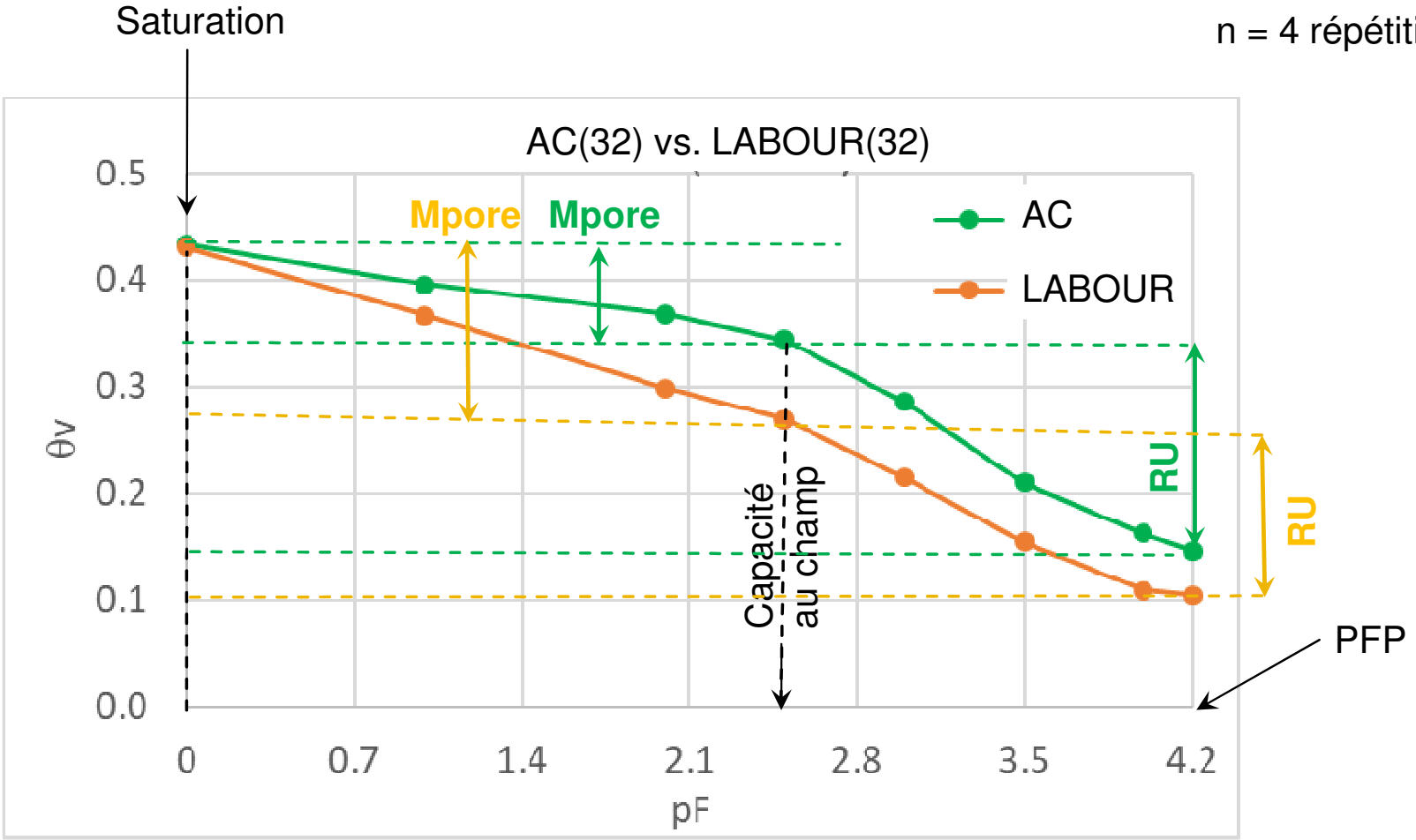
Circulations d'eau dans les sols en système agro-écologique

Lionel Alletto, Julie Bréchemier, Vincent Bustillo, Sixtine Cueff, Maylis Lachaussée, Solen Quéguiner

