



## Comment évaluer simplement la Réserve Utile d'un sol ?

Confrontation de modèles d'estimation des teneurs en eau des 2 bornes de la RU utilisant des caractéristiques du sol couramment mesurées

**A. Labidi, A. Bouthier, P. Bessard Duparc, X. Le Bris,  
L. Champolivier, M.H. Bernicot, I. Cousin**

**ARVALIS**  
Institut du végétal

 **Terres  
Inovia**  
l'agronomie en mouvement

 **GEVES**  
Expertise & Performance

 **INRA**  
SCIENCE & IMPACT

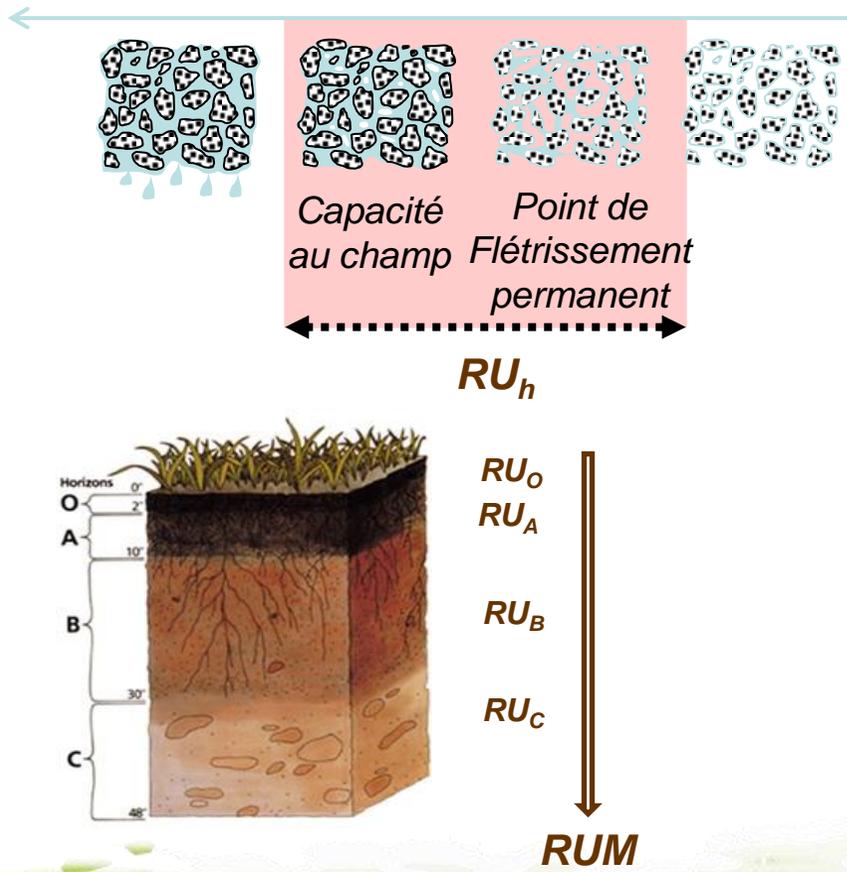
**RUE**  
des **SOLS**



[www.GCHP2E.fr](http://www.GCHP2E.fr)

# La Réserve Utile en eau des sols (RU)

**RUM** : Quantité d'eau maximale que le sol peut stocker et restituer aux plantes pour leur alimentation hydrique



## ❑ Capacité au champ

- Forces gravitaires / forces de capillarité
- Caractéristique physique du sol

## ❑ Epaisseur du sol

## Profondeur d'enracinement

## ❑ Point de flétrissement permanent

- Etat physiologique de la plante
- Valeur à  $\sim -15000$  hPa... quoique...

Science du Sol

Ecophysiologie

Agronomie

# Enjeux d'évaluation de la RU et objectifs du travail

## ■ Paramètre des modèles de bilan hydrique

- Modèles de croissance de culture
- Outils d'aide à la décision en irrigation
- Modèles de climat



## ■ Des mesures coûteuses

- Détermination sur le terrain
  - suivi de cultures sur plusieurs semaines
- Détermination en laboratoire
  - Prélèvements d'échantillons non perturbés
  - Equilibre à des potentiels hydriques pendant plusieurs jours



Développer des outils  
d'estimation de la RU (FPT)

