



AFORCE – 9 mars 2010

Évaluation de la réserve en eau des sols

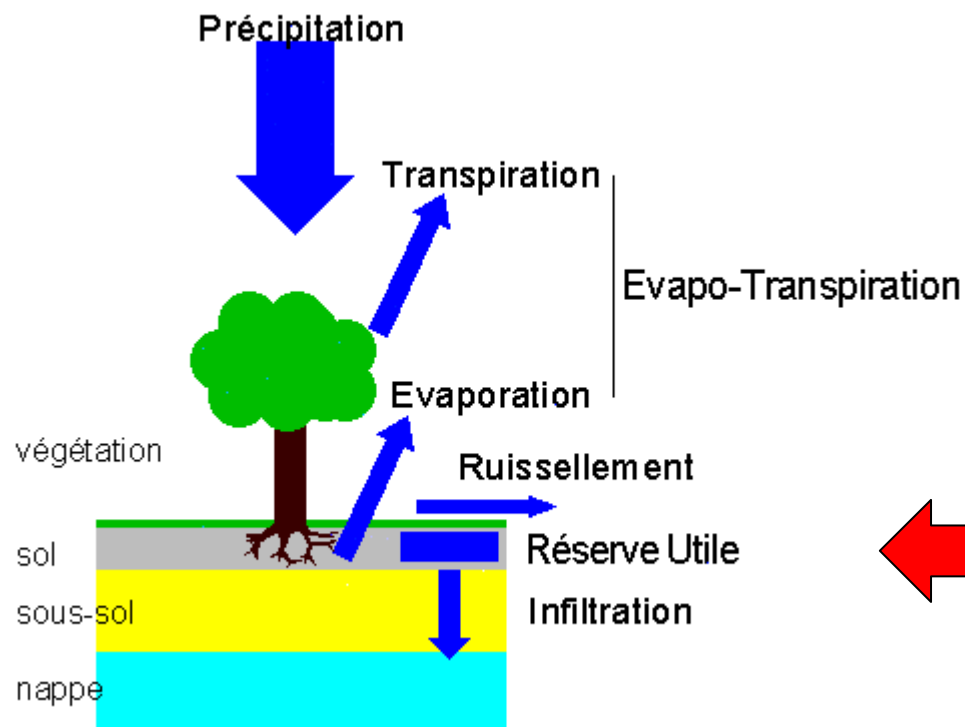
Méthodes anciennes et nouvelles

Alain Brêthes

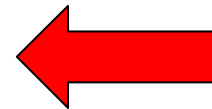
ONF - DT Centre-Ouest_Auvergne-Limousin
Direction Forêt, Service Recherche

Le bilan d'eau d'une station forestière

Fonction de ce qui arrive (pluie, transferts)
et de ce qui part (évapotranspiration, drainage)



S'il ne pleut pas, c'est la
réserve utile du sol qui doit
assurer l'alimentation
hydrique de la plante