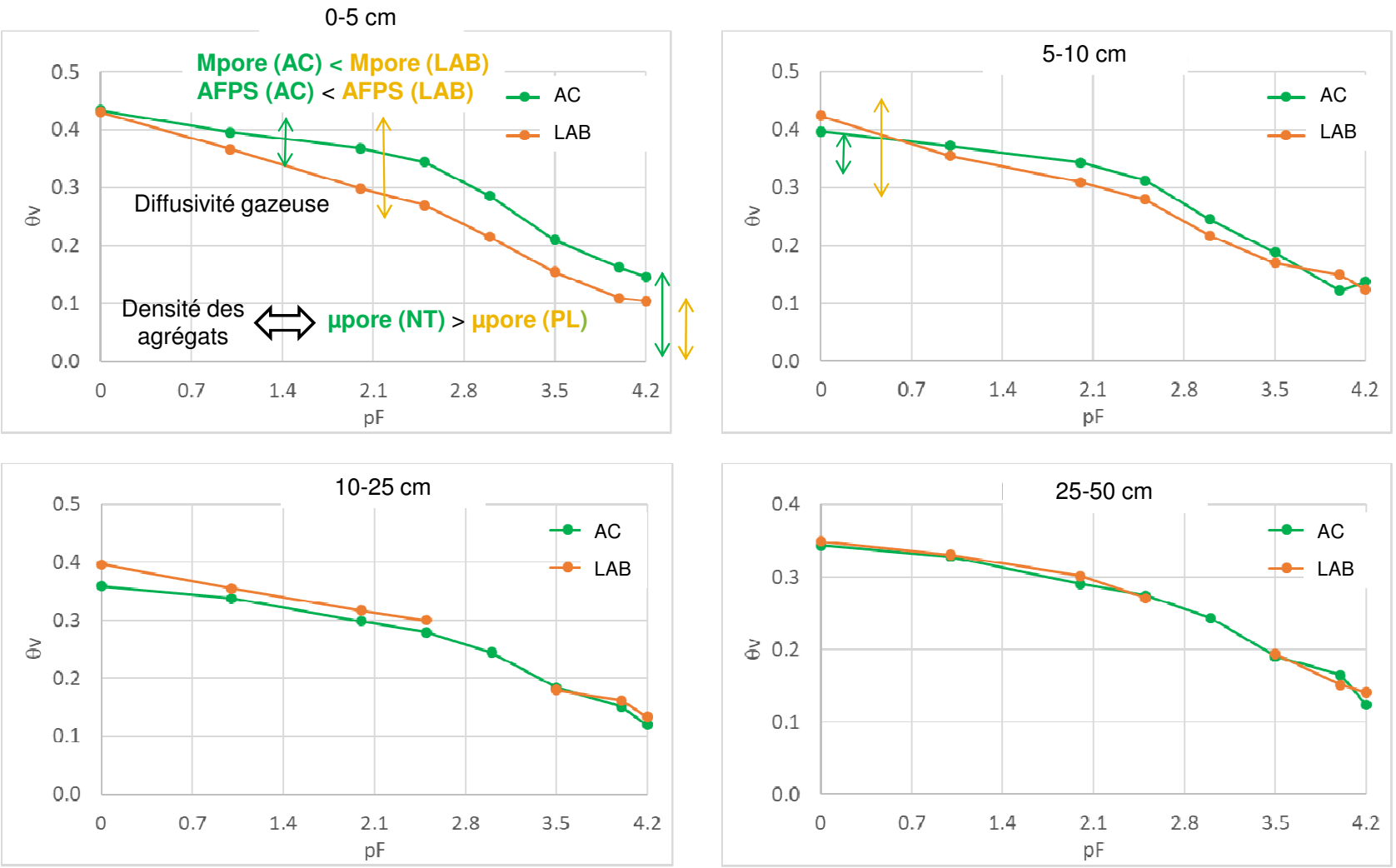
Courbes de rétention

Z= 0-5 cm
n = 4 répétitions

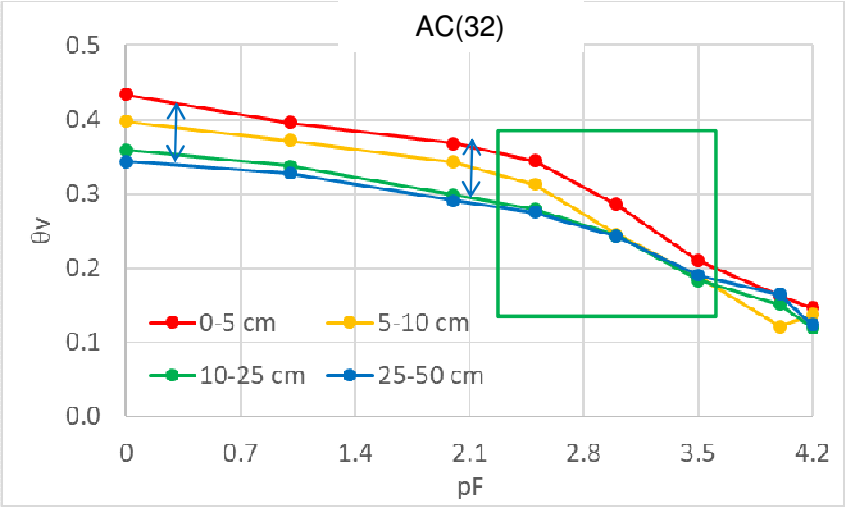


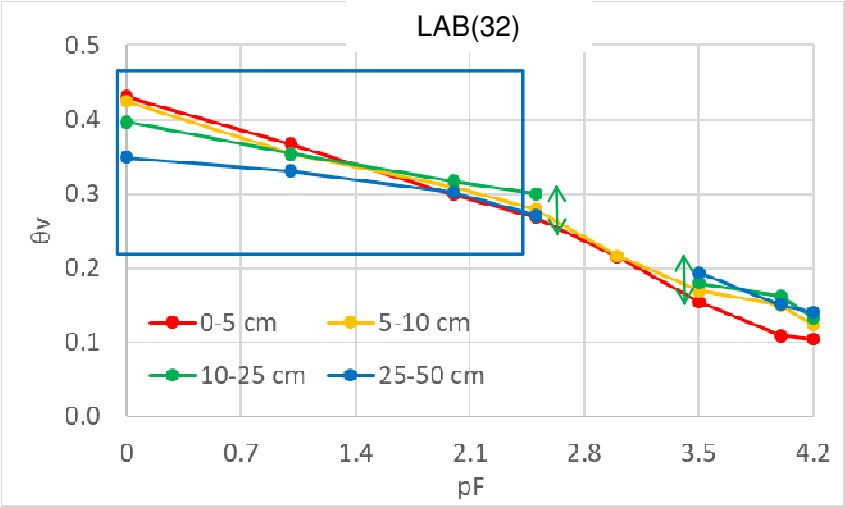
Comparaison entre systèmes

AC(32) vs. LAB(32) - LUVISOLS



Profils verticaux de rétention





Perte de volume **mésoporal** (pF 2,5 à 3,5) au-delà de z = 10 cm

⇔ Compaction

Volume **macroporal** globalement préservé

Perte de volume **macroporal** (pF 0 à 2,5) au-delà de z = 25 cm

⇔ Semelle de labour

Volume **mésoporal** globalement préservé

Réservoir utilisable (0-50 cm)

LEVIER 1 : Capacité de rétention en eau

$$RU(50) = \int_{z=0}^{z=50\ cm} [\theta_{cc}(z) - \theta_{pfp}(z)].dz$$

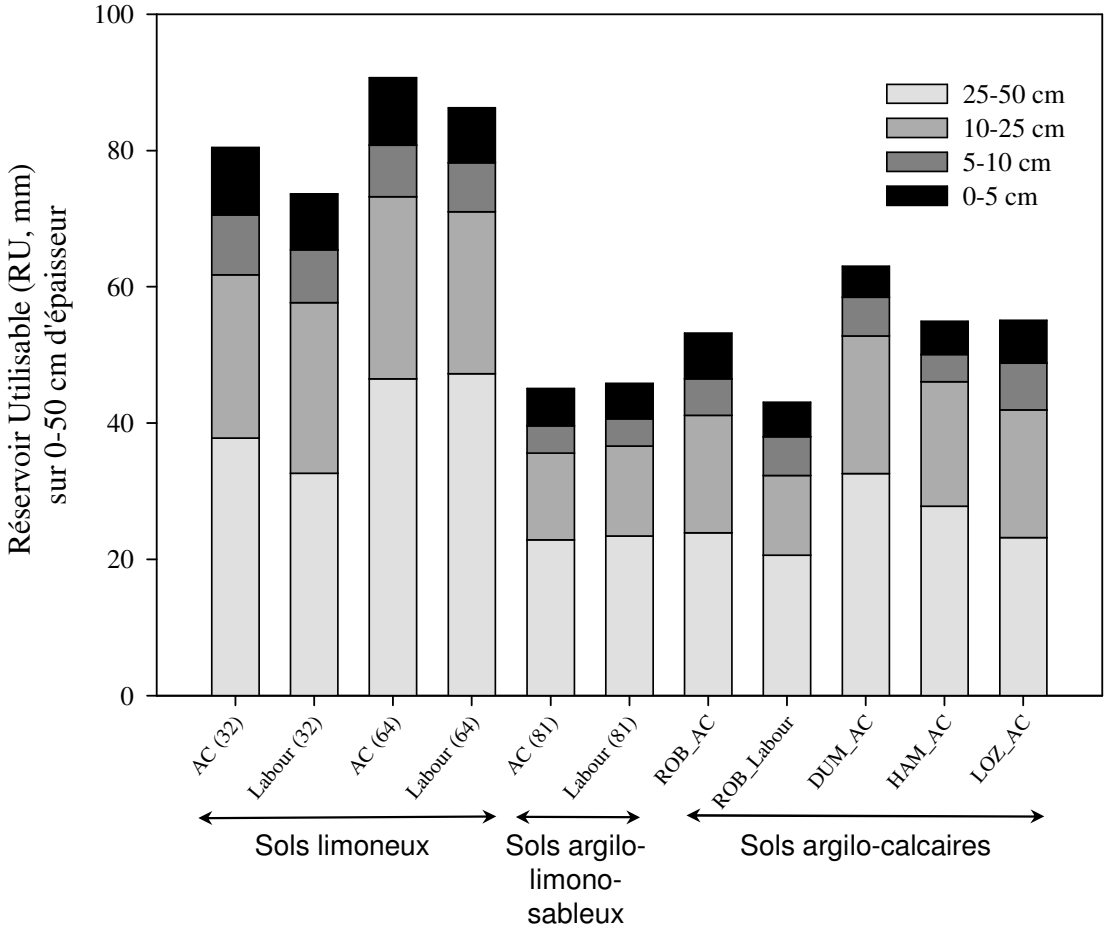
► Augmentation de la taille du RU de 10 à 15 % sur les horizons de surface (0-10 cm)

