



30 ans

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

21, 22 et 23 novembre 2023

Palais des congrès de Tours

30 ans

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

Comparison des méthodes de raisonnement de la fertilisation azotée à l'échelle européenne

Lionel Jordan-Meille / Khady Diedhiou

Bordeaux Sciences Agro / COMIFER



Comité Français d'Étude et de Développement
de la Fertilisation Raisonnée





Etudiants découvrant pour la première fois l'équation du bilan

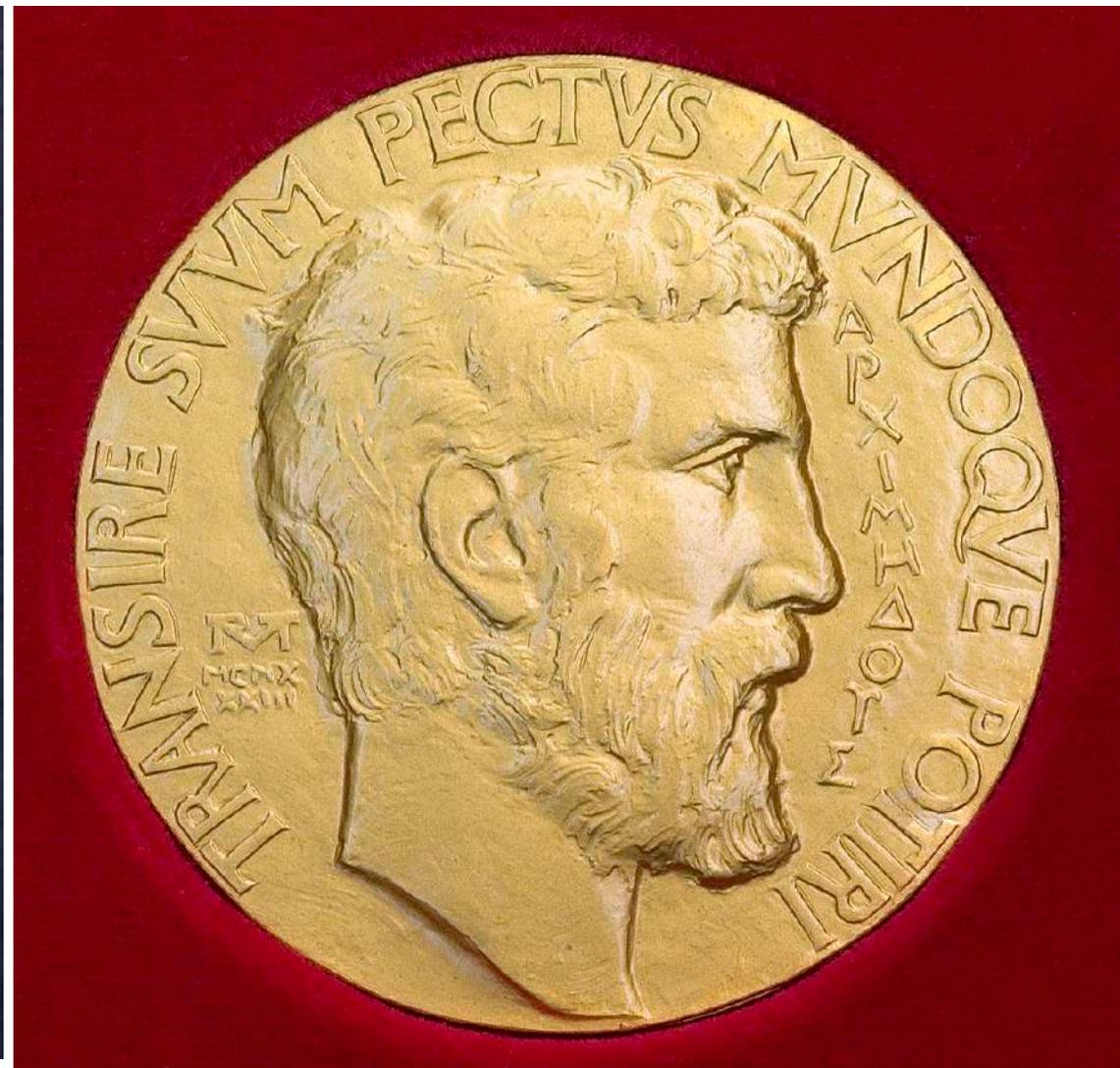
30 ans





Pourquoi est-elle si longue !?

30 ans



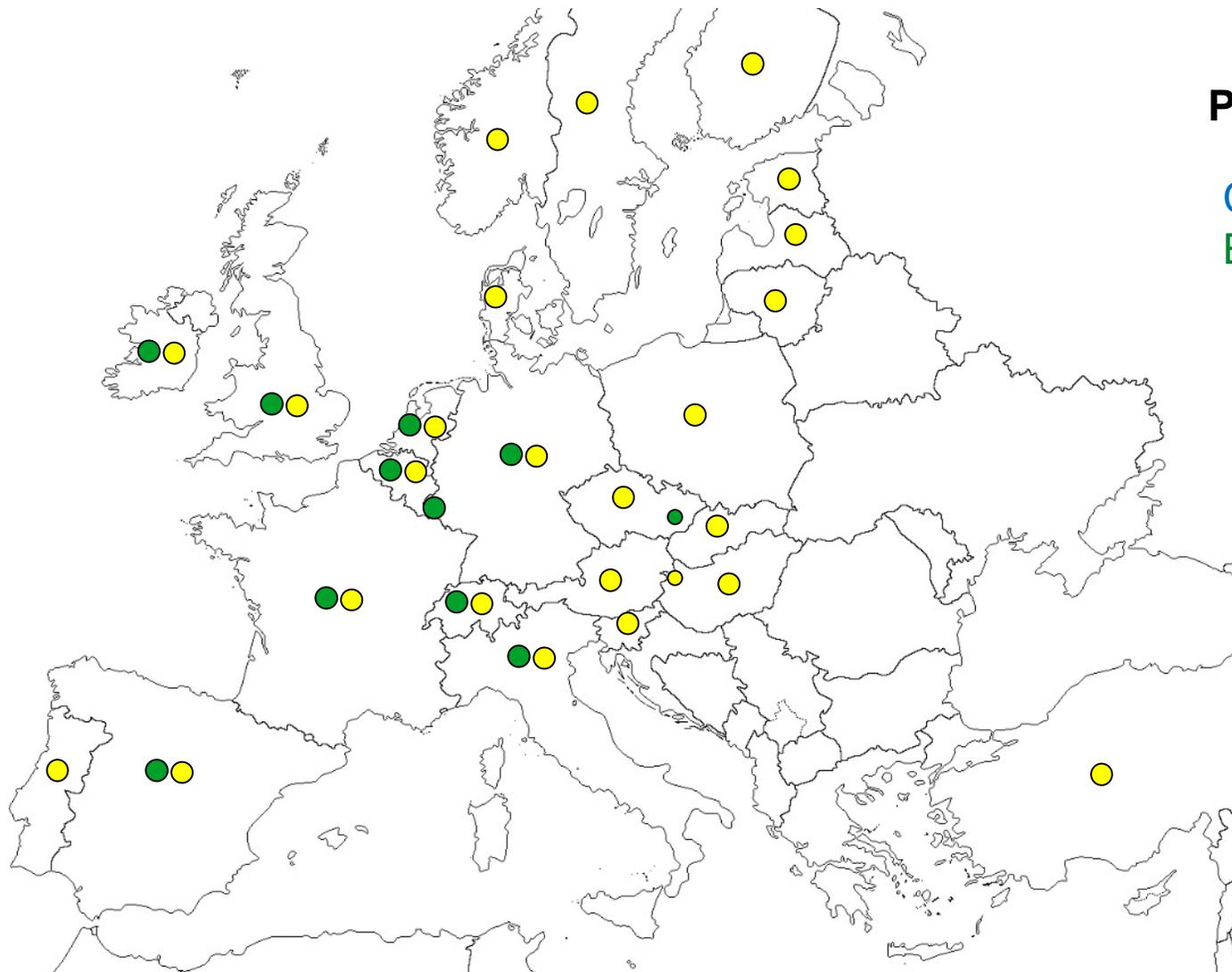


comifer Gemas

C'est comment, ailleurs ?

→ Comprendre, rapprocher, *harmoniser* (?)