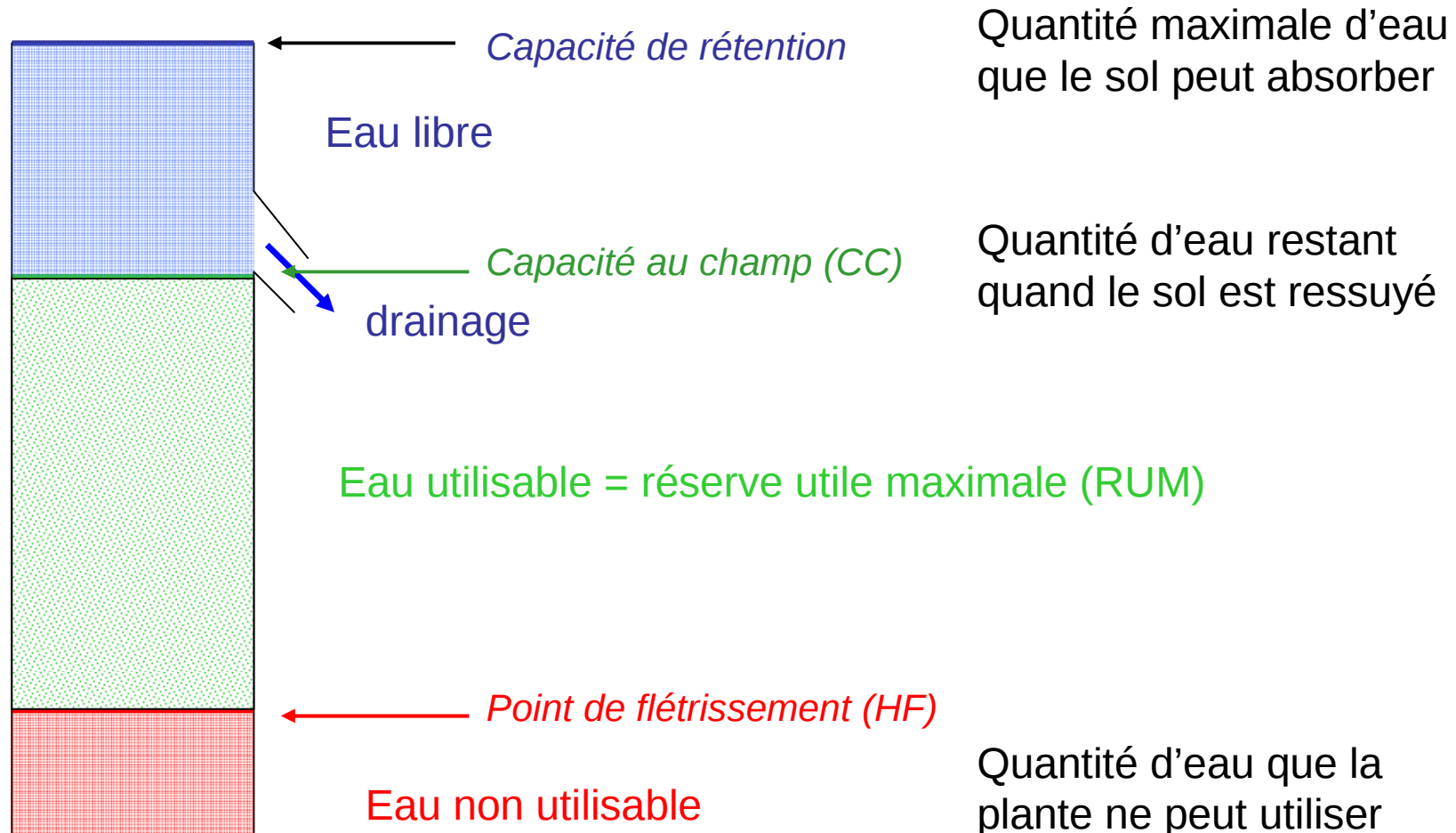
La réserve en eau d'un sol

On distingue la réserve utile maximale (**RUM**) = la quantité d'eau disponible maximale qu'un sol peut stocker
Et la réserve utile (**RU**) = quantité d'eau effectivement disponible à un moment donné.

Toutes les méthodes proposées ont pour but d'estimer la RUM.

La RU ne peut être mesurée que par des prélèvements à des périodes clés.

La réserve en eau utile d'un sol



La réserve en eau utile (RUM) d'un sol

Elle dépend :

1 – De la nature des constituants :

- * texture du matériau
- * charge en éléments grossiers
- * matière organique (faible pour la plupart des sols forestiers « classiques »).

2 – Du mode d'assemblage des constituants

- * structure
- * et donc **sa masse volumique**

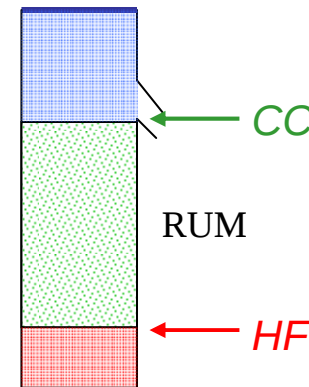
Mesure de la réserve en eau utile d'un sol

Du schéma précédent, on en déduit que

$$\text{RUM \%} = \text{CC \%} - \text{HF \%}$$

En présence d'éléments grossiers (EG)

$$\text{RUM}_h \% = (\text{CC \%} - \text{HF \%}) \times \frac{100 - \%EG}{100}$$



Chaque horizon étant différent, RUM est calculé horizon par horizon

La RUM du sol étant la somme des RUM des divers horizons qui le composent dans la limite de la zone prospectée par les racines

$$\text{RUM}_{\text{sol}} \% = \sum \text{RUM}_h \%$$

On passe facilement de la RUM% à la RUMmm en prenant en compte la masse volumique de l'horizon concerné.

