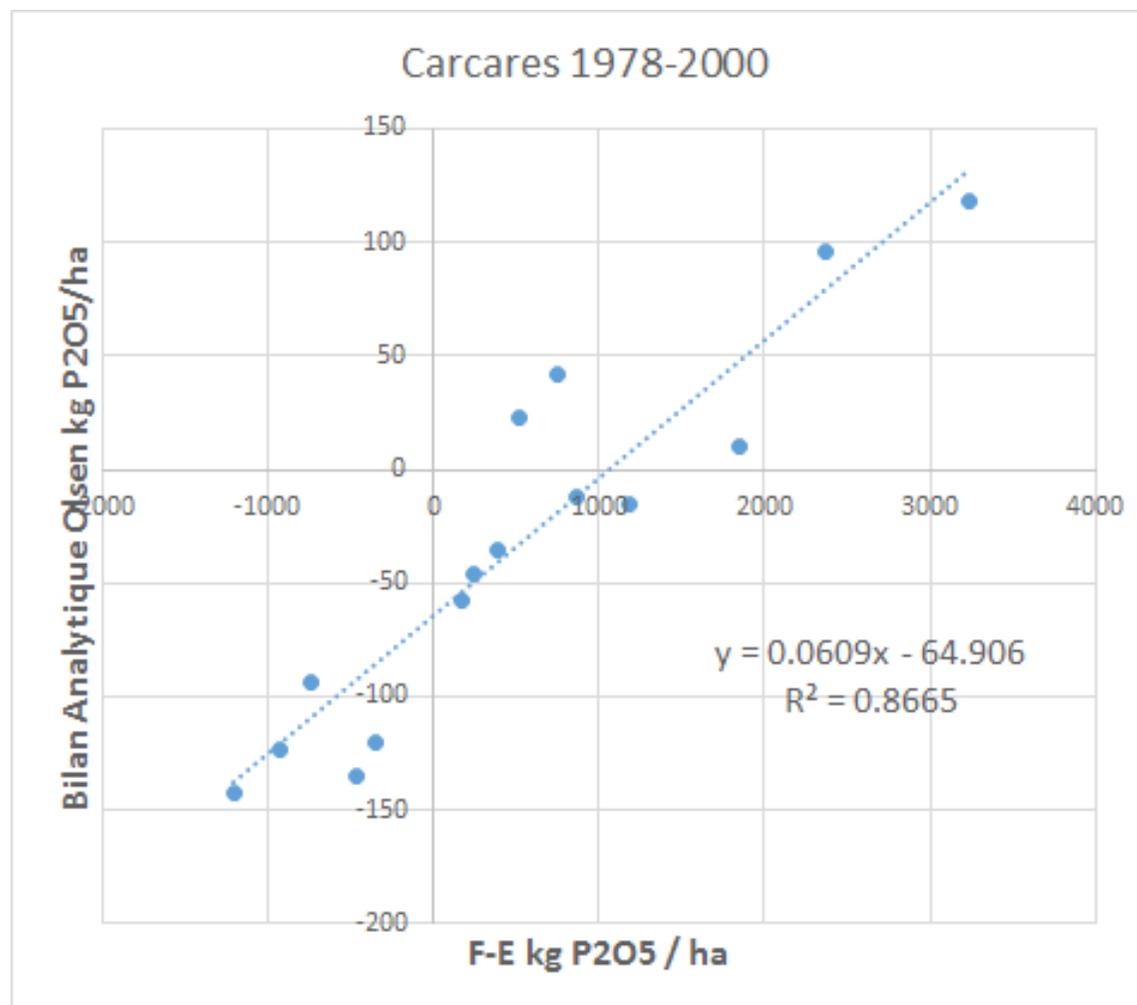


**16 years P balances
comparison (1995-2011)**

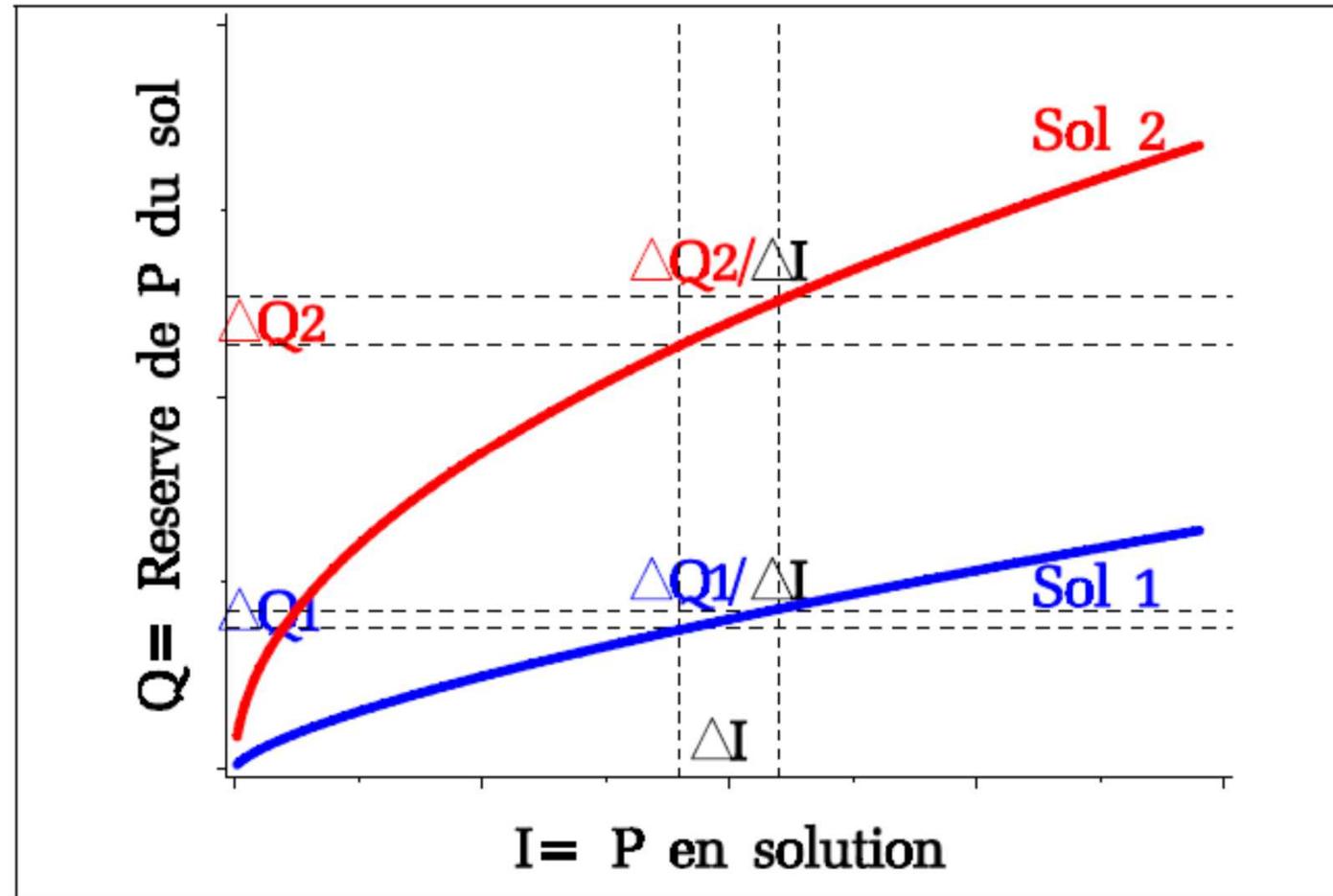
Total P variation in soil equals
cumulated crop balance, excepted for
"P4"
Olsen_P variation = 34 % of
cumulated crop balance