30 ans



Pays enquêtés

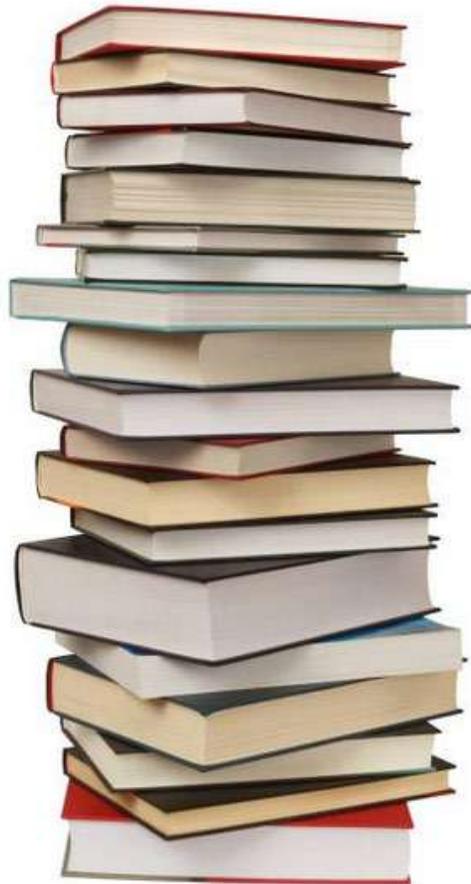
COMIFER : 10
EJP : 24

Approches : théorique + pratique

30 ans



comifer Gemas



+



Références nationales pour le calcul de la fertilisation azotée

30 ans

Pays	References	MàJ	Service
Allemagne	Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln. Düngeverordnung - DüV	2020	German Ministry services
Belgique (Wal.)	Prog. de Gestion Durable l'Azote en région wallonne Etablissement du conseil de fumure azotée en culture	2006	Gouv ^t Wallon, ASBL REQUASUD
Espagne	Guia Practica de la fertilizacion racional de los cultivos en Espagna	2012	Ministries of Agric. & Environment
France	Calcul de la fertilisation azotée. Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales	2013	COMIFER
Irlande	Major & micro nutrient advice for productive agricultural crops, 5th Ed	2020	Teagasc, Johnstown Castle, Wexford
Italie	Linee guida nazionali di produzione integrata	2020	Ministry of agriculture & forestry
Luxembourg	Règlement grand-ducal concernant l'utilisation de fertilisants azotés dans l'agriculture	2014	Ministry of agriculture
Pays-Bas	Handboek Bodem en Bemesting	2020	Arable Fertilisation Committee
Royaume-Uni	Nutrient Management Guide (RB209)	2020	AHDB, BBRO, PGRO
Suisse	Principes de fertilisation des cultures agricoles en Suisse	2017	Agroscope, Swiss Confederation

Equation du bilan de chaque pays

30 ans



Entrées

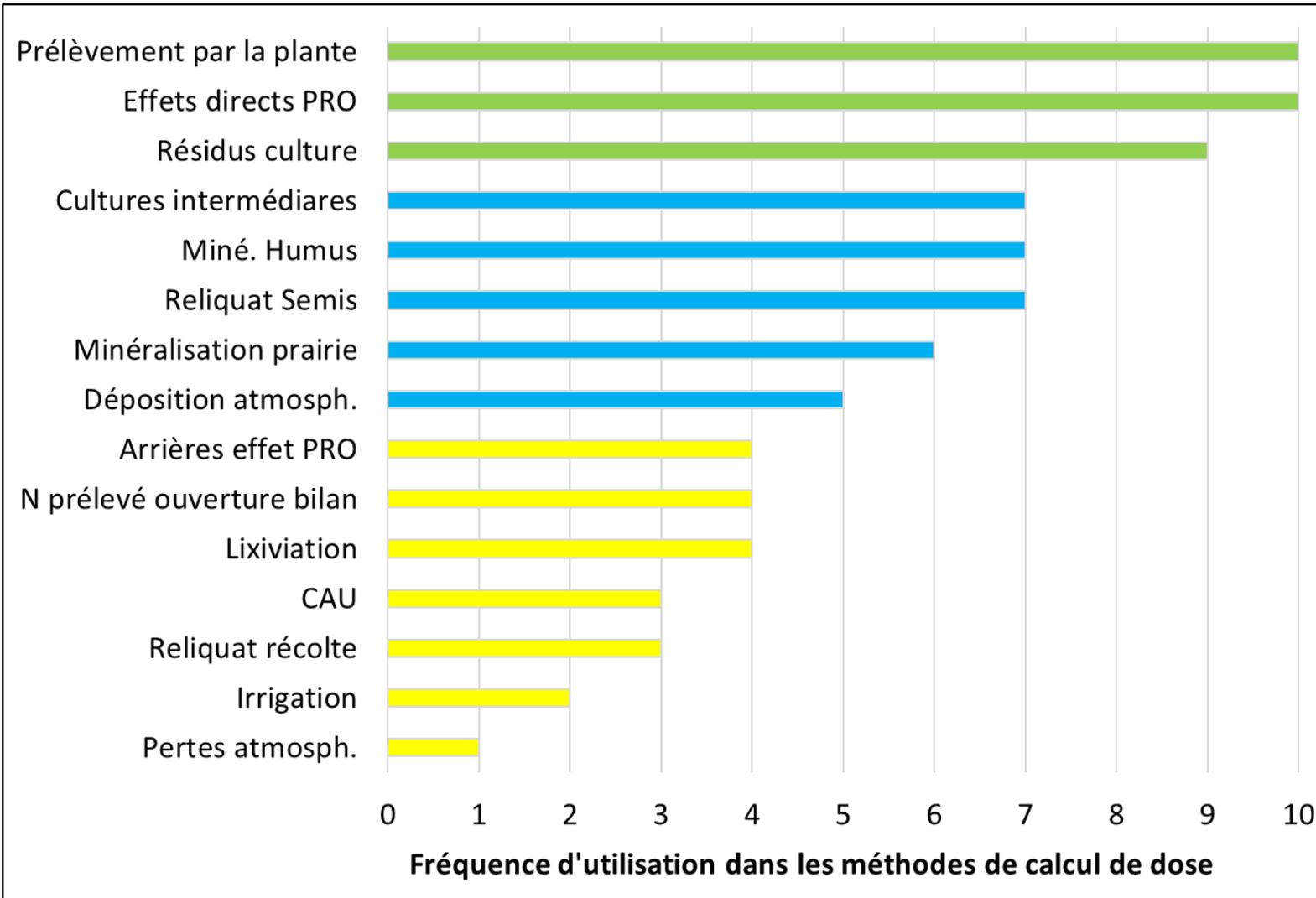
	Ri	Pi	Mh	Mhp	Mr	MrCi	Nirr	Xa	Xa _{n-1}	Dép. Atmos.	ΔRdt
	Reliquat ouverture	Prélèvem ^t culture initial	Miné. nette Humus	Retournm ^t prairie	Miné nette résidus cult.	Miné nette Cult. Int.	Irrigation	effet direct PRO	Arrière-effet PRO	Deposition Atmos.	Ajustement Rendement
France (NA)											
Italie											
Suisse											
Belgique (W.)											
Allemagne											
Royaume-Uni											
Espagne											
Pays-Bas											
Irlande											
Luxembourg											

Sorties

	Rf	Pf	L	Gx	CAU
	Reliquat post récolte	Prélèvem ^t culture final	Lixiviation	Volatilisé ^t et dénitrifié ^t	Coefficient Apparent Utilisation
France (NA)					
Italie					
Suisse					
Belgique (W.)					
Allemagne					
Royaume-Uni					
Espagne					
Pays-Bas					
Irlande					
Luxembourg					

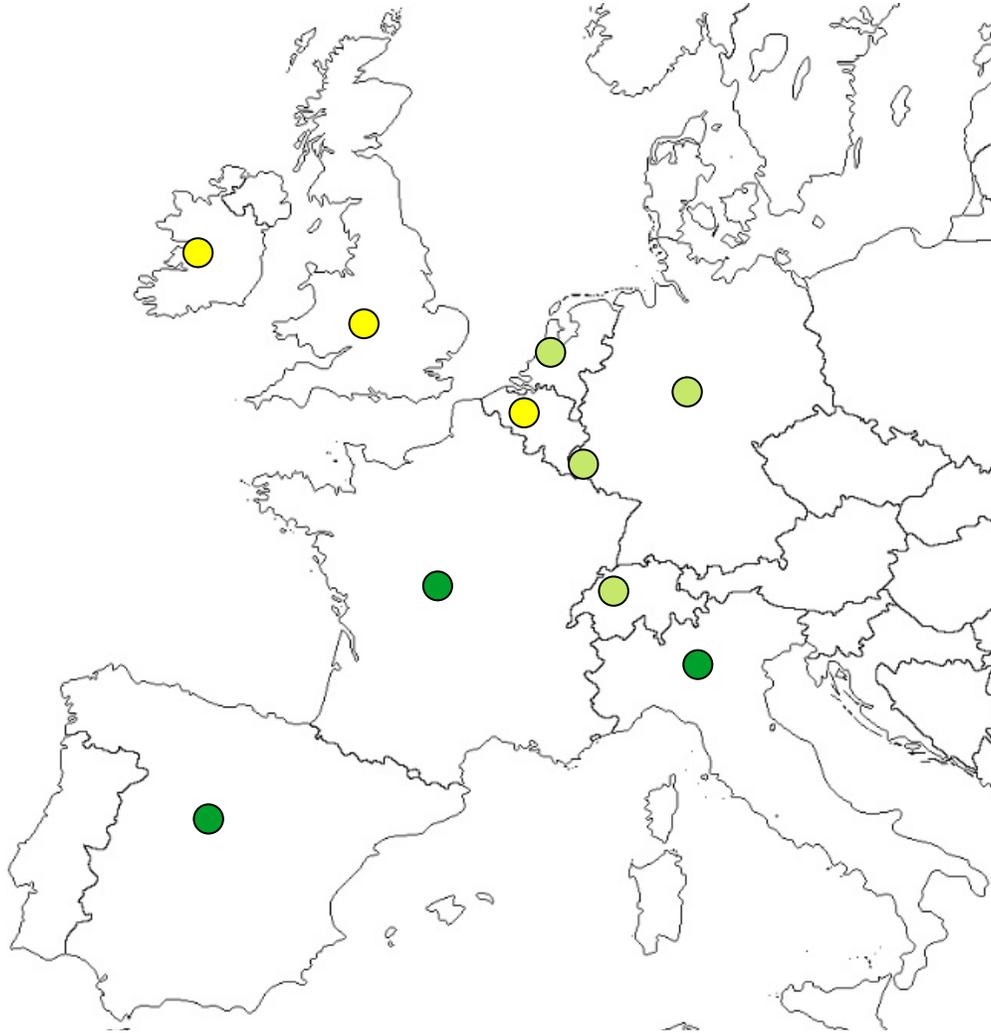
Des variables +/- communes

30 ans



Degré de simplification des calculs

30 ans



- Equations complètes
- “ Doses pivots” à ajuster
- Typologie de cas (pré-paramétrisation)