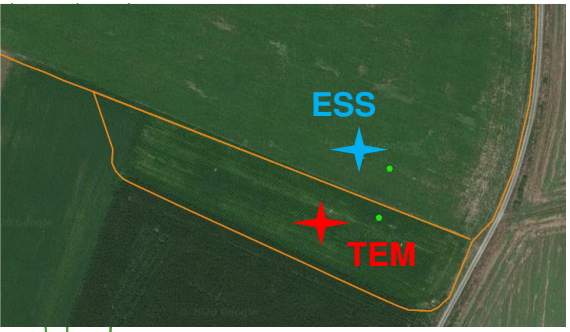
► Augmentation faible voire pas de différence en profondeur

(mais limite actuelle sur les capacités métrologiques)

NB: RU(50) ≠ RU(t)

$$RU(t) = \int_{z=0}^{\boxed{Zr(t)}} [\theta_{cc}(z) - \theta_{pfp}(z)].dz$$



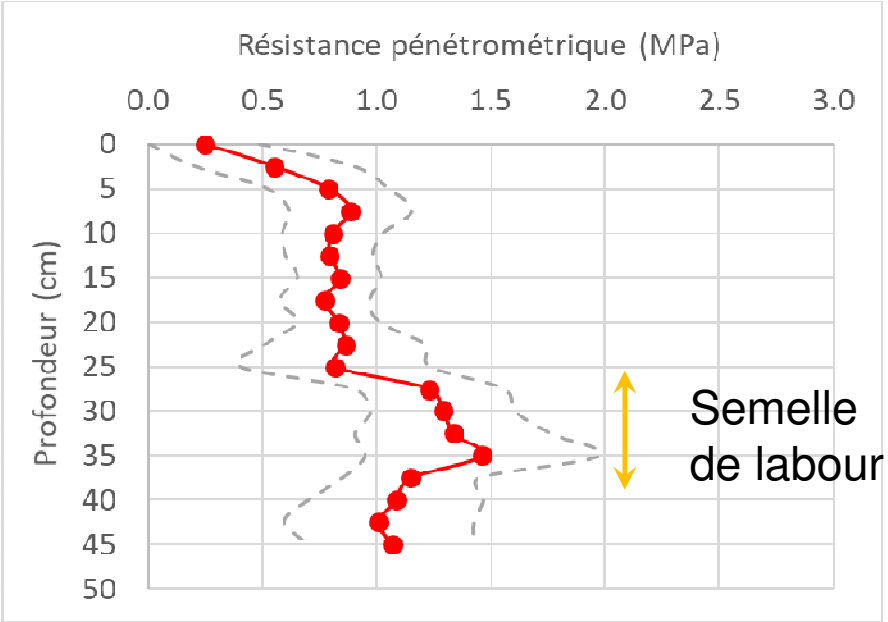


Tests pénétrométriques

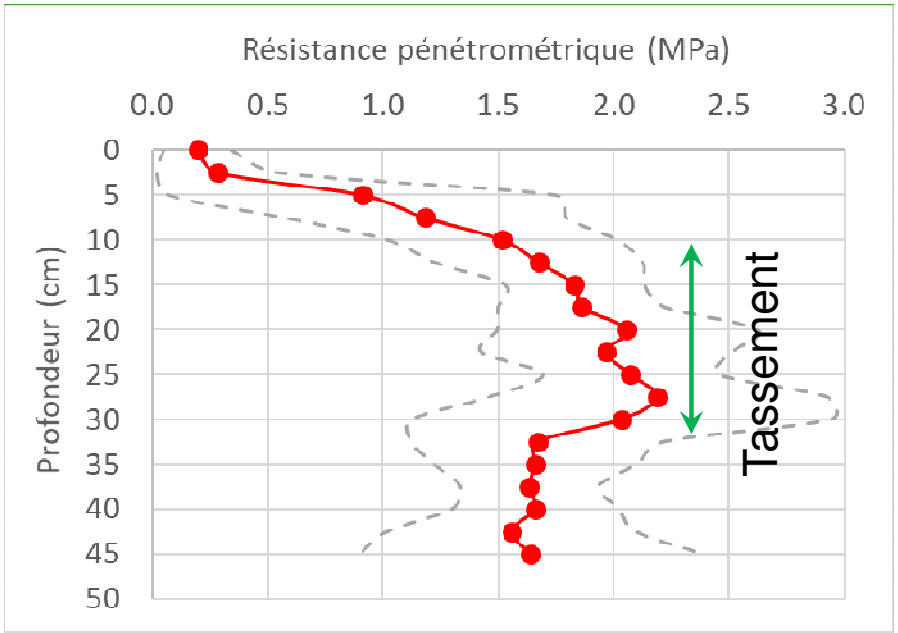
LEVIER 2 : Profondeur de prospection racinaire Zr(t)

$$RU(t) = \int_{z=0}^{Zr(t)} \left[\theta_{cc}(z) - \theta_{pfp}(z)\right].dz$$

Véracrisols à Taron-Sadirac-Viellenave



LAB(64)

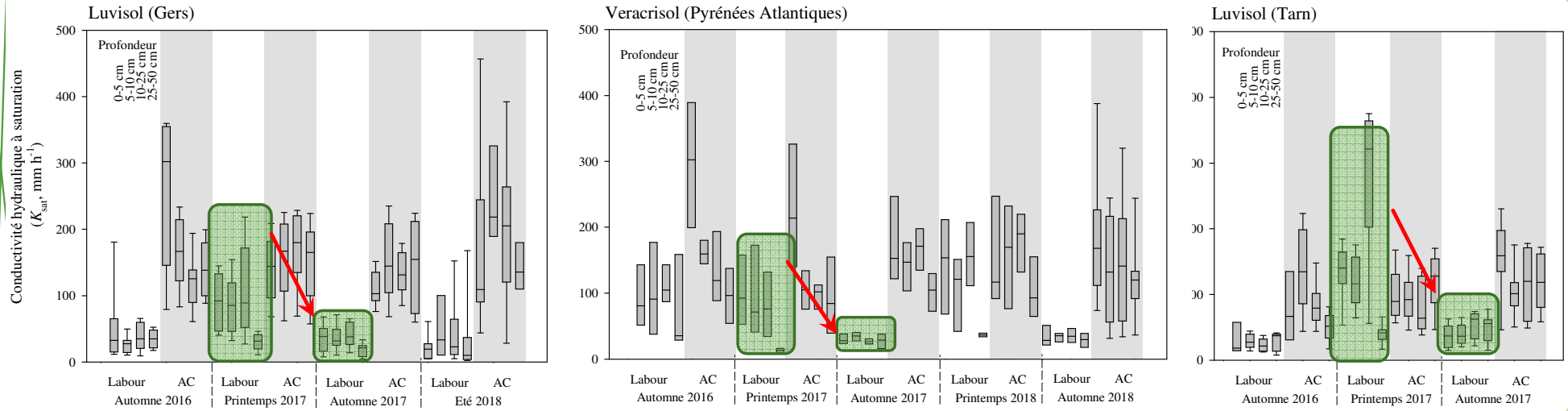


AC(64)

