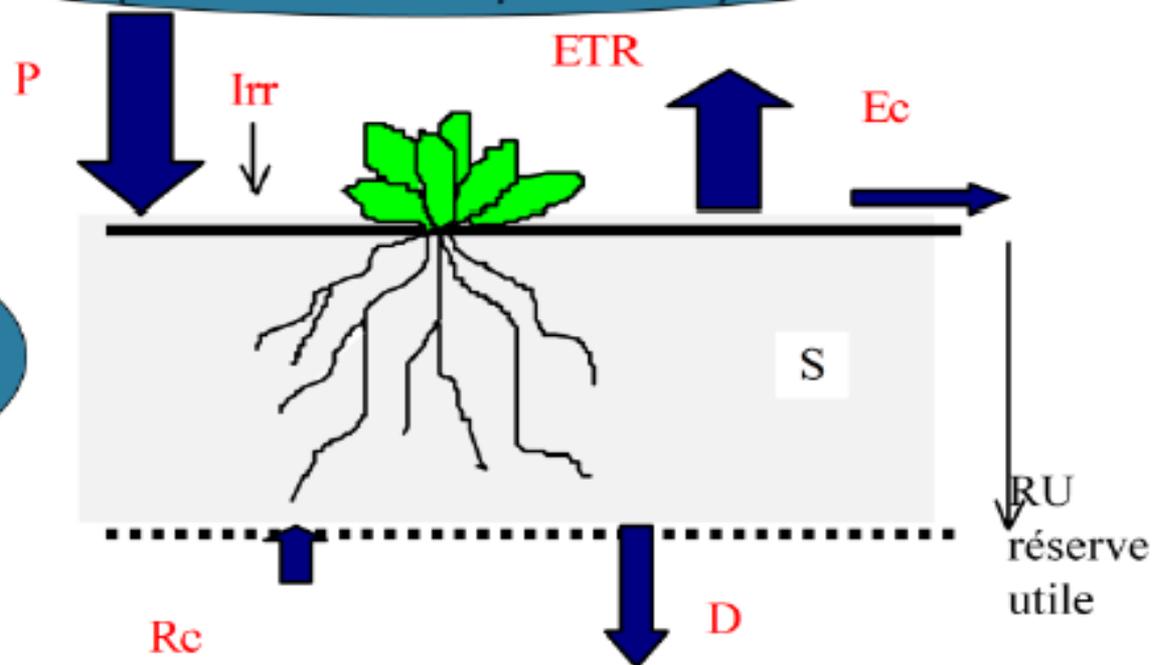


Le bilan hydrique (échelle de la parcelle)



$$\Delta S = (P + I) - (ETR + D)$$

« **Eau verte** »: $ETR = \text{Pluie (+ Irr)} - \text{Ruissellement} - \text{Drainage}$
« **Eau bleue** » = $\text{Drainage} \pm \text{Ruissellement}$

Venons en maintenant à ce qui se passe, d'un point de vue hydrique, à l'échelle de la parcelle avant d'aborder l'échelle du bassin versant.

L'eau de pluie (complétée éventuellement par l'eau d'irrigation) est en grande partie stockée dans le sol ; ce qui ne l'est pas s'écoule latéralement par ruissellement superficiel.

L'eau absorbée par le sol sert à l'extraction par les racines pour entretenir l'évapotranspiration réelle des plantes (voir page 4) et, secondairement, l'évaporation directe de l'eau à la surface du sol humide.

S'il y a trop d'eau dans le sol par rapport à sa capacité de stockage (voir page 10), l'eau percole vers la profondeur pour alimenter les nappes phréatiques (on parle le plus souvent de drainage vers la nappe bien que ce terme serve aussi pour le drainage artificiel au moyen de drains enterrés). (Notez qu'en période très sèche (1976, 2003) on peut avoir le phénomène inverse, c'est-à-dire la remontée d'eau par capillarité depuis la profondeur du sol).