Intégration des méthodes dans les dispositifs réglementaires

30 ans



Intégration décroissante

Irlande
Luxembourg
Pays-Bas

Allemagne
Espagne
France
Royaume-Uni

Belgique (Wal.)
Italie
Suisse



Passons aux travaux pratiques

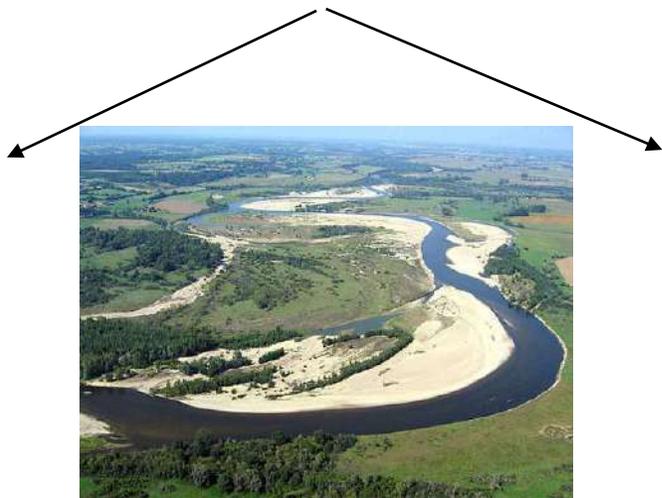
30 ans



Grandes cultures



P. Brueghel, 1565



Sol limoneux ~ dépôts fluviaux
pH 6,6 - MO = 1,8%

Polyculture-élevage



R. Bonheur, 1842

Description des cas d'étude

30 ans

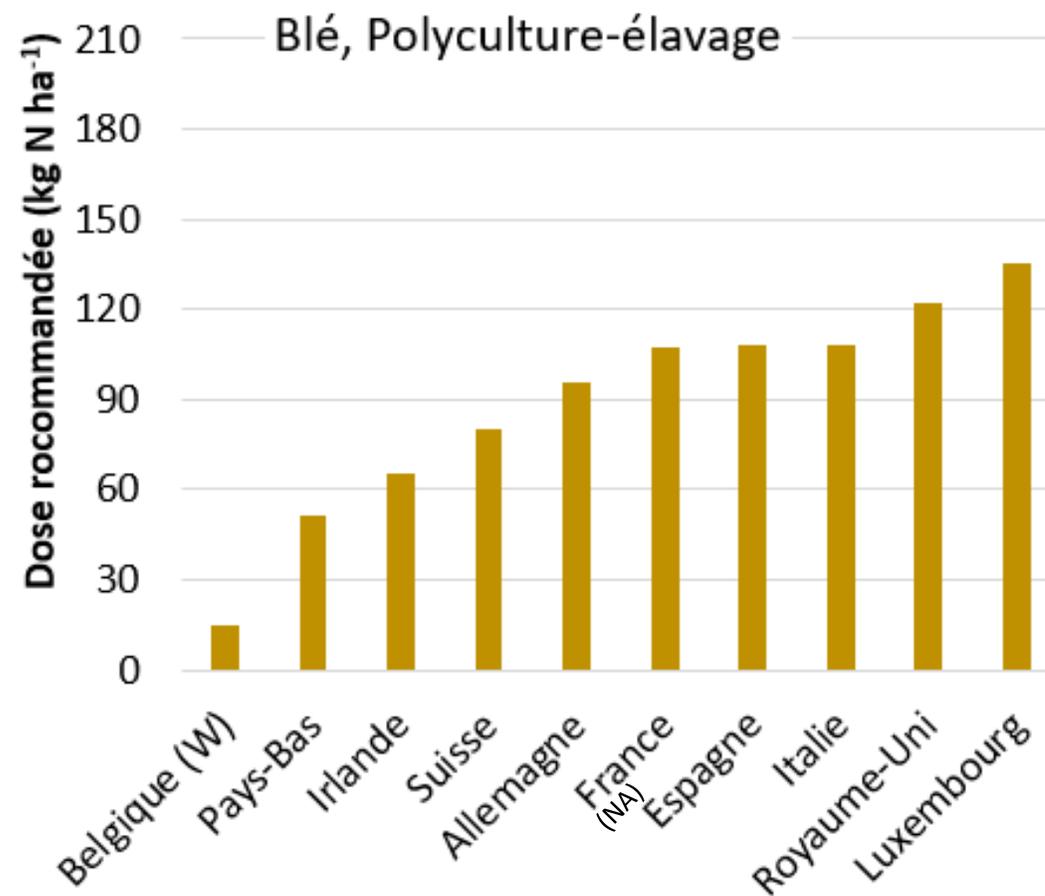
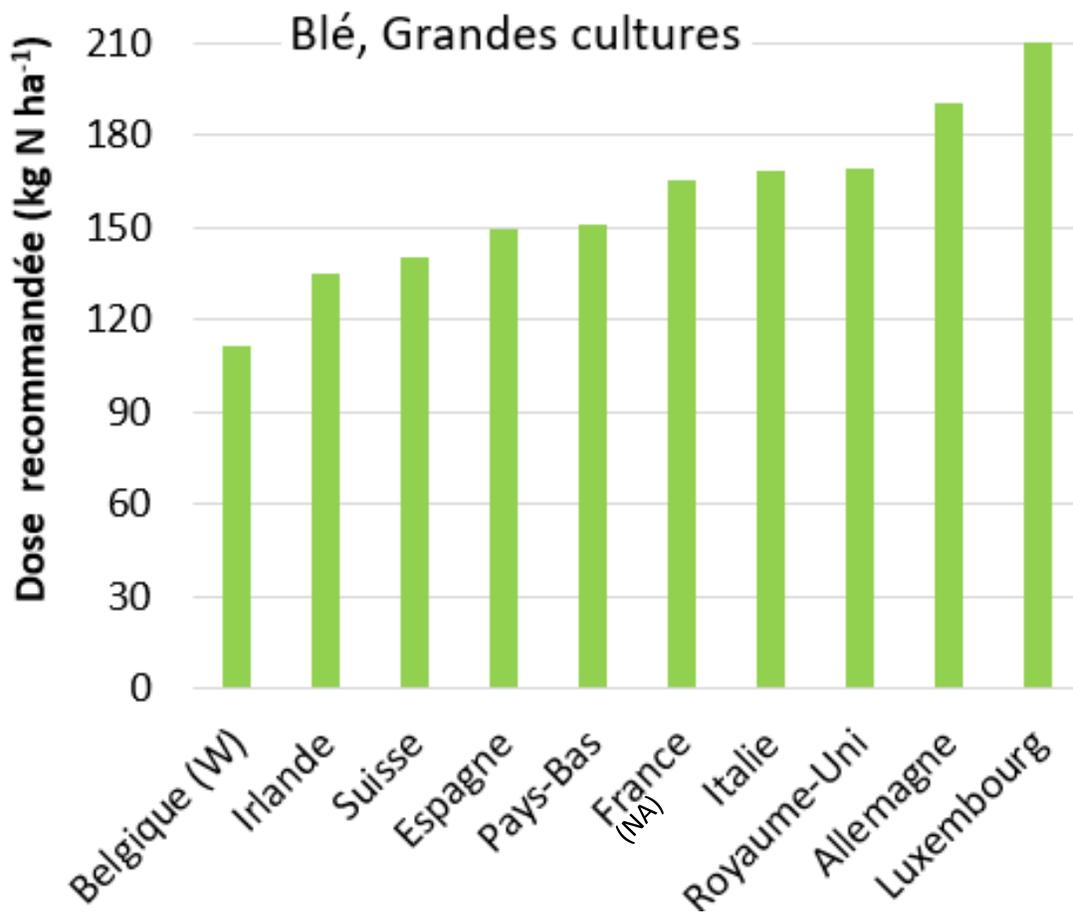


Système de production	Polyculture	Polyculture-élevage
Culture principale	Blé	
Rendements	70 Qtx/ha	50 Qtx/ha
Profondeurs-clé	Enracinement : 60 cm, Labour : 30 cm	
Dates-clé	Semis : 15 octobre Récolte : 15 juillet	
Pluies hivernales	400 mm	
Gestion pailles	Enfouies	Exportées
Précédent	Colza (40 Qtx/ha), fertilisation 140 kgN/ha	Prairie temp. (2 ans), fauche + pâture
Culture Intermédiaire	Moutarde & phacellie	
Amendements org.		Fumier bovin*

* 15 tonnes (0,55% N par tonne de MF) épandues en septembre, puis labour, tous les 3 ans