Intervalles de confiances à 95%
n = 7 profils par parcelle
dz = 2,5 cm

Propriétés hydrodynamiques

LEVIER 3 : la redistribution d'eau dans le sol



► Augmentation de la conductivité à saturation en AC sur les 3 sites « couple »

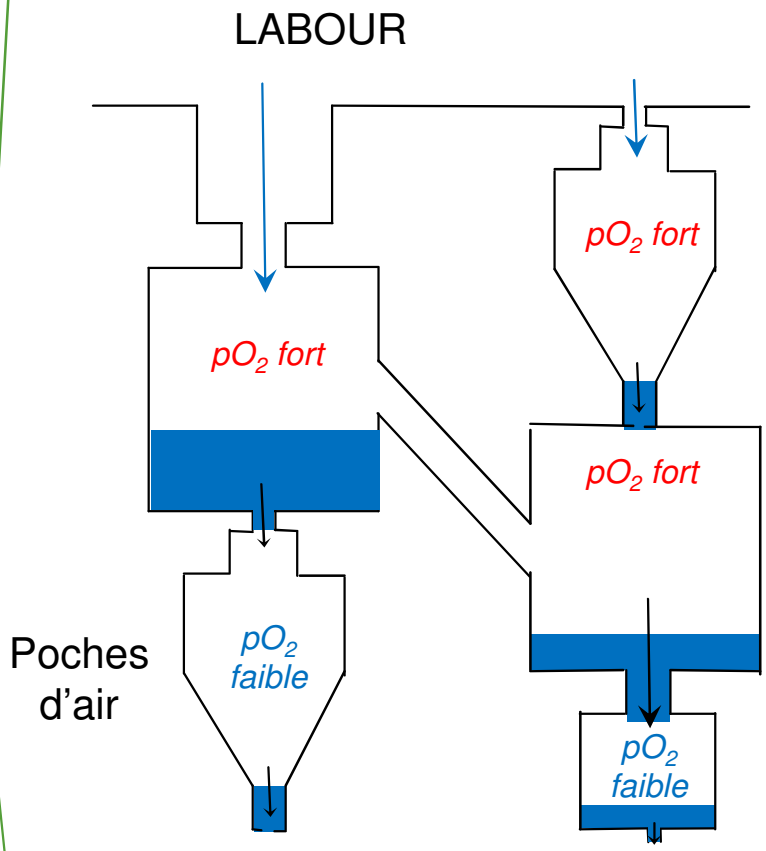
AC (20 ans)	160 mm h^{-1}
Labour	50 mm h^{-1}