Entre deux périodes, l'évolution du stock en eau du sol (dans la partie explorée par les racines) obéit à l'équation du bilan hydrique portée sur la diapositive :

Variation de stock = entrées – sorties : $\Delta S = P (+Irr) - ETR - D$

On peut ainsi différencier l'eau « verte » qui sert au fonctionnement des couverts végétaux (l'ETR) et l'eau qui alimente les aquifères de différentes nature (nappes, rivières), l'eau « bleue » qui est constituée de la somme du ruissellement et du drainage*

Quelques définitions utiles

ETR (λ): Evapotranspiration réelle du couvert λ

→ fonction du stade phénologique et de l'état hydrique du sol)

K_s

(coefficient de sécheresse)

ETM (λ): Evapotranspiration maximale du couvert λ

(couvert bien alimenté en eau)

→ fonction du stade phénologique

K_c

(coefficient cultural

ETP ou ETo : Evapotranspiration de référence

(gazon ras bien irrigué)

Calculée par les services météo :

→ fonction du rayonnement, de la vitesse du vent et de l'humidité de l'air)

(Formule de Penman-Monteith)

Mesurer l'évapotranspiration réelle n'est pas chose facile (techniques de laboratoire, à disposition de spécialistes).

On va plutôt chercher à l'estimer en procédant par étapes : obtenir des services météo un référentiel microclimatique (appelé **ETo** ou **ETP**) traduisant la demande atmosphérique (l'offre étant la pluie), l'adapter à la culture en place pour obtenir l'**ETM** (l'évapotranspiration maximale) de cette culture (hors pénurie d'eau). En déduire l'**ETR** en faisant intervenir l'état hydrique du sol.

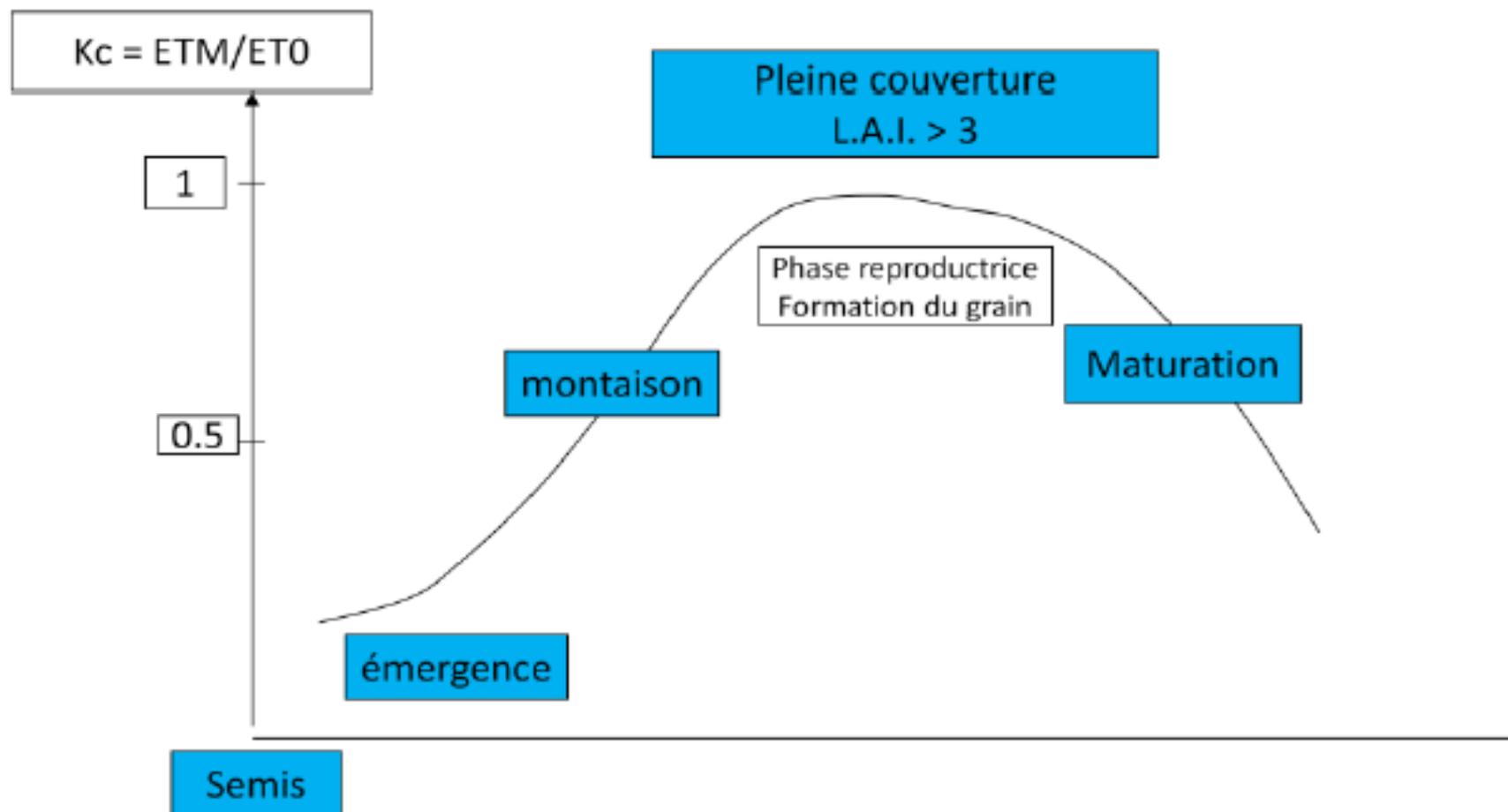
L'**ETo**, évapotranspiration de référence (autrefois appelé « évapotranspiration potentielle »), correspond à la perte d'eau d'un gazon ras (c'est-à-dire maintenu au stade de la « montaison » à une hauteur proche de 15 cm) et bien alimenté en eau.