Des doses recommandées très contrastées

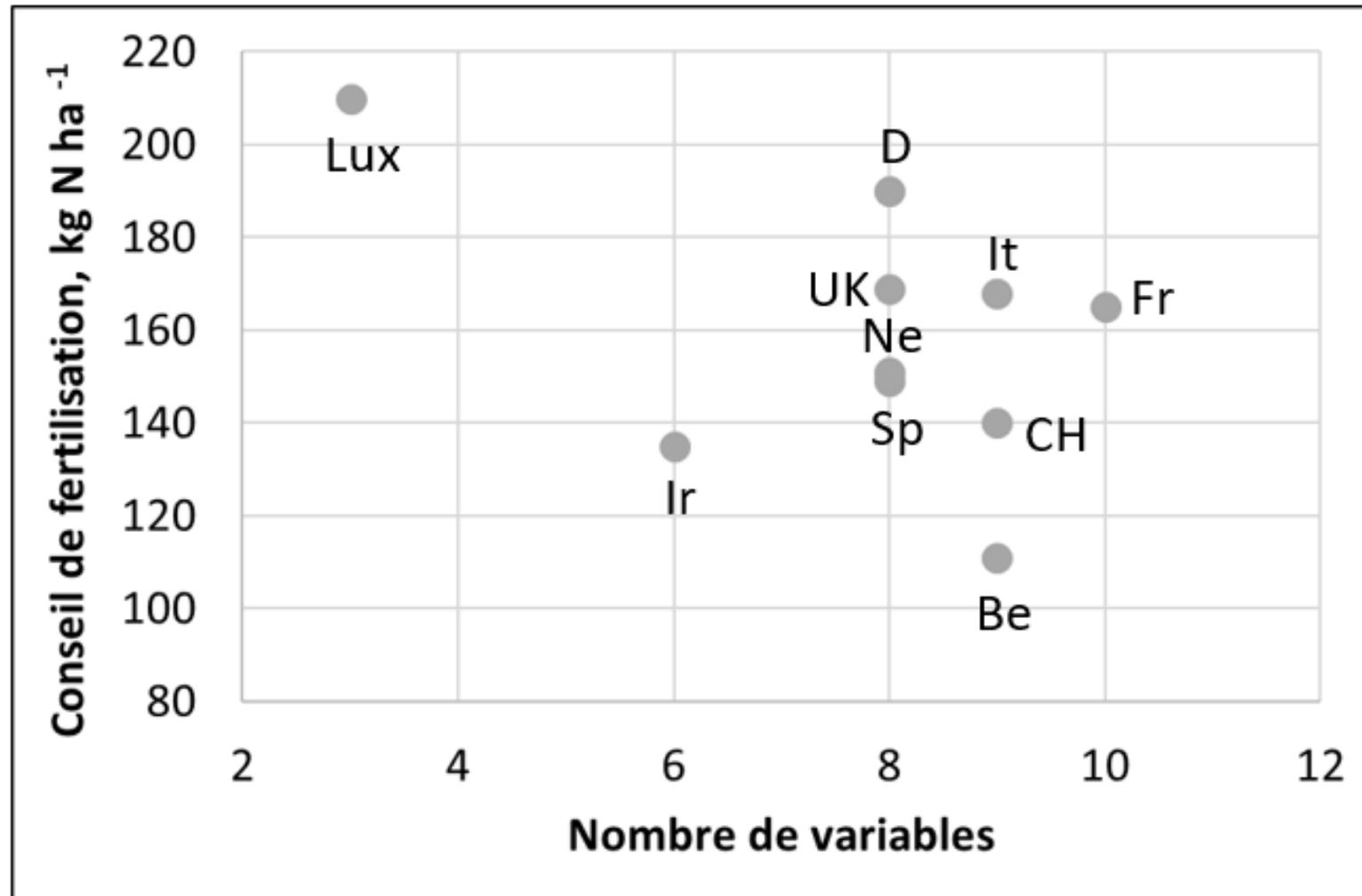
30 ans





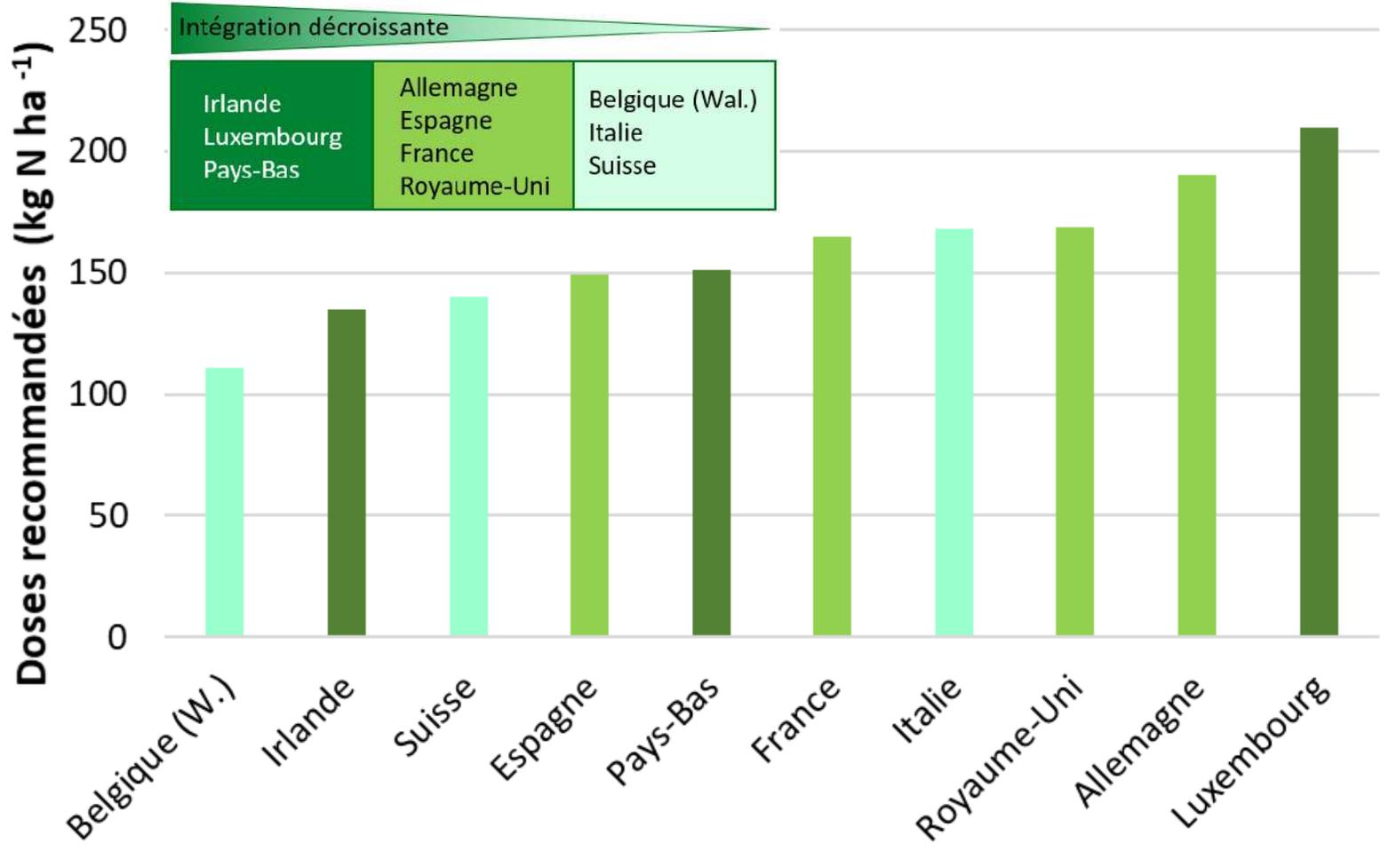
La dose n'a rien avoir avec la complexité de l'équation ...

