



## **Note interne**

### **Calcul des capacités en eau des sols (Water Holding Capacity - WHC)**

#### **à partir de la carte des sols de la FAO**

*Claudine Dieulin*

*Responsable base de données cartographique de SIEREM (Système d'Informations Environnementales pour les Ressources en Eau et leur Modélisation) à l'UMR*

*HydroSciences Montpellier*

*Mai 2005*

## **Objectifs**

Notre but est de confectionner, pour un modèle pluie/débit semi-distribué, une grille contenant pour chaque « maille » une valeur pour le paramètre intitulé *capacité en eau du sol/Water Holding Capacity*. Cette valeur correspond au dimensionnement du réservoir sol et est utilisé en entrée des modèles.

Notre premier impératif était de disposer d'une couverture pédologique homogène sur notre zone d'étude : l'Afrique de l'Ouest et Centrale. Nous nous sommes logiquement tournés vers la carte des sols établie par la FAO (version numérisée de 1993).

Cette carte couvre la totalité du globe et notre calcul peut donc être utilisé sur cette couverture.

## **Les unités de sol**

Sur la couverture mondiale, les unités de sol sont au nombre de 4930. À chaque unité est associé un champ intitulé faosol constitué :

- du symbole de l'unité pédologique dominante ;
- d'un chiffre qui spécifie la composition des associations de sols ; quand les associations de sols sont dominées par des Lithosols, la composition de l'association est indiquée par un hachuré ;
- d'un chiffre indiquant la classe texturale des sols dominants de l'association (1 : grossière, 2 : moyenne, 3 : fine) ;
- d'une lettre minuscule indiquant la classe de pente de l'association de sols (a : plat à ondulé, b : vallonné à accidenté, c : fortement disséqué à montagneux).

Le libellé des symboles cartographiques est le suivant :

Exemples : Ag1-3a : acrisols gleyiques, de texture fine, et acrisols plinthiques, plats à ondulés

Lc6-3b : luvisols chromiques, de texture fine, lithosols et vertisols chromiques avec solonets orthiques, vallonnés à accidentés

Ces unités de sols ne sont décrites qu'au dos des cartes papier publiées par la FAO en 1973.

## **Les valeurs dans SMAX.ASC**

SMAX.ASC, est le nom du fichier dans lequel sont stockés les renseignements nous permettant de calculer la WHC. La FAO a défini 7 classes de « profondeur » d'infiltration, classes déterminées par la granulométrie des types de sols.

Les 7 classes :

Pour chaque unité de sol, le fichier SMAX.ASC contient 7 valeurs correspondant au pourcentage de présence de l'unité de sol dans chaque classe. Le total atteignant obligatoirement 100.

Ces classes sont :

Wetlands	A	B	C	D	E	F
NC	200-300 mm	150-200 mm	100-150 mm	60-100 mm	20-60 mm	0-20 mm

Par exemple, pour la classe de sol Albic Arenosol dont le code FAO est Qa5-1a, les valeurs apparaissant dans le fichier SMAX.ASC sont :

**860,Qa5-1a, 10, 0, 0, 40, 25, 25, 0**

ce qui correspond à :

860 est le code attribué à la classe Qa5-1a et cette classe est pour

10% dans la classe Wetlands,

0% dans la classe A,  
 0% dans la classe B,  
 40% dans la classe C,  
 25% dans la classe D,  
 25% dans la classe E,  
 et 0% dans la classe F

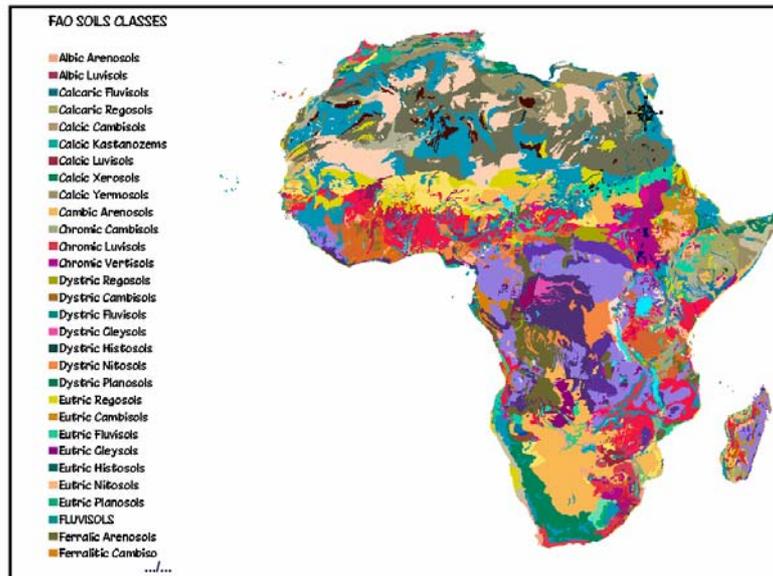


Figure 1 : Carte des sols d'Afrique, classement de la FAO.

