



Concept de fonction de pédotransfert (FPT) pour estimer les propriétés hydriques des sols

Estimation de la Réserve utile des sols, quelles méthodes pour quels usages ?



Christine LE BAS

Introduction

- ❖ Importance des propriétés hydriques des sols
- ❖ Mais peu de données mesurées disponibles
- ❖ Besoin d'outils d'estimation de ces propriétés

→ les fonctions de pédotransfert

- ❖ Terme créé par Bouma (1989) pour désigner des équations mathématiques reliant des propriétés des sols entre elles et pouvant servir pour prédire des propriétés plus difficilement accessibles
- ❖ Mais ce type de relation existait avant l'invention du terme !

Quelques définitions

- ❖ Fonctions de pédotransfert :
Relation statistique entre propriétés des sols
Formées de 2 sous-groupes (Wösten *et al.* 2001) :
 - ❖ Les classes de pédotransfert : à partir de variables prédictives discrètes ou catégorielles
 - ❖ Les fonctions de pédotransfert S.S. : à partir de variables prédictives continues
- ❖ Règles de pédotransfert (King *et al.* 1995) :
Relation établie à dire d'expert
En général basées sur des variables prédictives discrètes ou catégorielles

Exemple d'une classe de pédotransfert

Al Majou *et al.* (2008) :

Moyenne des teneurs en eau volumiques par classe de texture

	Volumetric water content (cm ³ /cm ³)						
	θ_1	$\theta_{3.3}$	θ_{10}	θ_{33}	θ_{100}	θ_{330}	θ_{1500}
Very fine ($n = 20$)	0.457	0.439	0.426	0.404	0.387	0.352	0.327
Fine ($n = 102$)	0.405	0.390	0.374	0.351	0.333	0.299	0.262
Medium fine ($n = 127$)	0.361	0.345	0.329	0.300	0.257	0.211	0.178
Medium ($n = 151$)	0.336	0.318	0.300	0.273	0.244	0.204	0.164
Coarse ($n = 56$)	0.257	0.220	0.180	0.150	0.123	0.102	0.082

Exemple d'une fonction de pédotransfert

Wösten *et al.* (1999) :

prédiction des paramètres du modèle de Mualem-van Genuchten

Table 5

Continuous pedotransfer functions for the prediction of hydraulic properties

$$\theta_s = 0.7919 + 0.001691 * C - 0.29619 * D - 0.000001491 * S^2 + 0.0000821 * OM^2 + 0.02427 * C^{-1} + 0.01113 * S^{-1} + 0.01472 * \ln(S) - 0.0000733 * OM * C - 0.000619 * D * C - 0.001183 * D * OM - 0.0001664 * \text{topsoil} * S$$

($R^2 = 76\%$)

$$\alpha^* = -14.96 + 0.03135 * C + 0.0351 * S + 0.646 * OM + 15.29 * D - 0.192 * \text{topsoil} - 4.671 * D^2 - 0.000781 * C^2 - 0.00687 * OM^2 + 0.0449 * OM^{-1} + 0.0663 * \ln(S) + 0.1482 * \ln(OM) - 0.04546 * D * S - 0.4852 * D * OM + 0.00673 * \text{topsoil} * C$$

($R^2 = 20\%$)

$$n^* = -25.23 - 0.02195 * C + 0.0074 * S - 0.1940 * OM + 45.5 * D - 7.24 * D^2 + 0.0003658 * C^2 + 0.002885 * OM^2 - 12.81 * D^{-1} - 0.1524 * S^{-1} - 0.01958 * OM^{-1} - 0.2876 * \ln(S) - 0.0709 * \ln(OM) - 44.6 * \ln(D) - 0.02264 * D * C + 0.0896 * D * OM + 0.00718 * \text{topsoil} * C$$

($R^2 = 54\%$)

$$l^* = 0.0202 + 0.0006193 * C^2 - 0.001136 * OM^2 - 0.2316 * \ln(OM) - 0.03544 * D * C + 0.00283 * D * S + 0.0488 * D * OM$$