Évaluation de la profondeur

Somme réalisée sur l'épaisseur prospectée par les racines

Si l'enracinement est arrêté avant 1m20 de profondeur par un obstacle absolu (dalle rocheuse, nappe d'eau permanente, etc.), le calcul est facile.

Si le sol est plus profond et surtout dans le cas de dalle fissurée, d'horizon compact, de nappe temporaire, la notion d'épaisseur à prendre en compte est beaucoup plus difficile à appréhender.

Évaluation de la profondeur

De nombreuses études montrent le lien existant entre la réserve en eau de la partie supérieure du sol (de l'ordre de 1 m) et la production forestière.

Mais très peu indiquent la part d'eau provenant des horizons plus profonds encore colonisés par les racines.

Seule est mentionnée la notion de « racines de survie ».

Or c'est bien cette part d'eau qui peut éviter le dépérissement des arbres lors des phases de sécheresse.

La question reste donc posée.

**Comment évaluer la RUM
d'un horizon ?**

Une première série de méthodes d'évaluation (méthodes statistiques)

Formule de Gras

$$CR_v = (0,59 A + 0,16 L + 5,47) da$$

Dans laquelle CR_v = capacité de rétention volumique (ou CC), A = teneur en argile (%), L = teneur en limon (%) et da = densité apparente de l'horizon.

Les valeurs de l'humidité HF est déduite de la valeur CR_v : 1/5 pour le sable, 1/3 pour le limon et 1/1,5 pour l'argile.

Formules de Osty (ne reposant que sur les constituants)

$$He = 0,494 A + 0,218 L + ,079 Sf + 0,0085 Sg$$

$$He = 0,34 A + 0,90 MO + 10,8$$

Avec A , L , Sf , Sg et MO = teneur en argile, limon, sable fin, sable grossier et matières organiques (en %).

$$CC = 0,475 He + 12,5 \quad (He = \text{humidité équivalente})$$

Ces méthodes nécessitent , horizon par horizon, une analyse granulométrique, un dosage des MO et, pour la formule de Gras, une mesure de la densité apparente.

Une évaluation simple et rapide

La méthode dite « de Jamagne » (Jamagne et al. 1977)

Basée sur des valeurs moyennes des humidités CC et HF et de la densité apparente, elle repose uniquement sur une estimation de la classe de texture de l'horizon déterminée d'après le triangle des textures des sols de l'Aisne (dit triangle de Jamagne).

Méthode certainement la plus utilisée actuellement.

Texture	RUMt*	Texture	RUMt*	Texture	RUMt*
S	0,70	LI	1,30	SA	1,35
SL	1,00	Lm	1,75	AL	1,80
LS	1,45	LA	1,95	A(LS)	1,75
LmS	1,60	LAS	1,75	AS	1,70
LIS	1,20	LSA	1,65	Alo	1,65/1,70

* En mm d'eau par cm de sol

Une évaluation simple et rapide

Le calcul est simple :

On estime la texture de l'horizon, son épaisseur en cm, sa charge en éléments grossiers (en % volumique).

$$RUMh_{mm} = RUMt \times Ep_{cm} \times \frac{100 - \%EG}{100}$$

On part du principe que les éléments grossiers n'apportent pas d'eau au système et donc qu'ils occupent une place à déduire. Il est vrai que cela est bien souvent faux, mais on manque encore d'études précises pour intégrer cette donnée aux calculs.

Une évaluation simple et rapide

Mais empreinte de nombreuses imprécisions

Car :

- Valeurs moyennes des humidités CC et HF (ne tient pas compte des fourchettes)
- Valeur moyenne de la densité apparente
- Échantillon remanié (non prise en compte de la structure)
- Pour les horizons argileux, non prise en compte de la nature minéralogique
- Échantillons provenant, en grande partie, du seul département de l'Aisne
- etc.

