

# Systeme de controle de la dynamique hydrique d'échantillons de sol couplé à la mesure des émissions N<sub>2</sub>O

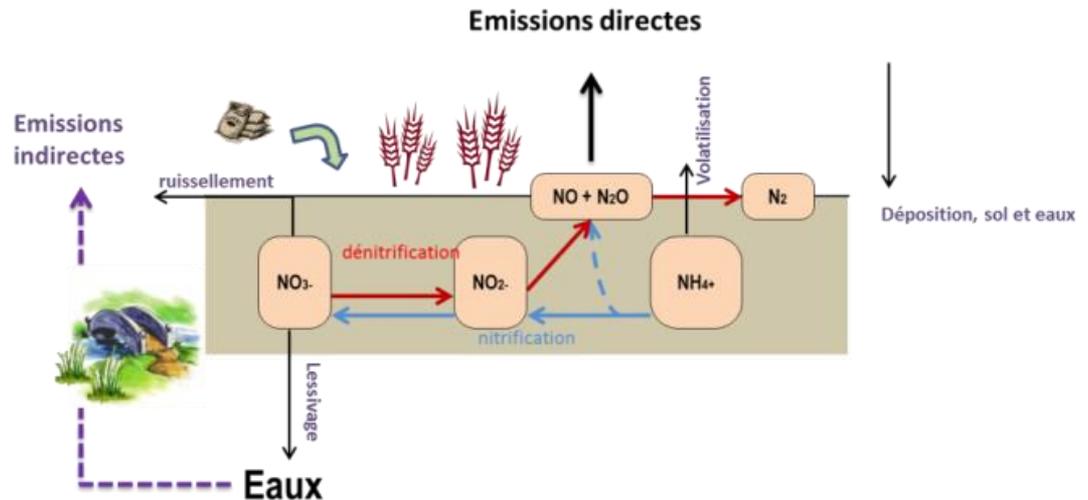


# Contexte

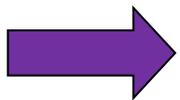
- Les sols sont reconnus comme la principale source d'émissions du gaz à effet de serre  $N_2O$ .

6 % de l'effet de serre ad  
et 15 % à l'échelle de la

- Les émissions de  $N_2O$  rés  
microbiens : nitrification/dé  
oxygène du milieu



- Diffusion faible de l'oxygène dans l'eau  $\Rightarrow$  la disponibilité en oxygène est liée à l'humidité des sols



**Les émissions de  $N_2O$  sont en particulier déterminées par les caractéristiques hydriques des sols**

- Les simulations sont très sensibles à la caractérisation de l'humidité et de la masse volumique apparente des sols pour un **WFPS > 0,6**

**WFPS : teneur en eau volumique / porosité**

- Les modèles ne tiennent pas compte de la dynamique d'humectation/dessiccation, de l'historique hydrique et des phénomènes d'hystérèse hydrique

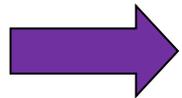
**Besoin d'une meilleure connaissance du lien entre l'eau du sol et les émissions de N<sub>2</sub>O**

# Objectif

- Concevoir un système de contrôle de la dynamique hydrique de saturation et de désaturation en eau d'échantillons de sol
- Coupler le dispositif à un analyseur de gaz pour la mesure des émissions de  $N_2O$

