



**Le Phosphore : nutrition des plantes, qualité
des eaux et gestion durable d'une ressource
non renouvelable**

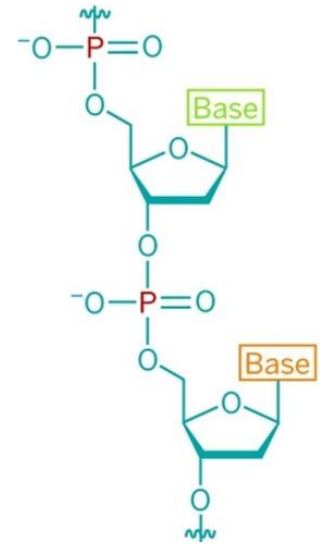
Sylvain PELLERIN, INRAE

Académie d'Agriculture de France, séance du 6 Juin 2020

Le Phosphore: un **élément nutritif indispensable**, non substituable,...

- rôle physiologique et structural (ADN/ARN, ATP/ADP, phospholipides, etc.)
- déficience modérée $\Rightarrow$ réduction de la croissance foliaire
- concentrations dans les plantes de l'ordre du mg g^{-1} de MS.
- accumulation dans les graines (phytates). Les quantités exportées représentent quelques dizaines de kg de P par ha et par an

... dont la biodisponibilité dans le sol est fortement limitée par des **interactions physico-chimiques avec la phase solide**

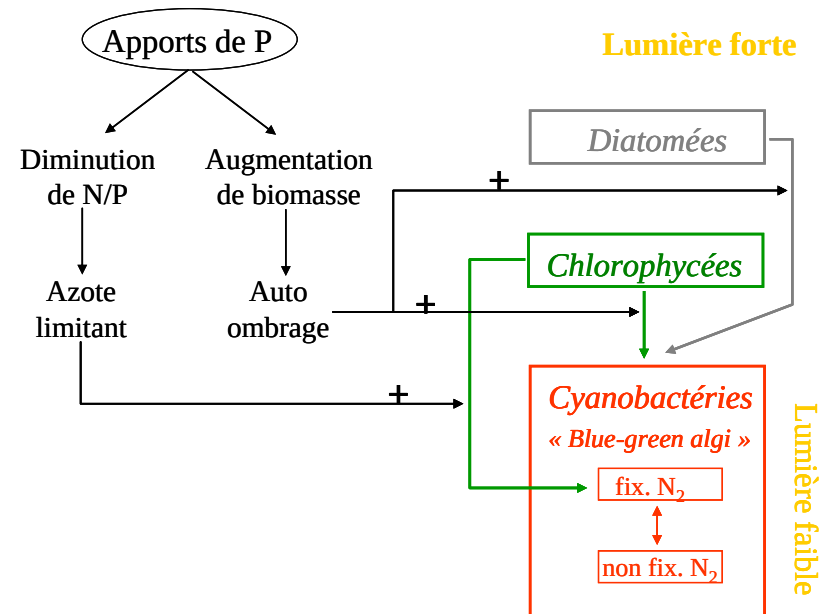


Le Phosphore: un élément déclencheur de l'eutrophisation des eaux continentales

- ▶ augmentation de la production primaire. Bloom algaux
- ▶ auto-accélération du processus du fait de cyanobactéries fixatrices de N
- ▶ accumulation de déchets organiques insuffisamment recyclés
- ▶ déficit d'oxygénation des eaux profondes
- ▶ baisse de la qualité des eaux, réduction de la valeur d'usage, perte de biodiversité

Le transfert de P des sols vers les eaux se fait notamment par entrainement particulaire

L'origine du P des eaux n'est pas exclusivement agricole



Le Phosphore: une **ressource non renouvelable**

- ▶ 23 Mt P extraites par an
- ▶ 82% utilisées pour la fabrication d'engrais phosphatés