AC (10 ans)	150 mm h^{-1}
Labour	70 mm h^{-1}

AC (8 ans)	100 mm h^{-1}
Labour	70 mm h^{-1}

► Amélioration de la stabilité temporelle au cours d'une saison culturale en AC

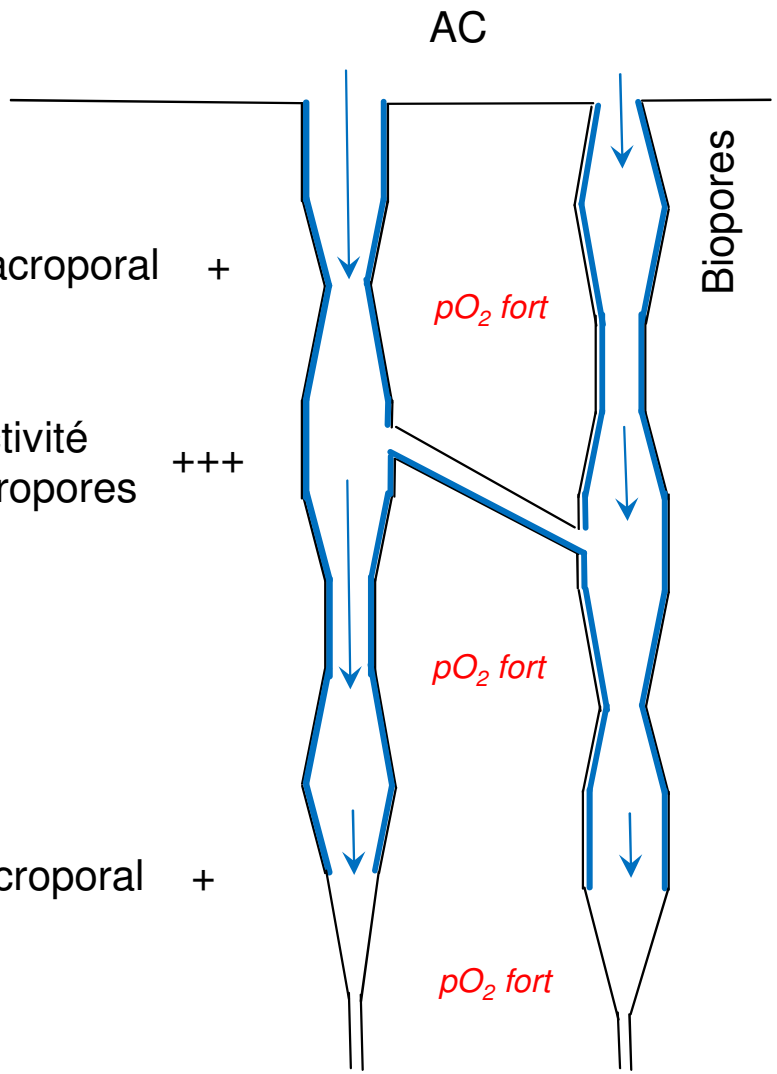
Schéma conceptuel comparatif



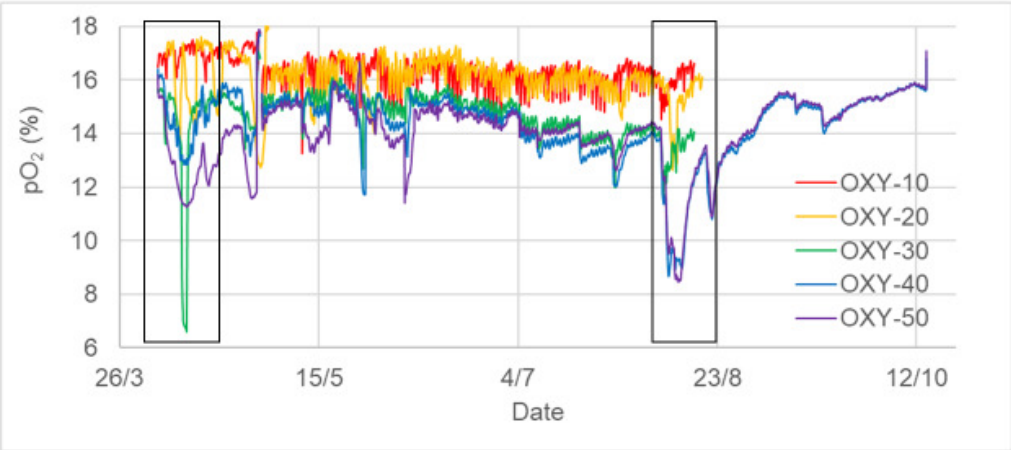
++ Volume macroporal +

--- Connectivité entre macropores +++

- Volume macroporal +

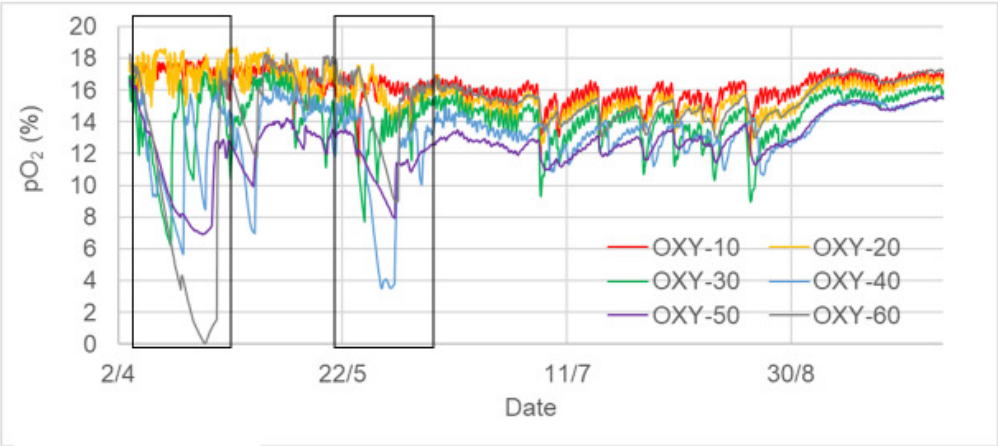


Profils verticaux d'oxygène dans le sol



AC(32)

Estampes (32) – Boulbène



LAB(32)

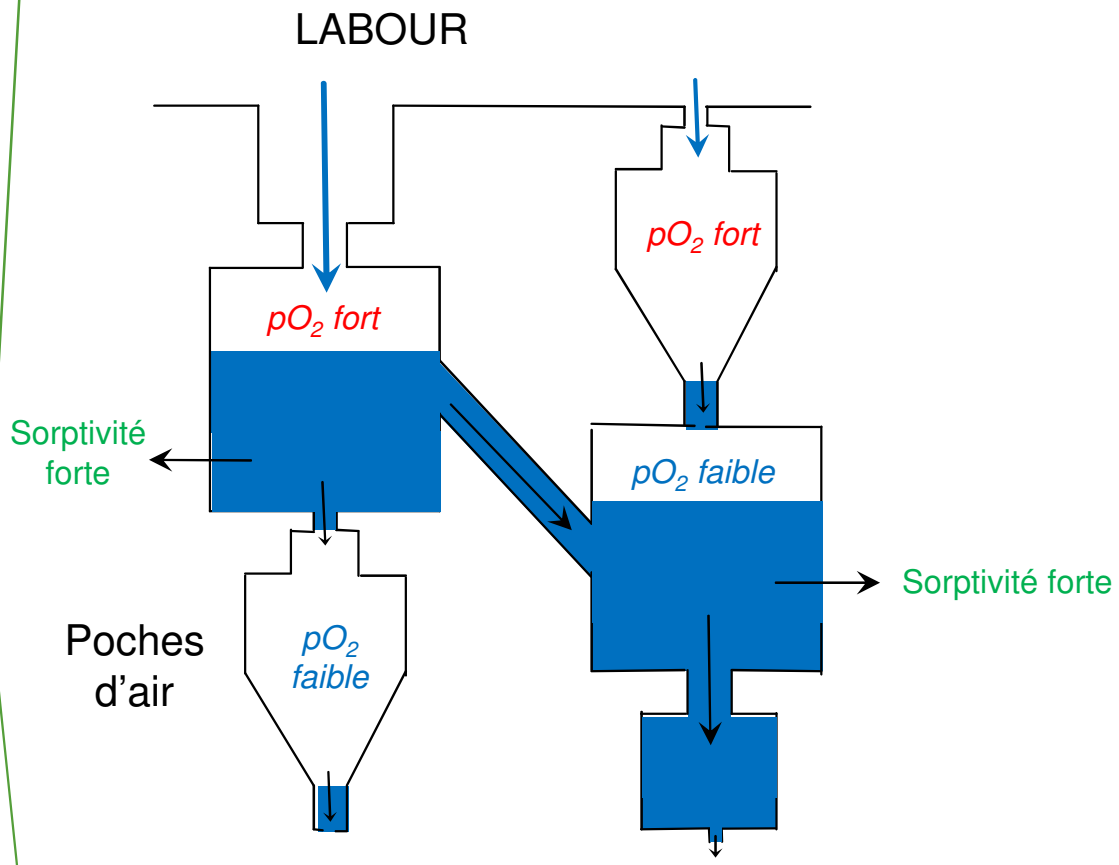
Estampes (32) – Boulbène

► Meilleure diffusivité gazeuse en ACS ⇔ meilleure connectivité macroporale

► Stress anoxique marqué en système labouré suite à de forts cumuls de pluie ou à l'apport d'azote réduit

► Macropores faiblement interconnectés entre eux et privés d'oxygène en profondeur.