Le bilan analytique
Olsen ne rend compte
que de 6 % de la
variation du bilan F-E

Cette relation est la
même en bilan >0 ou
<0 : reversibilité

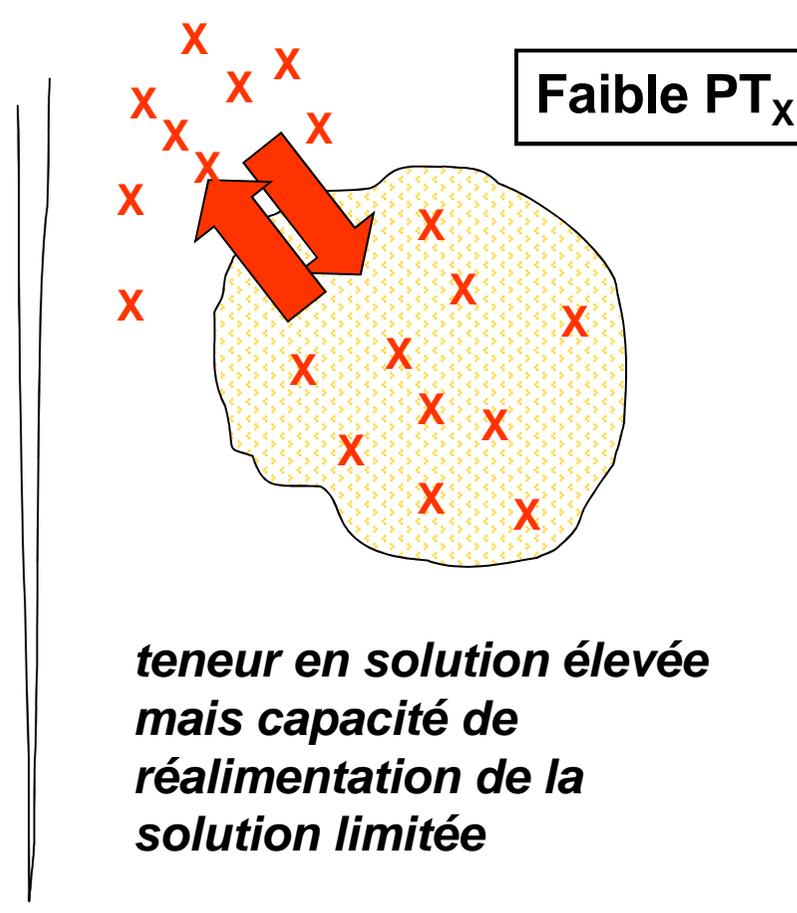
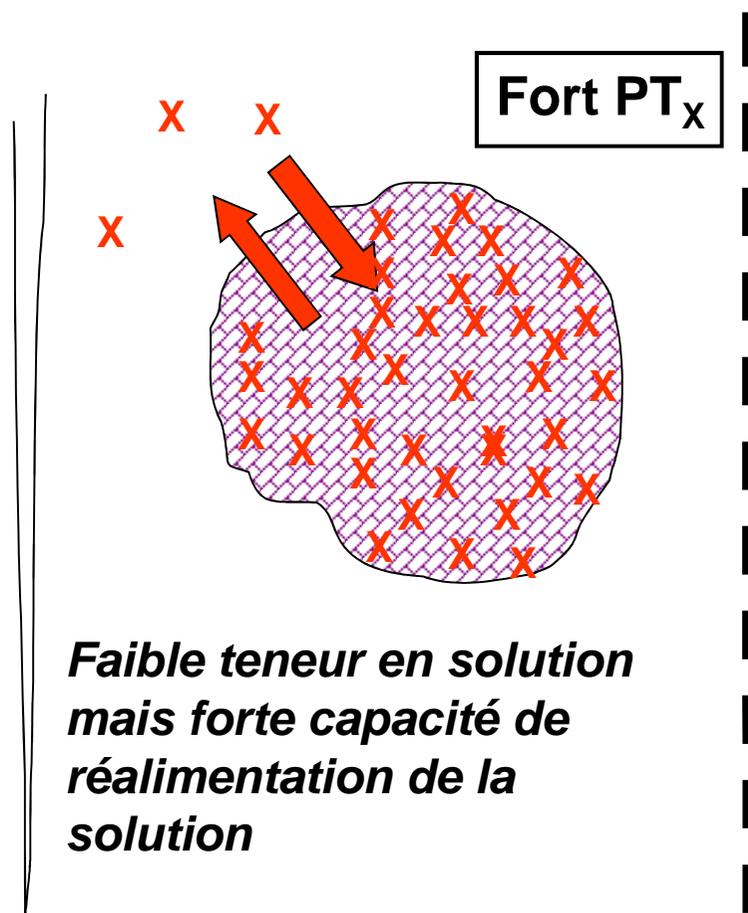


