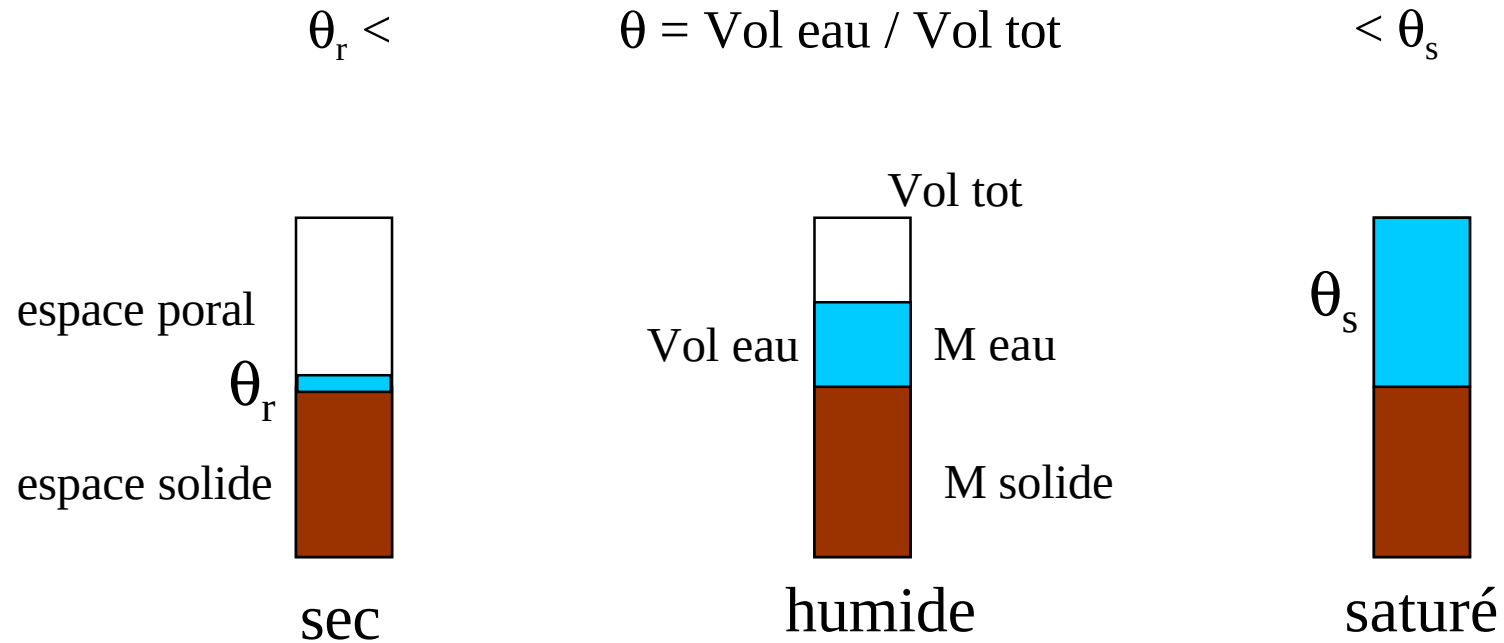


État de l'eau dans le sol



Expressions du statut hydrique du sol

A) Teneur en eau volumique



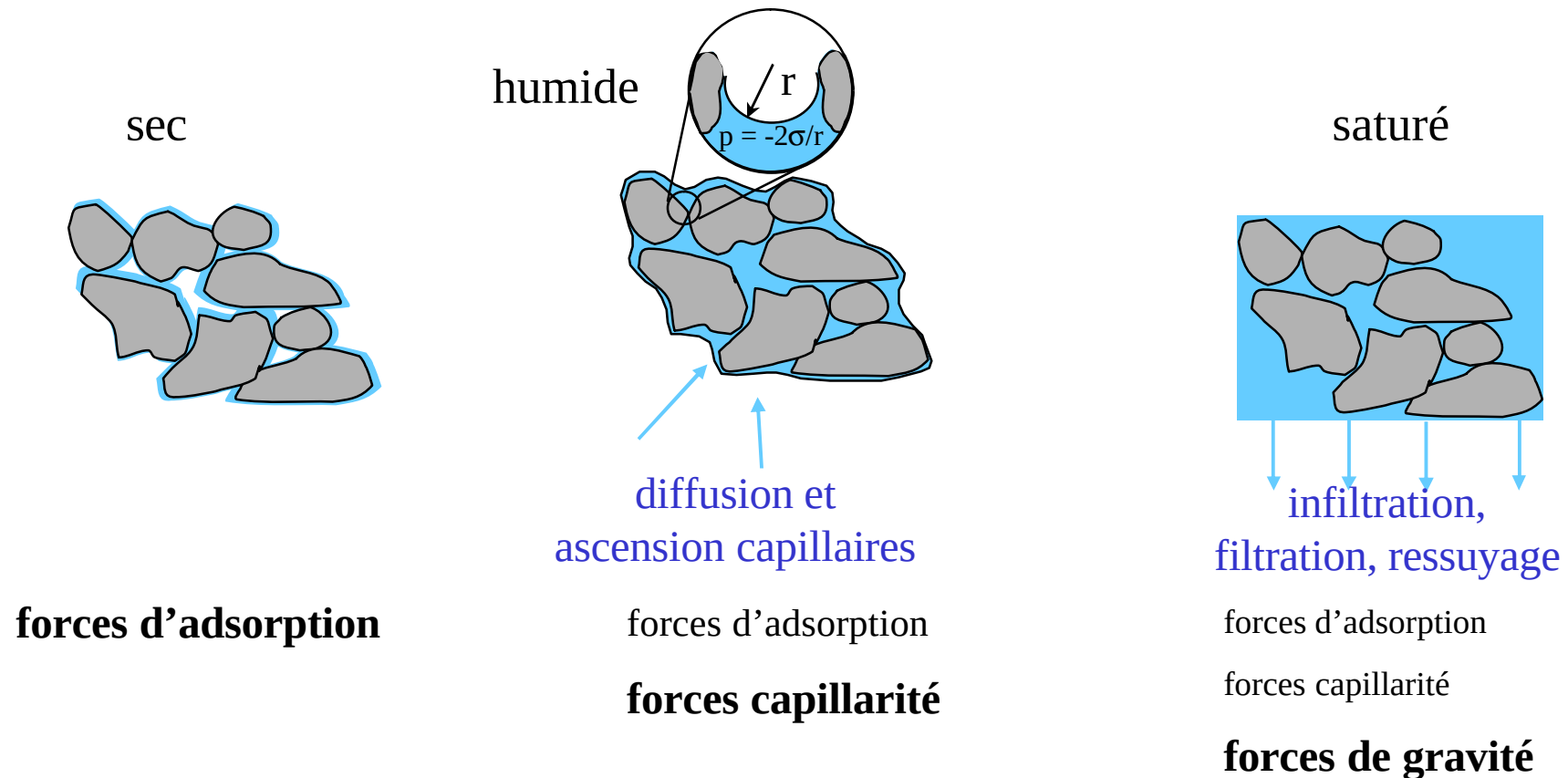
sols sableux : $35\% < \theta_s < 50\%$

sols limoneux : $40\% < \theta_s < 60\%$

sols argileux : $30\% < \theta_s < 65\%$

Expressions du statut hydrique du sol

B) Tension (unité énergétique, potentiel hydrique, matriciel, succions)