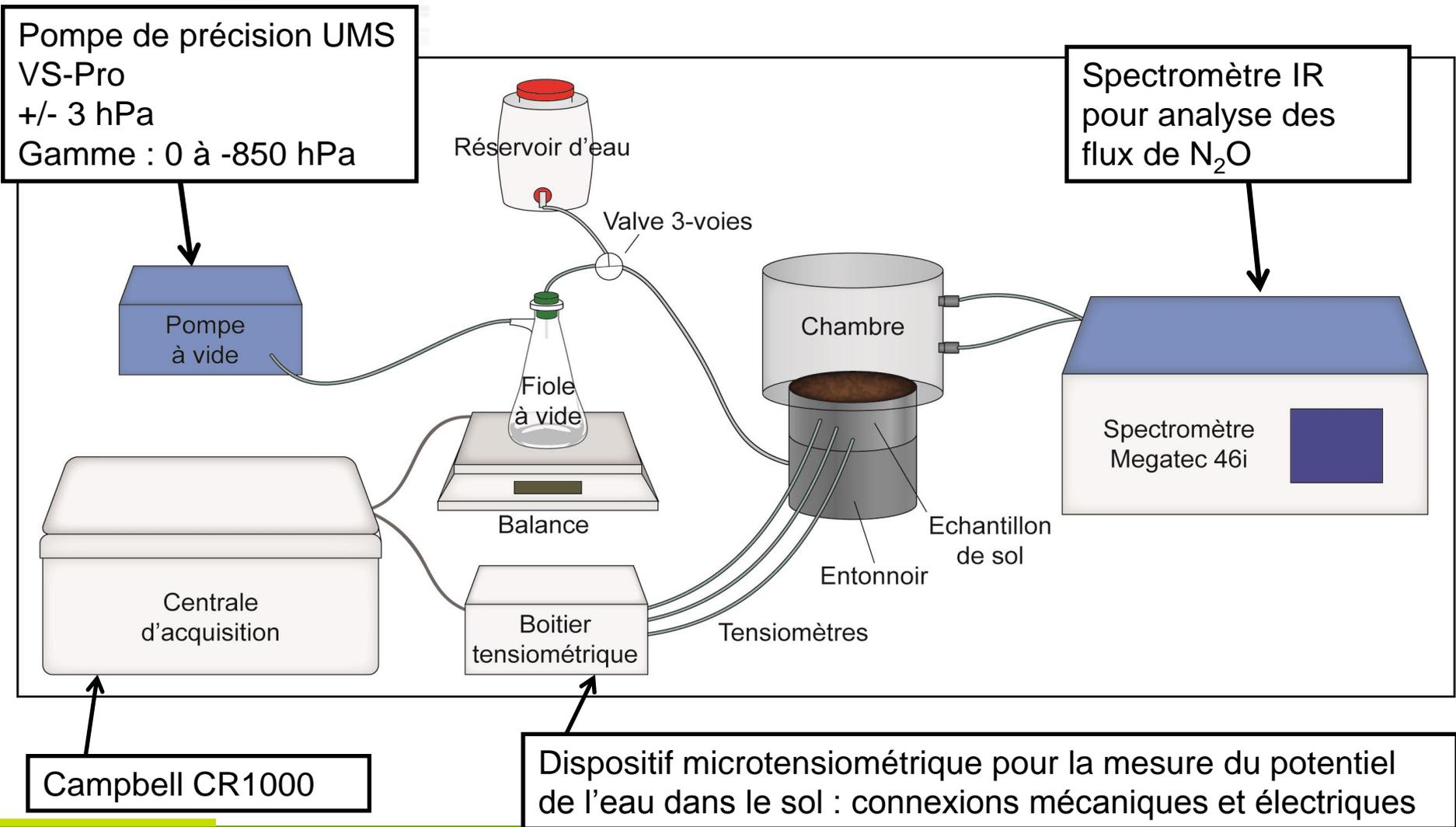
# Cahier des charges

- Contrôle fin de la saturation et de la désaturation en eau d'un échantillon de sol, sans déplacement de l'échantillon
- Dispositif compatible avec la mesure des flux de  $N_2O$  par la méthode des chambres statiques
- Système étanche aux gaz et à l'eau mais démontable
- Régulation et mesure du potentiel matriciel au-delà de -100 cm d'eau
- Échantillons :  $\varnothing = 15$  cm et  $h = 7$  cm
- Suivi temporel de la teneur en eau et du potentiel matriciel du sol
- L'eau drainée lors de la désaturation doit être recueillie
- Le système doit pouvoir être transporté