Schéma conceptuel comparatif



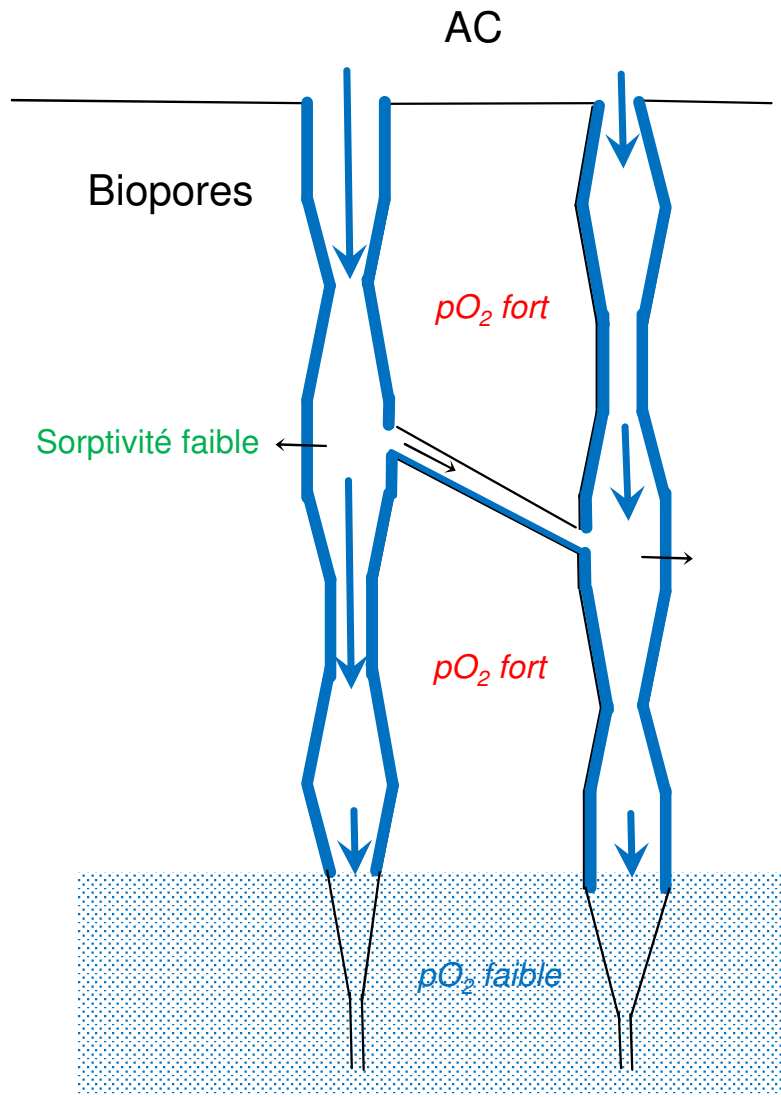
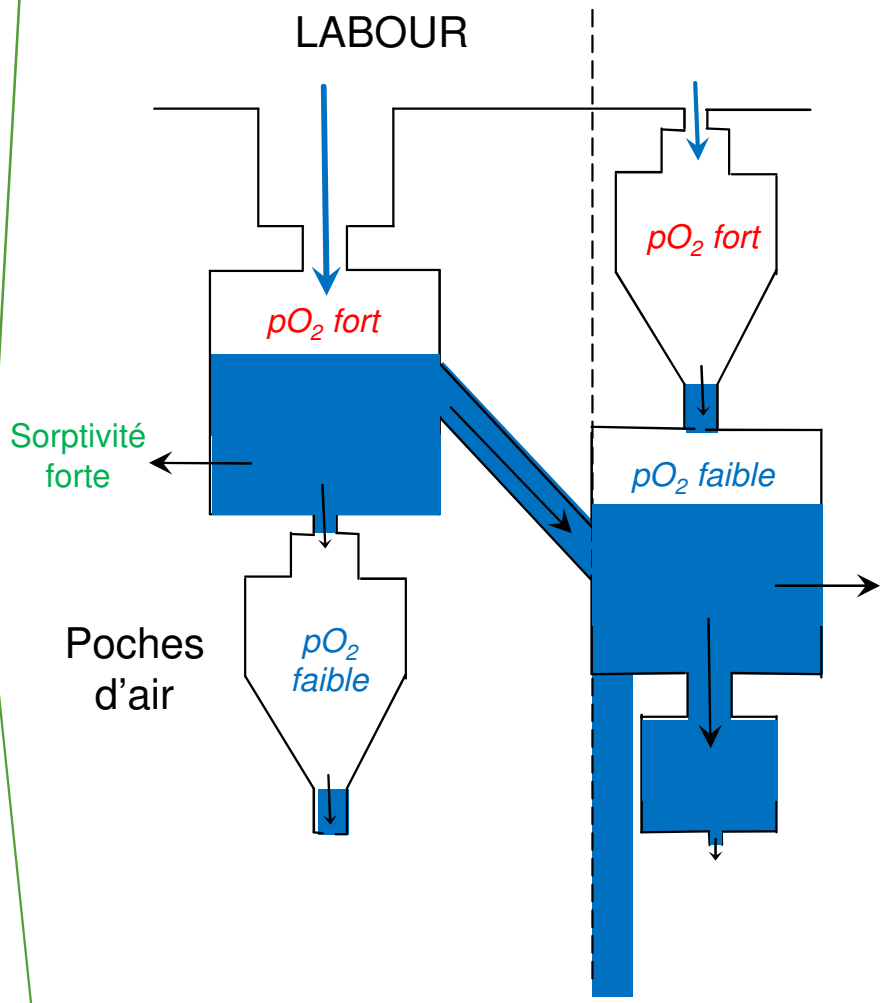
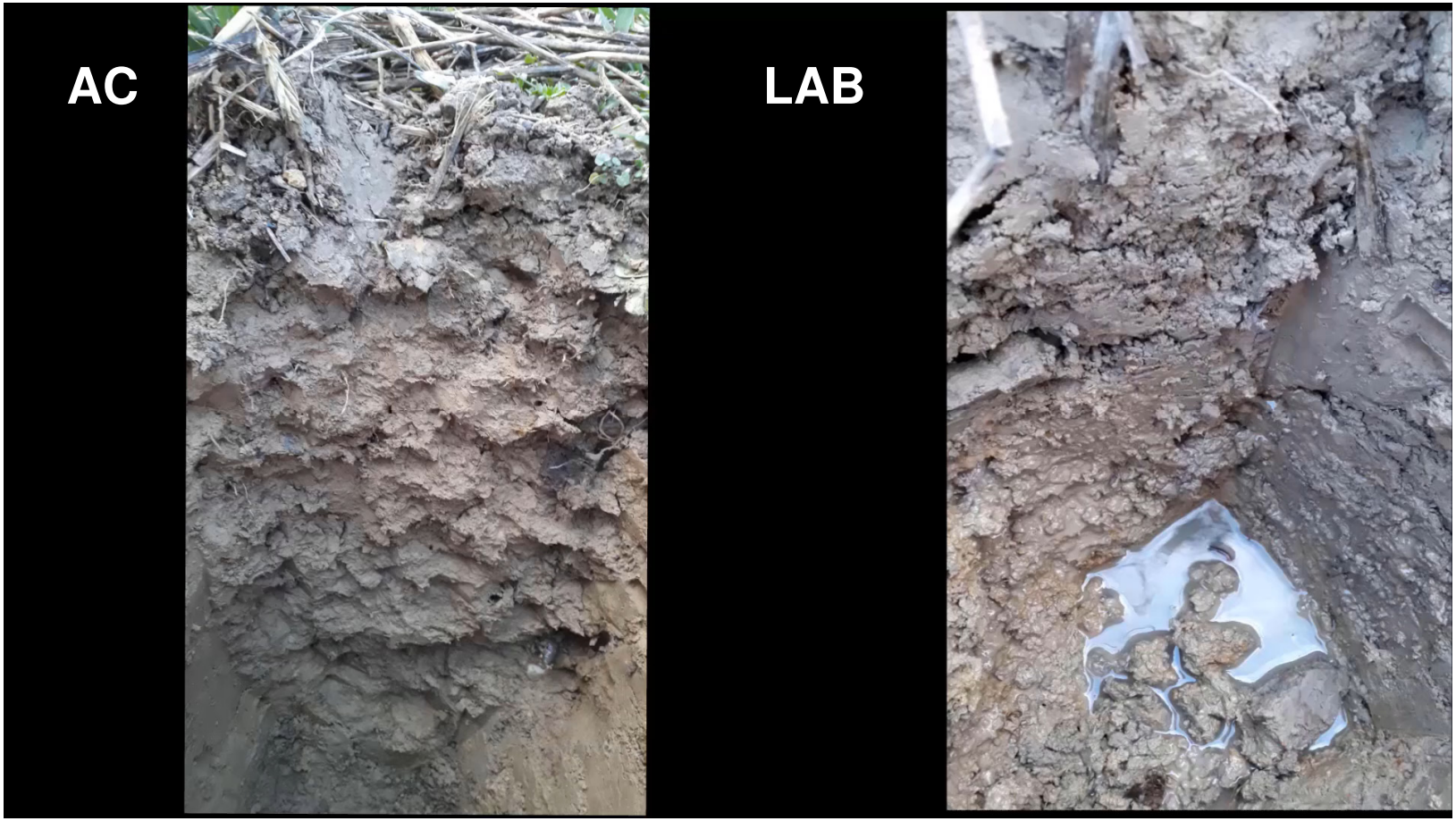


