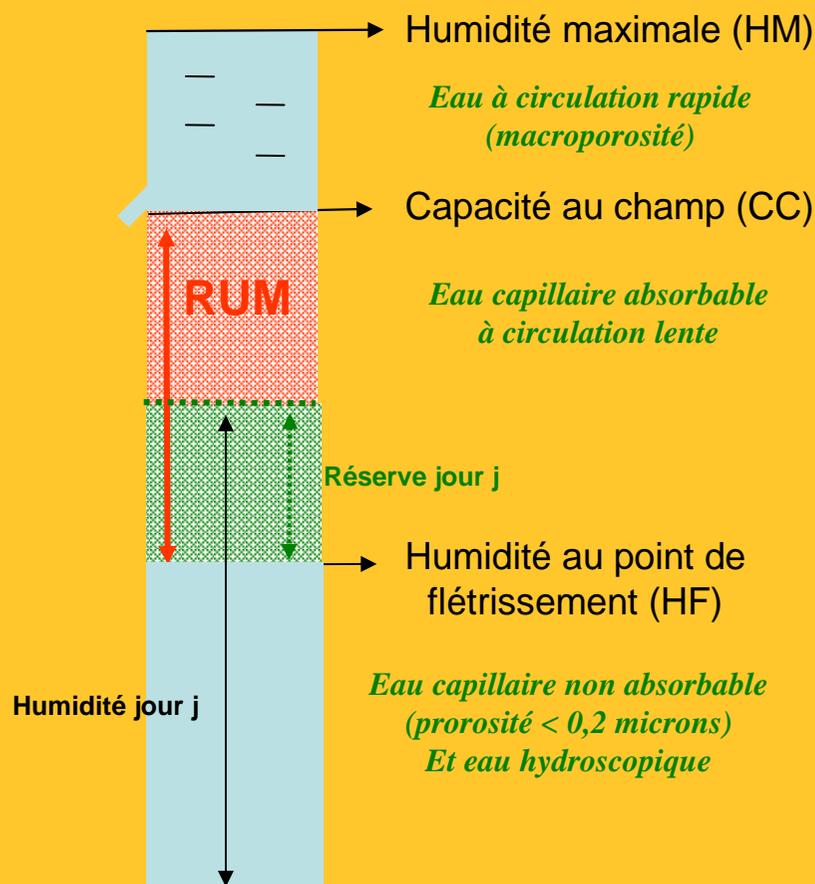


Estimation de la Réserve en eau Utile Maximale des sols forestiers



Jean-Paul NEBOUT, Septembre 2010

• La réserve maximale en eau utile



Jabiol et Baize, 1995

« *Quantité d'eau disponible pour la végétation entre une valeur maximale atteinte à la capacité au champ et une valeur minimale, atteinte lorsque l'on estime que la tranche de sol considéré ne peut plus fournir d'eau à la végétation (point de flétrissement).* »

La RUM s'exprime en mm d'eau

• **La réserve maximale en eau utile**

• **La R.U.M. dépend principalement :**

- Texture du sol (% sable ; % limon ; % argile)
- % d'éléments grossiers (> 2 mm)
- Profondeur prospectée par les racines des arbres

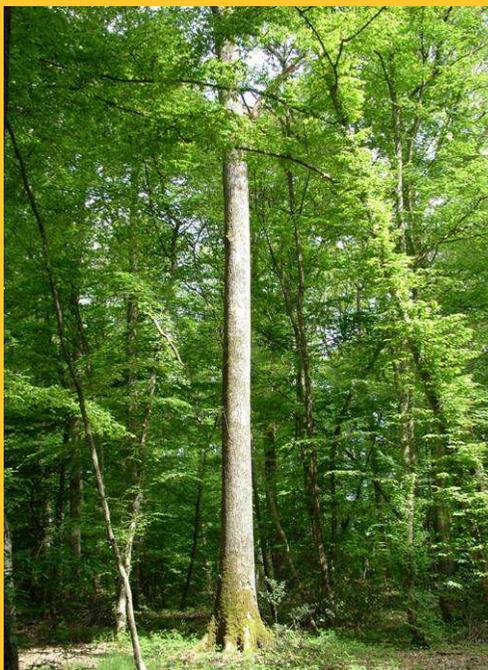
• **Les méthodes :**

- Etablissement de courbe pF humidité au laboratoire
- Mesure de la densité apparente
- Formules de pédo-transfert Gras, Osty, Bruand)
- Suivis in situ (Ex. profils d'humidité volumiques mesurés par TDR ou sonde à neutrons)
- **Coefficients établis par classes texturales**

• **La réserve maximale en eau utile**

Pourquoi l'estimer ?