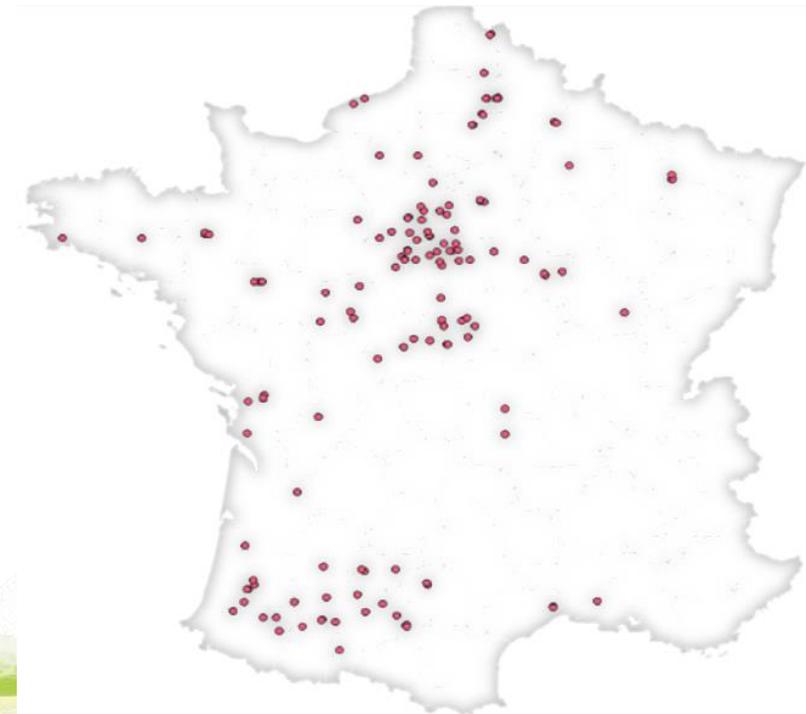
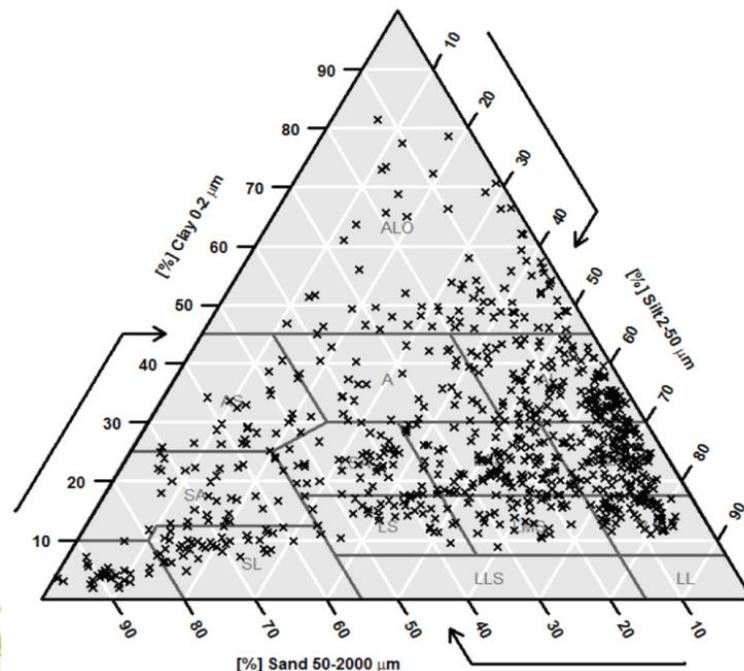
Capitaliser les données  
mesurées