30 ans



Le lien à la réglementation n'explique pas tout

30 ans

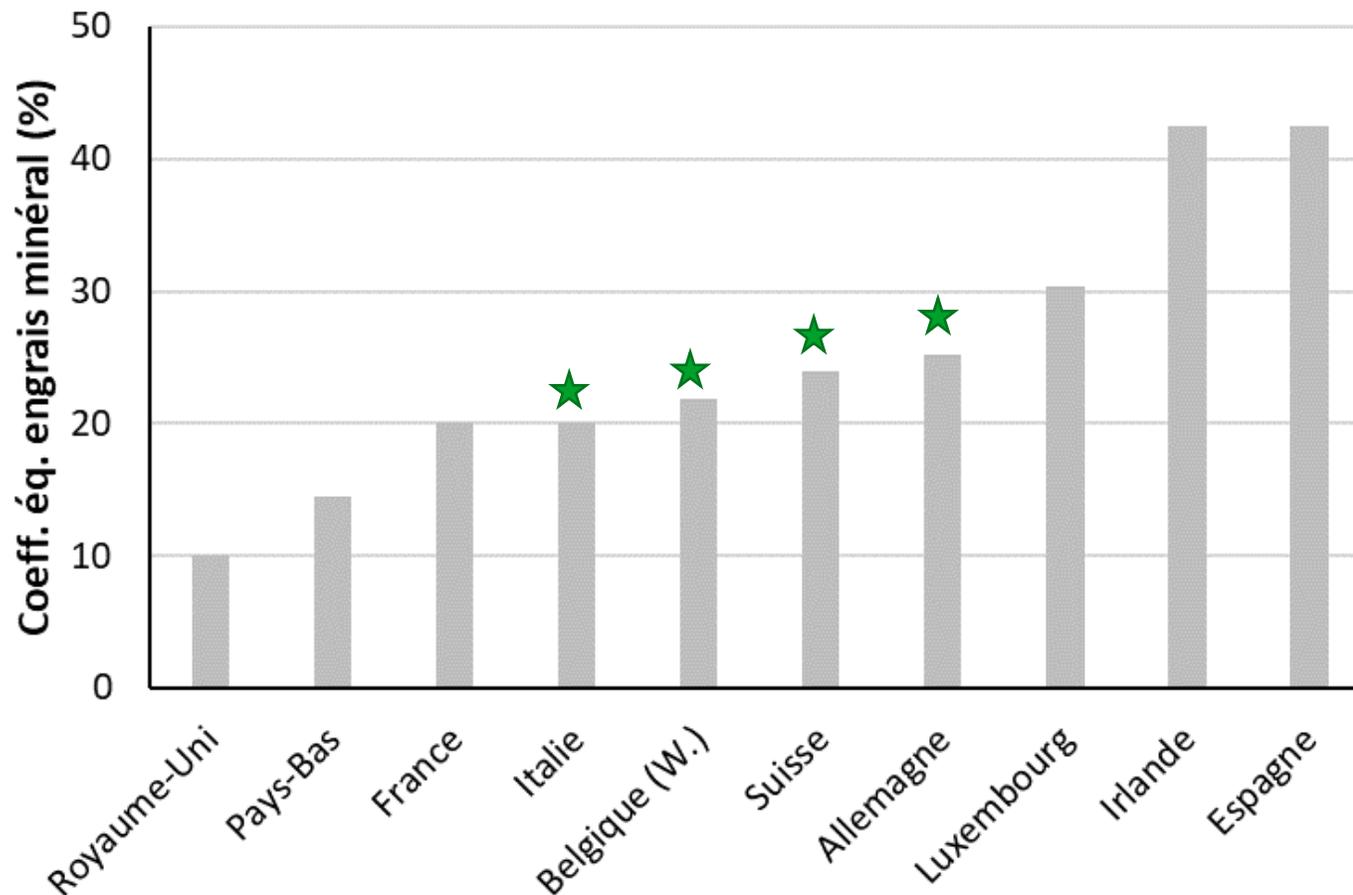


Un écart de 1 à 4 sur la prise en compte de la valeur N des engrais de ferme

30 ans



comifer Gemas



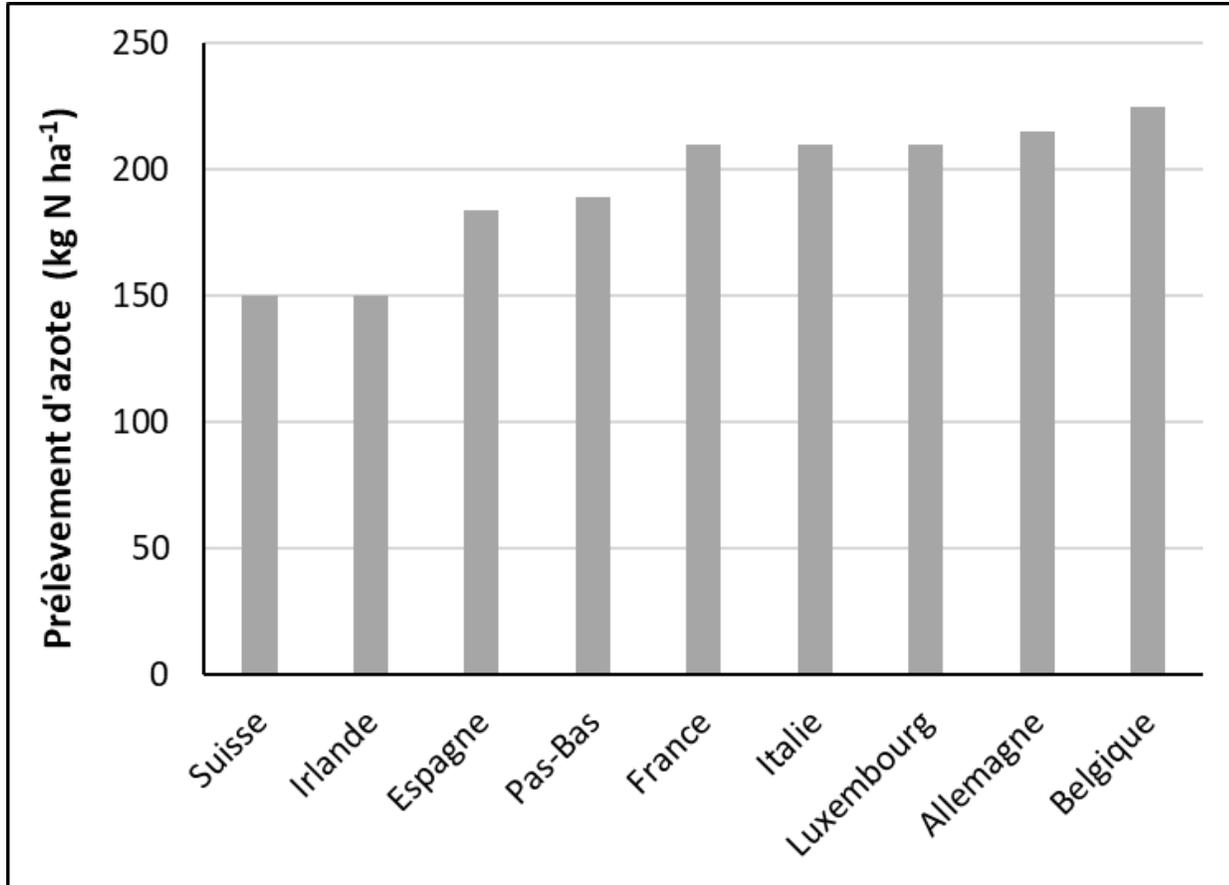
★ Prise en compte des arrières-effets

Ecart inattendu sur les doses de N prélevées

30 ans



comifer Gemas



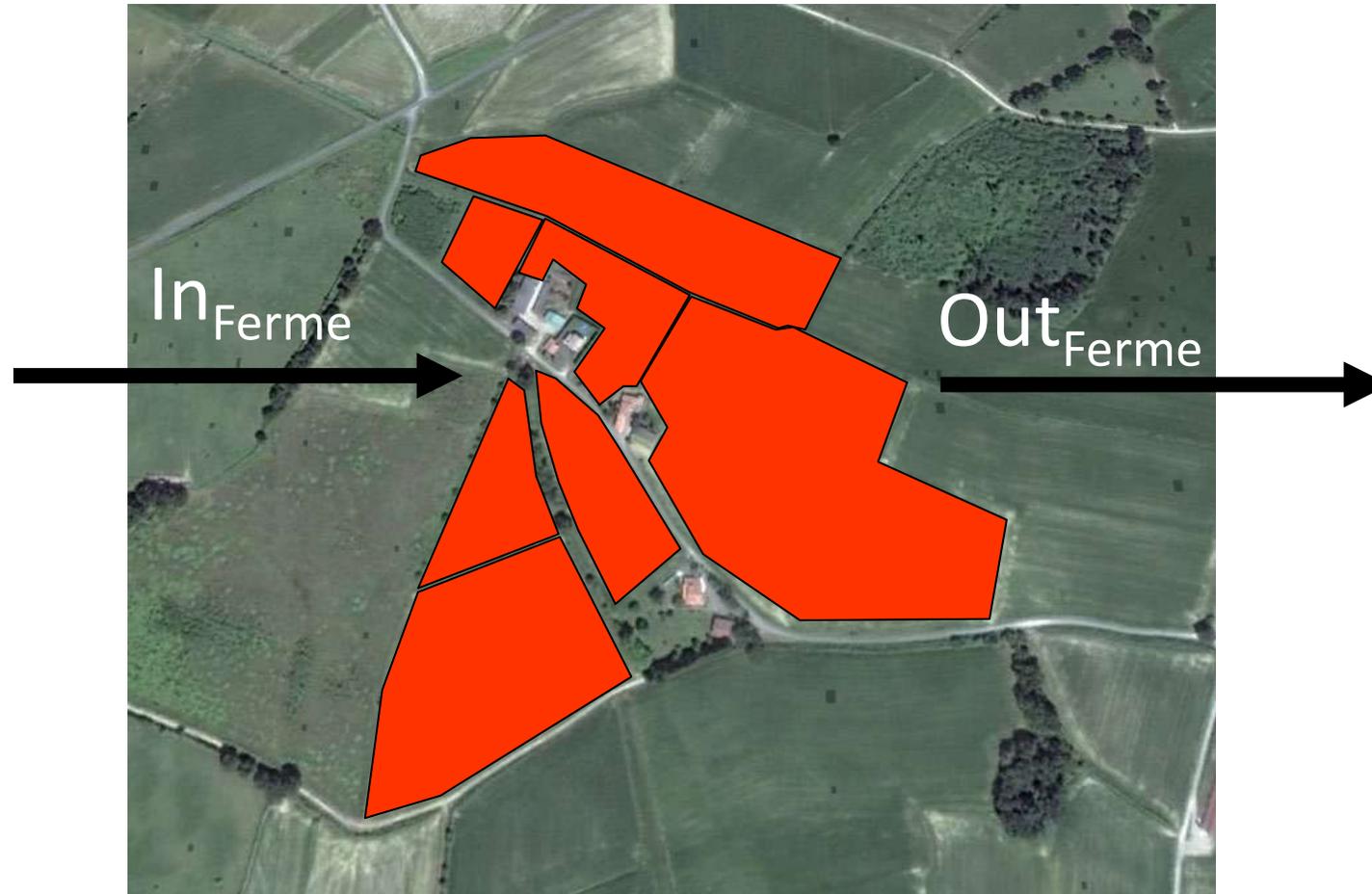
Pour aller plus loin sur la maîtrise des pertes :

1. Bilan échelle de l'exploitation agricole

30 ans



Allemagne, Suisse, France



Pour aller plus loin sur la maîtrise des pertes :

2. Contrôles sur reliquats

30 ans



comifer Gemas

Belgique, France, Luxembourg



Conclusion (1/5)

L'harmonisation des règles de calcul est-elle faisable?