Ces imprécisions conduisent à biaiser l'estimation

- Surestimation des teneurs en eau à la capacité au champ (CC). Surtout pour les textures argileuses.
- Surestimation, moindre certes, des teneurs en eau au point de flétrissement (HF).

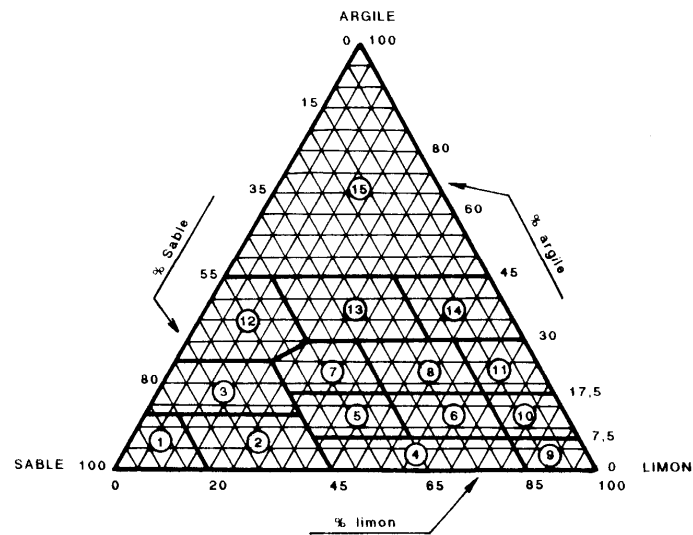
Une évaluation plus complexe mais plus précise

Méthode d'Ary Bruand *et al.* (2004)

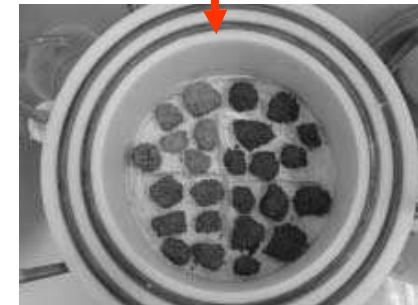
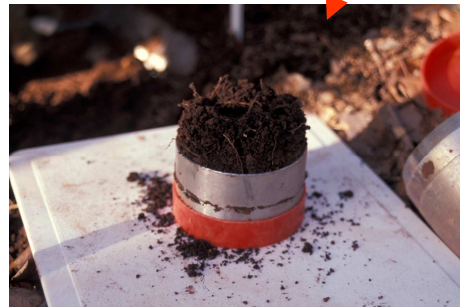
Cette nouvelle proposition combine le type d'horizon, sa texture et la densité apparente à la fois de l'horizon (tenant compte de la macroporosité) et de mottes (prenant en compte que la microporosité). Les mesures ont été réalisées sur des échantillons non remaniés provenant de plusieurs départements français.

Une évaluation plus complexe mais plus précise

Comme pour la précédente, les classes de texture sont celles du triangle de Jamagne.