→ Pour appréhender les potentialités hydriques des sols et adapter la gestion des peuplements forestiers.



Car l'alimentation en eau : Paramètre de base de la croissance et de la vitalité des peuplements forestiers

• *La réserve maximale en eau utile*

Comment développer son estimation ?

☞ En proposant aux gestionnaires des méthodes diagnostics :

- simples,
- robustes,
- et reproductibles.



• **La réserve maximale en eau utile**

Le projet AFORCE / CRPF Auvergne

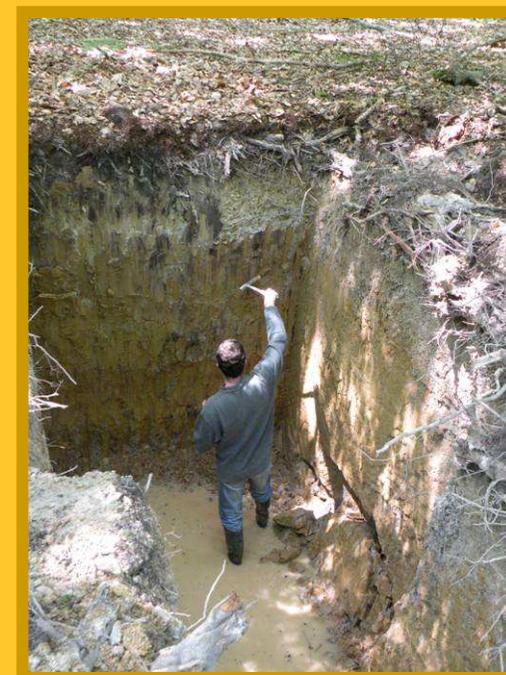
- ☞ Comparer 3 méthodes d'évaluation de la RUM des sols forestiers



Tarière hydraulique



Tarière manuelle



Fosse pédologique profonde (témoin)

Nous présentons ce matin l'évaluation réalisée à l'aide de la tarière hydraulique

• **La tarière ANTEC MD**



***Tarière fabriquée par la Société
ANTEC MD Lyon et adaptable
sur chenillette KUBOTA***

***Tarière repliée et fixée à l'aide d'une
sangle lors des déplacements***

***Rouleau landais stabilisateur pour
franchissement des fossés et zones de
petits taillis***

•La tarière ANTEC MD



**Moteur
hydraulique H
100 suspendu
au bras de la
pelle
mécanique**



**Hélice en acier
de 15 cm de
diamètre et
75 cm de
longueur**



**Pointe
d'encrage et
sabot
d'amorçage**

Prix d'acquisition (Entreprise SYLVAR) : 3 000 € HT

• ***Le sondage pédologique***



***Extraction de carottes de terre
de 50 cm de longueur et 15 cm
de diamètre***

***4 carottes par sondage -
Contrôle à chaque prélèvement
de la profondeur de sondage à
l'aide d'une règle graduée en cm***

•**L'expérimentation : moyens mis en oeuvre**

Compétences mobilisées :

- 1 observateur (élève ingénieur ENITA) + 1 ingénieur CRPF
- 1 conducteur de pelle (Entreprise Sylvar)

Matériel :

- 1 pelle KUBOTA équipée de la tarière ANTEC

Quand ?

- Avril – Août 2009

Où ?

- Allier
- Sologne bourbonnaise (Catalogue Beaufils 1989)
- Sables et argiles du Bourbonnais

•Le protocole expérimental

Comparer R.U.M.

Fosses profondes



Description du profil,
des enracinements
(densité et profondeur)



Analyses
granulométriques



Glosses

Carottes de sondages



- Couleurs
- Textures
- Éléments grossiers (> 2 mm)
- P. A –racines vivantes - grosseurs

Sondage réalisé à 2 m d'un gros chêne

•Le protocole expérimental

Etude de trois stations de plateaux très fréquentes, très étendues, localisées dans 6 chênaies privées et identifiées à l'aide du catalogue.