Equivalence des unités des niveaux énergétiques de l'eau dans le sol :

$100 \text{ cbar} = 1 \text{ atm} = 100 \text{ KPa} = 1\,000 \text{ cm d'eau} = pF\ 3$, avec $pF = \log \text{ cm}_{\text{eau}}$

Expressions volumétrique et tensiométrique du statut hydrique du sol : Intérêts respectifs

θ

- * Unité compatible avec flux (mm), participe au bilan hydrique
- * Technique de mesure simple (par humidité pondérale et r_{as})



Ψ

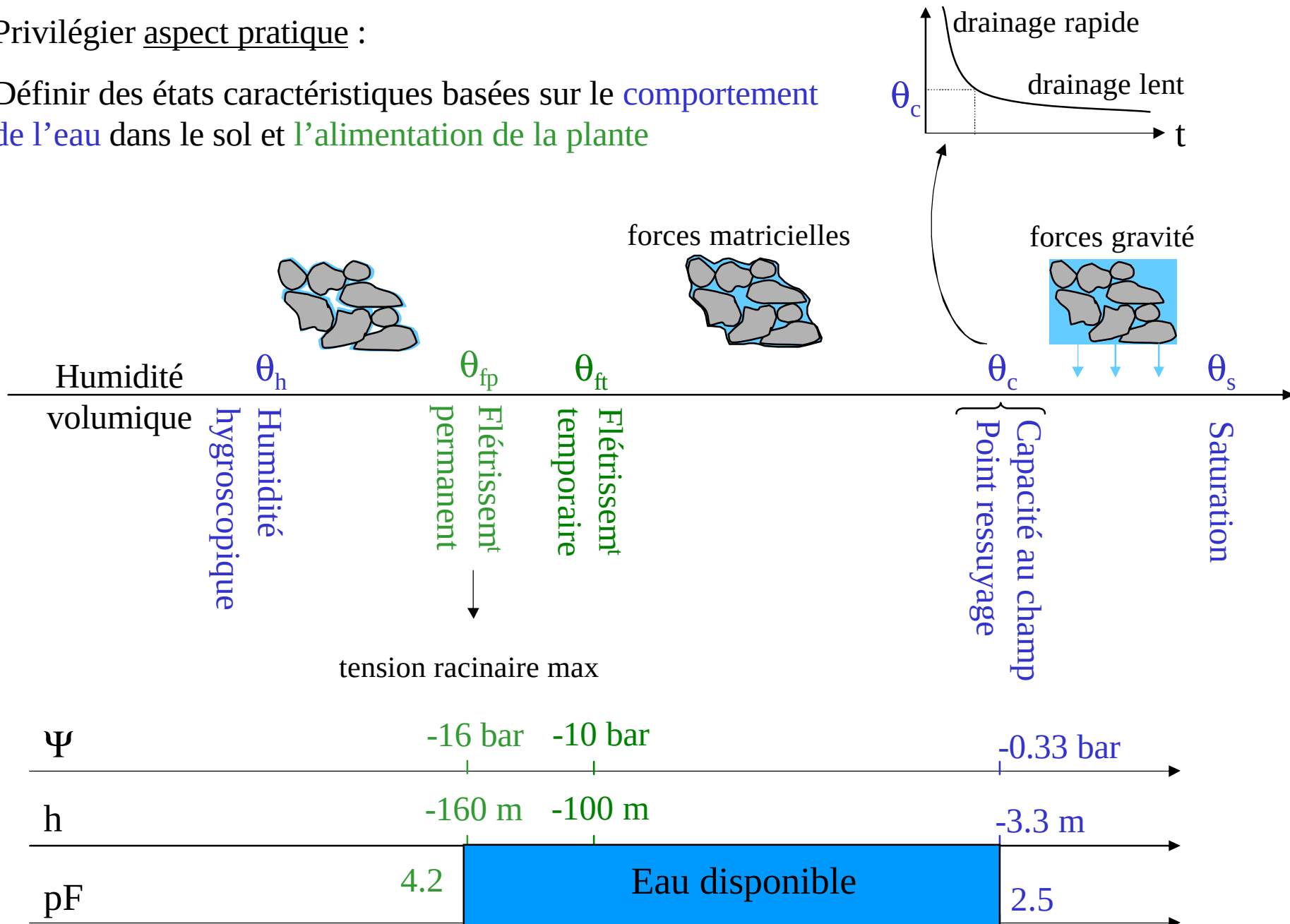
- * Réalité physique pour racine
- * Caractère universel
- * Utilisation d'un seuil physiologique pour pilotage