Evaluer les outils  
disponibles

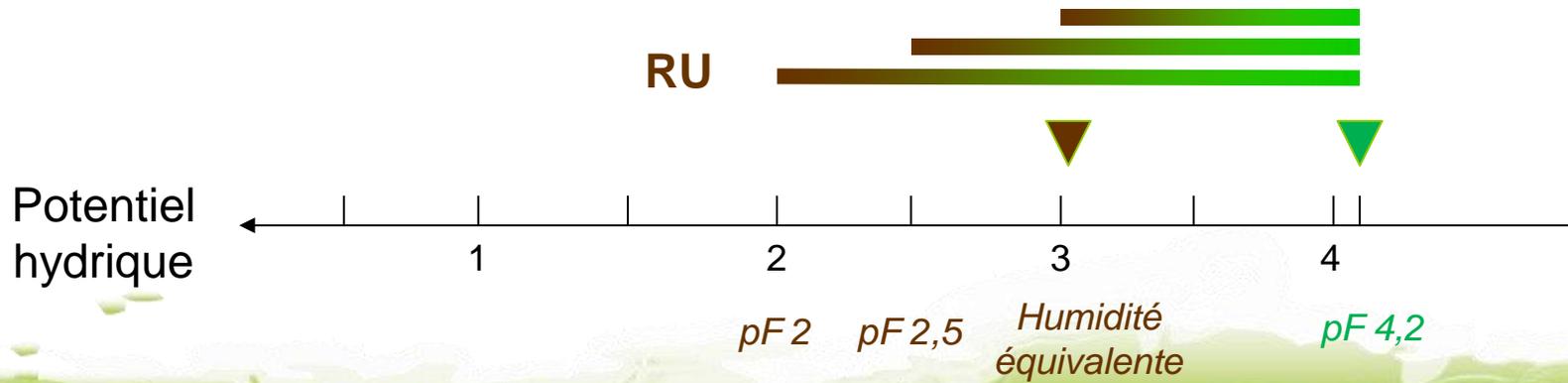
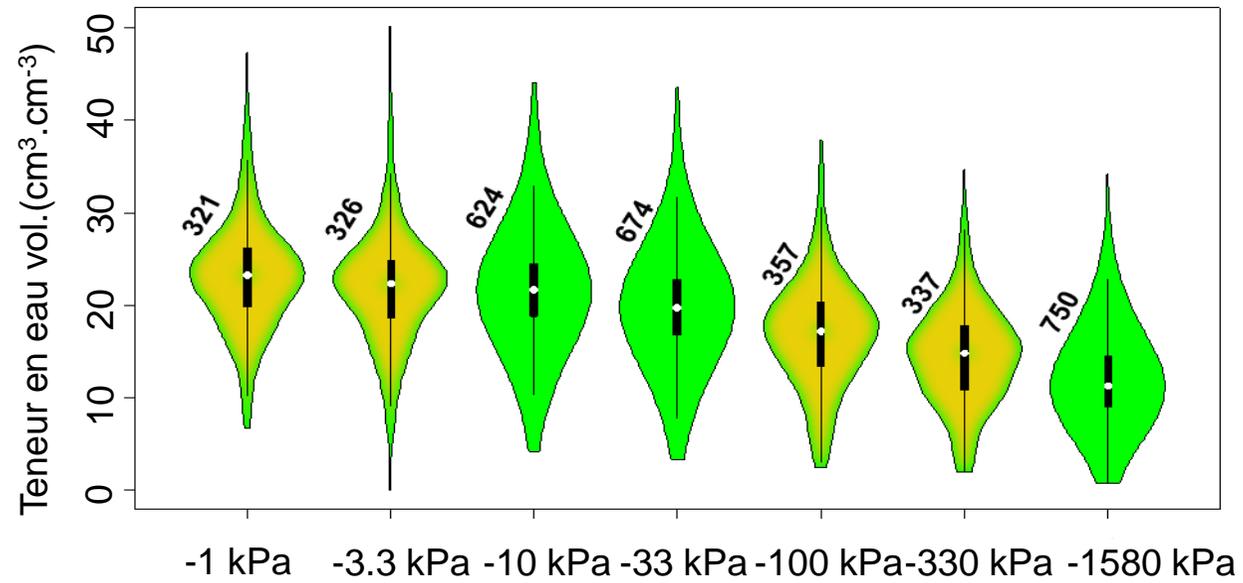
# Capitalisation des données mesurées par les organismes partenaires

		INRA	GEVES	ARVALIS TERRES INOVIA
Nombre d'horizons	Hor. surface (<30 cm)	114	32	155
	Hor. profonds (> 30 cm)	256	75	150
Autres données	Granulometrie (5 points)	X	X	X
	Teneur en C org	X	X	X
	Densité apparente	X	X	X
	CEC	X	X	X

**761 horizons**



# Données mesurées et Réserve Utile



# Des fonctions de pédotransfert ?

## Evaluation of Pedotransfer Functions for Predicting the Soil Moisture Retention Curve

Wim M. Cornelis,\* Jan Ronsyn, Marc Van Meirvenne, and Roger Hartmann

Prediction of soil moisture retention by combining texture, bulk density and the type of horizon