Sa valeur (autrefois mesurée à partir de lysimètres pesables) est aujourd'hui fournie par les services météorologiques au moyen de la formule de Penman –Monteith. Cette formule ajoute les effets du rayonnement à ceux du pouvoir évaporant de l'air obtenu par combinaison de la vitesse du vent et de l'humidité de l'air. A noter que l'évapotranspiration de référence ne dépasse guère 6 mm/j en plein été sous nos climats, valeur pour laquelle toute l'énergie radiative du jour est consommée pour réaliser cette évaporation.

L'**ETM** est déduite de l'**ETo** par le biais du coefficient cultural (Cf. page 5) qui traduit l'influence de la phénologie de la culture considérée (toutes les cultures ne sont pas au même stade phénologique à une date donnée !!)

L'**ETR** est déduit de l'**ETM** au moyen d'une estimation de la facilité d'extraction de l'eau par les racines qui dépend de l'humidité du sol exploité par ces racines, de la nature du sol et de la profondeur d'enracinement de la culture (Cf. page 8). Il nous faudra plusieurs diapos pour venir à bout de cette question

Evolution du coefficient cultural d'une culture en fonction des stades phénologiques

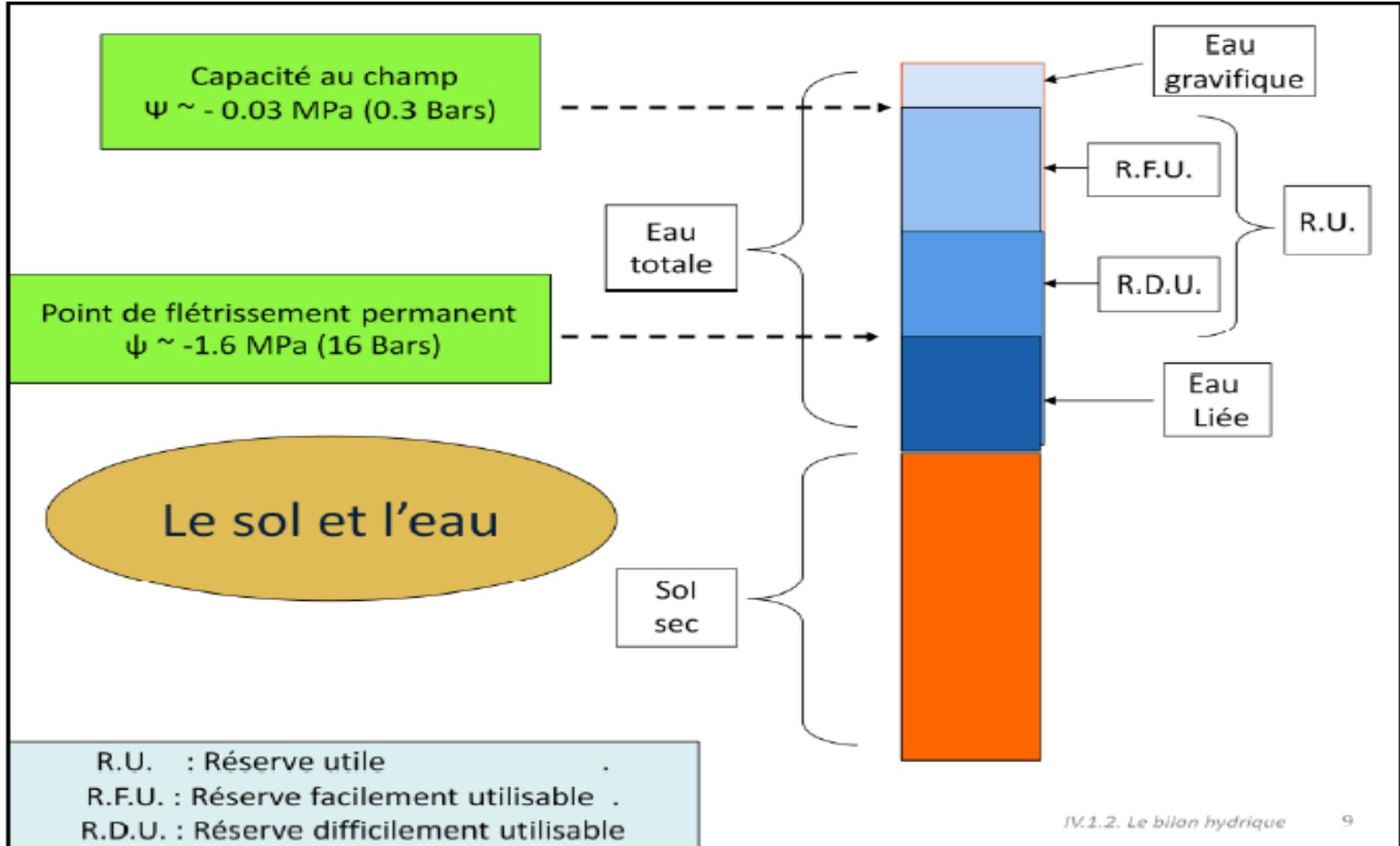


Cette figure permet d'avoir une estimation du rapport entre l'ETM et ETo pour une culture en fonction de son stade phénologique, porté dans des encadrés de couleur et non pas en fonction d'une date du calendrier.

En l'absence de culture, on garde la valeur 0,2 pour le sol nu : ceci traduit grosso modo les séquences d'évaporation du sol nu, périodiquement remouillé par des pluies.

Lorsque la végétation s'installe, le rapport augmente avec le taux de couverture du sol par le feuillage (appelé souvent L.A.I.: Leaf area index). Lorsque cet LAI atteint et dépasse 3 (il peut aller jusqu'à 6) le rapport ETM/ETo sature entre 1 et 1,1 en fonction de la hauteur des cultures (les valeurs très supérieures trouvées parfois dans certaines publications anciennes sont le fruit d'effet « pots de fleurs » dus à la trop faible dimensions des essais agronomiques, dits « carrés latins », de l'époque).