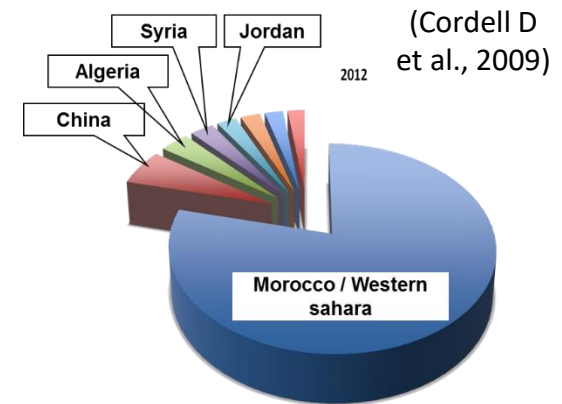
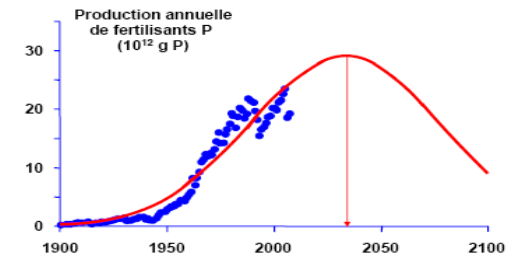
...dont la raréfaction constitue à terme une menace pour la sécurité alimentaire mondiale

(même s'il existe des controverses sur la durée de vie des réserves: 1 à 3 siècles selon les auteurs)

...qui pourrait devenir un enjeu géo-politique (réserves détenues par quelques pays)



Phosphorus production
(10^{12} g P per year)



The global Phosphate rock reserves
(USGS Mineral Commodity Survey 2013)

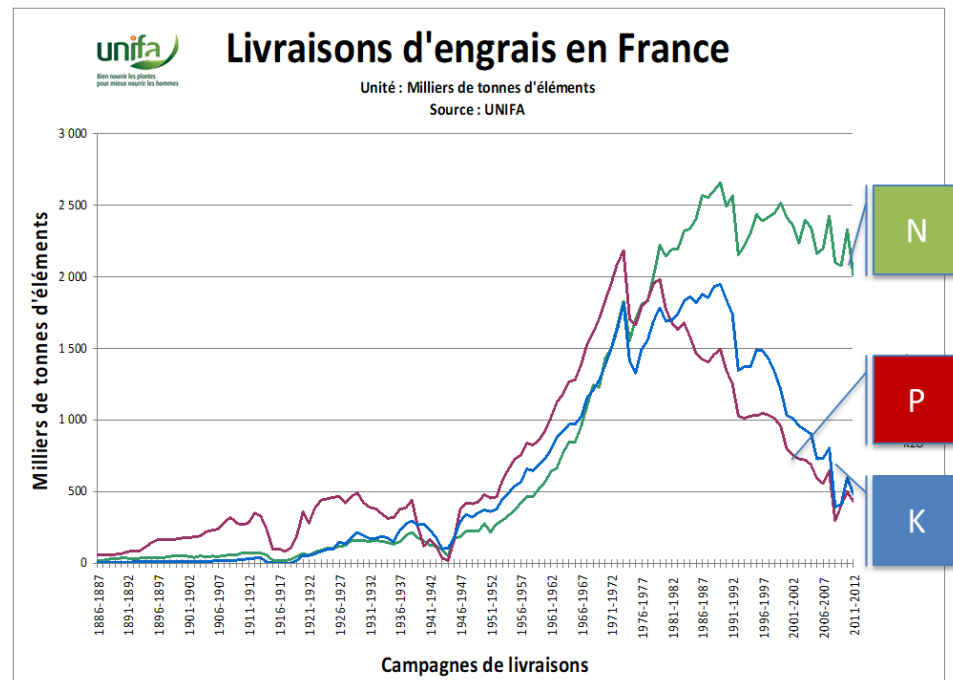
Focus sur la situation française

En France des apports massifs d'engrais ont fortement enrichi les sols en P depuis l'après guerre

Depuis les années 70, les apports de P minéral ont été divisés par 4

- Recherche d'une réduction des charges opérationnelles
- progrès des outils de raisonnement de la fertilisation

Actuellement de l'ordre de 80% du P des sols agricoles serait d'origine anthropique (Ringeval et al., 2014)

