



Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration  
de l'Adaptation à la Sécheresse-

# Mesure de la longueur racinaire sur image numérisée

d'après

Root Length Measurement System  
User Manual  
DELTA-T DEVICE (1989).

par

Phillippe Bolo



Centre d'Etude Régional pour l'Amélioration  
de l'Adaptation à la Sécheresse.

## **Mesure de la longueur racinaire sur image numérisée**

d'après

Root Length Measurement System  
User Manual  
DELTA-T DEVICE (1989).

par

Philtippe Bolo

La méthode de mesure de longueur racinaire sur image numérisée rapporté ici repose sur les travaux de Newman (1966) et Harris & Campbell (1988). Le principe général de la méthode consiste en une superposition d'une trame {constituée de lignes horizontales équidistantes} sur l'image des racines puis en un dénombrement des intersections entre les racines et les lignes de la trame. Les formules des auteurs précédemment cités permettent de convertir le nombre d'intersections mesuré en longueur racinaire.

### **Conversion du nombre d'intersections en longueur racinaire**

Newman a défini une formule permettant de connaître la longueur de racines réparties aléatoirement et ne se recouvrant pas :

$$L = \pi \cdot N \cdot d / 2$$

où : L est la longueur racinaire (cm)  
N est le nombre d'intersections entre racines et lignes de la trame

$$d = H / T$$

où H est la hauteur de la zone numérisée (cm)  
T est le nombre de lignes de la trame

Dans la pratique, les racines se recouvrent, il faut donc corriger la valeur de L calculée par la formule de Newman.

### **Prise en compte du phénomène de recouvrement des racines**

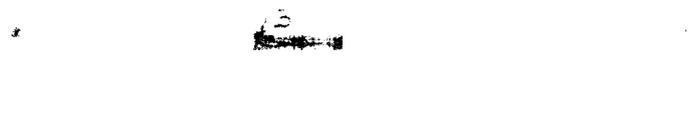
La formule de Harris & Campbell est une extension de la formule de Newman au cas de racines réparties aléatoirement et se recouvrant :

$$S = L \cdot \exp \left( \left( C \cdot S / A \right) / \left( 1 - a / A \right) \right)$$

où : S est la longueur racinaire corrigée (cm)  
L est la longueur racinaire calculée par la formule de Newman (cm)  
a est la surface racinaire de l'échantillon racinaire numérisé (cm<sup>2</sup>)  
A est la surface de la zone numérisée (cm<sup>2</sup>)  
C est le facteur de correction

Le facteur de correction C peut être défini comme étant la distance minimale entre deux racines pouvant être individualisées après numérisation. Cette distance minimale est imputable au temps de réponse fini de l'électronique de la vidéo et des différents organes de la chaîne de numérisation.

La figure suivante permet de déterminer une expression du facteur de correction C



La valeur R est insuffisante pour distinguer deux racines, après un élargissement la distance additionnelle  $d' \tan \varphi$  est également insuffisante car les deux racines de l'image ont une épaisseur  $d'$ . La distance minimale totale permettant d'individualiser les racines est donc

$$AB = R + d' \tan \varphi$$

La plus petite distance entre les deux racines pour qu'elles soient différenciées est donc

$$C' = (R + d' \tan \varphi) \cos \varphi = R \cos \varphi + d' \sin \varphi$$

Cette expression permet de remarquer que des racines inclinées sur la verticale peuvent être plus proches et encore individualisées par rapport à des racines inclinées suivant une direction horizontale.

Pour des racines orientées aléatoirement, la valeur appropriée de C à utiliser est l'intégration des valeurs de  $C'$  sur l'intervalle angulaire  $0 - \pi / 2$ .

$$C = \frac{2(R+d) \sin(\pi/4)}{\pi/2}$$

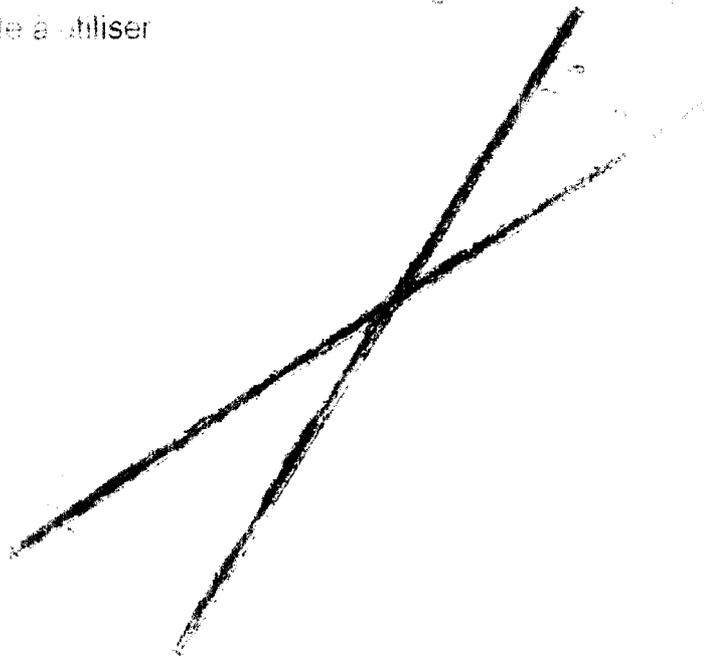
Si les raies sont orientées à  $\pi/4$ , on a alors