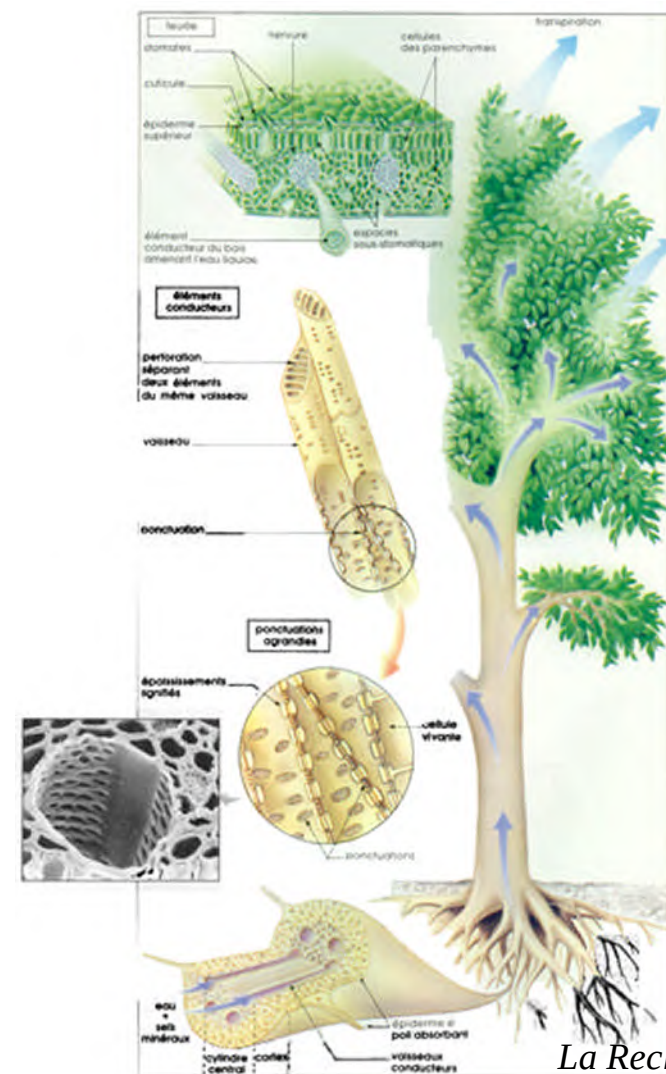
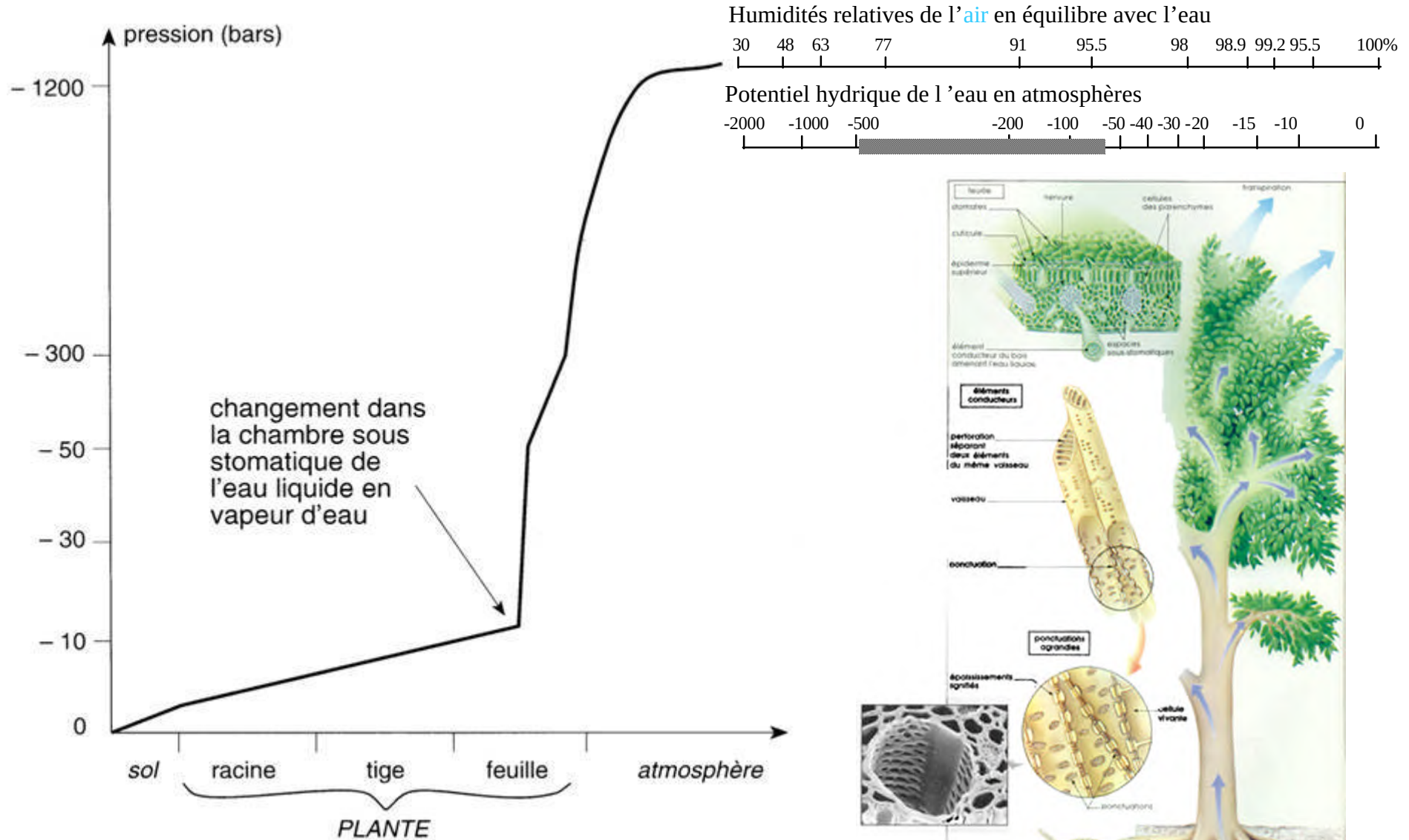
Les teneurs en eau caractéristiques

Privilégier aspect pratique :

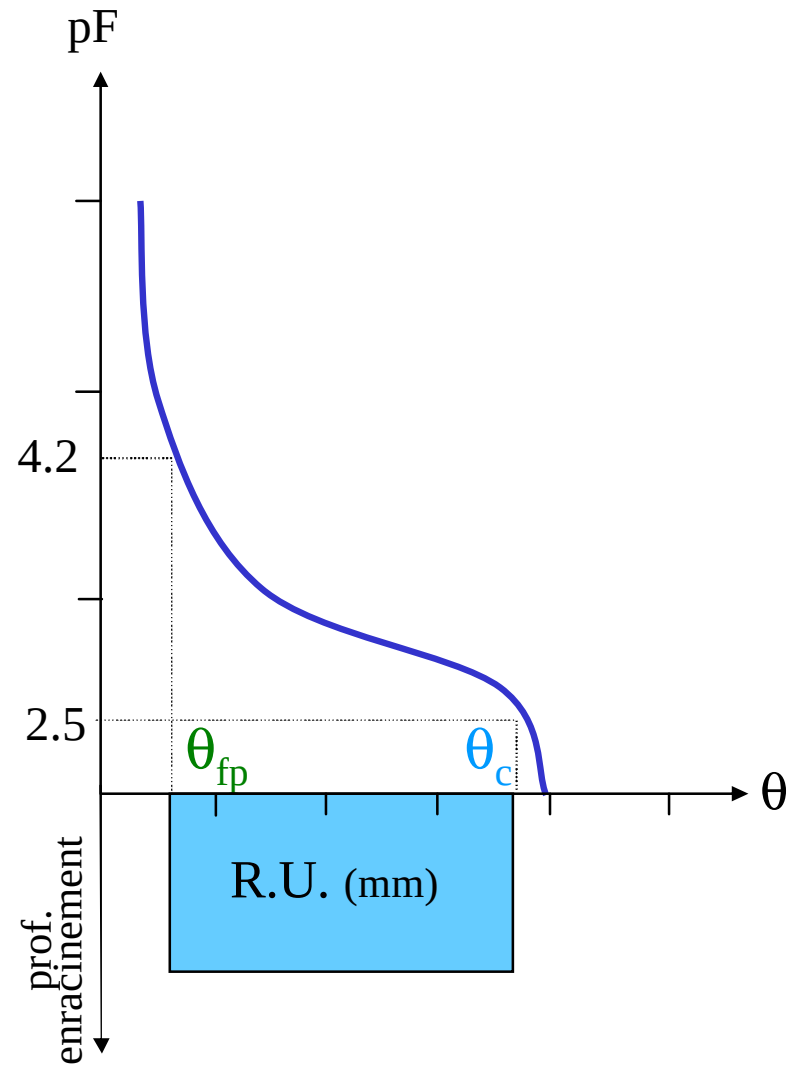
Définir des états caractéristiques basées sur le **comportement de l'eau** dans le sol et **l'alimentation de la plante**