### Les différents calculs à partir de SMAX.ASC

La FAO définit pour chaque classe une fourchette de valeur : la classe F par exemple correspond à une profondeur allant de 0 à 20 millimètres. Nous avons choisi de calculer pour chaque classe les profondeurs pour le minimum de la fourchette (pour la classe F, 0 millimètres), pour la valeur moyenne (10 pour la classe F) et pour la valeur maximale (20 pour la classe F) et nous avons donc attribué une valeur absolue (en millimètres) pour chaque SMIN, SMOY et SMAX de chaque unité de sol.

Seule la classe Wetlands n'est pas chiffrée dans les données de la FAO, elle concerne des types de sols marécageux. Nous lui avons arbitrairement donné la valeur de 1 000 mm.

Le premier calcul que nous avons effectué fut de transformer en valeur absolue les pourcentages du tableau de la FAO. Reprenons l'exemple de l'unité de sol Qa5-1a, nous avons obtenu les valeurs

Qa5-1a	Wetlands	A	B	C	D	E	F
	1000	200-300 mm	150-200 mm	100-150 mm	60-100 mm	20-60 mm	0-20 mm
Pourcentages	10	0	0	40	25	25	0
Valeurs (Min - Moy - Max)	10 - 10 - 10	0 - 0 - 0	0 - 0 - 0	40 - 50 - 60	15 - 20 - 25	5 - 10 - 15	0 - 0 - 0

Nous avons alors totalisé les valeurs pour chaque classe pour n'obtenir qu'une valeur minimum, moyenne et maximum pour chaque unité de sol. Soit pour l'unité de sol Qa5-1a, on a obtenu :

$$S_{min} = 10 + 0 + 0 + 40 + 15 + 5 + 0 = 70,$$

$$S_{moy} = 10 + 0 + 0 + 50 + 20 + 10 + 0 = 90$$

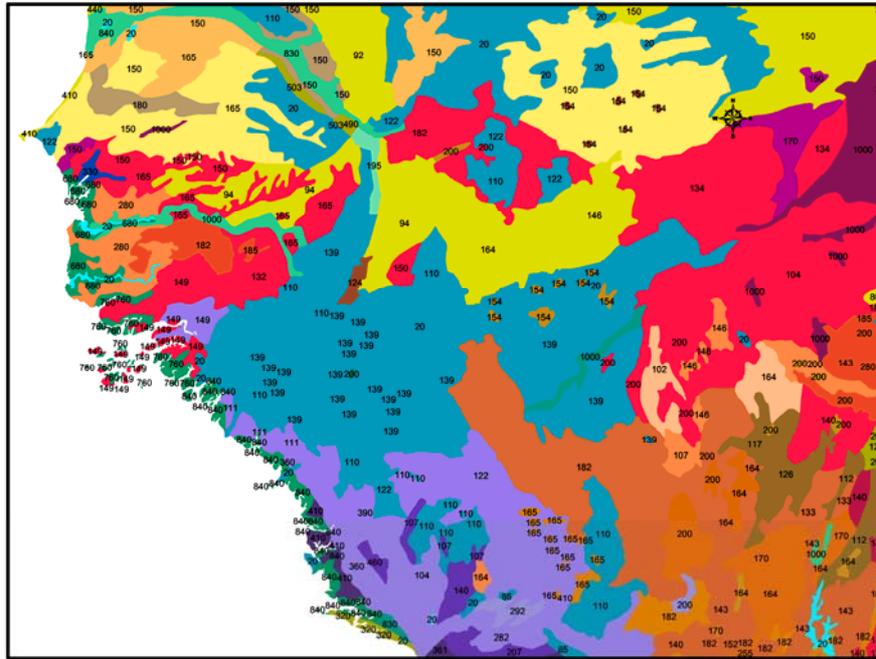
$$\text{et } S_{max} = 10 + 0 + 0 + 60 + 25 + 15 + 0 = 110$$

Nous avons effectué ces calculs pour les 4930 unités de sols.