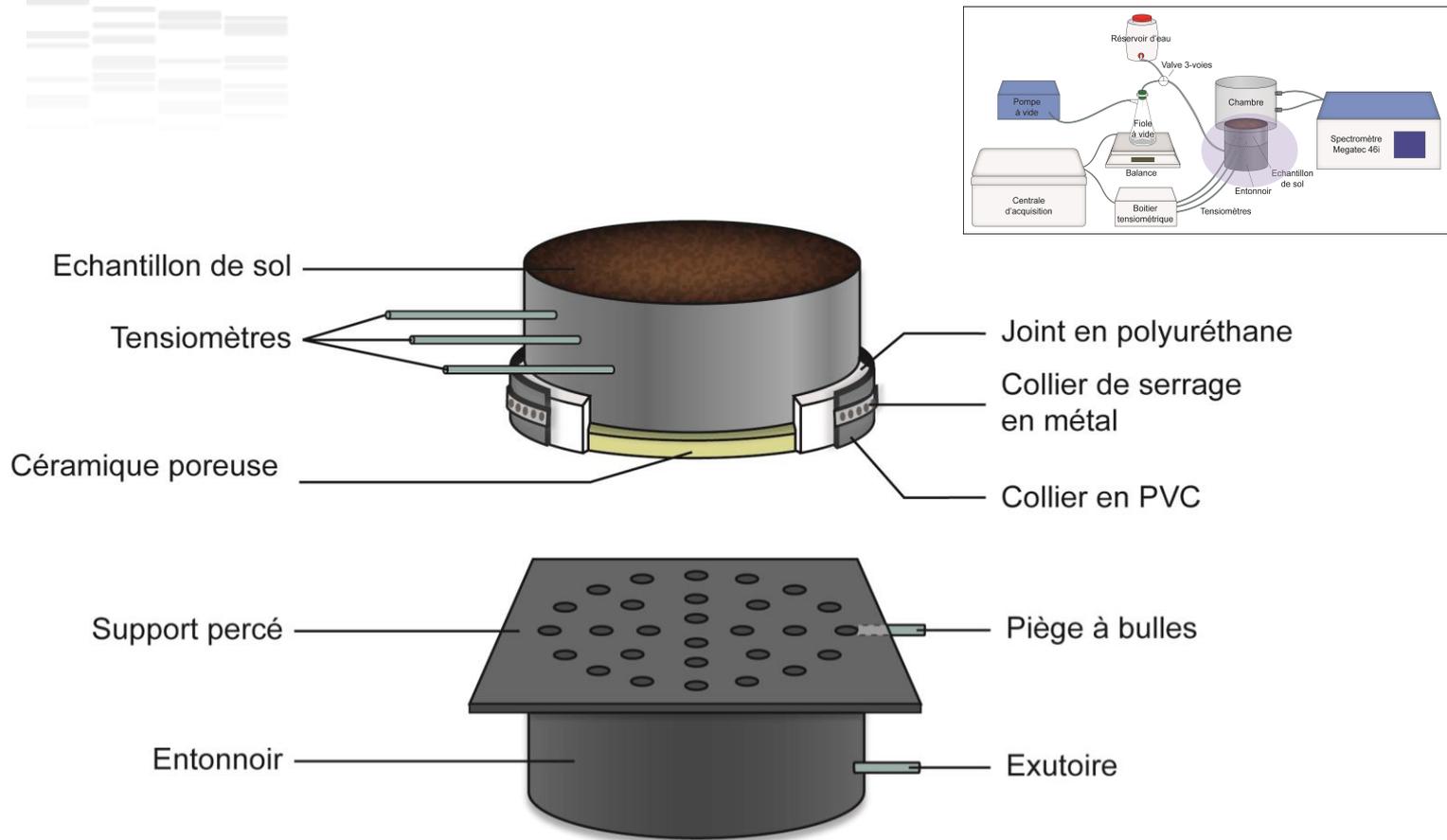


**Conception d'un système multistep outflow (MSO)**

# Systeme MSO

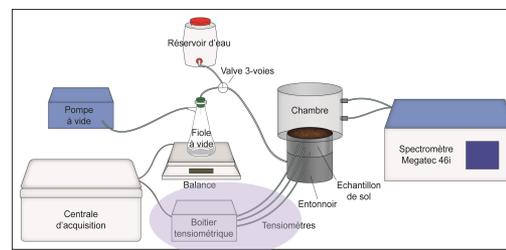


# Montage de l'échantillon sur le banc MSO



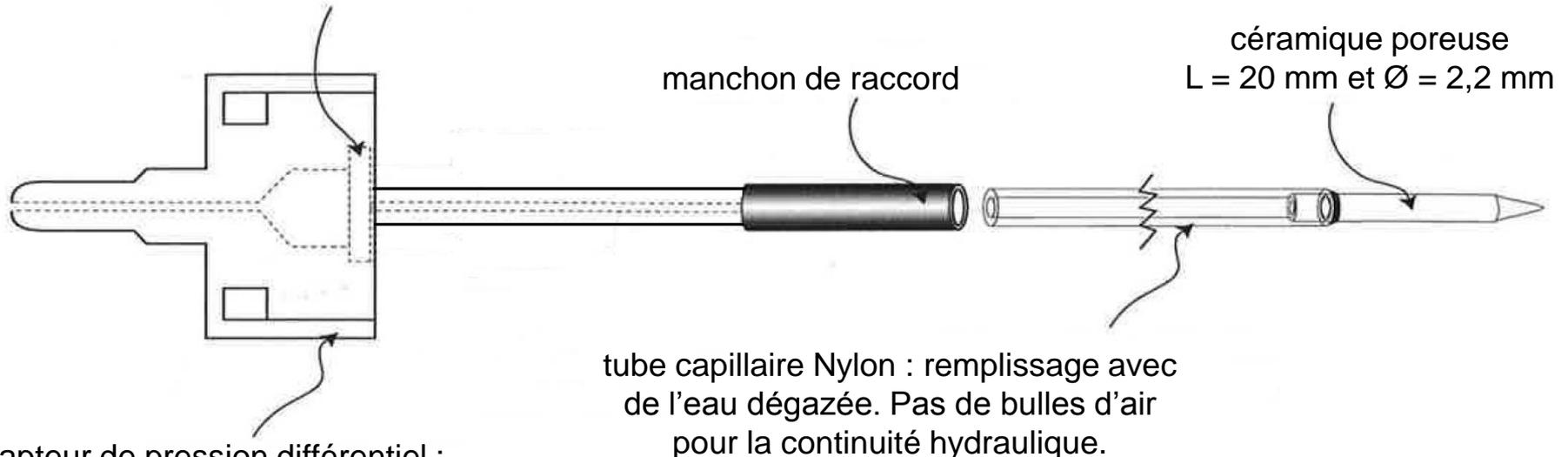
- système d'étanchéité permettant une saturation homogène de l'échantillon
- évacuation des bulles d'air pour améliorer la qualité de la saturation