Arbres, arbustes, herbacées



Type d'humus

AFORCE		DESCRIPTION SUR FOSSES		Olivier Rigaudière A. Le Page F. Buisson CEPF / Phangé	
RMT Adaptation des forêts au changement climatique		EVALUATION DE LA RUM DES SOLS FORESTIERS			
Nom de l'observateur		Topographie			
Date		croupe	<input type="checkbox"/>	cuvette	<input type="checkbox"/>
Région naturelle		mi-pente	<input type="checkbox"/>	plane ou pente faible	<input type="checkbox"/>
Nom de la forêt		Exposition (grades)			
N° PSG		Humus			
N° parcelle		Mor	<input type="checkbox"/>	Dysmull	<input type="checkbox"/>
N° sondage		Dysmoder	<input type="checkbox"/>	Oligomull	<input type="checkbox"/>
Station guide N°		Moder	<input type="checkbox"/>	Mesomull	<input type="checkbox"/>
		Hemimoder	<input type="checkbox"/>	Eumull	<input type="checkbox"/>
		Carbonation de H	<input type="checkbox"/>	Hydromorphie de H	<input type="checkbox"/>
		Nom station			
Eléments		Profondeur en cm			
Nom de l'horizon					
Racines Dimensions	Fines (< 2 mm)				
	Moyennes (2 à 5 mm)				
	Grosses (5 à 20 mm)				
	Très grosses (> 20 mm)				
Racines Colonisation	Très importante (> 5 racines/dm ²)				
	Bonne (3 à 5 racines/dm ²)				
	Moyenne (1 à 3 racines/dm ²)				
	Faible (0,5 à 1 racine/dm ²)				
Racines Distribution	Très faible (< 0,5 racine/dm ²)				
	Régulière				
	Assez régulière				
Racines Localisation	Irégulière				
Profondeur utile					
Profondeur Horizon impenétrable					
Commentaires					

Notation des infos sur fiche

• *Le protocole expérimental*

Calcul de la R.U.M. par la méthode des textures.

Pour chaque horizon identifié :

$$\text{R.U. de chaque horizon (mm)} = U \times (100 - \text{E.G.}) / 100 \times E \text{ (cm)}$$

Avec :

U = valeur de réserve maximale

EG = % d'éléments grossiers

E = épaisseur de l'horizon en cm

$$\text{RU sondage} = \Sigma \text{RUHoriz 1 ; RU Horiz 2.....}$$

•Le protocole expérimental

Valeur des réserves maximales en eau selon la texture

	Jamagne et al, 1977 corrigé par Baize, 1988	Bruand et al, 2002	≠
Sable	0,70	0,75	+ 7 %
Limon sableux	1,60	1,96	+ 22 %
Argile	1,70	1,00	- 41 %
Argile sableuse	1,70	0,90	- 47 %

Jamagne : Analyses sur échantillons perturbés (séchés à l'air et tamisés)

Bruand : Echantillons prélevés sur fosses en période hivernale. Analyses sur mottes ni séchées ni ré-humectées

• ***Le protocole expérimental***



Sur fosses : horizons profonds

Selon la teneur en argile, la compacité, la densité et la répartition des racines vivantes, réduction de 33 à 66 % de la valeur de la RUM calculée.

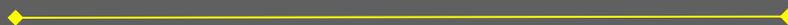
Application de ce mode de calcul aux horizons profonds diagnostiqués à l'aide de la tarière hydraulique.

• Les résultats

Chênaie-Charmaie : *Taillis de charme abondant et vigoureux, végétation pauvre et peu diversifiée*



Couples de mesures (même placette)



5 fosses



5 sondages



29 sondages



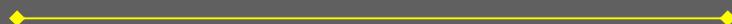
				Gain RUM	Fiabilité
1 m	123 mm	125 mm	141 mm		+++
1,5 m	178 mm	175 mm	195 mm	+ 50 mm	++
2 m	229 mm	216 mm	248 mm	+ 50 mm	+
	Valeurs très proches		Surestimation : 15-9-8 %		16

•Les résultats



Chênaie acidiphile : Bruyère cendrée, callune, germandrée scorodoine, fougère aigle, leucobryum glauque

Couples de mesures (même placette)



3 fosses



3 sondages



17 sondages



				Gain RUM	Fiabilité
1 m	103 mm	99 mm	125 mm		+++
1,5 m	137 mm	132 mm	155 mm	+ 30 mm	++
	Valeurs très proches		Surestimation : 21-13 %		

•Les résultats

Chênaie hydromorphe à molinie

Tapis dense de molinie bleue, bourdaine,...