($R^2 = 12\%$)

$$K_s^* = 7.755 + 0.0352 * S + 0.93 * \text{topsoil} - 0.967 * D^2 - 0.000484 * C^2 - 0.000322 * S^2 + 0.001 * S^{-1} - 0.0748 * OM^{-1} - 0.643 * \ln(S) - 0.01398 * D * C - 0.1673 * D * OM + 0.02986 * \text{topsoil} * C - 0.03305 * \text{topsoil} * S$$

($R^2 = 19\%$)

θ_s is a model parameter, α^* , n^* , l^* and K_s^* are transformed model parameters in the Mualem-van Genuchten equations; C = percentage clay (i.e., percentage < 2 μm); S = percentage silt (i.e., percentage between 2 μm and 50 μm); OM = percentage organic matter; D = bulk density; topsoil and subsoil are qualitative variables having the value of 1 or 0; and \ln = natural logarithm.

Projet RUEdesSOLS

- ❖ Analyse bibliographique en cours
- ❖ Premiers résultats sur un corpus de 29 articles représentant 84 FPT

- ❖ Contenant les FPT les plus utilisées
- ❖ Les FPT utilisées dans l'exposé suivant

Différents types de fonctions

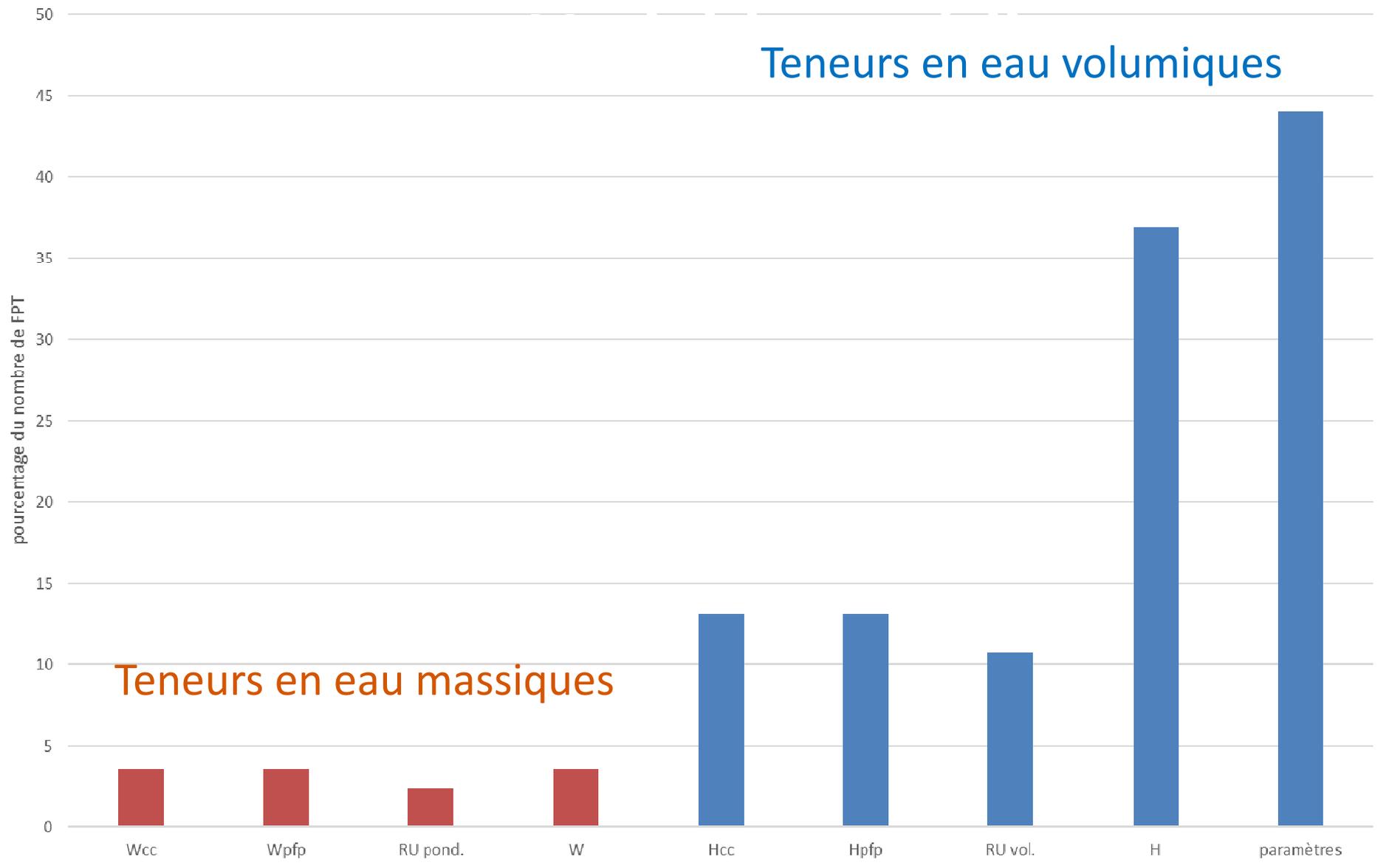
- ❖ la nature des propriétés prédites
- ❖ la nature des propriétés prédictives
- ❖ la méthode utilisée
- ❖ la nature des données utilisées