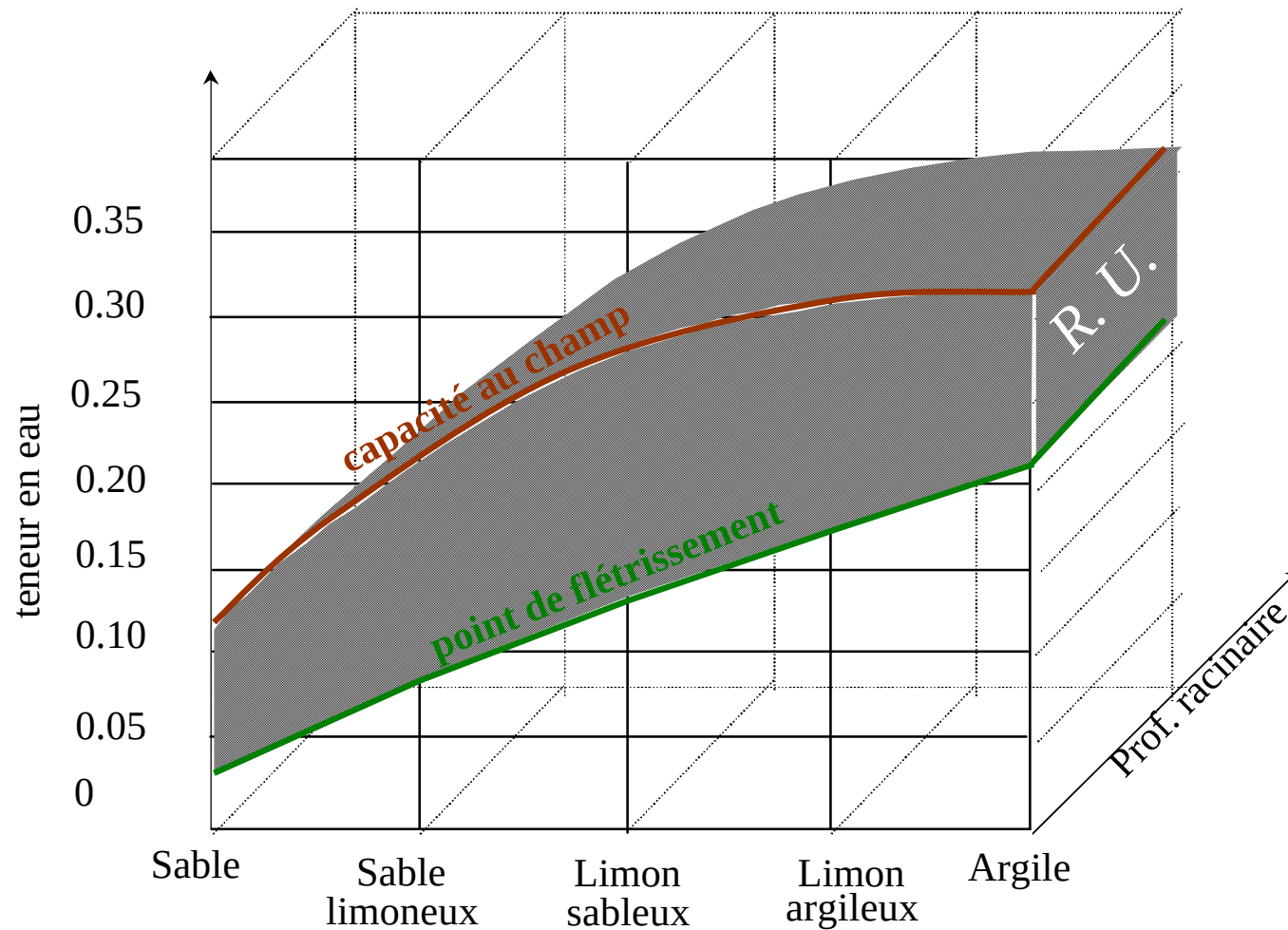
Potentiel hydrique dans le continuum sol - plante - atmosphère



Définition de la réserve en eau du sol



Ordres de grandeur de la RU en fonction du type de sol



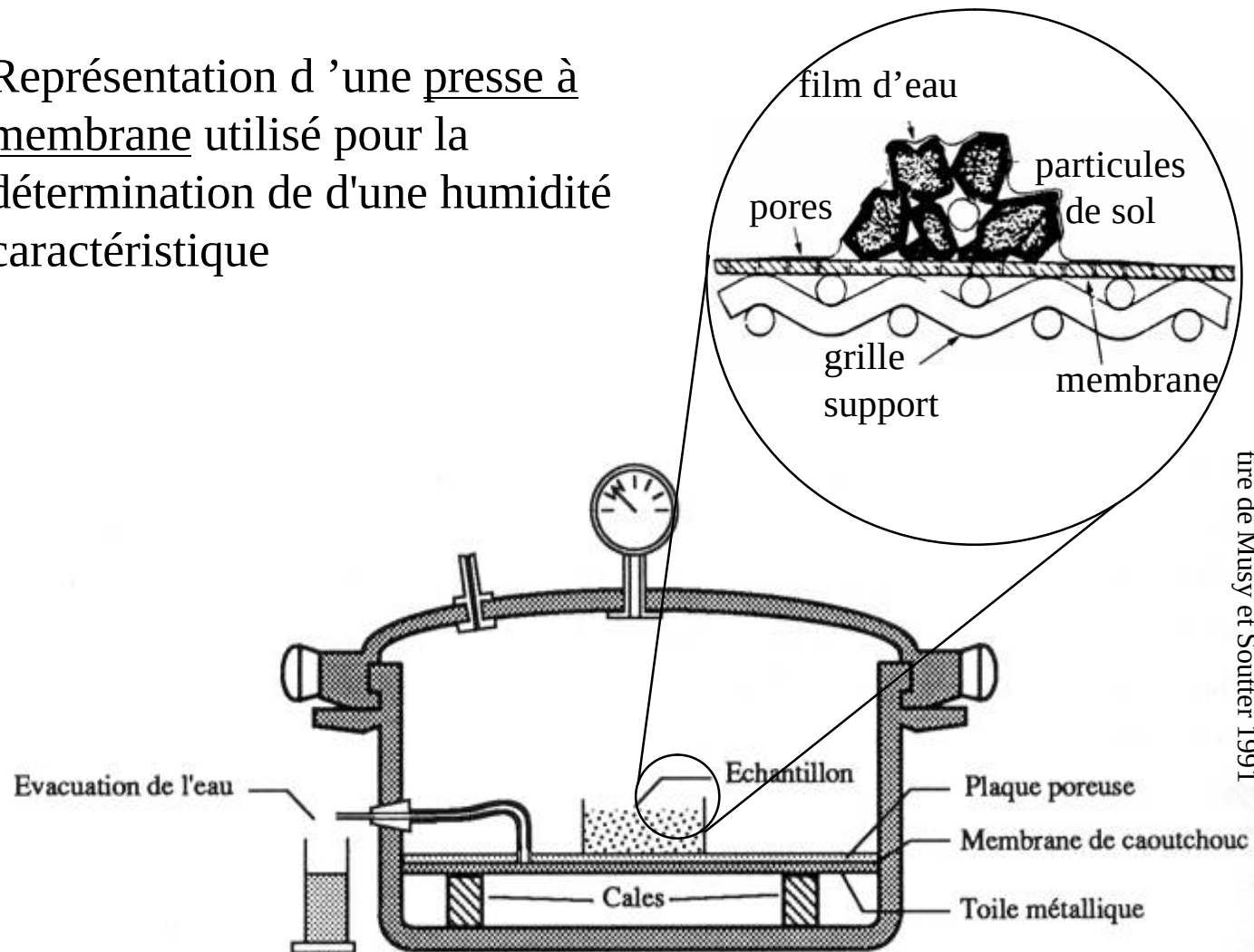
Réserve utilisable (R.U.) de divers types de sols (tiré de Musy et Soutter 91)