Schéma conceptuel comparatif



Différences de perméabilité latérale entre systèmes

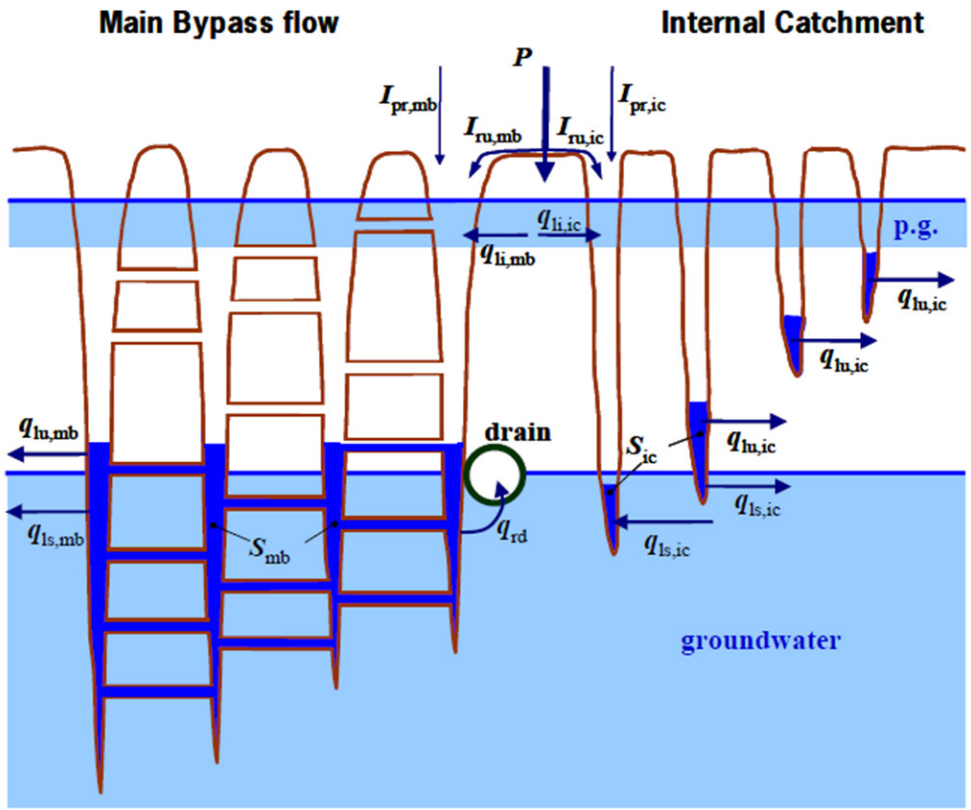


Redistribution hydrique sous pluie naturelle

Sol labouré avec connexions latérales

⇩

Mise en charge des connexions latérales et redistribution verticale rapide

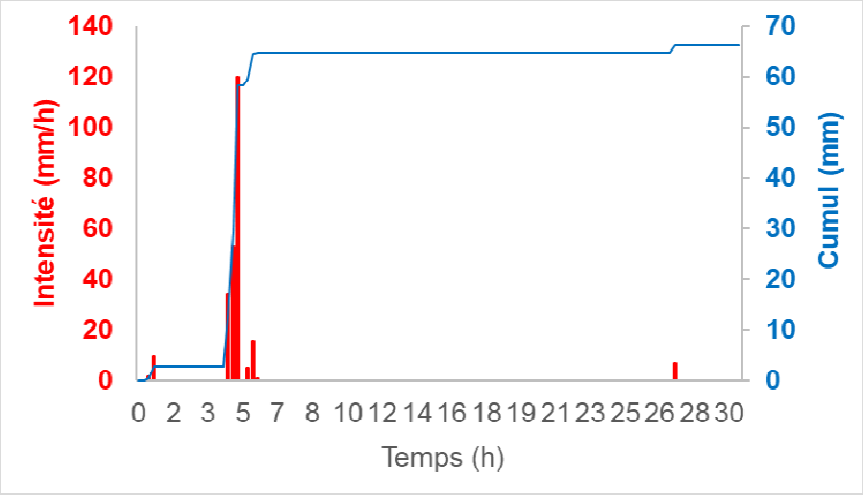


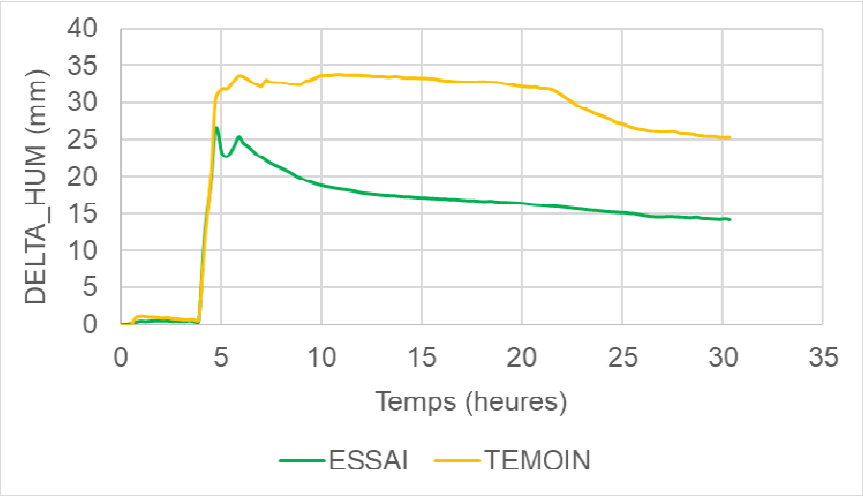
Sol en ACS avec connexions verticales par des biopores