REYNOLDS (1999) a recalculé le SMAX.ASC de la FAO en prenant en compte d'autres fonctions de pédo-transfert dans le sol (modèle de Saxton, 1986). Nous avons ajouté le résultat de ces calculs

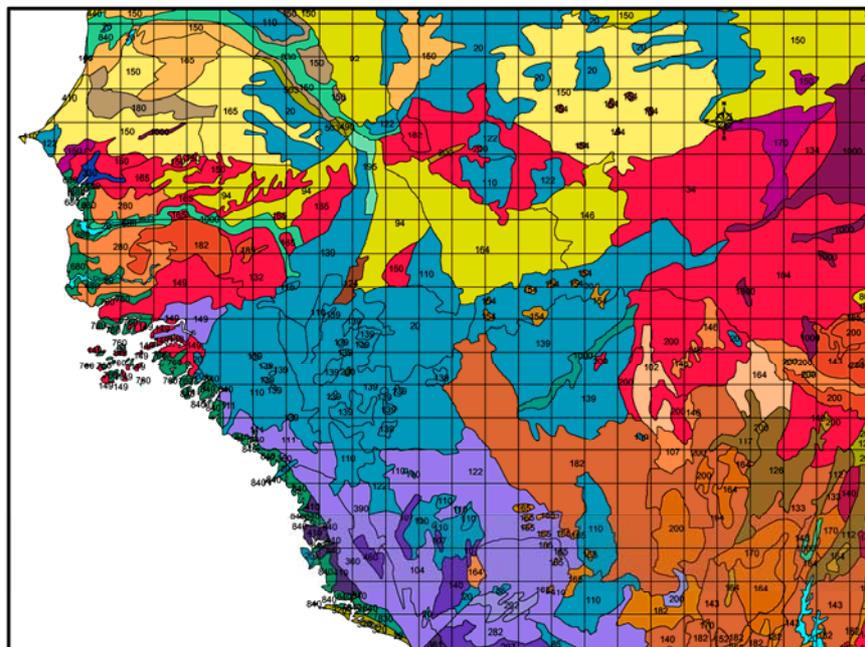
comme quatrième valeur (appelée Saxton dans la table attributive) de Smax pour toutes les unités de sols.

Nous avons donc constitué un fichier contenant ces quatre valeurs que nous avons ajoutées à la table attributive de la carte d'Afrique numérisée de la FAO. Sur l'Afrique, cette carte compte 4985 polygones.



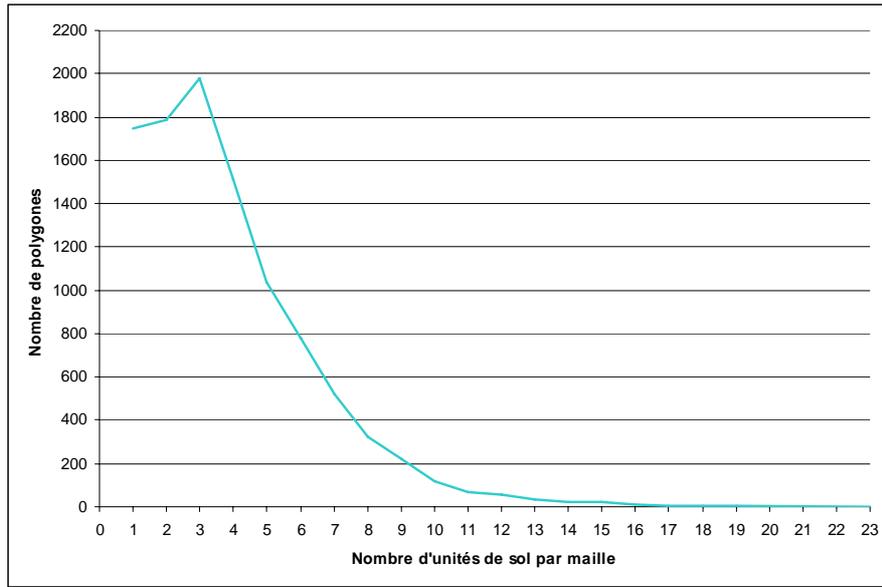
*Figure2 : Valeur Smax avant pondération pour chaque unité de sol.*

Nous avons alors appliqué sur cette carte la grille du modèle :