Pouvoir
tampon
 $PT = \partial Q / \partial I$



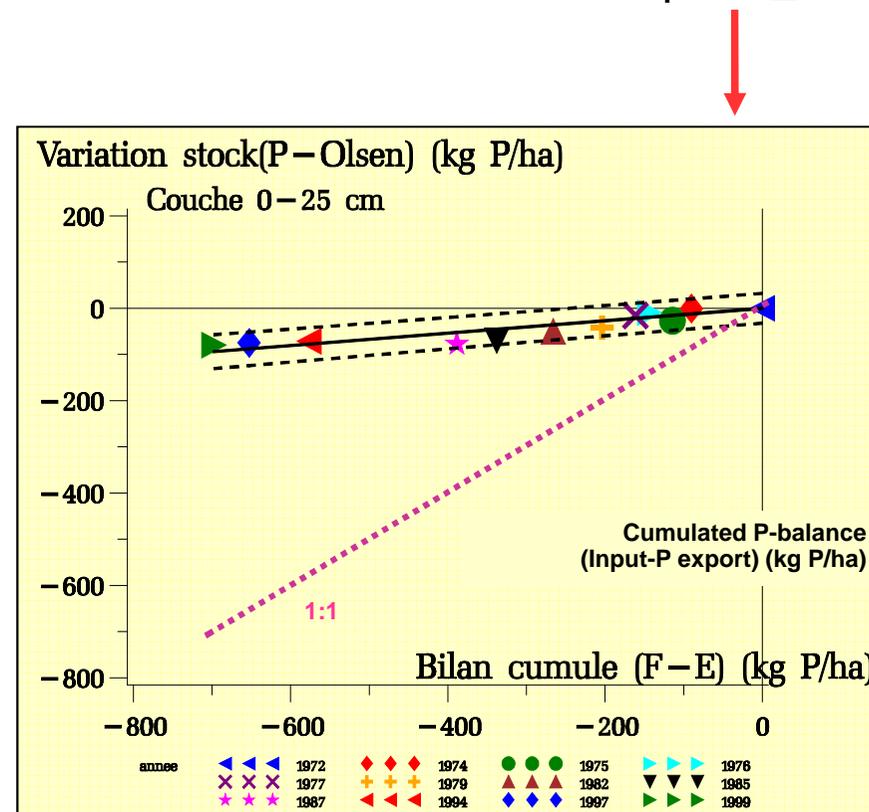
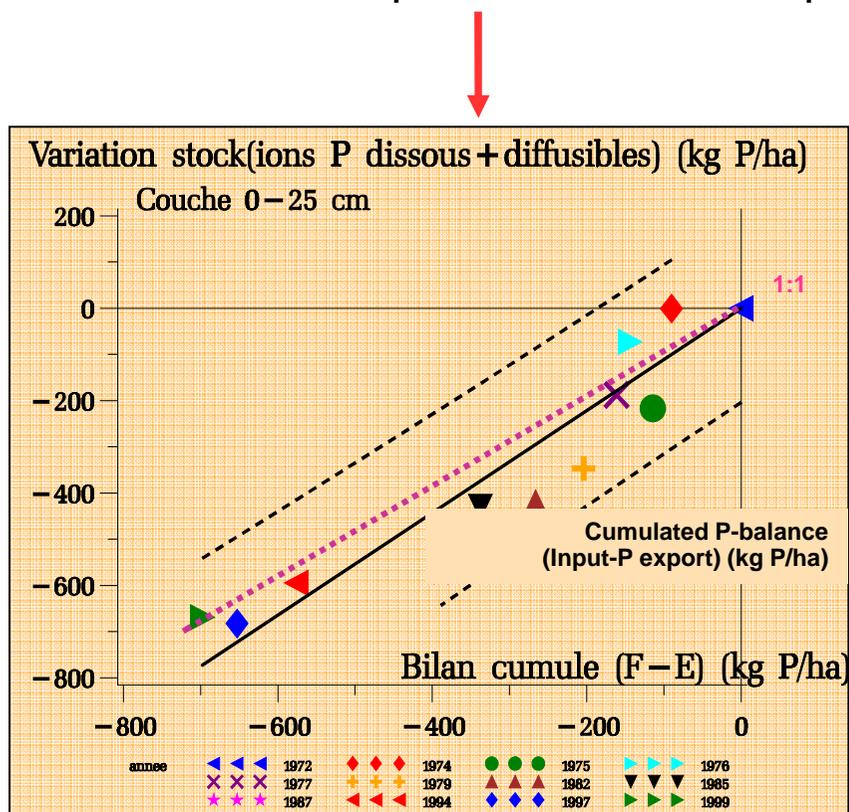
POUVOIR TAMPON DU SOL ET NUTRITION/ MOBILITE DES IONS

Solution à l'équilibre avec la phase solide du sol



Évolution de la biodisponibilité du P du sol en fonction du bilan entrées/sorties parcellaire

Les indicateurs Cp & Pr rendent compte des variations de bilan, mieux que P_Olsen



(Stroia et al., 2007)