# Tensiomètres



**Mesure du potentiel matriciel du sol** : énergie avec laquelle l'eau est retenue dans le sol. Se mesure en unité de pression (mH<sub>2</sub>O).

membrane silicium (jauges de contraintes)

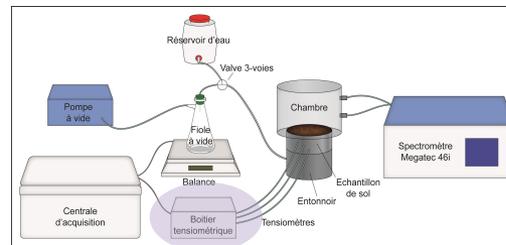


capteur de pression différentiel :

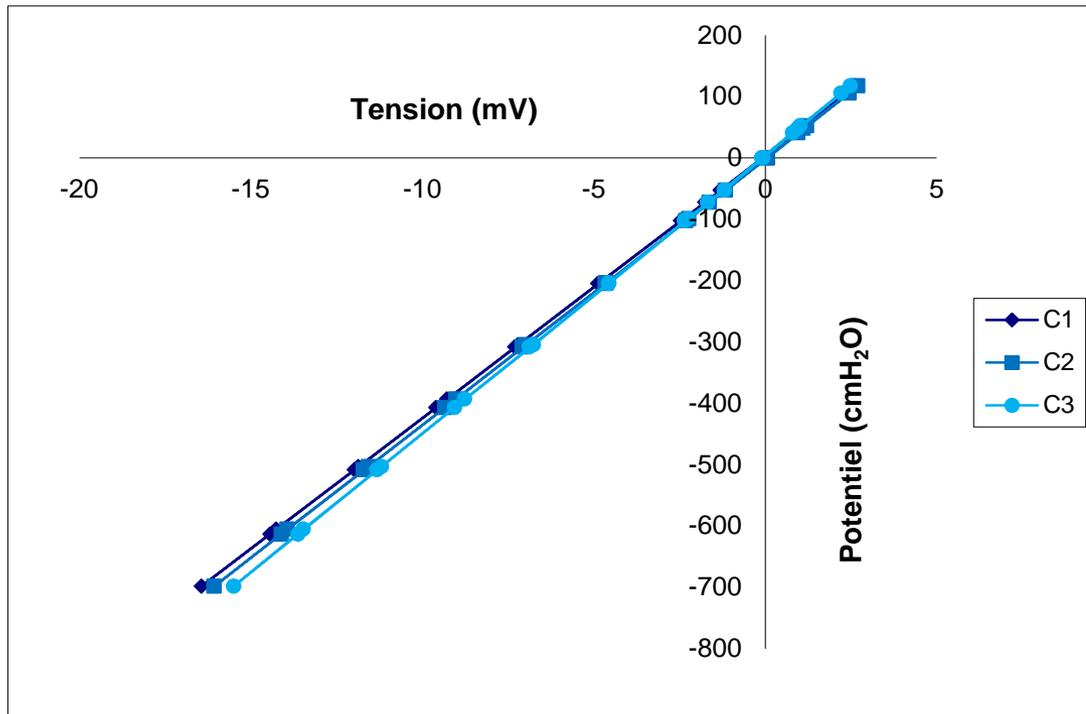
- EM = 100 kPa
- Précision = 0,1 %
- Alimentation : 5 Vcc

**3 tensiomètres sont insérés dans l'échantillon profondeurs : 0,5 , 1 et 2 cm de la surface du sol**

# Tensiomètres

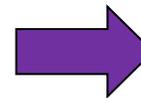


## Etalonnage des capteurs de pression



Relation linéaire tension - pression

Capteur	a	b	R <sup>2</sup>
C1	42,83	4,38	0,9999
C2	43,38	-1,66	0,9999
C3	45,34	3,75	0,9999



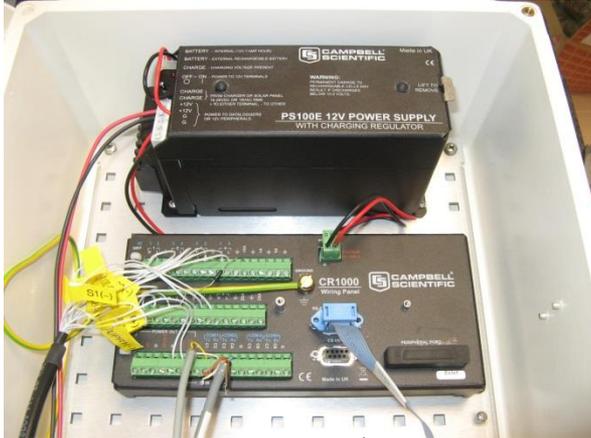
Détermination du gain et de l'offset pour chaque capteur