Détermination au laboratoire des humidités caractéristiques



Détermination au laboratoire des teneurs en eau caractéristiques

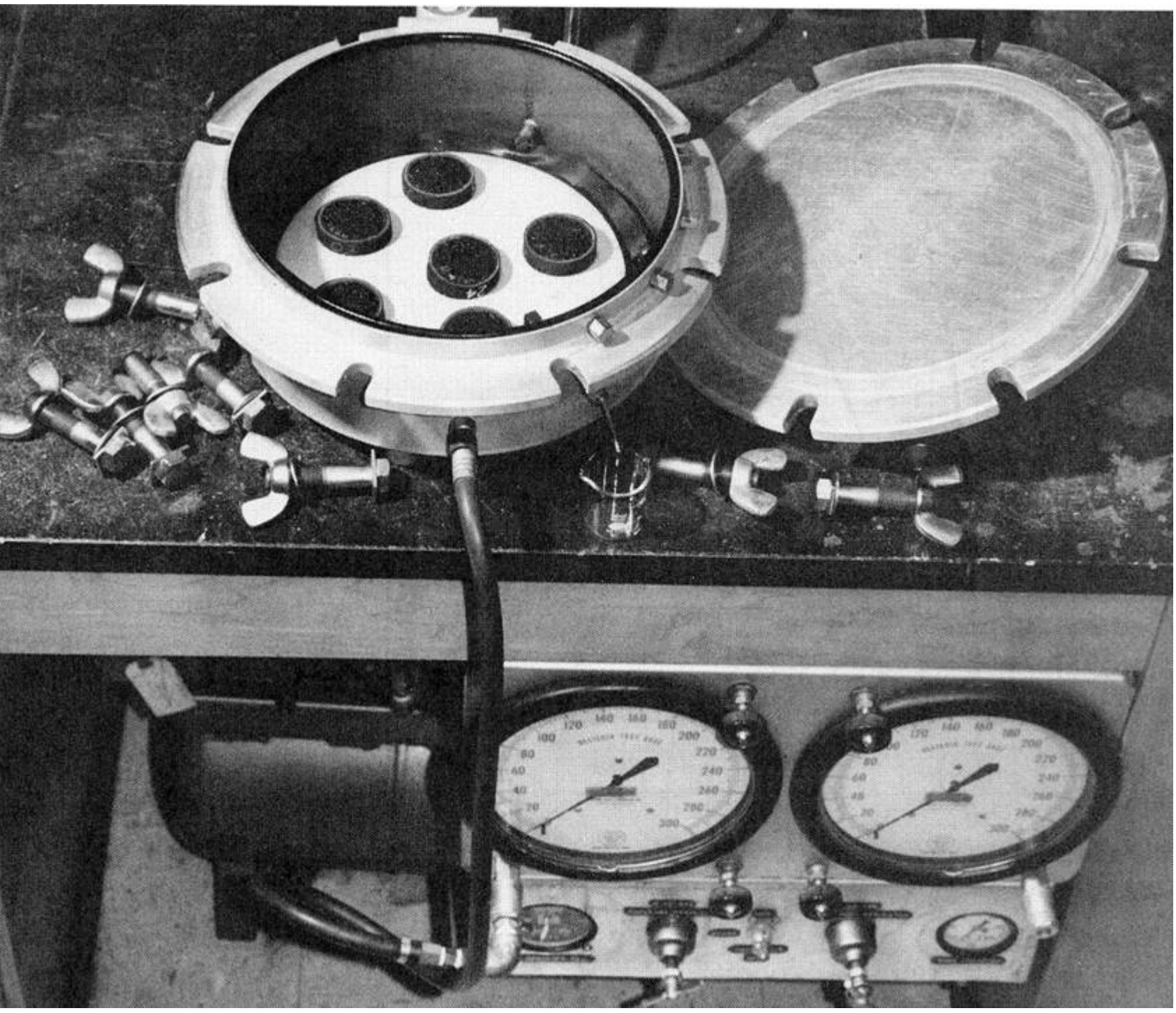
Représentation d'une presse à membrane utilisé pour la détermination de d'une humidité caractéristique