H. AL MAJOU<sup>1,2</sup>, A. BRUAND<sup>1</sup>, O. DUVAL<sup>3</sup>, C. LE BAS<sup>4</sup> & A.

BTI 324-325 - 1977

L1 - AGRO - 127

C. R. GEOSCIENCE 339 (2011) 032-039

<http://france.elsevier.com/di>

sciences (Pedology)

retention properties of soils:  
pedotransfer functions

and <sup>a,\*</sup>, Odile Duval <sup>b</sup>, Isabelle Cousin <sup>b</sup>

Comparaison de fonctions nationales et européennes des propriétés de rétention

QUELQUES DONNÉES SUR LA VARIABILITÉ DANS LE MILIEU NATUREL RÉSERVE EN EAU DES SOLS

## Functional Evaluation of Pedotransfer Functions at Different Scales of Data

A. Nemes,\* M. G. Schaap, and J.

WOS  
833  
références

ian pedotransfer functions for characteristics of French soils

doi: 10.1111/j.1475-2743.2006.0001.x

## Estimation des propriétés eau des sols à partir de la SOLHYDRO :

Une première proposition combinant le type d'horizon, sa texture et sa densité apparente

A. Bruand<sup>1</sup>, O. Duval<sup>2</sup> et I. Cousin<sup>2</sup>

ELSEVIER

Pedotransfer functions bridging the gap between the basic soil data and modeling soil hydraulic characteristics

J.H.M. Wosten<sup>a,\*</sup>, Ya.A. Pachepsky<sup>b</sup>, W.J. Rawls<sup>b</sup>

## New generation of hydraulic pedotransfer functions for Europe

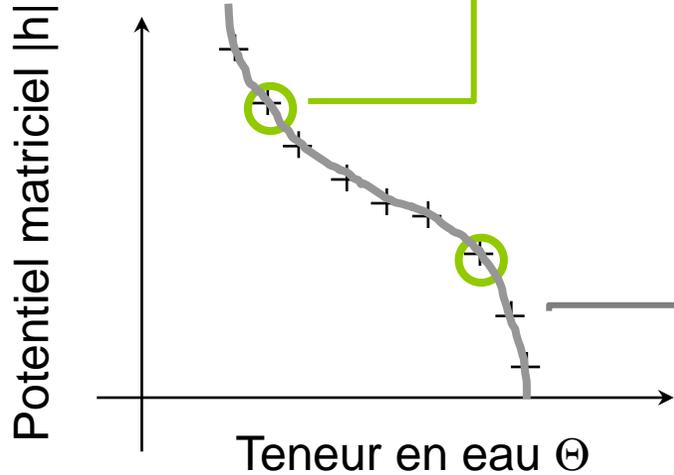
B. TÓTH<sup>a</sup>, M. WEYNANTS<sup>b</sup>, A. NEMES<sup>c</sup>, A. MAKÓ<sup>d</sup>, G. BILAS<sup>e</sup> & G. TÓTH<sup>b</sup>

# Des fonctions continues et des fonctions en classes

FPT « en classes »

$$\theta(h_1) = a_1$$

$$\theta(h_2) = a_2$$



FPT « continues »

$$\frac{\theta(h) - \theta_r}{\theta_s - \theta_r} = \frac{1}{(1 + \alpha|h|^n)^m}$$

Exemple : Al Majou et al. (2007)

	Teneur en eau volumique (cm <sup>3</sup> /cm <sup>3</sup> )						
	$\theta_{1,0}$	$\theta_{1,5}$	$\theta_{2,0}$	$\theta_{2,5}$	$\theta_{3,0}$	$\theta_{3,5}$	$\theta_{4,2}$
Tous horizons (n = 320)							
Très Fine (n = 15)	0,455	0,437	0,424	0,402	0,385	0,357	0,322
Fine (n = 60)	0,399	0,388	0,373	0,351	0,331	0,301	0,254
Medium Fine (n = 96)	0,356	0,342	0,327	0,298	0,254	0,210	0,173
Medium (n = 117)	0,334	0,320	0,302	0,273	0,242	0,203	0,156
Grossière (n = 32)	0,249	0,224	0,181	0,149	0,120	0,100	0,076

Exemple : Vereecken et al. (1989)

- $\Theta_r = 0.81 - 0.283(\text{Da}) + 0.001(\% \text{Ar})$
- $\Theta_s = 0.015 + 0.005(\% \text{Ar}) + 0.014(\% \text{CO})$
- $\alpha = \exp[-2.486 + 0.025(\% \text{Sa}) - 0.351(\% \text{CO}) - 2.617(\text{Da}) - 0.023(\% \text{Ar})]$
- $n = \exp[0.053 - 0.09(\% \text{Sa}) - 0.013(\% \text{Ar}) + 0.00015(\% \text{Sa})^2]$
- $m = 1$