Nature des données prédites

- ❖ Deux grands types de FPT (Wösten *et al.* (2001)) :
 - ❖ Celles qui prédisent des teneurs en eau à un ou plusieurs points de la courbe
 - ❖ Fonctions de pédotransfert ponctuelles
 - ❖ Celles qui prédisent des paramètres d'un modèle de courbe
 - ❖ Fonctions de pédotransfert paramétriques
 - ❖ Suppose le choix d'un modèle décrivant la courbe : Brooks et Corey (1964) et van Genuchten (1980) sont les plus utilisés

variables prédites

Teneurs en eau volumiques

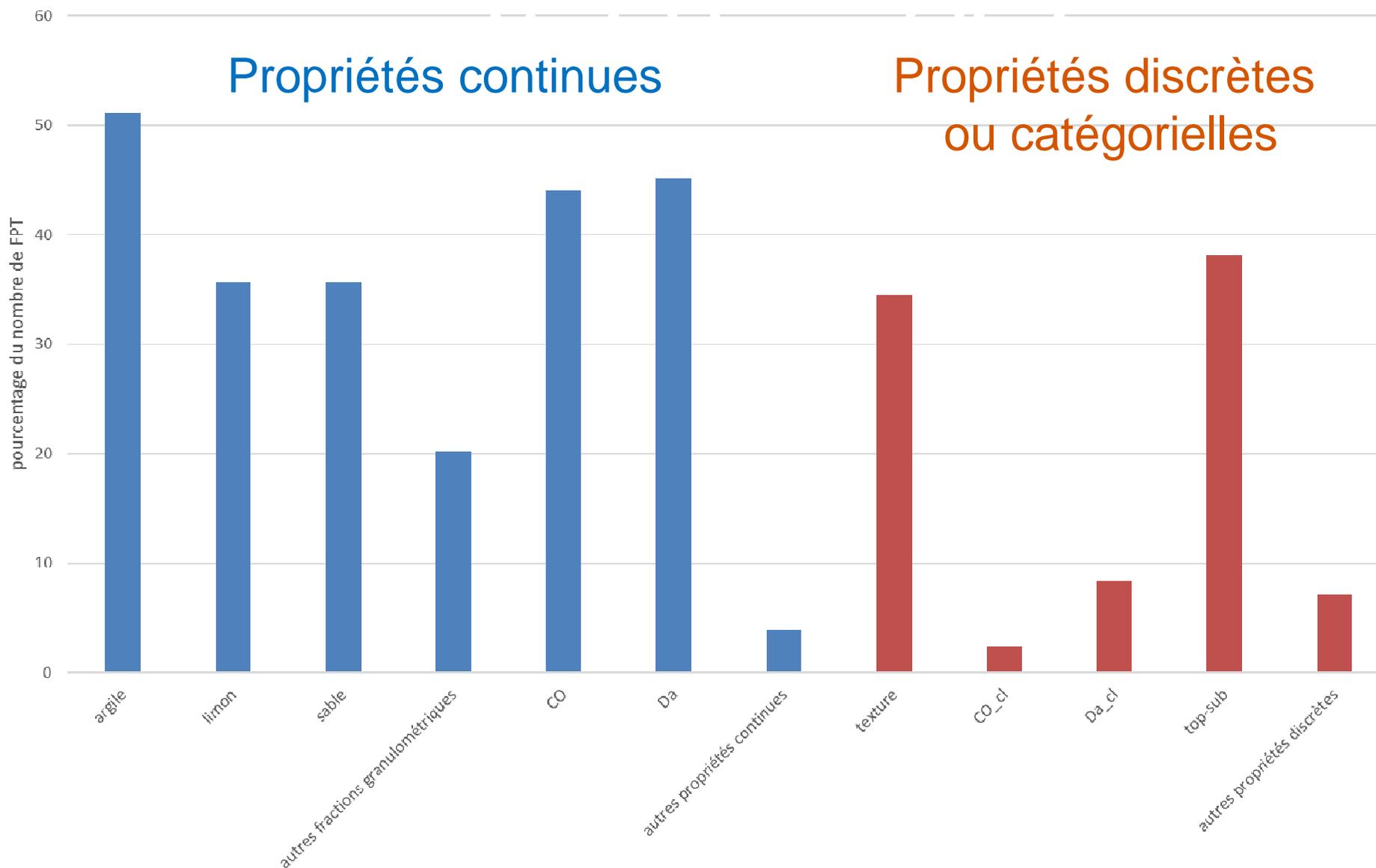


Teneurs en eau massiques

variables prédictives

Propriétés continues

Propriétés discrètes
ou catégorielles



Méthodes

- ❖ Moyenne ou moyenne géométrique
- ❖ Régressions linéaires, non linéaires, multiples
- ❖ Data mining : réseau de neurones, GMDH, arbres de régression
 - ❖ Ajout de bootstrap : permet d'obtenir une incertitude
 - ❖ Certaines méthodes permettent de conjuguer des variables continues et discrètes
- ❖ Stratification

Nature des données utilisées - 1

Origine géographique :

❖ Locales :

- ❖ Ex.: Arrouays et Jamagne (1993) : Chalosse et terrasse de l'Adour

❖ Régionales :

- ❖ Ex.: Bornand et Falipou (1997) : Languedoc-Roussillon

❖ Nationales :

- ❖ France : BD Solhydro
- ❖ Etats-Unis : BD USDA

❖ Internationales :

- ❖ BD UNSODA (Monde)
- ❖ BD HYPRES , EU-HYDI (Europe)
- ❖ BD WISE (Monde)

Nature des données utilisées - 2

- ❖ Nature des échantillons :
 - ❖ Remaniés
 - ❖ Non perturbés
- ❖ Hétérogénéité des méthodes de mesures :
 - ❖ Nécessité de transformation des données
- ❖ Restriction à des occupations du sol particulières :