30 ans



comifer Gemas

OUI, les approches sont globalement les mêmes (bilans, méthode pseudo-mécaniste)

Entrées	Ri	Pi	Mh	Mhp	Mr	MrCi	Nirr	Xa	Xa _{n-1}	A+	ΔRdt
	Sol initial	Prélèvem ^t culture initial	Miné. nette Humus	Retournm ^t prairie	Miné nette résidus cult.	Miné nette Cult. Int.	Irrigation	effet direct PRO	Arrière- effet PRO	Deposition Atmos.	Ajustement Rendement
France											
Italie											
Suisse											
Belgique (W.)											
Allemagne											
Royaume-Uni											
Espagne											
Pays-Bas											
Irlande											
Luxembourg											

Sorties	Rf	Pf	L	A-	CAU
	Sol final	Prélèvem ^t culture final	Lixiviation	Volatilisé ^t et dénitrificat ^t	Coefficient Apparent Utilisation
France					
Italie					
Suisse					
Belgique (W.)					
Allemagne					
Royaume-Uni					
Espagne					
Pays-Bas					
Irlande					
Luxembourg					



OUI, les approches sont globalement les mêmes (bilans, méthode pseudo-mécaniste)

MAIS nuances
dans les approches

- a) Degrés divers d'agrégation de variables
- b) Liens à la réglementation + / - explicites
- c) > 3 procédures de simplification des calculs
- d) Calculs des pertes + / - explicites
- e) Régionalisation des méthodes \approx systématique

Conclusion (3/5)

L'harmonisation des règles de calcul est-elle souhaitable ?

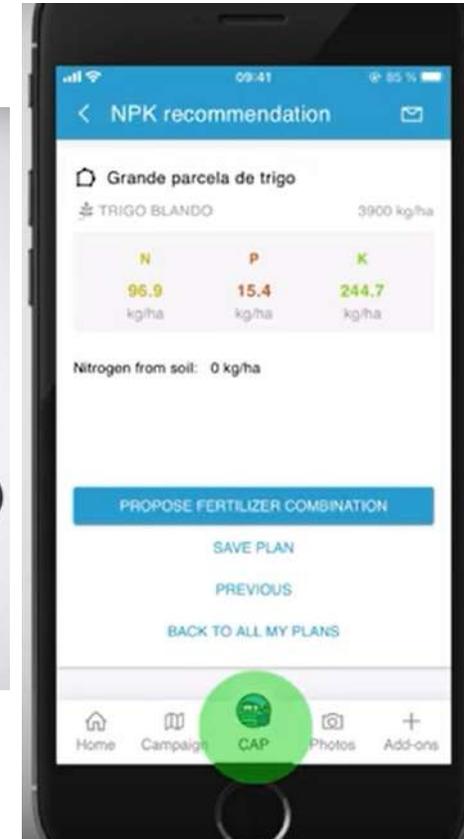


comifer Gemas



Fertilization advice

- Parcel-level **NPK** and **fertilizer product** recommendation
- Algorithms based on **crop, target yield, farming practice and soil conditions**
- 4 algorithms (provided by participating regions)
- **Sensible default values** to reduce the need for user input



Conclusion (4/5)

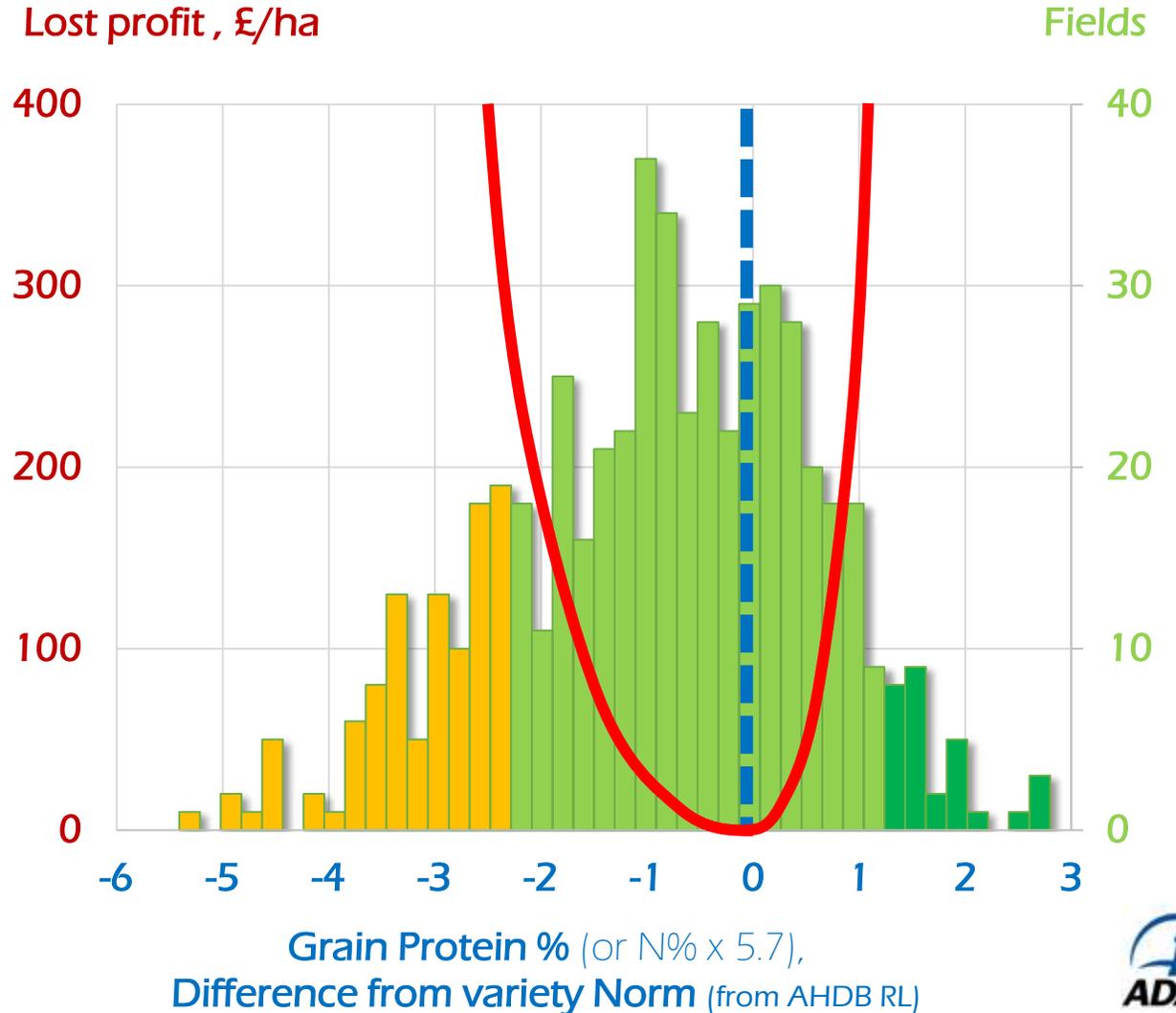
L'harmonisation des règles de calcul est-elle utile ?

30 ans



comifer Gemas

“Estimated N Error exceeds €350/ha on 24% YEN fields”



Sylvester-Bradly, R23, COMIFER, 21-23/11/2023



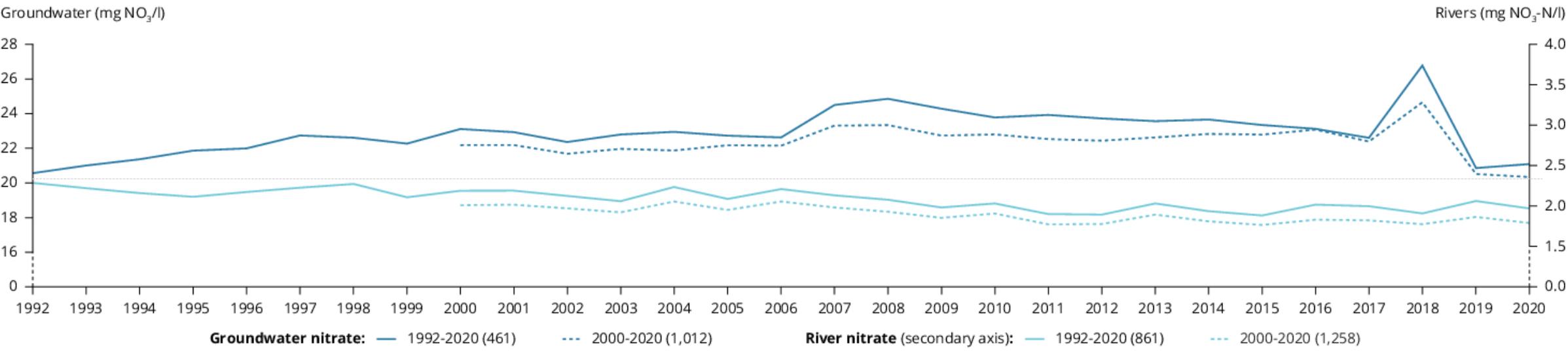
Conclusion (5/5)

L'harmonisation des règles de calcul est-elle utile ?