# Choix des fonctions retenues et stratégie

## ■ Fonctions de pédotransfert « en classes »

- Donnent une valeur fixe de teneur en eau à un potentiel donné
- Développées sur des sols français
- Largement utilisées pour des évaluations de RU en France

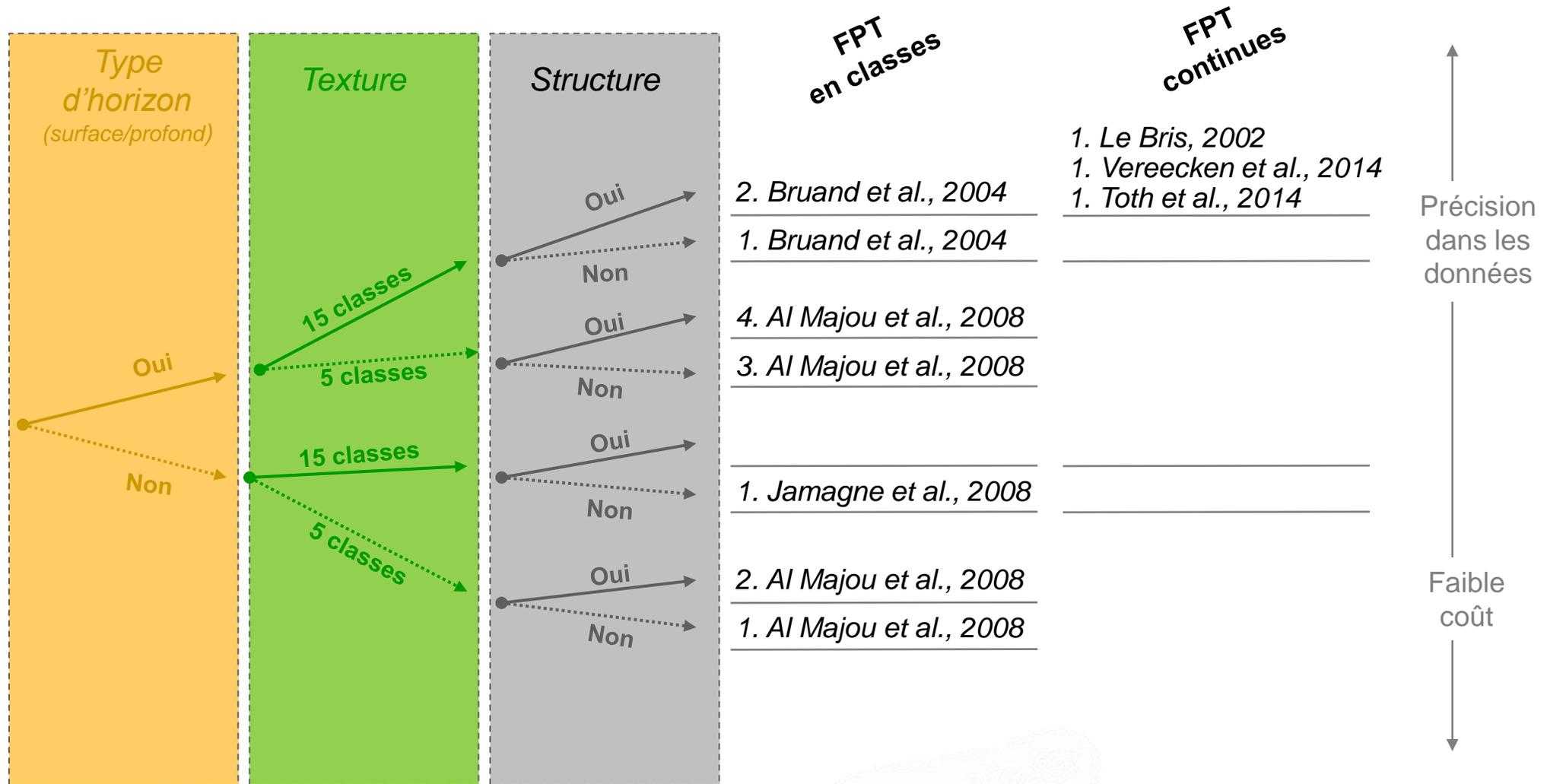
## ■ Fonctions de pédotransfert « continues »