L'indicateur "E" pour le calcul des doses de fertilisant

Sur durée t_z (de date i à date j), après apport X

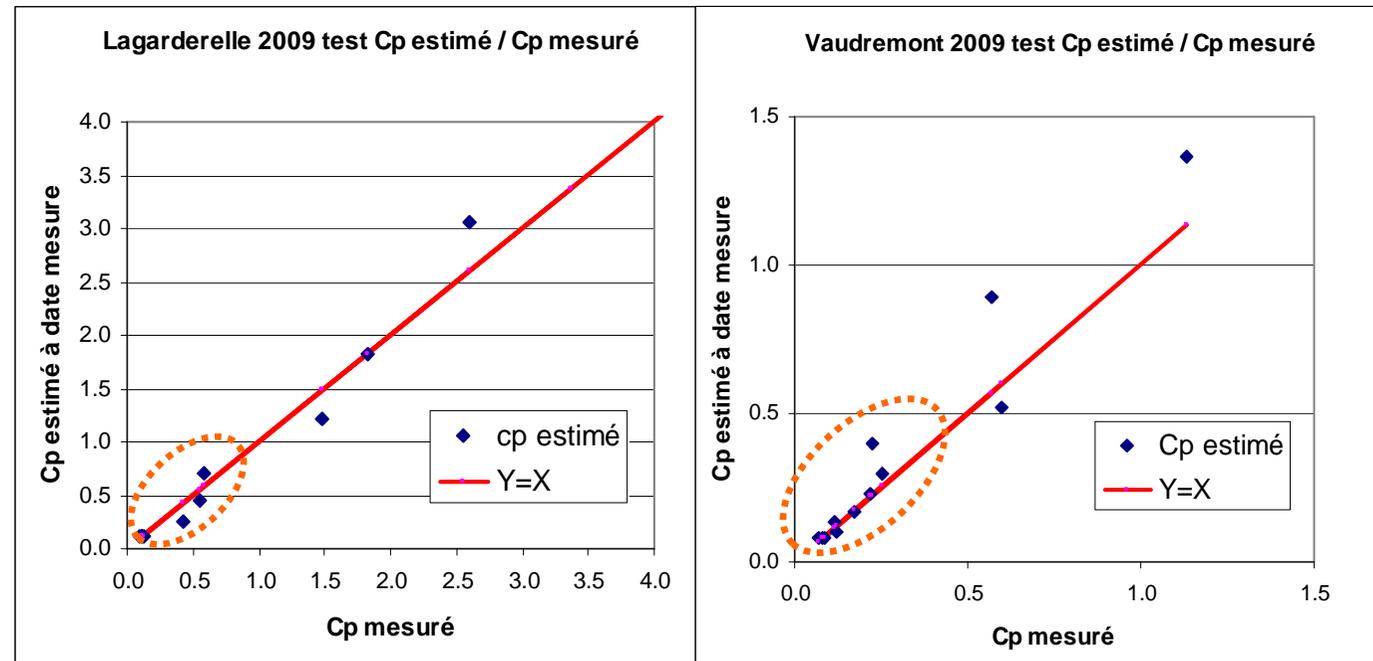
$$E_i(t_z) + X = E_j(t_z)$$

pour atteindre un objectif Cp_z

$$10 Cp_i + v Cp_i^w t_z^p + X = 10 Cp_j + v Cp_j^w t_z^p$$

Le modèle de biodisponibilité du P rend compte des évolutions de Cp constatées après fertilisation

Surtout pour des $Cp < 0.5$ mg P/L ordre de grandeur "normal"