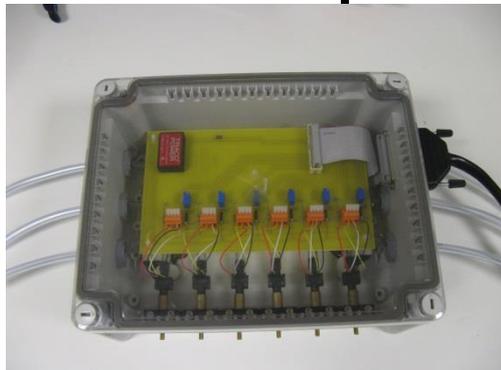
Etalonnage avec un calibrateur de pression (Druck DPI 602) raccordé COFRAC Gamme : 0 à -8 mH<sub>2</sub>O

# Interfaçage

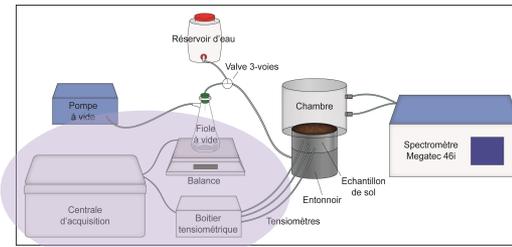
Centrale d'acquisition + alim 12V



Entrées analogiques :  
mesures différentielles



Boitier microtensiométrique



RS 232

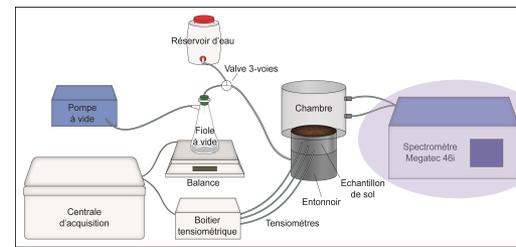
Ports numériques :  
Instruction  
SerialOpen  
SerialInRecord  
SerialFlush



Balance de précision :  
mesure du flux hydrique

- Fréquence d'acquisition : 10 minutes
- Communication : LoggerNet
- Programmation : CRBasic

# Mesure des flux de N<sub>2</sub>O



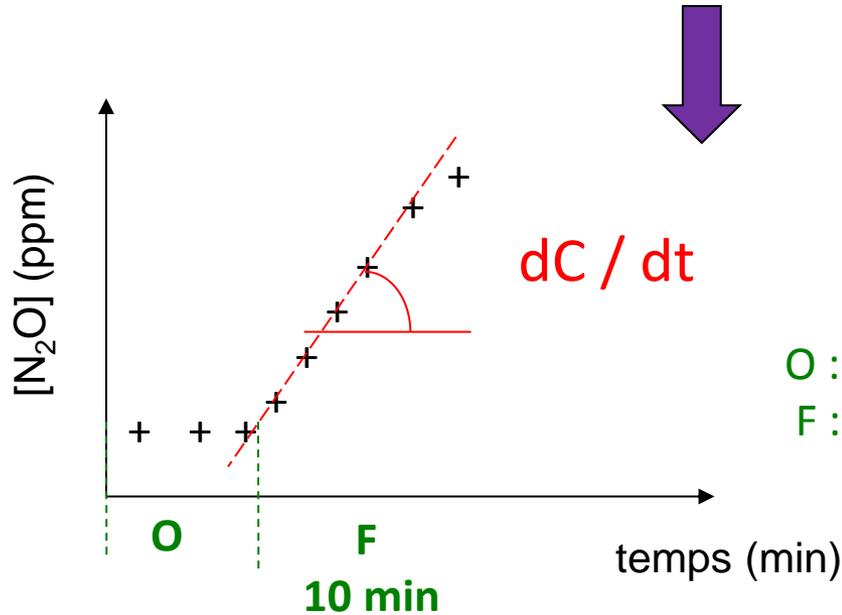
## Analyseur par corrélation infrarouge modèle 46i, Thermo Scientific

- Méthode des chambres statiques
- la chambre est retirée avant chaque mesure (mise à l'atmosphère)
  - [N<sub>2</sub>O] enregistrée toutes les minutes dans la chambre pendant des périodes de 20 minutes

Les flux sont calculés de façon linéaire sur des périodes de 10 minutes après la fermeture de la chambre