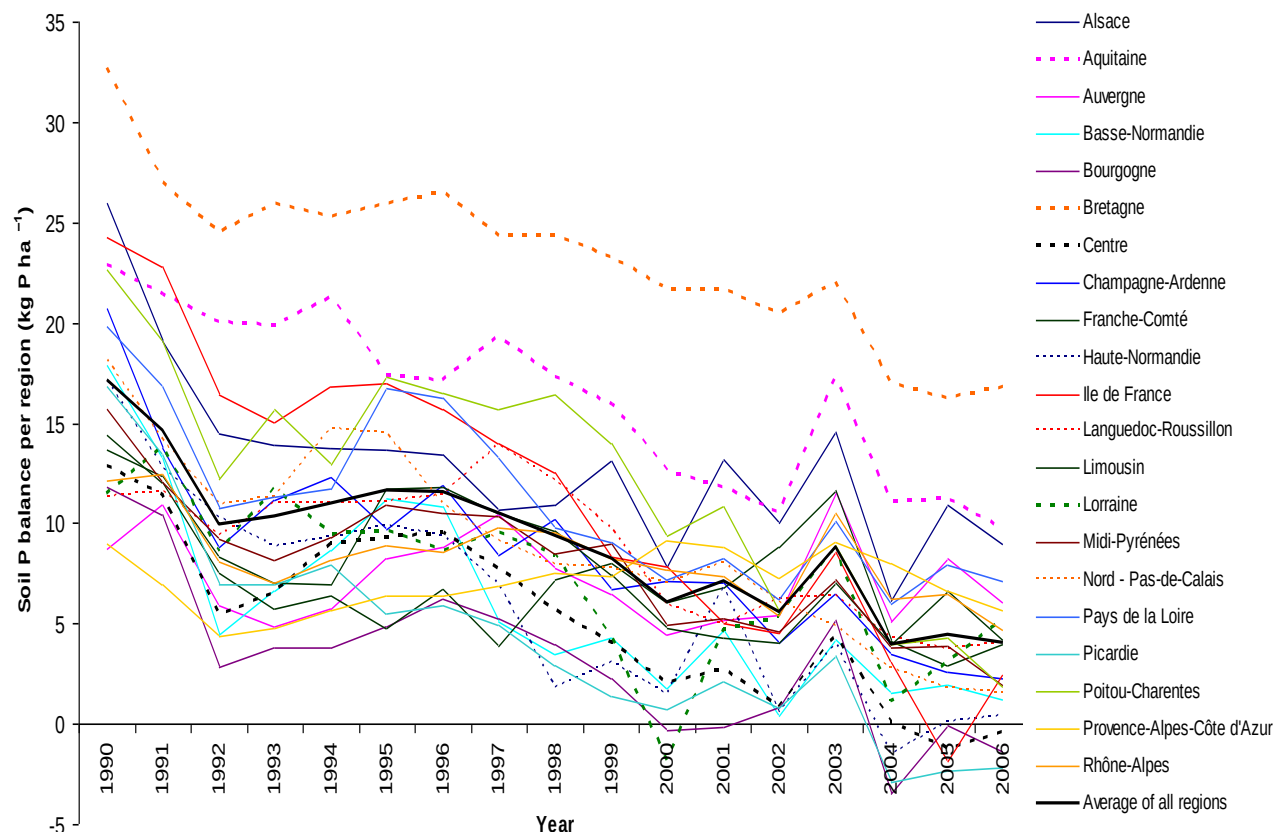


Focus sur la situation française

L'excédent de bilan des sols français s'est réduit

Le bilan P global du territoire français est passé de + 18 kg P ha⁻¹ en 1990 à + 4 kg P ha⁻¹ en 2006