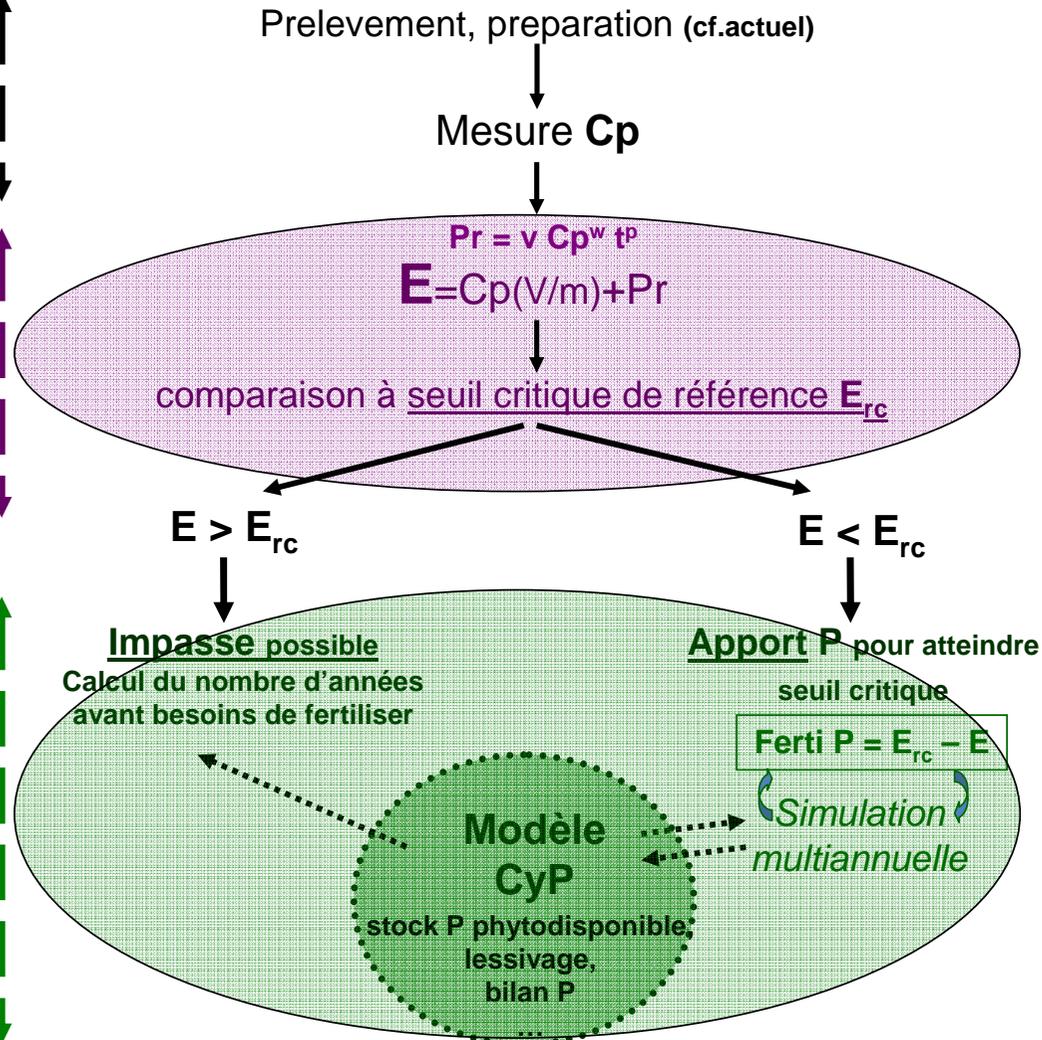
Un schéma de raisonnement rénové

ETAPES

Analyse de terre

Phase 1 : **Diagnostic**

Phase 2 : **Préconisation**
Calcul annuel & Extension multiannuelle



PARCELLE

Données collectées spécifiques : sol, cultures, pratiques ...

REFERENCES

SOLS :
Base de données ou analyse terre + fonction pédotransfert paramètres équilibre Pr/Cp

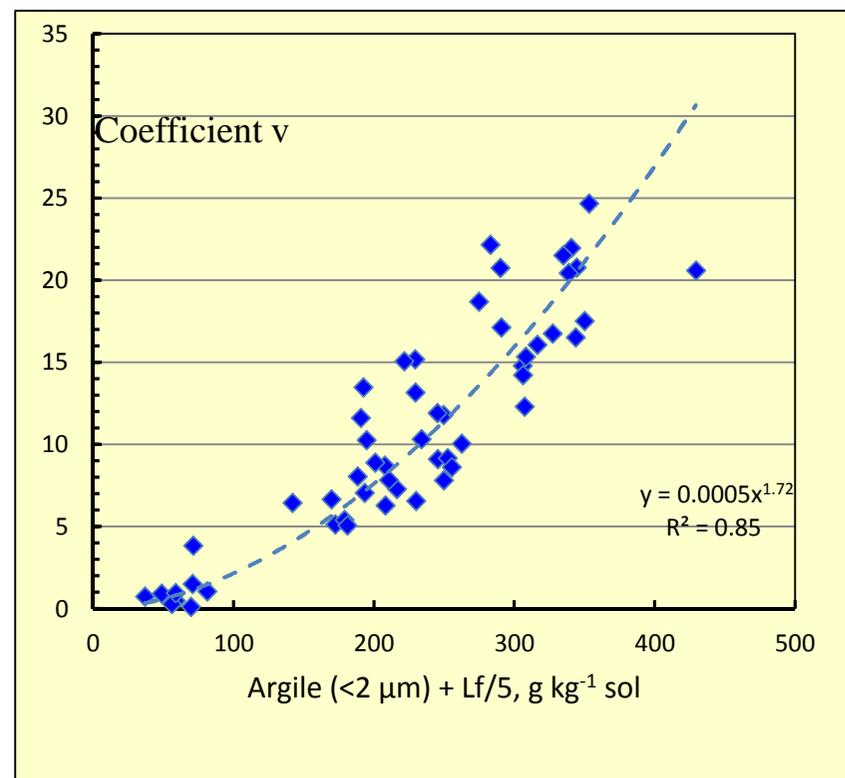
CULTURES :
* Niveau critique d'offre du sol (E_{rc})
* Exportation