- Donnent des valeurs continues de la teneur en eau à un potentiel donné, sur la base de l'équation de Van Genuchten
- Développées sur des sols Belges (Vereecken et al., 1989) ou européens (Le Bris, 2002, Toth et al., 2014)

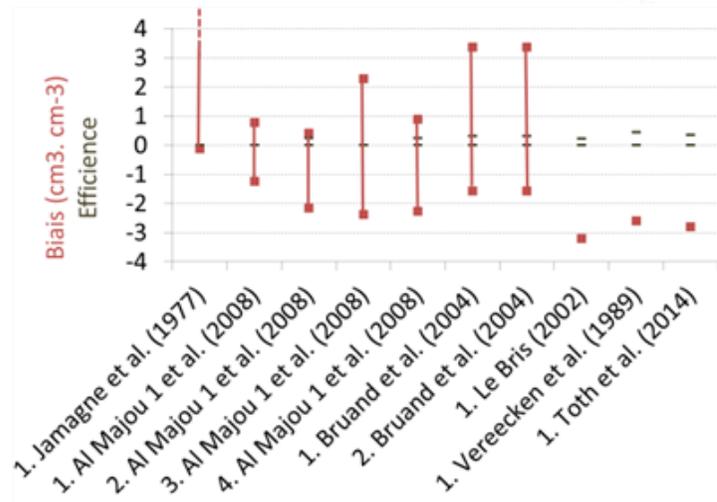
## ■ Stratégie d'évaluation

- Stratifier la base de données en fonction de la précision de la connaissance des données d'entrée et de la précision visée

# Stratégie d'évaluation des FPT



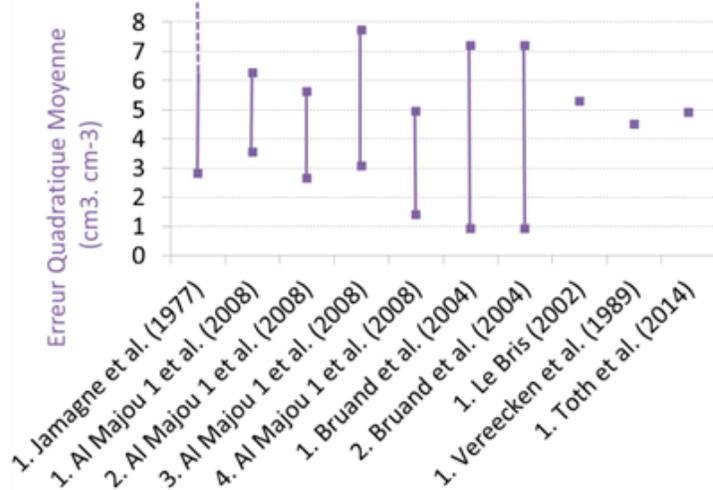
# Evaluation des FPT retenues



FPT continues : faible biais et efficacité acceptable, mais RMSE élevée

FPT en classes

- utilisation plus facile pour conseillers agricoles
- résultats acceptables (excepté pour quelques textures)



Parmi les FPT en classes

- Al Majou et al. (2008) (avec Da et texture en 5 classes) : meilleur compromis
- Bruand et al. (2004) : pour les textures à teneur en argile élevée

# Conclusion et perspectives

## ■ Quelques éléments à retenir

- Le mieux : la mesure !
- RU : de pF2 à pF4,2
- FPT « en classes » donnent de bons résultats
  - FPT de Jamagne et al., (1977) -> valable pour les sols de l'Aisne
  - Meilleure évaluation avec prise en compte de la masse volumique
  - FPT de Al Majou et al. (2008) à privilégier

## ■ Pour poursuivre

- Réutilisation de la base de données : évaluer la masse volumique
- Valoriser les données de terrain
- Continuer les mesures et leur capitalisation

## ■ Bibliographie

- Al Majou H., Bruand A., Duval O., 2008. Soil Use and Management, Canadian Journal of Soil Science, 88 ( 4), 533-541.
- Bruand A., Duval O., Cousin I., 2004. Etude et Gestion des Sols, 11(3), 323-332.
- Jamagne M., Bétrémieux R., Bégon J.C., Mori A., 1977. Bull. Tech. Inf. 324-325, 627-641
- Le Bris, 2002. Arvalis, document interne.
- Toth B., Weynants M., Nemes A., Mako A., Bilas G., Toth G., 2014. European Journal Of Soil Science, 66(1), 226-238.
- Vereecken H., Maes J., Feyen J., Darius P., 1989. Soil Science, 148, 389– 403.