 - ❖ Sols forestiers : Teepe *et al.* (2003)

Réutilisabilité des FPT

- ❖ Peu de FPT réutilisables dans les articles récents utilisant des méthodes de data mining
- ❖ Dépendance du triangle de texture utilisé pour les classes de pédotransfert
- ❖ Attention aussi à la limite limon/sable

Réutilisabilité des FPT

- ❖ Trois types d'erreurs sont recherchées (Scheinots *et al.* (1997)):
 - ❖ Erreur du modèle (précision) :
 - ❖ Mesure de la différence entre les données mesurées et estimées sur le jeu de données utilisé pour développer la FPT
 - ❖ Erreur de prédiction dans la zone d'étude (fiabilité) :
 - ❖ Mesure de la différence entre les données mesurées et estimées sur un jeu de données test non utilisé pour développer la FPT mais obtenu sur la même zone d'étude
 - ❖ Erreur de prédiction dans une autre zone :
 - ❖ Mesure de la différence entre les données mesurées et estimées sur un jeu de données d'une autre zone

Réutilisabilité des FPT

Scheinost et al. (1997) Moyenne de la IRMSE (m^3m^{-3})

FPT	Jeu de données utilisé pour développer la FPT locale PRECISION	Jeu de données de la même zone d'étude INTERPOLATION	Jeu de données d'une autre zone EXTRAPOLATION
FPT locale	0,019	0,017	0,035
Vereecken et al. (1989)	0,048	-	0,037

Quelques recommandations

- ❖ Vérifier le domaine de validité de la fonction à utiliser :
 - ❖ même conditions pédoclimatiques,
 - ❖ Même gamme de variation des propriétés des sols
- ❖ Pour quel usage ?
 - ❖ Par exemple, si utilisation dans un modèle, quel est sa sensibilité vis-à-vis des teneurs en eau ?