A la maturation des organes reproducteurs, ce rapport décroît, la culture n'évapotranspirant plus guère même si l'eau est disponible dans le sol.

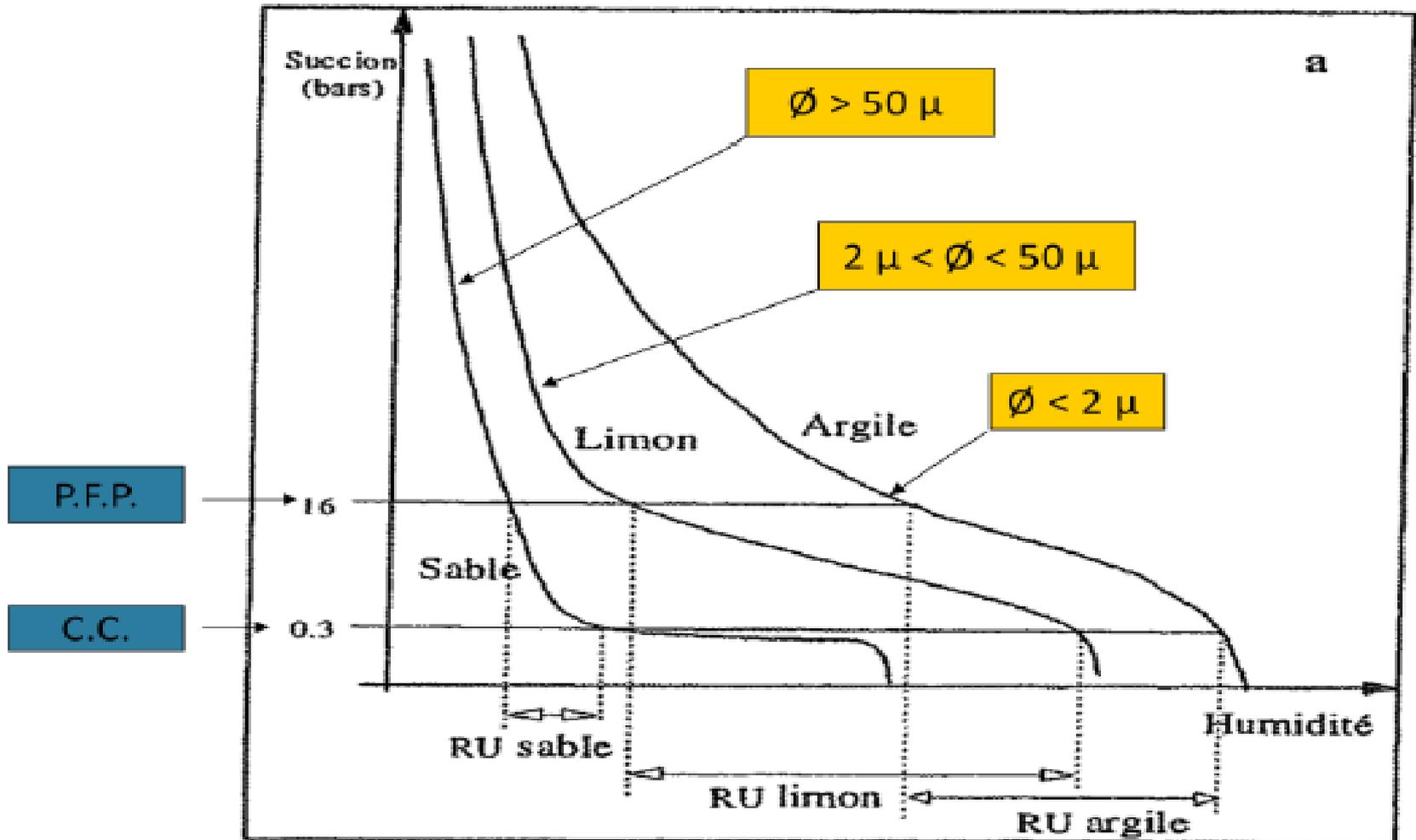


Ce graphique montre ce que représentent les termes RU (Réserve Utile), RFU (Réserve Facilement Utilisable), RDU (Réserve Difficilement Utilisable) et leurs bornes :

Le sol peut être décomposé en deux parties :

- Le sol sec
- les interstices de différentes tailles qui peuvent être remplis d'eau ou d'air.