Avec des hétérogénéités inter-régionales fortes



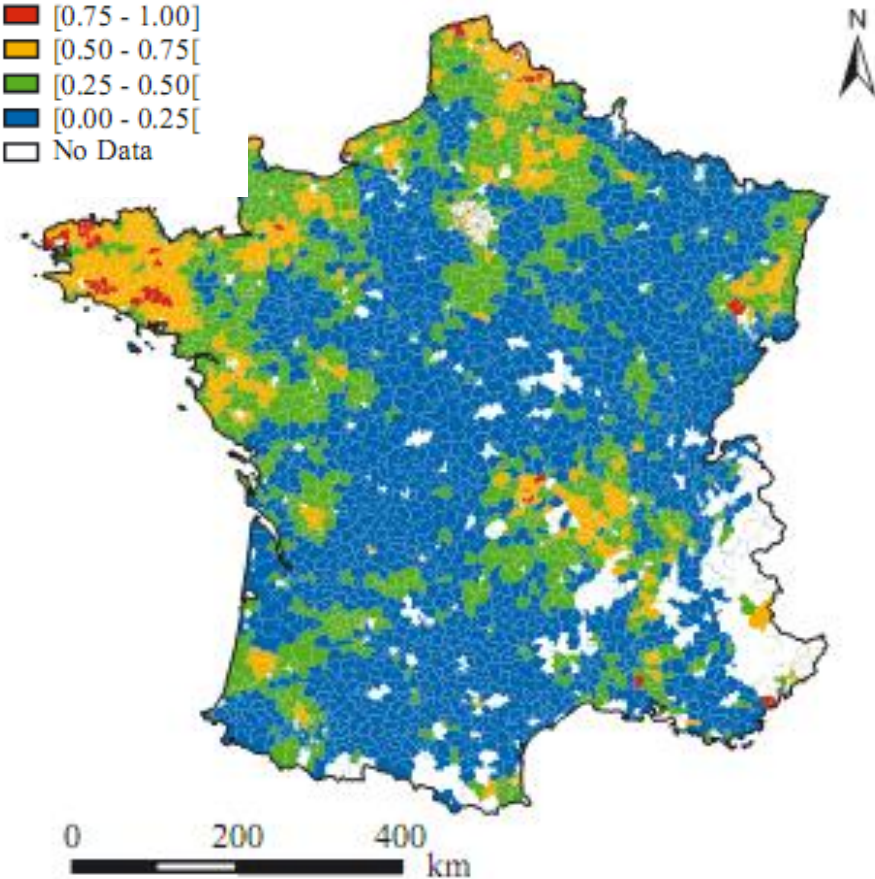
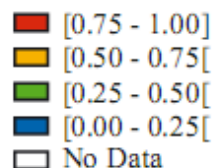
Bilan P des sols des 21 régions françaises entre 1990 et 2006 en kg P ha⁻¹ an⁻¹
(in Kalimuthu, 2012)

Focus sur la situation française

Les teneurs en P dans les sols français, et leur évolution récente, reflètent l'hétérogénéité spatiale des bilans

- valeurs très supérieures aux besoins des cultures et tendance à la hausse dans les zones d'élevage intensif de l'Ouest
- valeurs plus proches de l'optimum ailleurs

Frequencies:



Fréquence des analyses de terre pour lesquelles la teneur en P extractible est supérieure au seuil d'impasse pour les cultures les plus exigeantes en P. Carte réalisée à l'échelle cantonale, d'après la base de donnée d'analyses de terre (BDAT, 850806 résultats d'analyse sur la période 1990-2004) et le logiciel d'interprétation INRA Regifert (d'après Follain et al., 2009)

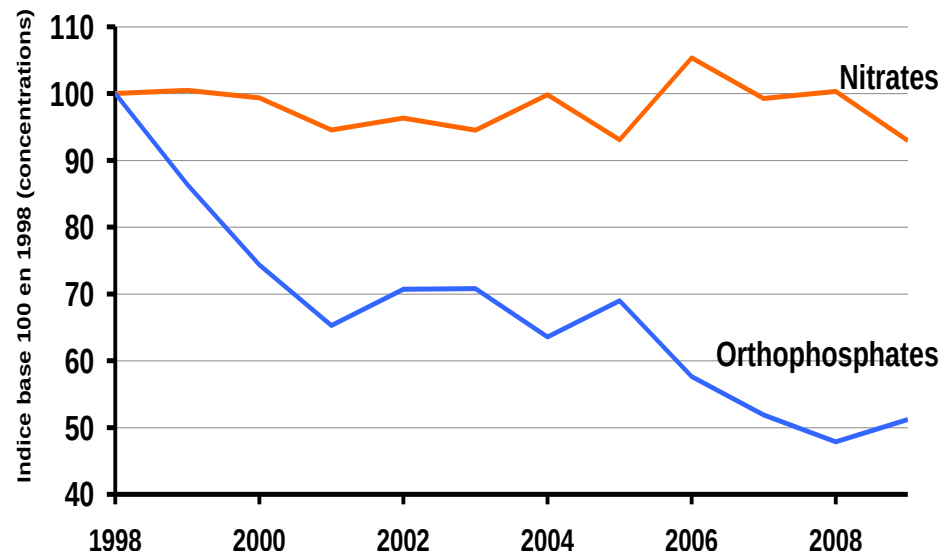
Focus sur la situation française

Une qualité de l'eau vis-à-vis du P qui globalement s'améliore...