CONTEXTE & PRATIQUES

Perspectives

- Améliorer la détermination des paramètres (v,w,p):

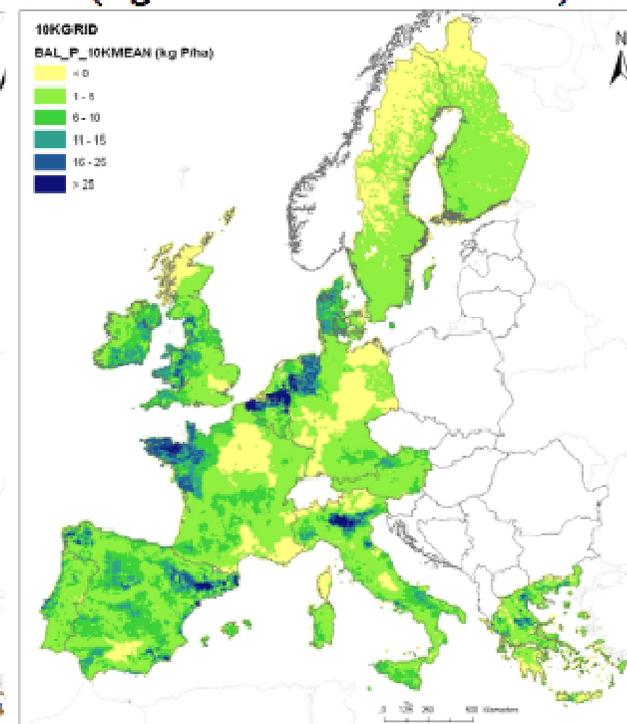
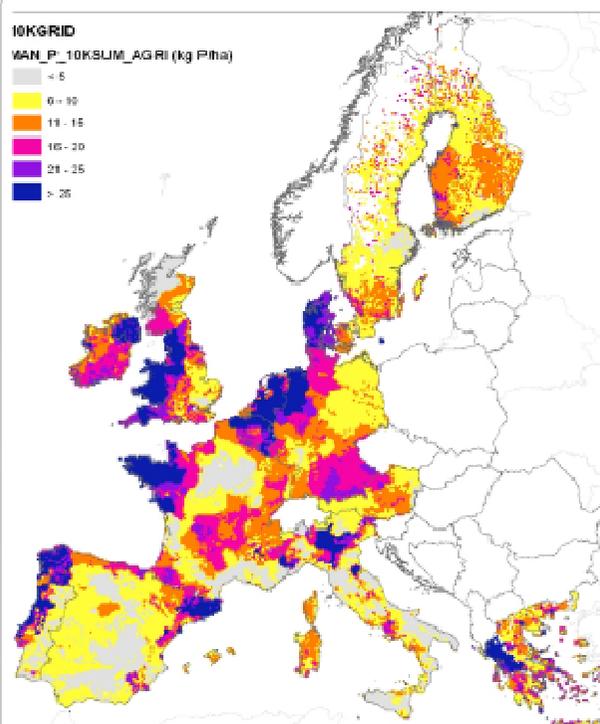
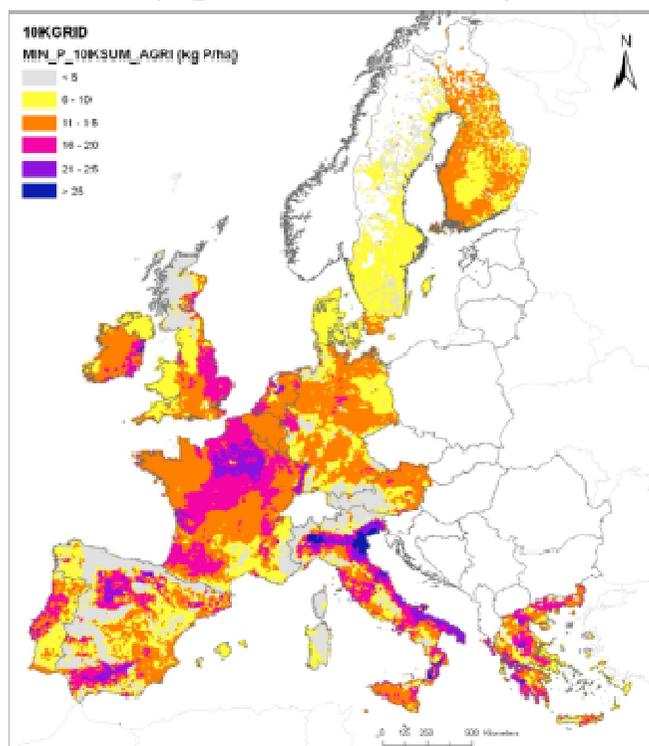
étudier les relations entre ces coefficients et les propriétés physico-chimiques du sol qui déterminent les réactions avec les ions P