tiré de Musy et Soutter 1991

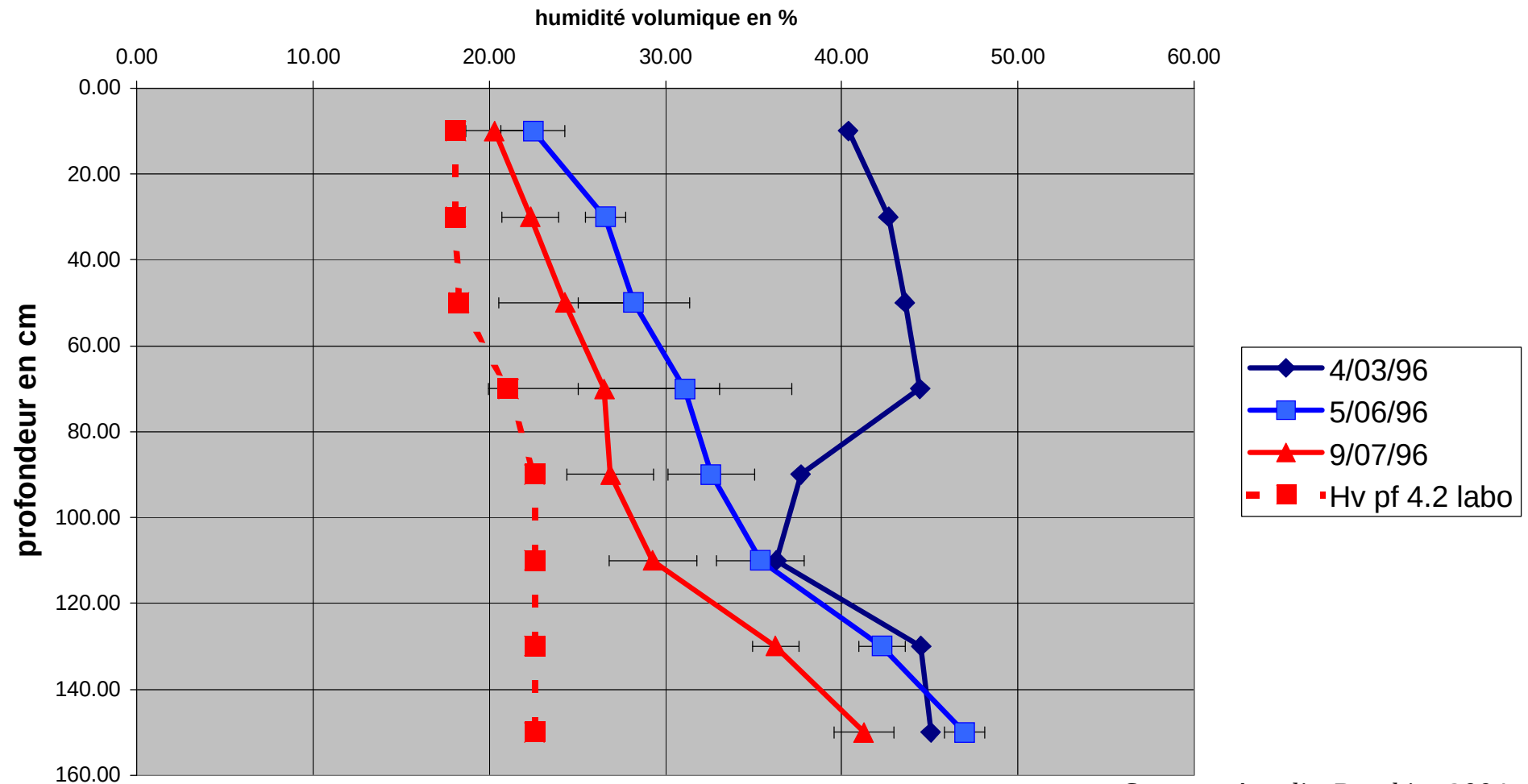
Presse à membrane

Détermination au laboratoire des humidités caractéristiques



Détermination au champ des teneurs en eau caractéristiques

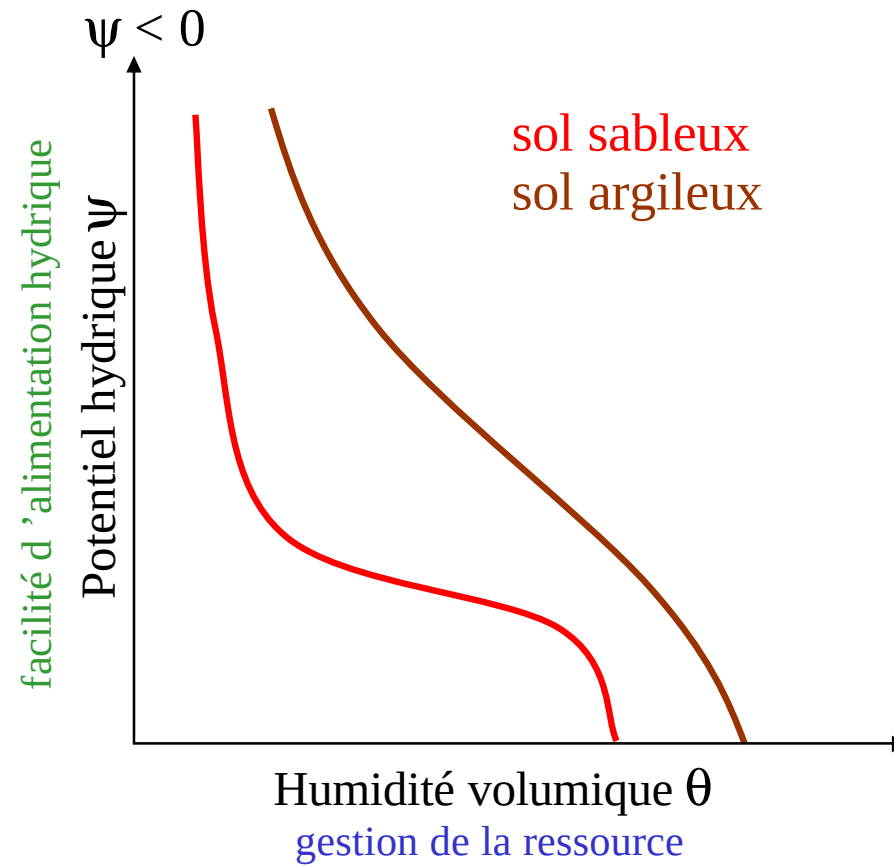
profil hydrique soisson baziège 1996
réserve utilisée 238mm sol argileux



Source : Arvalis, Bouthier 2004

Relations « tension-teneur »

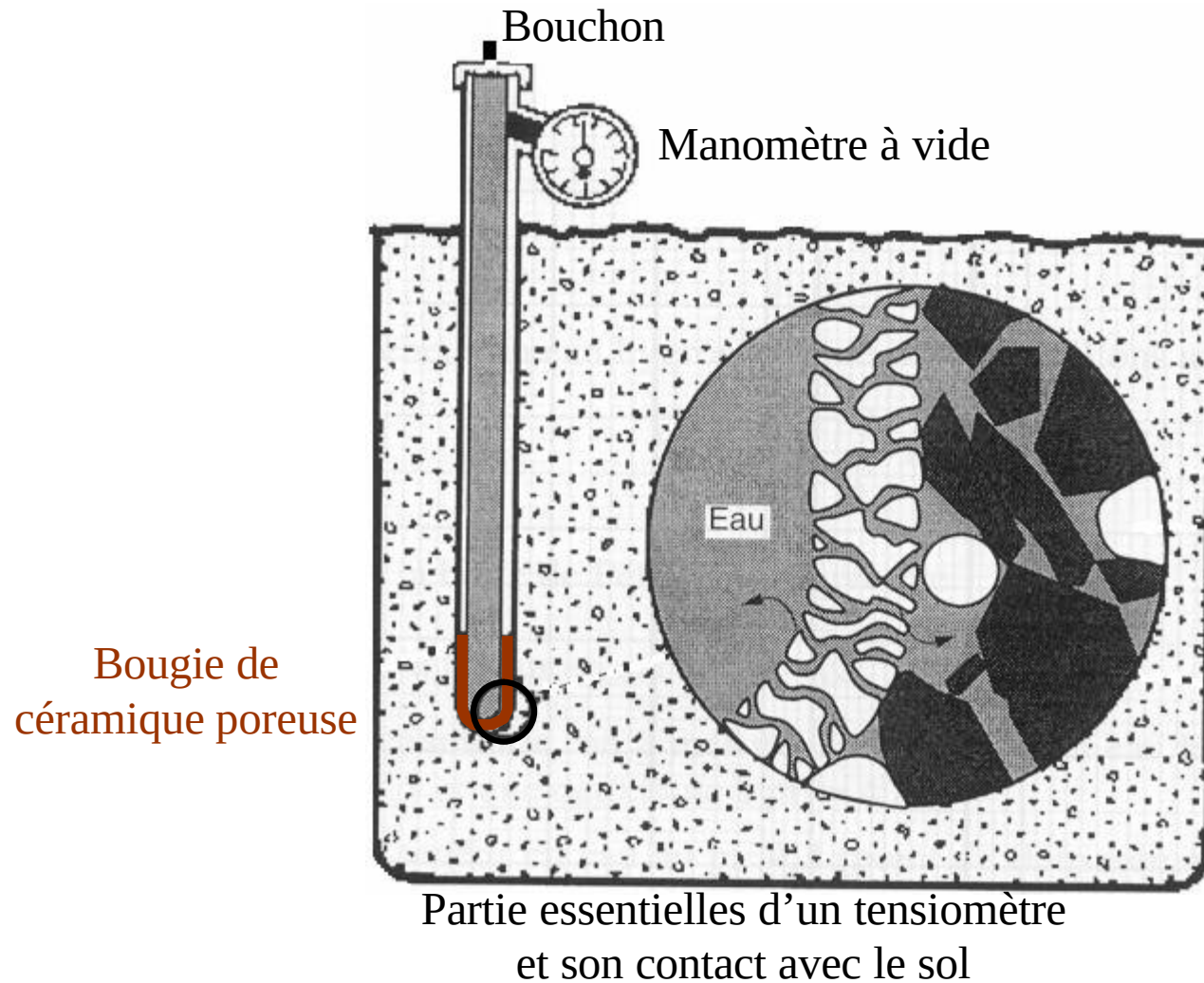
Allure de la relation $\psi = f(\theta)$ en fonction du type de sol



Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la tension

1. Mesure par tensiomètre à eau



Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la tension

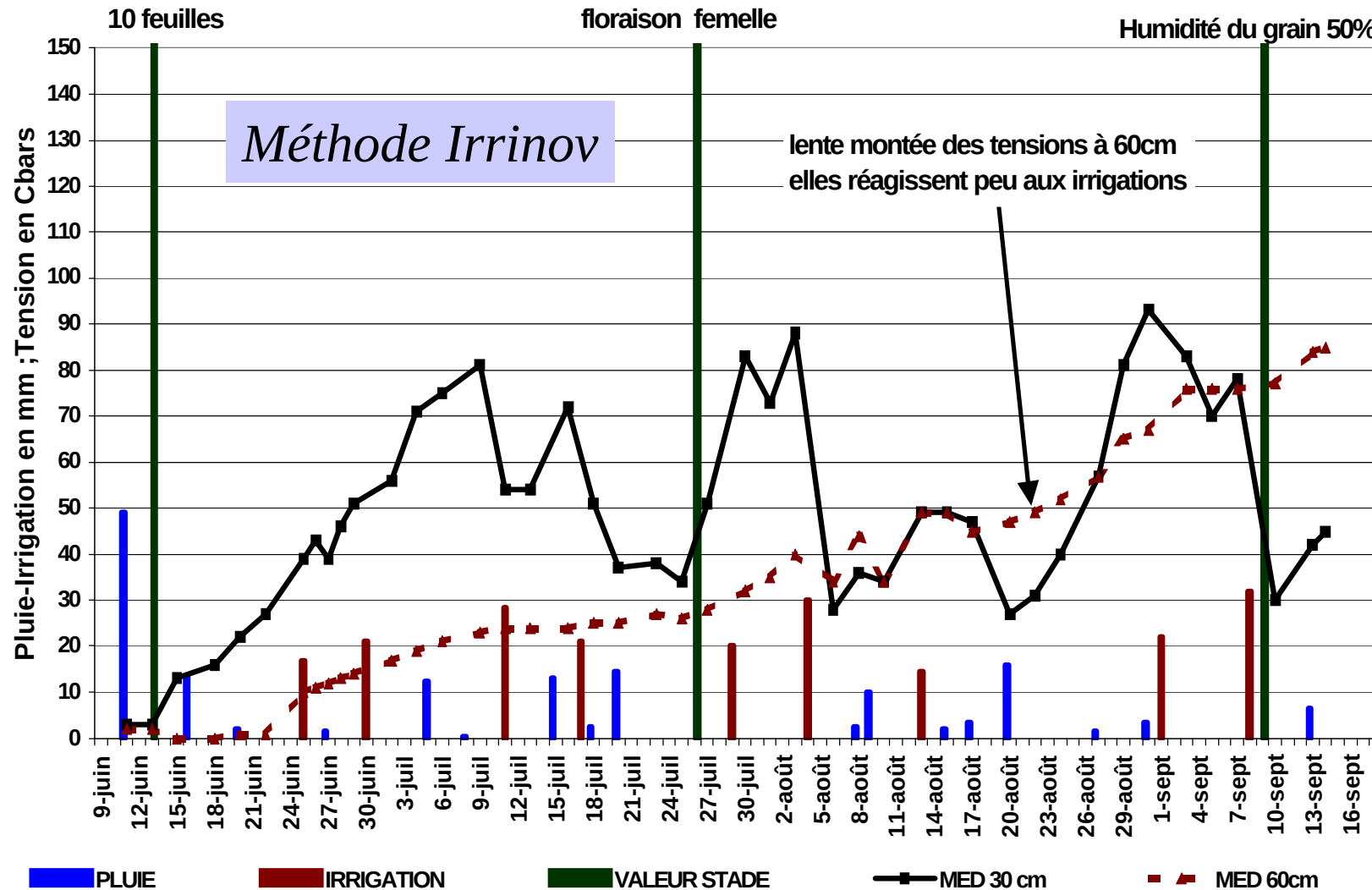
2. Mesure par sonde tensiométrique



Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la tension

évolution des tensions en sol de boulbène



Outil de mesure du potentiel hydrique du sol

Technique	Principe	Plage	Avantages	Inconvénients
Bloc de gypse (1960)	La tension s'équilibre au travers du gypse. On mesure la résistivité interne	0 – 700 cbars	Bon marché Ne désamorce pas Ne gèle pas. Indépendant salinité.	Dissolution du gypse Peu sensible à basse tension.
Tensiomètre à eau (1950)	la tension s'équilibre au travers de la bougie poreuse, se transmet via la colonne d'eau à un vacuomètre	0 – 70 cbars	Abordable Simple Lecture directe Longévité Indépendant salinité Bonne précision	Plage limitée à 70 cb. Nécessite bon dégazage Désamorçage. Gel. Fragile
Sonde tensiométrique (1990)	la tension du sol s'équilibre avec le milieu interne. On mesure la résistivité interne.	0 – 200 cbars	Abordable. Rustique Longévité. Ne gèle pas. Ne désamorce pas. Echelle intéressante Indépendante salinité Bonne sensibilité	Incidence temp sol (1.5 % par degré) compensée par le boîtier.
Résistance électrique	La résistance varie avec la teneur en eau du sol.	0 – 700 cbars	Bon marché	Dépendance salinité Peu précis

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol

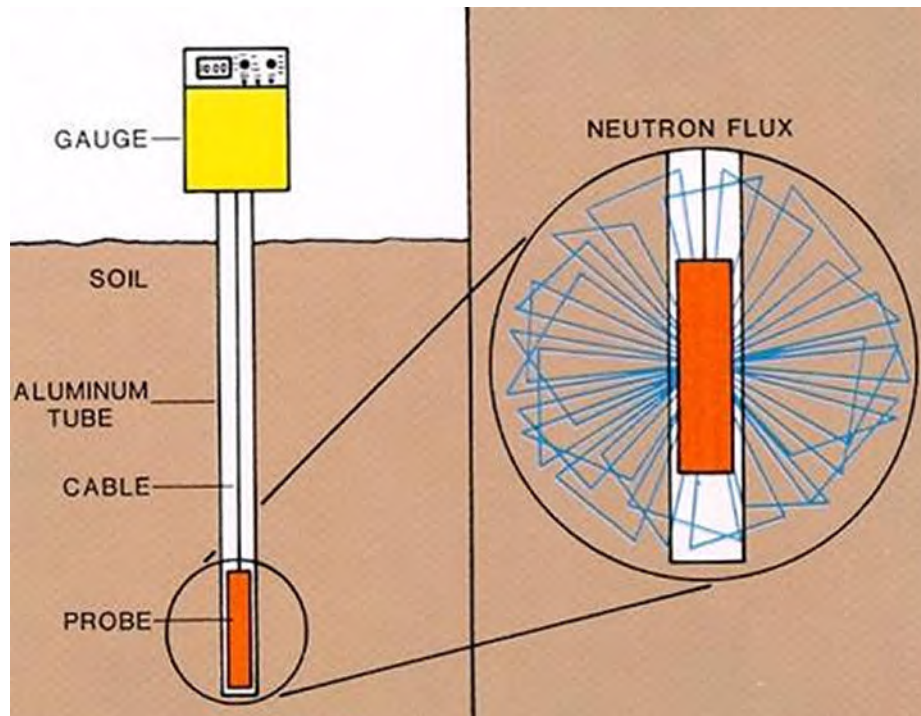
Technique	Principe	Plage % vol.	Avantages	Inconvénients
Sonde à neutron	Mesure la quantité de neutrons réfléchi par les atomes d'hydrogène à partir d'une source Américium 241/Béryllium	2-50	• large volume prospecté • précis et fiable	• onéreux • inopérant en surface • législation rédhibitoire
Capteur diélectrique Time Domain Reflectometry TDR	Estimation de la permittivité diélectrique du sol (capacitance) par la mesure du temps de retour d'une onde électromagnétique à très haute fréquence	6-50	• très précis et fiable • utilisable près de la surface • indépendant de la salinité	• très onéreux
Capteur diélectrique Frequency Domain Reflectometry FDR	Estimation de la permittivité diélectrique du sol (capacitance) par la mesure de la fréquence de résonance d'une onde électromagnétique à haute fréquence 150 Mhz	n-50	• moins onéreux que TDR • précis et fiable	• très sensible à l'espace sonde-sol • nécessite une calibration par type de sol • sensible à la salinité
Gravimétrie	Pesée différentielle du sol humide et sec		• équipement rudimentaire • mesure directe	• gourmand en main d'œuvre • prélèvement destructif
Touché et aspect	Observation visuelle et tactile du sol à l'aide d'une échelle standardisée		• mise en œuvre aisée et immédiate • pas de matériel spécifique	• imprécis (10-15%) • sollicite le jugement et l'habitude de l'observateur