...Mais qui s'explique en grande partie par les progrès faits dans le domaine de la collecte, de l'épuration et de la déphosphatation des eaux usées

A l'échelle de la France, 50% du P transféré vers les eaux provient des sols agricoles

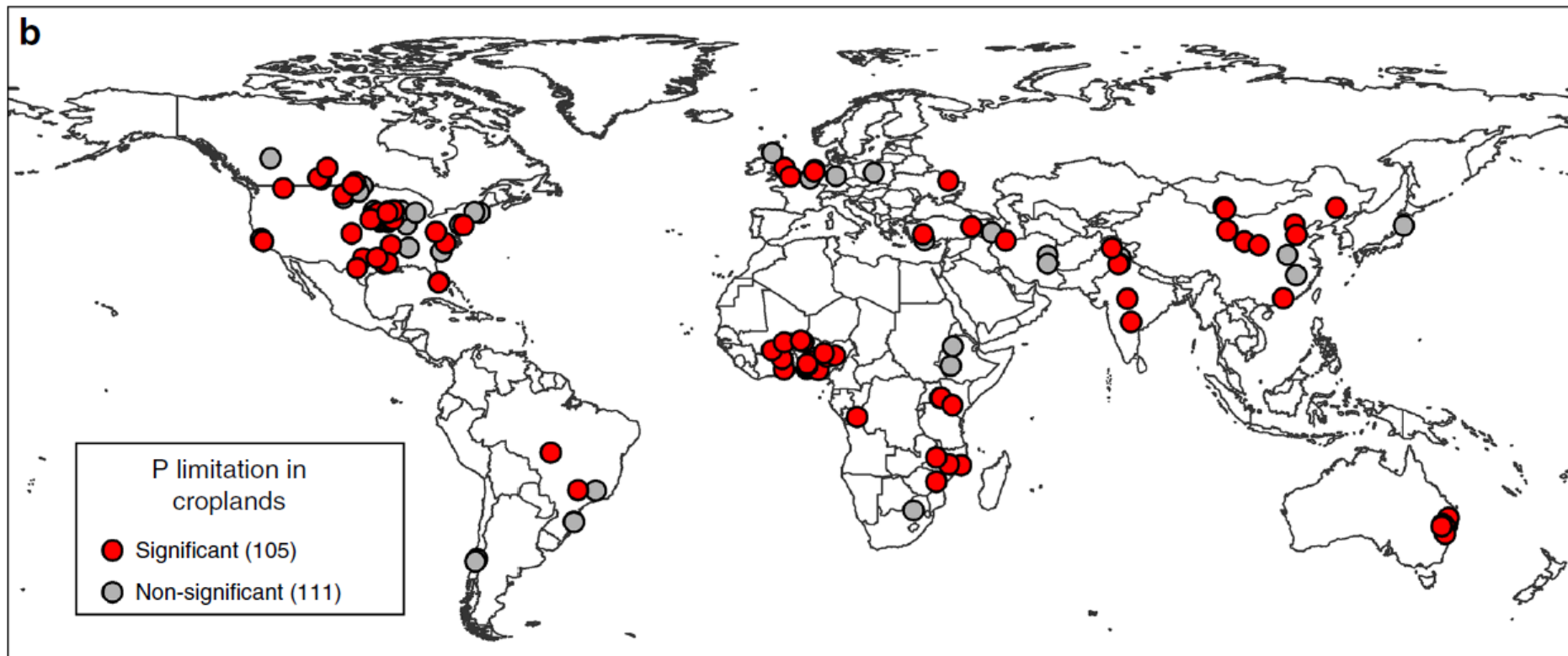
Une partie des progrès qui restent à faire se situent dans la maîtrise des flux d'origine agricole



Evolution des indices de qualité des cours d'eau en France pour N (nitrates) et P (orthophosphates) (Source: agences de l'eau – traitements SOeS, 2011)