# Mesure des flux de N<sub>2</sub>O

Analyseur : mesure [N<sub>2</sub>O] en ppm



O : Chambre en position ouverte  
F : Chambre en position fermée

La pente de la régression linéaire est utilisée pour calculer le flux de N<sub>2</sub>O : quantité de N<sub>2</sub>O émise par unité de surface et de temps



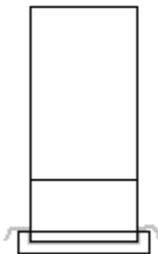
Flux de N<sub>2</sub>O  
en  
mg N m<sup>-2</sup> j<sup>-1</sup>

# Echantillons

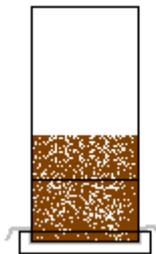


Sols prélevés sur le site atelier OS<sup>2</sup> (Eure et Loir)  
Horizons de surface  
Séchage à 25°C puis tamisage à 5 mm  
Compactage avec presse manuelle  
Cylindres  $\varnothing = 15$  cm et  $h = 7$  cm  
Saturé dans une solution enrichie en nitrates

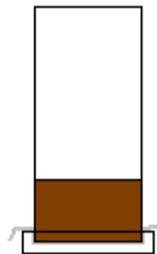
Dispositif vide



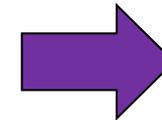
Insertion de la masse voulue de sol



Compactage à la presse

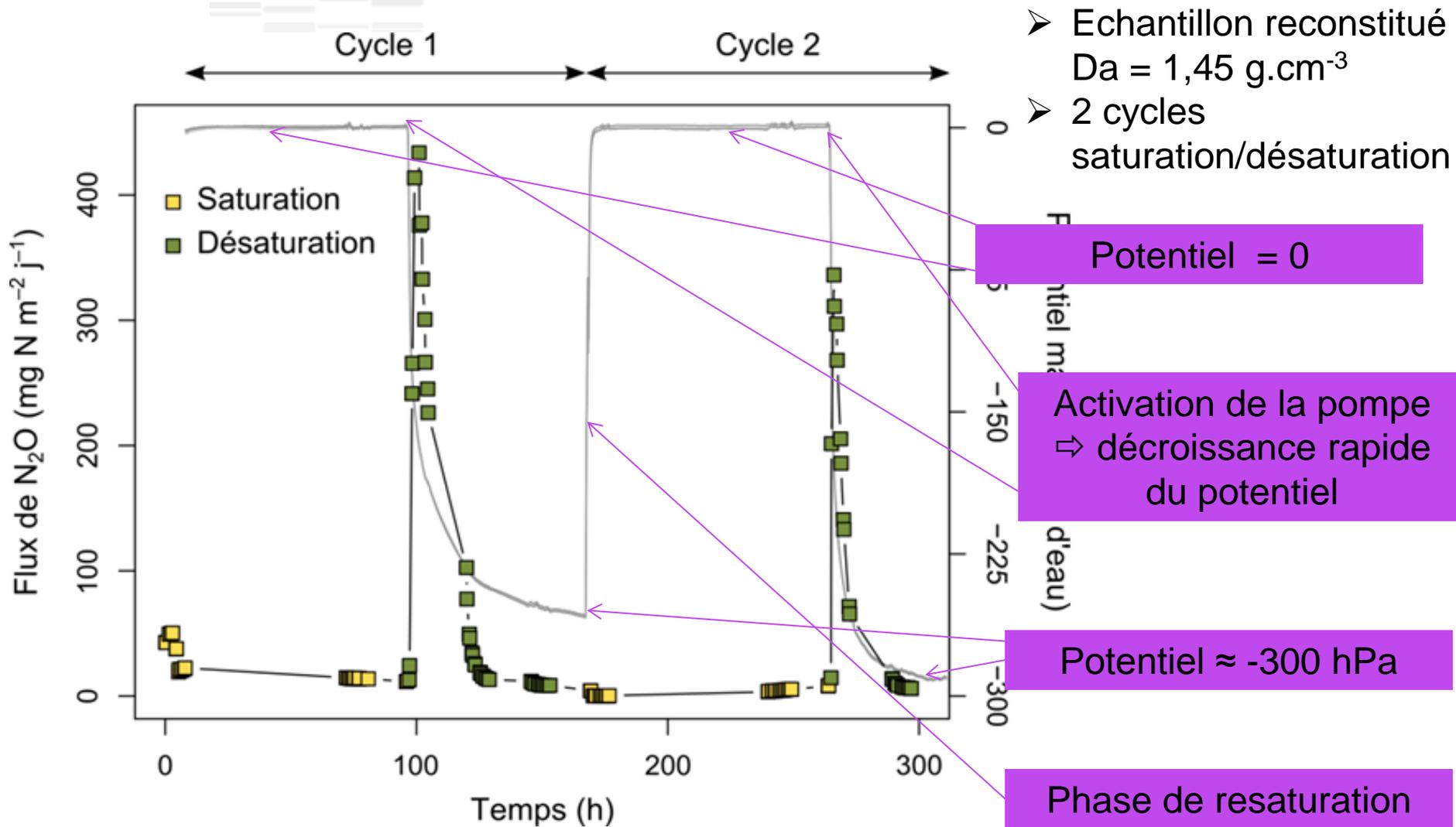


Echantillon prêt pour les mesures

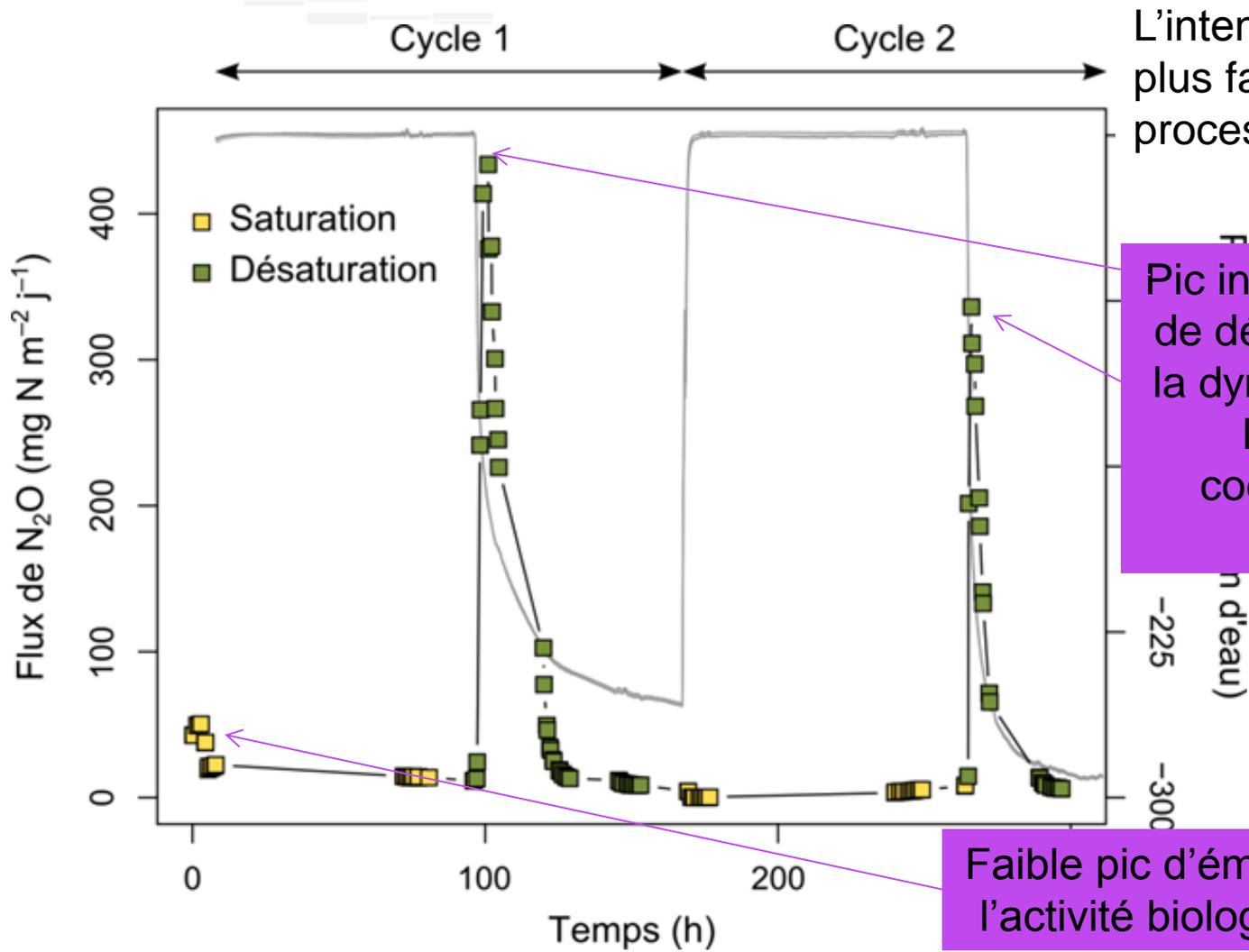


Installation sur  
le banc MSO

# Résultats



# Résultats



L'intensité du 2<sup>ème</sup> pic est plus faible ⇒ hystérèse des processus biologiques ?