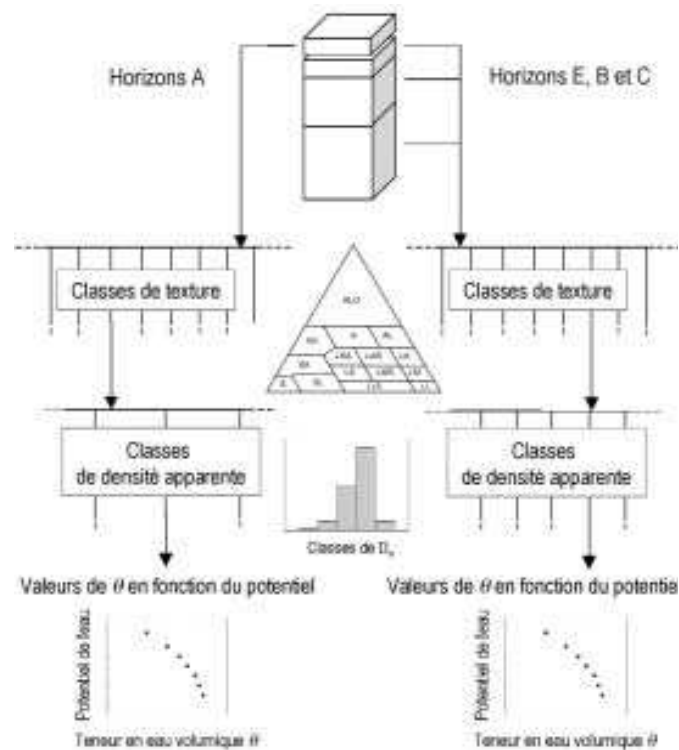


On y adjoint la mesure des densité apparentes de l'horizon et des mottes



Une évaluation plus complexe mais plus précise

Démarche générale



1 - On distingue les horizons organominéraux – horizons A – des horizons minéraux.

2 – On tient compte de la texture.

Mais, on peut ne pas disposer de la densité apparente de l'horizon.

Dans les publications de A. Bruand *et al.*
Il existe de nombreux tableaux des
réserves utiles prenant en compte ces
différentes densités apparentes, les
différents pF, etc.

Nous ne présenterons aujourd'hui que les
données relatives à la non utilisation des
densités apparentes. Ceci pour permettre
une comparaison plus facile avec la
méthode Jamagne.

Méthode A. Bruand

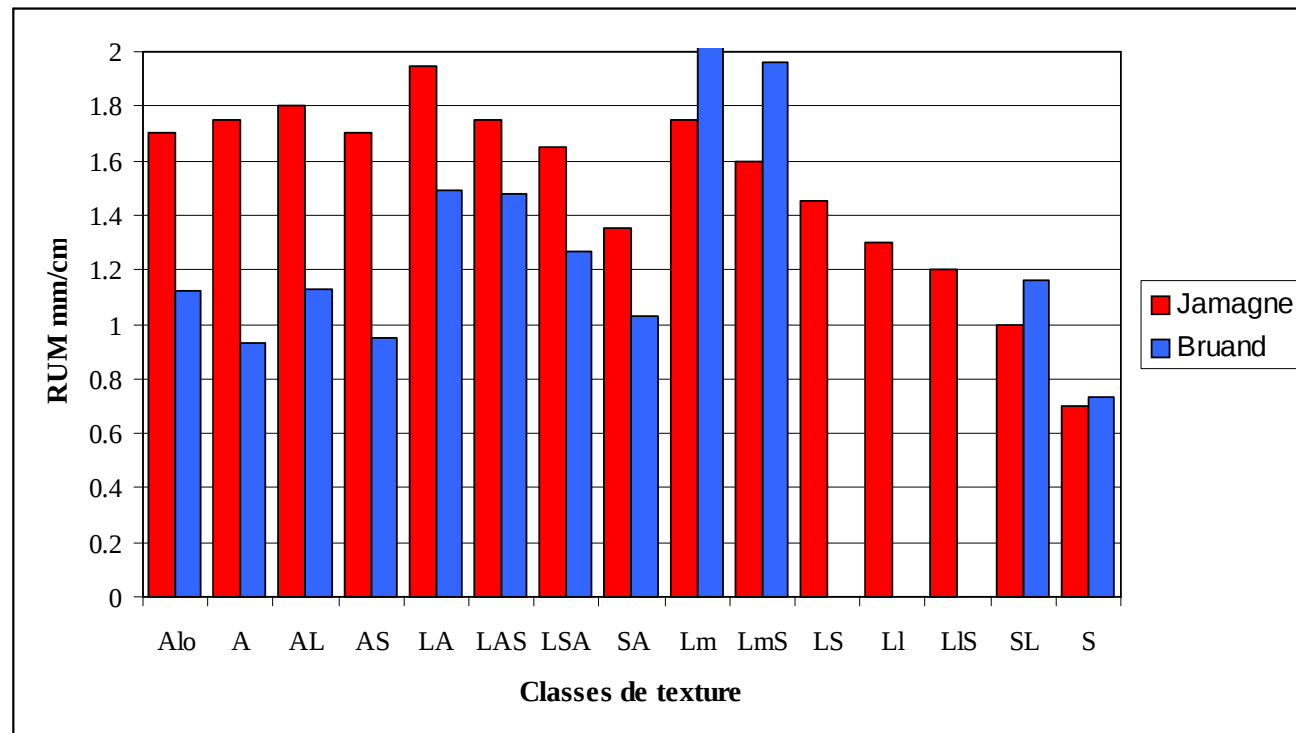
Sans prise en compte de la densité apparente