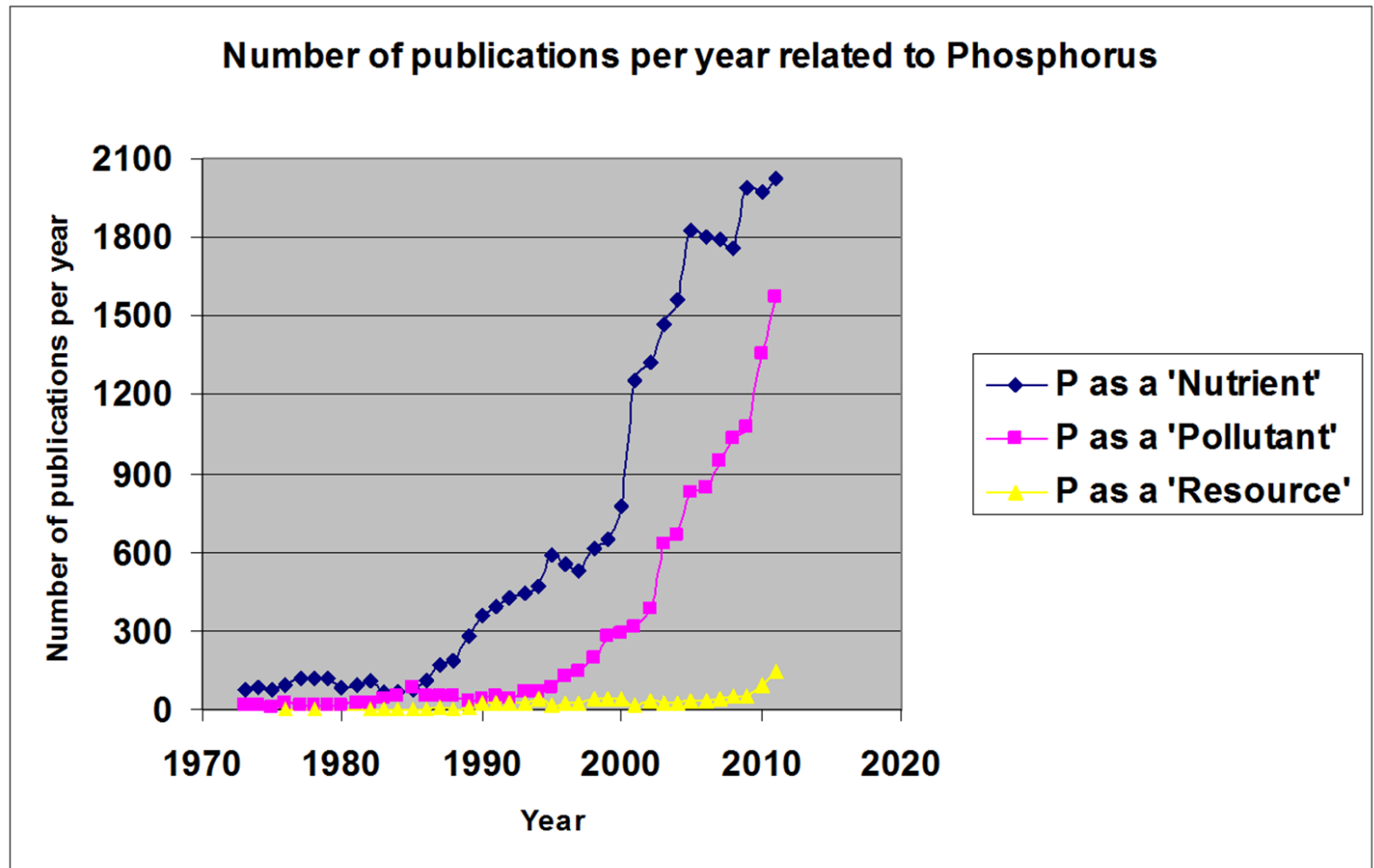


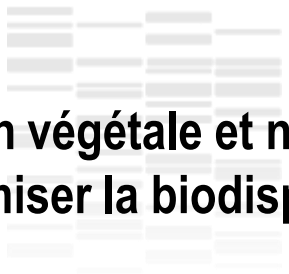
Dans beaucoup d'endroits du monde la disponibilité en P dans les sols reste un facteur limitant majeur de la production agricole et alimentaire



Hou et al., 2020

L'effort de recherche sur P s'est élargi, pour intégrer les nouveaux enjeux, mais reste actif sur les 3 volets





Production végétale et nutrition phosphatée : quels sont les leviers mobilisables pour optimiser la biodisponibilité du Phosphore en agriculture ?

Claude Plassard et Philippe Hinsinger
UMR Eco&Sols, Montpellier

Transfert du phosphore des milieux terrestres vers les systèmes aquatiques

Chantal Gascuel, Jean-Marcel Dorioz et Rémi Dupas
UMR SAS, Rennes & UMR Carrtel, Thonon

La ressource en phosphore en France et dans le monde : état des lieux et pistes de gestion

Thomas Nesme
Bordeaux Science Agro et UMR ISPA, Bordeaux

Conclusion

Jean-Luc Julien
Académie d'Agriculture