Apports d'effluents d'élevage
(kg P/ha SAU/an)

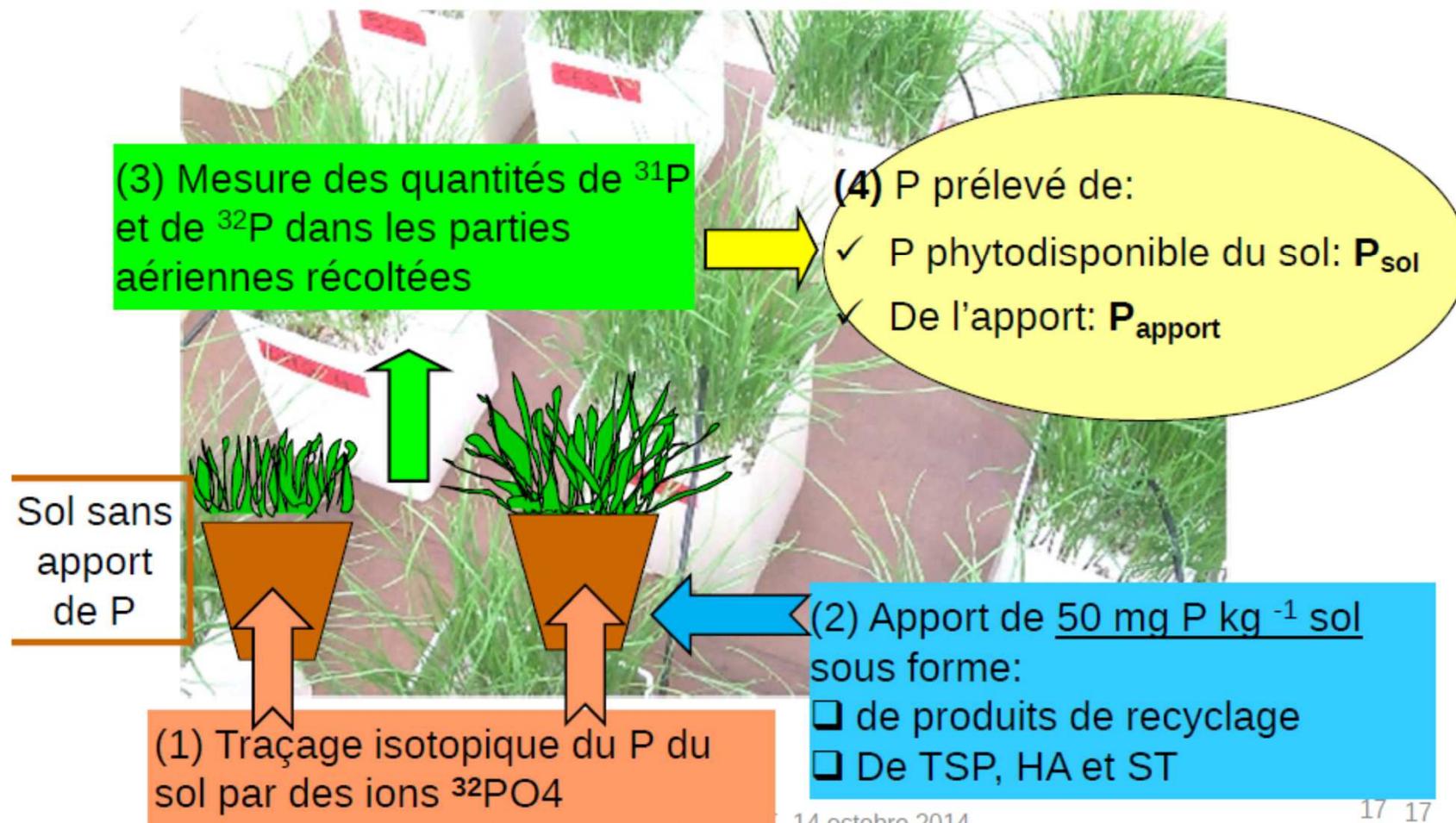
Apports d'engrais de synthèse
(kg P/ha SAU/an)

Bilan de P
(kg P/ha surf totale/an)



(Grizzetti, Commission Européenne, 2007)

Traitements : sol témoin; sol + produits testés; sol + formes chimiques connues



Présentation COMIFER, 14 octobre 2014

17 17

**Merci
de votre attention**