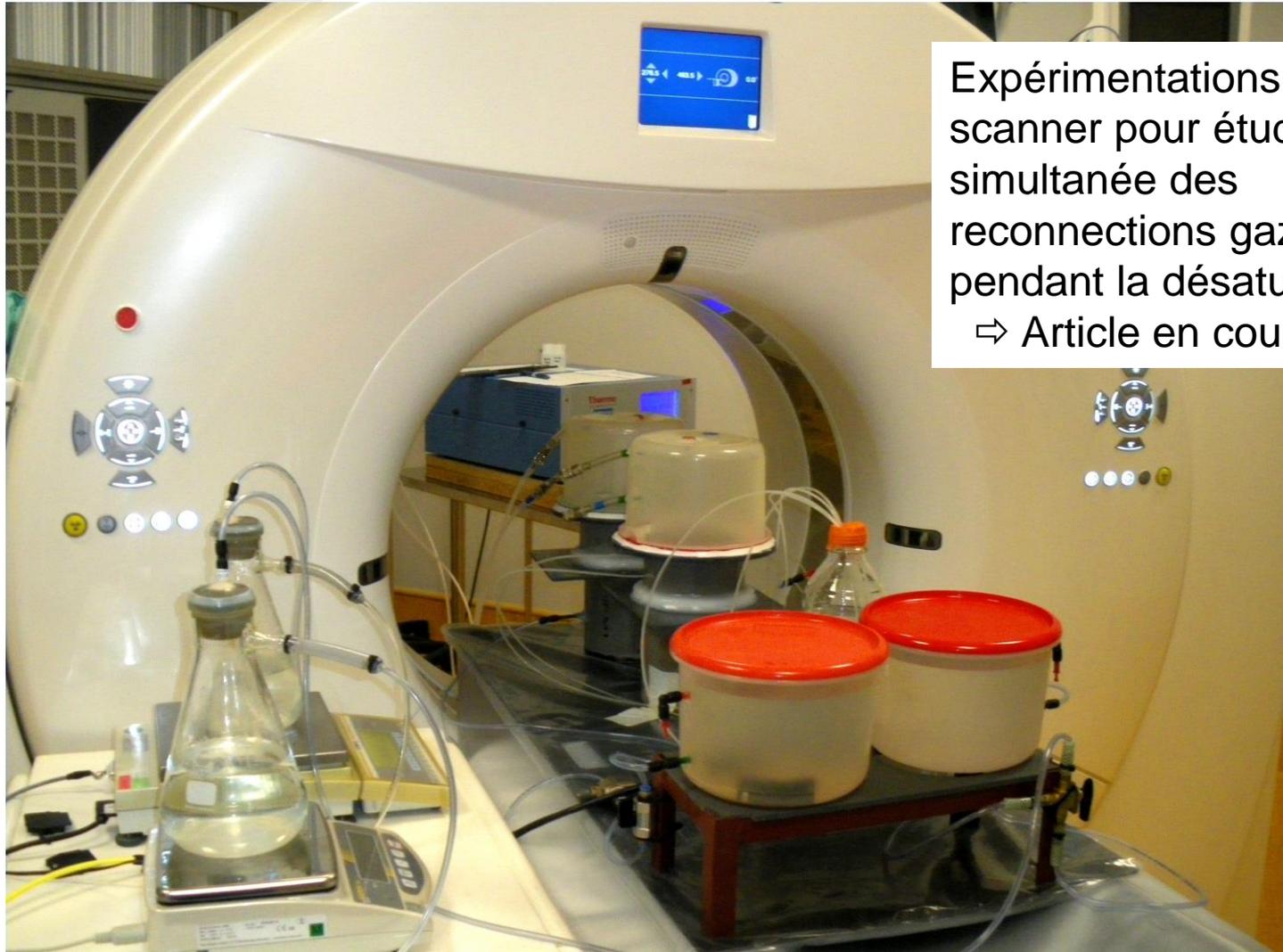
Pic intense et furtif en début de désaturation : associé à la dynamique hydrique et à l'augmentation du coefficient de diffusion gazeuse

Faible pic d'émission : réactivation de l'activité biologique de dénitrification

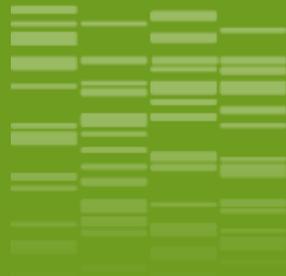
# Conclusion

- Le système permet de contrôler finement le statut hydrique d'un échantillon de grande taille
- Le couplage à un analyseur de gaz permet de suivre les flux de  $N_2O$  par la méthode des chambres statiques
- Le montage étanche de l'échantillon doit être amélioré afin d'atteindre des potentiels matriciels inférieurs à -300 cm d'eau
- Le système est transportable et a pu être installé sous le tomographe à rayon X de la plateforme d'imagerie CIRE du site INRA de Tours

# Conclusion



Expérimentations sous scanner pour étude simultanée des reconnections gazeuses pendant la désaturation  
⇒ Article en cours



# Merci de votre attention