	Texture	Alo	AL	AS	A	LA	LAS	LSA	Lm	LmS	LS	LIS	LI	SA	SL	S
Horizon	pF1,5 - pF4,2	1,42	1,49	1,73	-	1,88	1,82	1,63	2,28	1,94	1,73	-	-	1,47	1,74	0,83
A	pF2,0 - pF4,2	1,24	1,36	1,73	-	1,73	1,67	1,43	2,13	1,83	1,62	-	-	1,28	1,31	0,60
Horizons	pF1,5 - pF4,2	1,24	1,29	1,15	1,1	1,68	1,65	1,50	2,15	2,19	-	-	-	1,26	1,55	1,27
E, B, C	pF2,0 - pF4,2	1,12	1,13	0,95	0,93	1,49	1,48	1,27	2,07	1,96	-	-	-	1,03	1,16	0,73

Comparaison Jamagne – Bruand

Pour toutes les textures avec argile, la RUM est en diminution chez Bruand.

Par contre, pour les textures limoneuses ou sableuses, la RUM est en augmentation.



(Horizon minéral et pF 2,0 à pF 4,2)

Évaluation de la RUM d'un sol

La RUM d'un sol

La RUM d'un sol est la somme des RUM estimées de chaque horizon.

$$RUM_{\text{sol}} = \sum RUM_{\text{hor}}$$

Et ceci sur l'épaisseur prospectée ou accessible aux racines.

Évaluation par le barème Jamagne

Exemple de calcul :

Profondeur	Description	Calcul du RUM			RUM de l'horizon
		RU de la texture	x	épaisseur en cm x % de terre fine	
0 - 10 cm	Texture limono-sableuse, 10 % de petits cailloux de silex, enracinement abondant.	1,45		10	$\frac{100 - 10}{100}$ 13,05
10 - 40 cm	Texture limono-sableuse, 30 % de petits cailloux de silex, enracinement correct.	1,45		30	$\frac{100 - 30}{100}$ 30,45
40 - 80 cm	Texture argilo-limoneuse, rares cailloux de silex et de calcaire, bon enracinement.	1,80		40	72,00
80 - 105 cm	Texture argileuse, rares cailloux de calcaire dur, enracinement réduit.	1,75		25	43,95
> 105 cm	Dalle de calcaire dur fortement fissurée à joints argileux.				?
Total					159,45

Évaluation selon la méthode Bruand (sans la densité apparente)

Profondeur	Description	Calcul du RUM			RUM de l'horizon
		RU de la texture	x	épaisseur en cm x % de terre fine	
0 - 10 cm	Texture limono-sableuse, 10 % de petits cailloux de silex, enracinement abondant.	1,72	10	$\frac{100 - 10}{100}$	15,48
10 - 40 cm	Texture limono-sableuse, 30 % de petits cailloux de silex, enracinement correct.	1,6	30	$\frac{100 - 30}{100}$	33,6
40 - 80 cm	Texture argilo-limoneuse, rares cailloux de silex et de calcaire, bon enracinement.	1,13	40		45,20
80 - 105 cm	Texture argileuse, rares cailloux de calcaire dur, enracinement réduit.	0,93	25		23,25
> 105 cm	Dalle de calcaire dur fortement fissurée à joints argileux.				?
				Total	117,53

Comparaison Jamagne – Bruand

La différence entre les deux méthodes (Jamagne et Bruand) est significative. On passe ainsi d'une estimation de 160 mm à 120 mm.

Peut-on inclure les fissures de la dalle dans ce calcul ?



Imaginons qu'il peut être prospecté 1 m de fissure et que celles-ci représentent 10 % en volume de l'horizon.

Ceci conduit donc à ajouter en gros 1 mm x 100 cm x 0,10 soit 10 mm de RUM ou 20 mm si l'on prend une RUMt de 2 mm/cm.

Nous sommes en dessous de l'erreur existant entre la méthode Jamagne et celle de Bruand ... **Tout est donc relatif.**