Couples de mesures (même placette)

3 fosses



3 sondages



15 sondages



				Gain RUM	Fiabilité
1 m	110 mm	120 mm	122 mm		+++
1,5 m	138 mm	145 mm	148 mm	+ 25 mm	++
	Valeurs très proches		Surestimation : 11-7 %		18

La tarière hydraulique :

- Permet une observation correcte des profondeurs d'enracinement des arbres
- Permet une notation des signes d'hydromorphie
- Permet une identification du nombre d'horizons comparable à celle réalisée sur fosses
- Entraîne une surestimation de l'épaisseur de chaque horizon de 15 à 20 cm en moyenne (foisonnement)
- Permet une évaluation de la R.U.M. des sols à 1,50 m (+7 à 13 %)
(Même si l'on note des différences de valeurs du RU entre horizons, fosses et horizons/carottes ; cette imprécision est compensée à l'échelle du profil)



Pas de tarière sans fosse pédologique

•Facilités/contraintes de mise en oeuvre

- Déplacement lent (5 km/h) et difficile dans les sous-bois denses.
 - Forage impossible sol très pierreux
- Forage difficile en sol très sableux et très argileux (fonction de l'humidité)
 - Période optimale de sondages : avril à juillet
- + Tassement des sols très faible (chenilles en caoutchouc) son passage n'endommage pas les jeunes semis issus de régénération naturelle.
- + Franchissement des fossés et des zones à morts bois facilité par le rouleau landais installé à l'arrière de la pelle.
- + Prospection aisée jusqu'à 2 m de profondeur,
- + Mise en œuvre possible par un seul opérateur possédant une double compétence.



Rendement :

- Terrain plat, sain. Sous-bois pénétrable : 10 sondages par jour déplacement en forêt compris
- Pour 4 carottes de 50 cm de longueur :
- Temps de forage : 15 mn
- Temps d'observation : 40 mn

Coût :

Si un opérateur (double compétence) : $\frac{600 \text{ €/jour}}{10} = 60 \text{ € par sondage}$

10

A raison de 1 sondage par hectare = 10 hectares par jour

•Les résultats

Et la tarière manuelle (Edelman)...

Les résultats à 1 m

Chênaie charmaie		Chênaie acidiphile		Chênaie hydromorphe à molinie	
Fosse n = 5	Tarière manuelle n = 33	Fosse n = 3	Tarière manuelle n = 19	Fosse n = 3	Tarière manuelle n = 19
123 mm	131 mm	103 mm	124 mm	110 mm	137 mm
Surestimation T. M.	6 %		20 %		24 %
Rappel Surestimation T.H.	15 %		21 %		11 %



CV < 10 %

- + Prix d'achat peu élevé
- + Outil maniable, facilement transportable
- + Mise en œuvre par un seul opérateur

- Surestimation de 6 à 24 % de la valeur de la RUM (8 à 27 mm) selon la station
 - Outils impossibles à utiliser sur sol très argileux – très sableux – pierreux
 - Prospection limitée à 1 m – pénible à grande échelle

Coût : 40 €/ha ; 40 €/sondage (10 par jour)

• **Questions ?**

- **Contribution des racines fines (profondes) dans l'alimentation en eau de l'arbre**
- **Volume de sol à prendre en compte (3D)**
- **Profondeur maximale prospectable**
- **Coefficient de correction des réserves profondes**
- **Coefficient de texture**

- Méthode mixte :

- ✓ Fosse pédologique profonde
- ✓ Contrôle d'homogénéité par sondage à la tarière hydraulique

= Bon compromis fiabilité / facilité de mise en œuvre / coût

- **Information**
- **Fiches techniques** : « *Comment estimer la réserve en eau utile d'un sol forestier* »
 - Fiche propriétaire
 - Fiche technicien
- **Réunions techniques (propriétaires)**
- **Formation**
 - Support de formation de 17 diapositives (Powerpoint)
 - Cycle de formation :
 - propriétaires (FOGEFOR 2011)
 - experts forestiers (2 jours réalisés en 2010)



• **Perspectives**

→ Thèse de Fanette CHEVALLIER « *Evaluer la vulnérabilité des chênaies de l'Allier aux contraintes hydriques dans un contexte de dérèglement climatique. Conséquences sur la gestion des peuplements* ».

- Site CEDEFOR de l'Allier : www.cedefor.fr

Directeur de thèse : Thierry AMEGLIO (INRA – Clermont-Ferrand)

Remerciements des partenaires

- *INRA NANCY : Nathalie BREDA ; Yves LEFEVRE*
- *ONF : Alain BRÊTHES*
- *IFN : Gérard DUMÉ*
- *IDF : Christophe DRÉNOU*
- *VETAGRO SUP : Nathalie VASSAL ; Mathieu CARTOUX*
- *ANTEC MD : Michel JAFFELIN*
- *SYLVAR : Michel LABBLÉ*
- *CEDEFOR : Louis de LA SAUZAY*
- *Propriétaires, gestionnaires : Pierre d'ALES ; Philippe CHARRIER ; Patrick COSTAZ ; Jean-Philippe DEMETZ ; Hubert FERRON ; Arnaud de MONTLIVAUT ; Christian du VIVIER)*
- *Partenaires financiers : CNPF / IDF – Réseau Mixte Technologique*