Relation « potentiel hydrique – humidité » pour différentes granulométries du sol

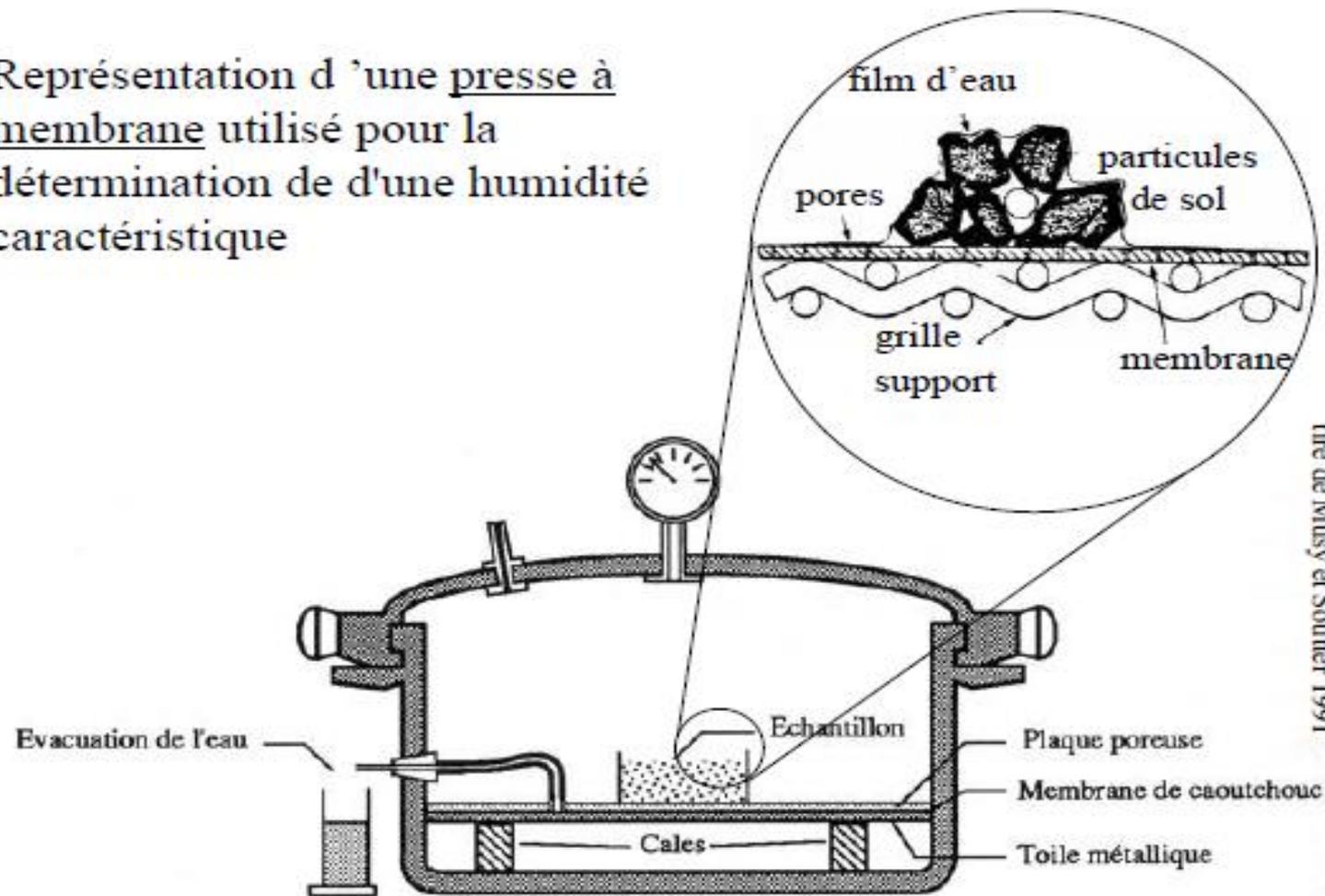


Détermination au laboratoire des humidités caractéristiques



Détermination au laboratoire des teneurs en eau caractéristiques

Représentation d'une presse à membrane utilisé pour la détermination de d'une humidité caractéristique