30 ans



comifer Gemas

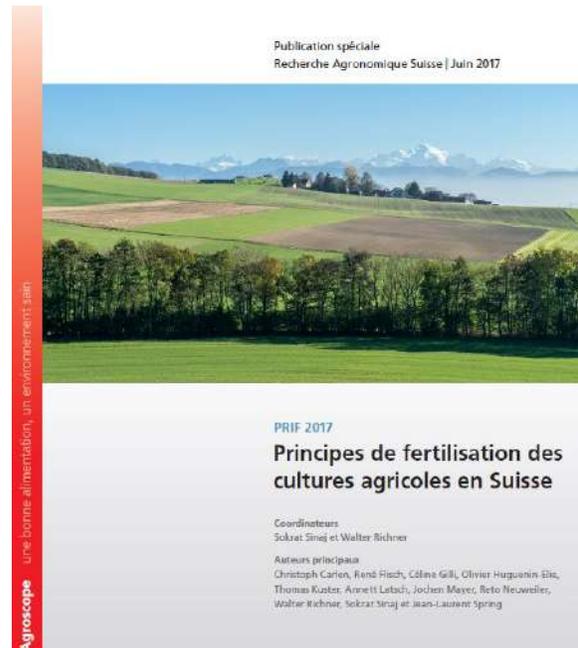
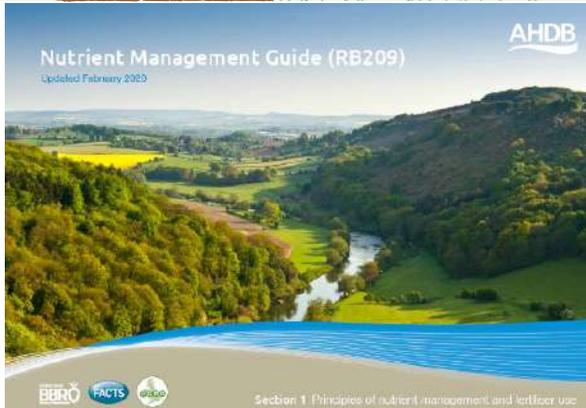


<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/nutrient-trends-in-european-water>



Merci de votre attention

30 ans



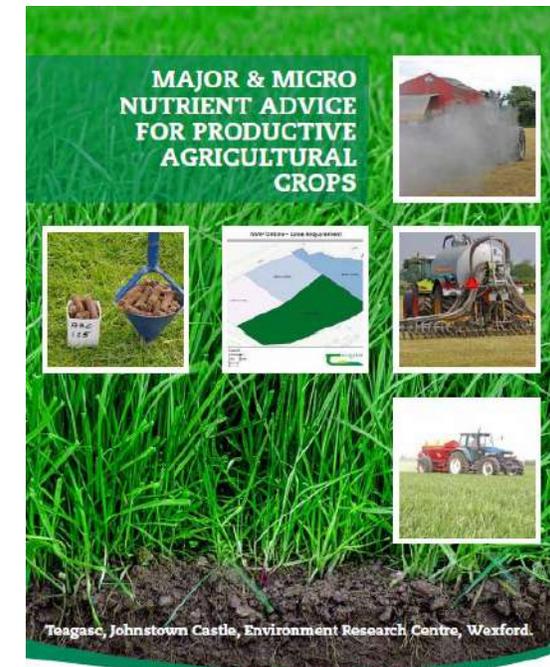
LINEE GUIDA NAZIONALI DI PRODUZIONE INTEGRATA 2020

Per la redazione dei disciplinari regionali/sezione tecniche agronomiche di cui al punto 12.2.2 del documento:
SQNPI – Adesione, Gestione, Controllo/2020

Redatto dal GTA il 26/09/2019
Approvato dall'OTS il 29/10/2019



SISTEMA DI QUALITÀ NAZIONALE
PRODUZIONE INTEGRATA





30 ans

16^e Rencontres

DE LA FERTILISATION RAISONNÉE ET DE L'ANALYSE

21, 22 et 23 novembre 2023

Palais des congrès de Tours

La méthode du bilan à la française

30 ans



comifer
Groupe Azote

Calcul de la fertilisation azotée

Guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales

Cultures annuelles et prairies

Édition 2013

Δ Stock N_{min}

=

Entrées

-

Sorties

Sur une période de temps donnée, le bilan de masse du stock d'azote minéral du sol sur la profondeur explorée par les racines de la culture s'écrit :
État final - État initial = Entrées - Sorties

$$[1] : R_f - R_i = [M_h + F_s + F_{ns} + M_{hp} + M_r + M_{rCi} + M_{pro1} + M_{pro2} + A + N_{irr} + X + X_{pro}] - [P_f - P_i + I_x + G_s + G_x + L]$$

Avec :

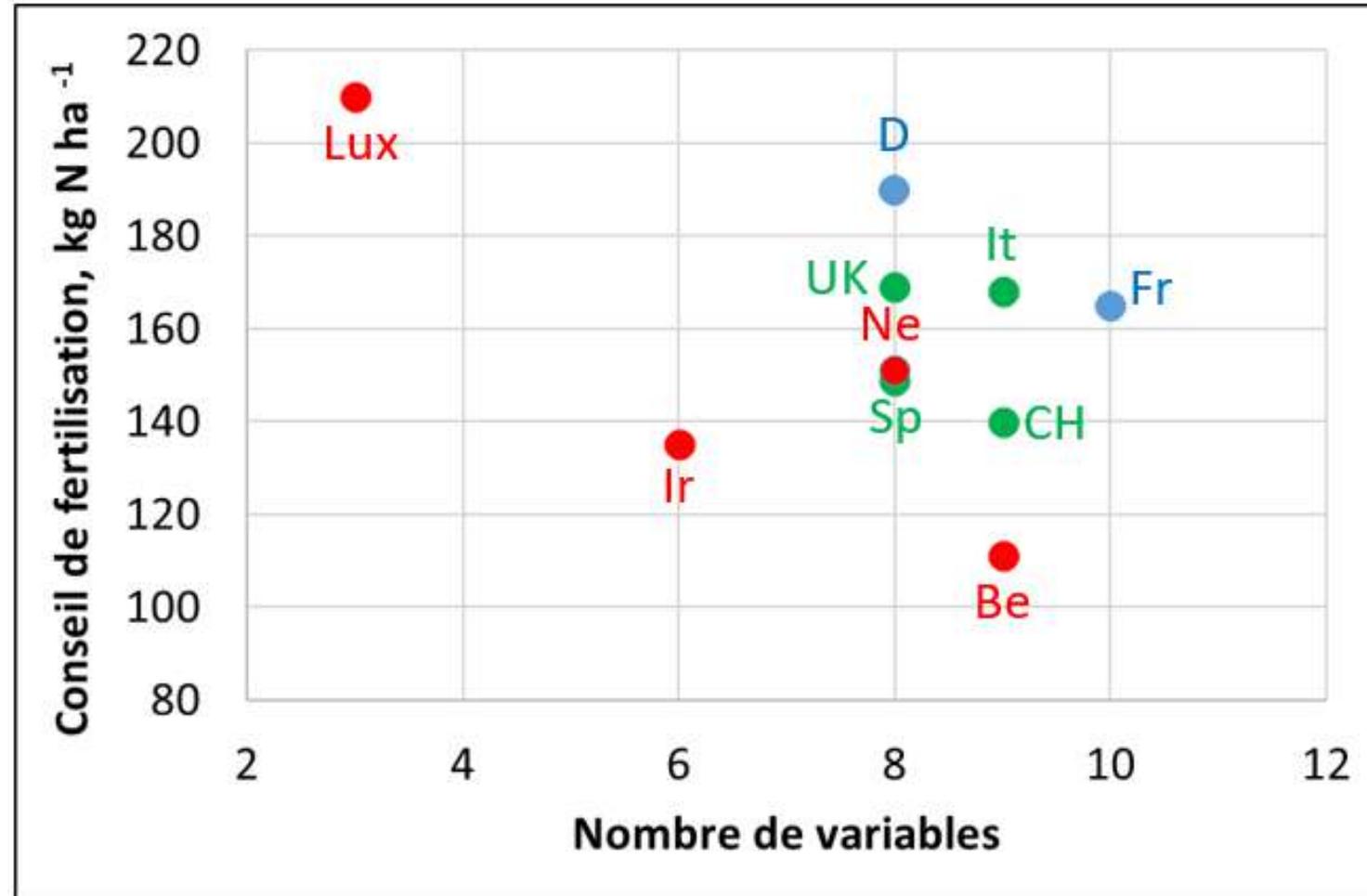
États initial et final	
R _f	Quantité d'azote minéral dans le sol à la fermeture du bilan
R _i	Quantité d'azote minéral dans le sol à l'ouverture du bilan
Entrée d'azote dans le système sol-plante	
M _h	Minéralisation nette de l'humus du sol*
F _s	Fixation symbiotique d'azote atmosphérique par la culture
F _{ns}	Fixation non symbiotique d'azote atmosphérique
M _{hp}	Minéralisation nette due à un retournement de prairie
M _r	Minéralisation nette de résidus de récolte
M _{rCi}	Minéralisation nette de résidus de culture intermédiaire
M _{pro1}	Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°1 apporté avant l'ouverture du bilan
M _{pro2}	Minéralisation nette de l'azote organique d'un PRO n°2 apporté après l'ouverture du bilan
A	Apports atmosphériques (apports météoriques = dépôts secs ou humides)
N _{irr}	Azote apporté par l'eau d'irrigation
X	Apport d'azote sous forme d'engrais minéral de synthèse
X _{pro}	Azote de la fraction minérale d'un PRO apporté après la date d'ouverture du bilan
Sorties d'azote du système sol-plante	
P _f	Quantité d'azote absorbé par la culture à la fermeture du bilan
P _i	Quantité d'azote absorbé par la culture à l'ouverture du bilan
I _x	Organisation par voie microbienne aux dépens de l'azote minéral apporté sous forme d'engrais de synthèse ou de fraction minérale du PRO
G _s	Pertes du sol par voie gazeuse (dénitrification pour l'essentiel)
G _x	Pertes par voie gazeuse (volatilisation, dénitrification) aux dépens de l'engrais minéral (X) et de la fraction minérale du PRO apporté après l'ouverture du bilan (X _{pro})
L	Pertes par lixiviation du nitrate