$$C_{\pi/4} = (R + d) / \sqrt{2}$$

d'où

$$C = 2\sqrt{2} \cdot C_{\pi/4} / \pi \quad (1)$$

Avec le paramètre  $C_{\pi/4}$  la plus petite distance entre deux raies pour être distinguées à la numérisation (quand elles sont orientées avec un angle de  $\pi/4$  par rapport à l'horizontale), on peut connaître la valeur de  $C$ . Il suffit pour cela de multiplier ce paramètre par le facteur de référence (dont on mesurera précédemment la caractéristique) par rapport à son axe (dessin). La figure suivante représente un exemple de type de réticule à utiliser.



La figure suivante détaille l'intersection des deux lignes du réticule et du centre de la frame horizontale pour le cas d'une orientation avec un angle de  $\pi/4$  comme décrit ci-dessus.



Fig. 10.11 représente la portion d'une ligne de la trame où les deux traits composant le trait étiré peuvent encore être individualisés. Au dessus de la ligne contenant les deux intersections sont dénombrées. En dessous, l'image de l'espace compris entre les deux traits du réticule est pleine et une seule intersection est dénombrée.



Par définition,  $ab = d \sin \theta / 4$

soit  $T_1$  le nombre d'intersections produites par une simple ligne verticale qui intercepte chaque ligne horizontale de la trame

$$T_1 = h_1 / d$$

soit  $T_2$  le nombre d'intersections détectées quand le réticule est utilisé

$$T_2 = h_1 / d + [(h_1 - h_2) / d]$$

d'où

$$h_2 = h_1 [1 - (T_1 / T_2)] \quad \text{(ii)}$$

La figure précédente permet d'écrire

$$de = d / \cos \theta \quad \text{(iii)}$$

ab s'exprime

$$ab = ac \sin 2\theta$$

$$= (ae - ce) \cdot \sin 2\theta$$

$$= [ (ek / \cos \varphi) - (de / 2 \cdot \sin \theta) ] \cdot \sin 2\theta$$

$$= [ ( (ef + hj) / \cos \varphi) - (de / 2 \cdot \sin \theta) ] \cdot \sin 2\theta$$

$$= [ ( ( (de \cdot \sin \varphi / 2) + h_2 / 2 ) \cdot 1 / \cos \varphi) - (de / 2 \cdot \sin \theta) ] \cdot \sin 2\theta$$

en exprimant de d'après (iii) :

$$= [ ( (w \cdot \sin \varphi) / (2 \cdot \cos \theta) ) + h_2 / 2 ] \cdot (\sin 2\theta / \cos \varphi) - w$$

en exprimant h2 d'après (ii) :

$$= [ ( (w \cdot \sin \varphi) / (2 \cdot \cos \theta) ) + (h_1 / 2 \cdot (2 - T_2 / T_1)) ] \cdot (\sin 2\theta / \cos \varphi) - w$$

quand  $\varphi = \pi / 4$

$$= C_{\pi/4} = [ (w / (2\sqrt{2} \cdot \cos \theta)) + (h_1 / 2 \cdot (2 - T_2 / T_1)) ] \cdot \sqrt{2} \cdot \sin 2\theta - w \quad (iv)$$

les équations (i) et (iv) donnent finalement :

$$C = 2\sqrt{2} / \pi \cdot \{ [ (w / (2\sqrt{2} \cdot \cos \theta)) + (h_1 / 2 \cdot (2 - T_2 / T_1)) ] \cdot \sqrt{2} \cdot \sin 2\theta - w \}$$

## Références bibliographiques

- G. A. Harris.** (1986) Root length measurement with a modified delta-r' area meter  
Published by Decagon Devices, Inc, Pullman WA 9163, USA
- G. A. Harris & G. S. Campbell.** (1988). Automated quantification of plant roots using a simple image analyser. *Agronomy Journal*.
- H. R. Rowse & D. A. Philips.** (1974). An instrument for estimating the total length of root in a sample *Journal of Applied Ecology* 11 : 309-314.
- E. I. Newman.** (1966) A method of estimating the total length of roots in a sample *Journal of Applied Ecology* 3 : 139-145.
- D. F. Richards, J. H. Gaubran, W. S. Garwoli & N. W. Doly.** (1979). A method for determining root length. *Plant and Soil* 52 : 69-76.
- A. J. M. Smucker, S. J. McBurney & A. K. Srivastava.** (1982). Quantitative separation of roots from compacting soil profiles by the hydropneumatic elutriation system. *Agronomy Journal* 74 : 500-503.
- M. McGowan, M. J. Armstrong & J. A. Corrie.** (1983). A rapid fluorescent-dye technique for measuring root length. *Expl. Agric.* 19 : 209-216.
- D. Tennant.** (1975) A test of a modified line intersect method of estimating root length. *J. Ecol.* 63 : 995-1001.
- R. Habib.** (1988). Total root length as estimated from small sub-samples *Plant and Soil* 108 : 267-274.