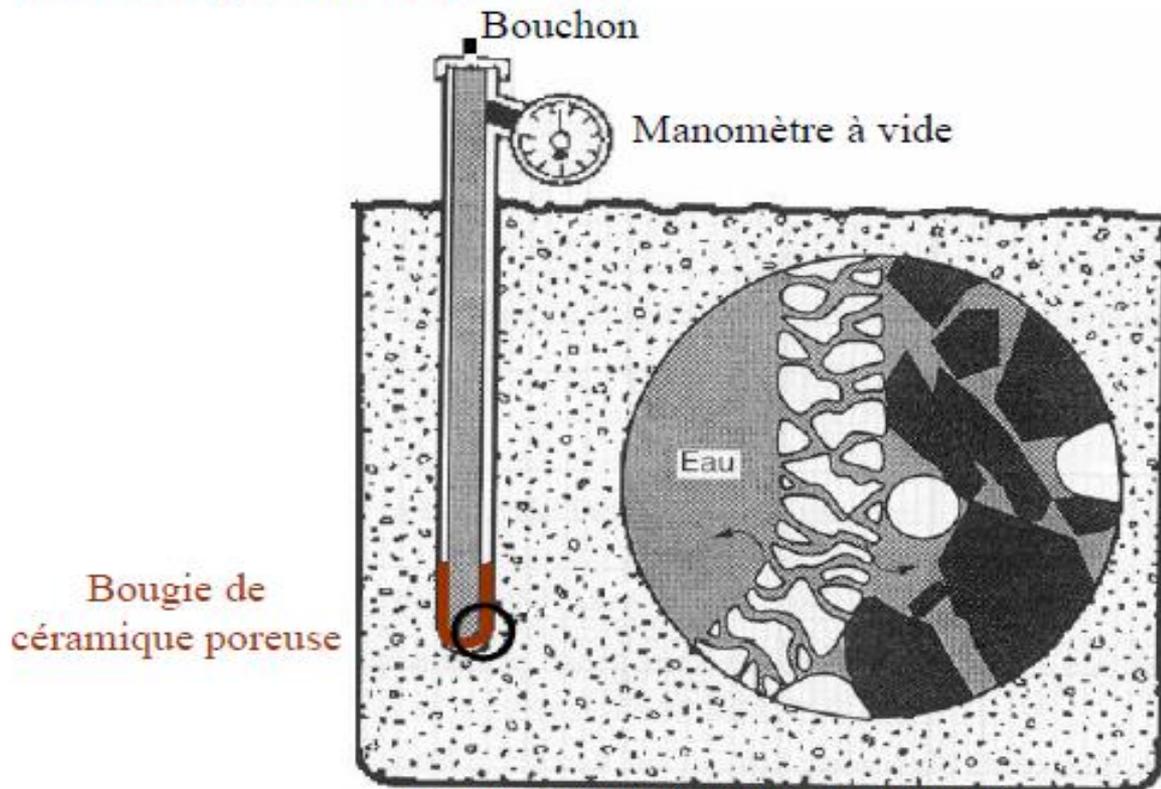


Presse à membrane

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la tension

1. Mesure par tensiomètre à eau



Partie essentielles d'un tensiomètre
et son contact avec le sol



Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la tension

2. Mesure par sonde tensiométrique