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol

1. Mesure par sonde à neutrons

Ralentissement des neutrons par les atomes d'hydrogène et renvoi vers la source



Principe de fonctionnement de la sonde à neutron

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol

2. Mesure par sonde "TDR"

Capteur diélectrique
Time Domain Reflectometry

Estimation de la permittivité diélectrique du sol (capacitance) par la mesure du temps de retour d'une onde électromagnétique à très haute fréquence



Site Interne

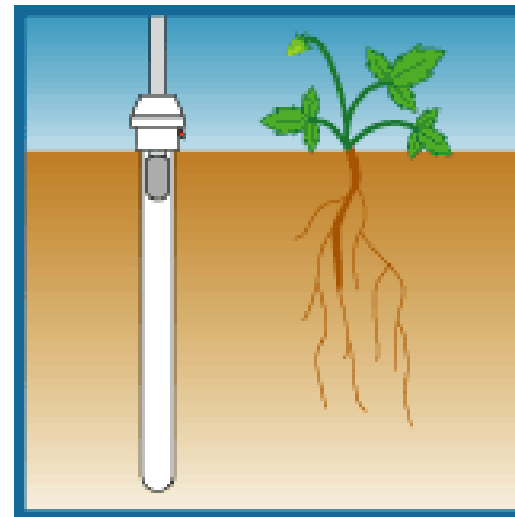
Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol

3. Mesure par sonde "FDR"

Capteur diélectrique
Frequency Domain Sensor

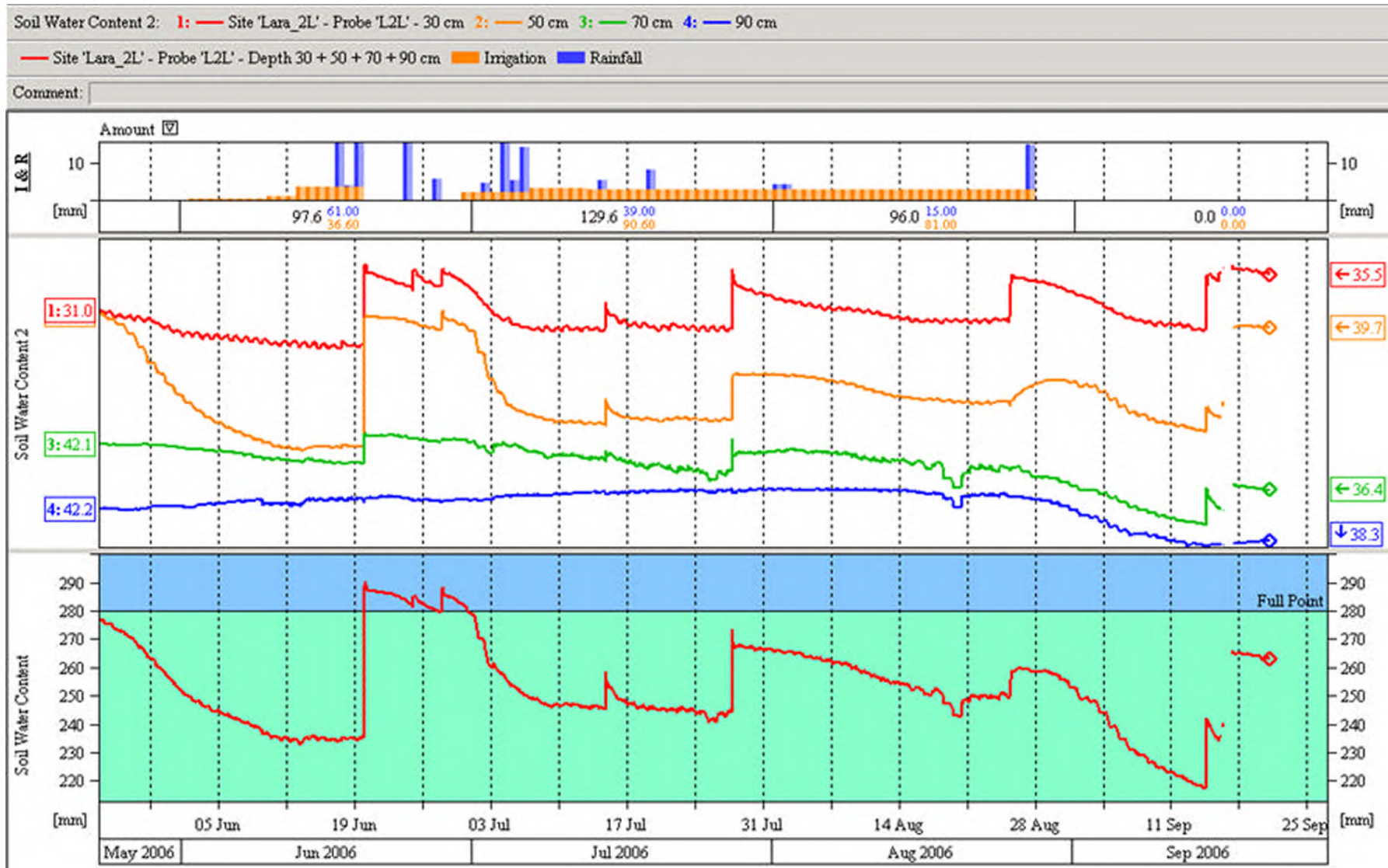
Estimation de la permittivité diélectrique
du sol (capacitance) par la mesure de la
fréquence de résonance d'une onde
électromagnétique à haute fréquence



Diviner 2000 ® , Enviroscan ®

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol



Laymijoux, 2006

Suivi de la teneur en eau du sol dans un verger de Noyers Lara®, modalité goutte à goutte 2L enterré

Outils de mesure de l'état hydrique du sol

Mesure de la teneur en eau du sol

4. Mesure par résistivité électrique