... ni avec la prise en compte explicite des fuites par lixiviation

30 ans



- Référence explicite à la lixiviation
- Absence de variable liées à la lixiviation
- Intermédiaire

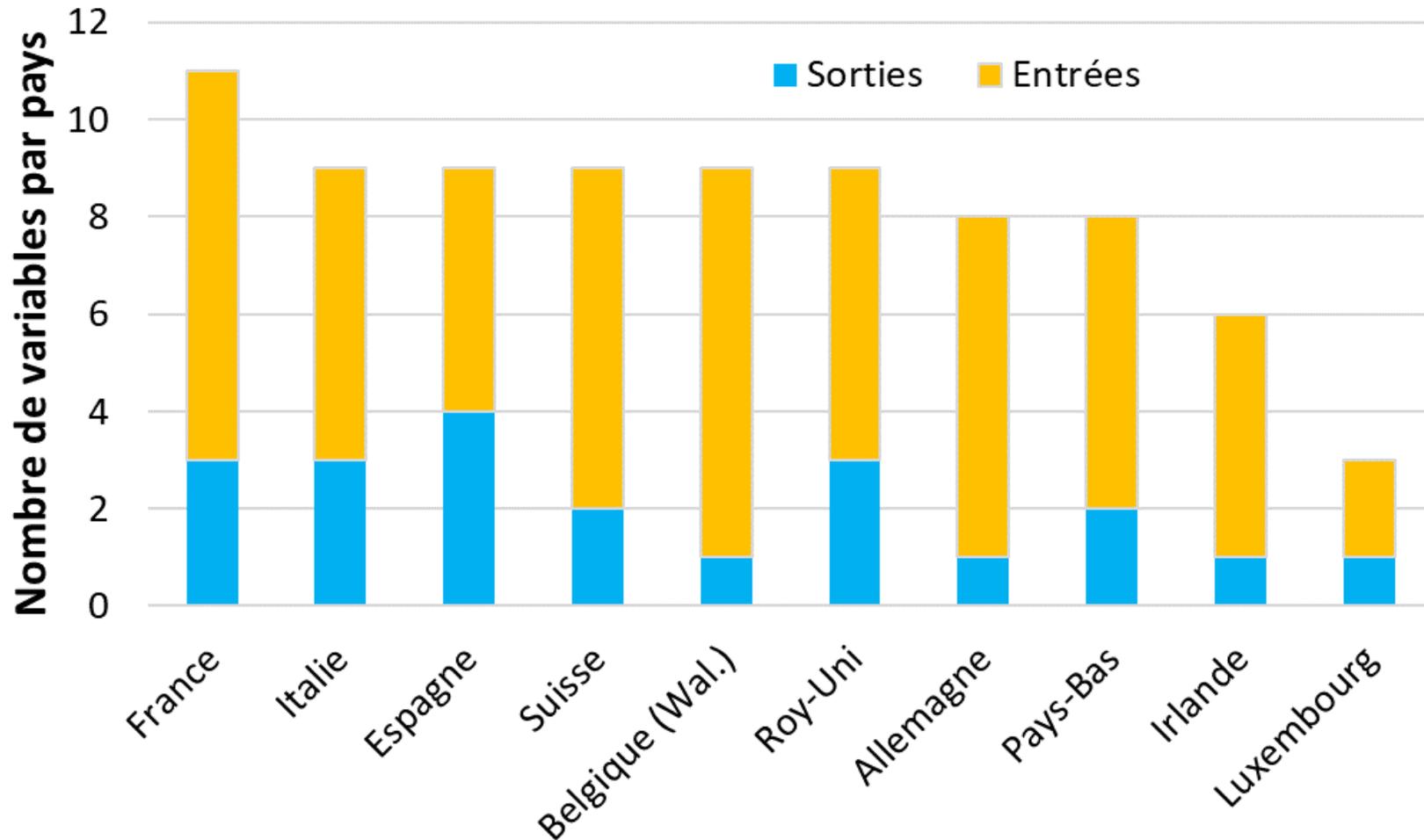


Plus c'est long, mieux c'est ... ?

30 ans



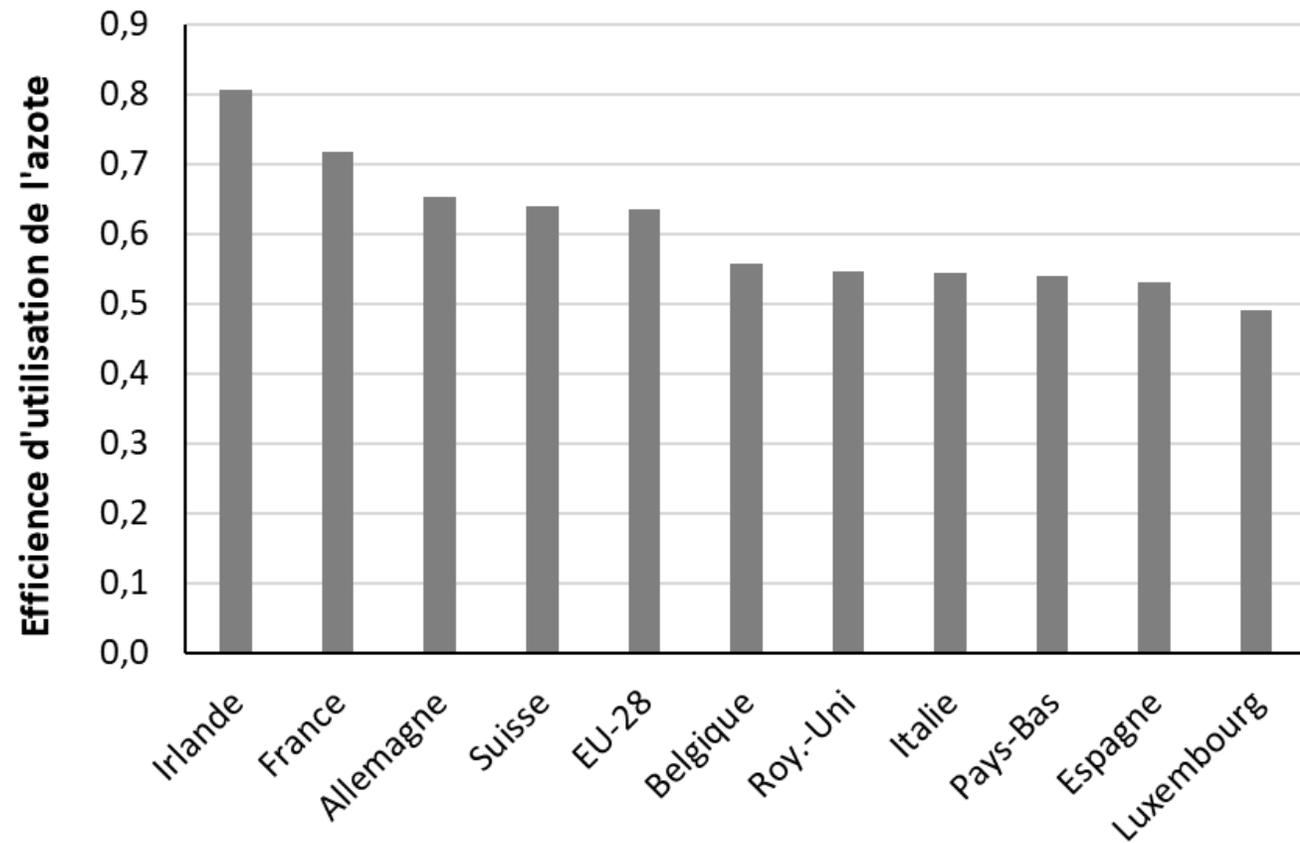
comifer Gemas



L'harmonisation des règles de calcul est-elle utile ?



comifer Gemas



<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/nutrient-trends-in-european-water>