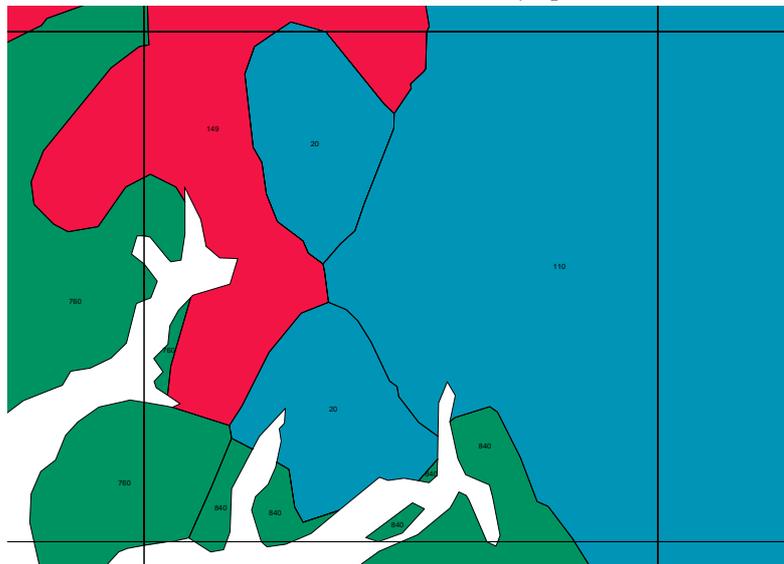


*Figure 3 : Découpage de la carte des sols avec la grille au demi degré carré.*

Nous obtenons alors une carte comptant 36 849 polygones, soit une moyenne de 7,3921 unités de sols par maille de la grille (en fait on compte de 1 à 23 polygone par maille, le cas le plus fréquent étant 3 polygones, 1981 mailles sur la couverture d'Afrique).



**Figure 4** : répartition du nombre d'unités de sols par maille dans la couche des sols de la FAO sur la totalité de la carte d'Afrique.



**Figure 5** : La maille contenant 23 unités de sols.

Sur cette carte, nous pondérons la valeur  $S_{max}$ ,  $S_{moy}$ ,  $S_{min}$  et  $S_{axton}$  en multipliant la valeur de ces champs respectifs par la valeur de surface de chaque polygone à l'intérieur de la maille. Nous obtenons ainsi la valeur pondérée pour chacun de ces champs qui deviennent  $S_{maxp}$ ,  $S_{moyp}$ ,  $S_{minp}$  et  $S_{axtonp}$ , valeurs que nous additionons par maille pour n'obtenir qu'une seule valeur de WHC par demi degré carré.

Cette grille couvre la totalité de la couverture de l'Afrique. Dans la première série de tests du modèle, nous avons découpé cette grille avec les tracés des bassins. À chaque maille était attribué la valeur WHC calculée ainsi.

104	178	101	142	182	192	80
112	106	107	149	172	161	90
428	168	163	162	170	153	103
221	155	153	163	168	164	123
150	176	175	144	157	186	113

Figure 6 : Valeurs WHC issues du premier calcul.

## Derniers calculs affinant la méthode

Mais, nous nous sommes rendus compte que lorsque nous découpons cette grille à l'aide des contours de bassins versants, les parties de mailles non entières sur les bordures du tracé

présentaient des valeurs *WHC* qui n'étaient pas forcément les valeurs des unités de sols effectivement présents sur la partie de maille restant à l'intérieur du tracé du bassin. Nous avons donc modifié le calcul pour rester plus proche de l'occupation effective des sols sur les mailles et nous avons procédé ainsi :

- Appliqué la grille de 0.5 degré carré sur la carte des sols de la FAO ;
- Découpé dans cette carte le contour du bassin étudié ;
- Calculé les valeurs *Sminp*, *Smoyp*, *Smaxp* et *Saxtonp* pour chacune des unités de sols à l'intérieur de chaque maille en multipliant la valeur *Smin*, *Smoyp*, *Smax* et *Saxton* par la superficie occupée dans la maille ;
- Calculé une valeur *Sminpm*, *Smoypm*, *Smaxpm* et *Saxtonpm* de *WHC* proportionnel à la superficie de maille ou partie de maille dans le bassin. La figure 7 donne un exemple de cette valeur *WHC*, avant et après cette méthode de calcul (les mailles où deux valeurs apparaissent correspondent à celle où la valeur du *WHC* a été modifiée).

104	178	101	142	182 → 197	192 → 167	80
112	106	107 → 97	149 → 154	172 → 174	161 → 165	90
428	168	163 → 142	162	170 → 187	153	103
221	155 → 167	153 → 155	163 → 177	168 → 199	164	123
150	176 → 200	175 → 189	144 → 173	157	186	113

Figure 7 : Valeurs *WHC* (ici le *SMAXPM*) recalculées en "bordure" de bassin, ancienne valeur, flèche et nouvelle valeur en gras .

### ***Et après ?***

Pour les premiers essais de modélisation, nous avons pris comme postulat que cette valeur de WHC était fixe. Nos prochaines prospectives vont aller vers une modulation de cette valeur en fonction de l'anthropisation des bassins et la modification qu'apporte cette activité humaine sur le comportement des sols.

### **Références**

REYNOLDS, C.A., JACKSON, T.J., RAWLS, W.J., 1999 : Estimating available water content by linking the FAO Soil Map of the World with Global Soil Profile Databases and Pedo-transfer functions. Proc. AGU 1999 Spring Conference, Boston, May 31-June 4.

FAO, 1995 : Digital Soil Map of the World and Derived Soil Properties. (CDROM). FAO Land and Water Digital Media Series.