⇩

décroissance du volume macroporal en profondeur et des flux d'eau

Redistribution verticale sous pluie naturelle





NB: Pluie du 10/8/2017 à Estampes

BILAN

PLUIE: 66 MM

Δ STOCK: 26 MM VS. **34 MM**

DIFFERENCE: 40 MM VS. **32 MM**

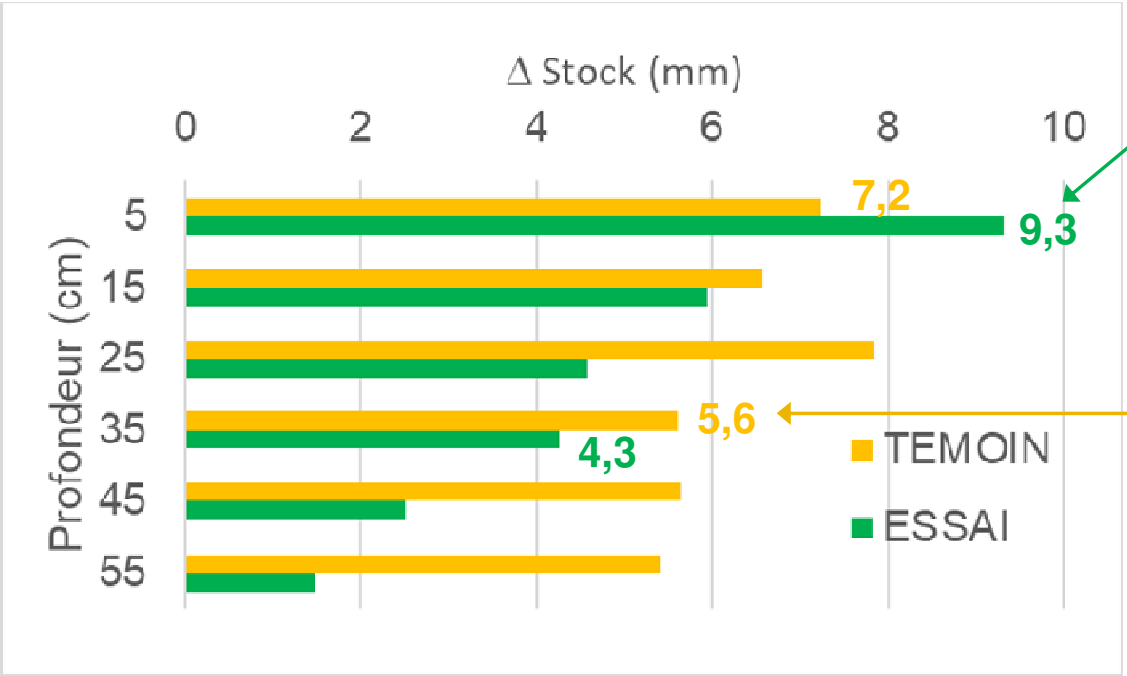
D'où vient la différence ?

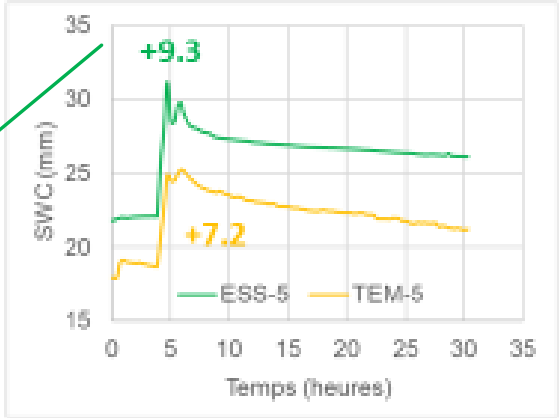
- Evacuation par les drains
- Ruissellement de surface
- Interception
- Imprécision de mesure

Comment se redistribue l'eau dans les sols ?

- ESSAI: 10 mm évacués en 24 h
- TEMOIN: drainage démarre 15 h après la pluie
- Et entre les couches de sol ?

Redistribution verticale sous pluie naturelle





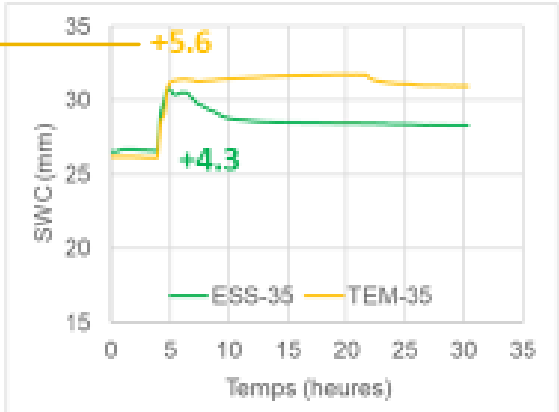
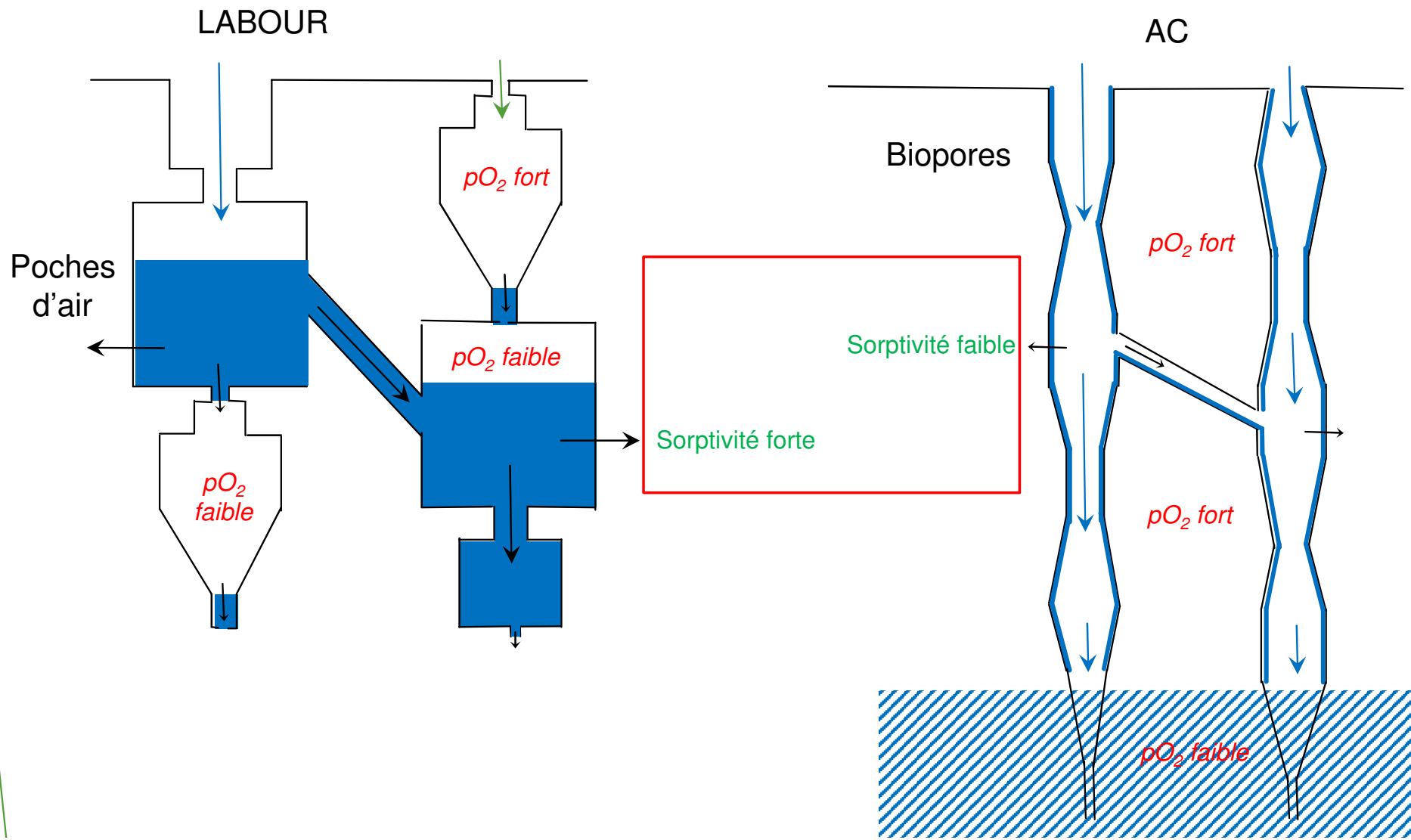
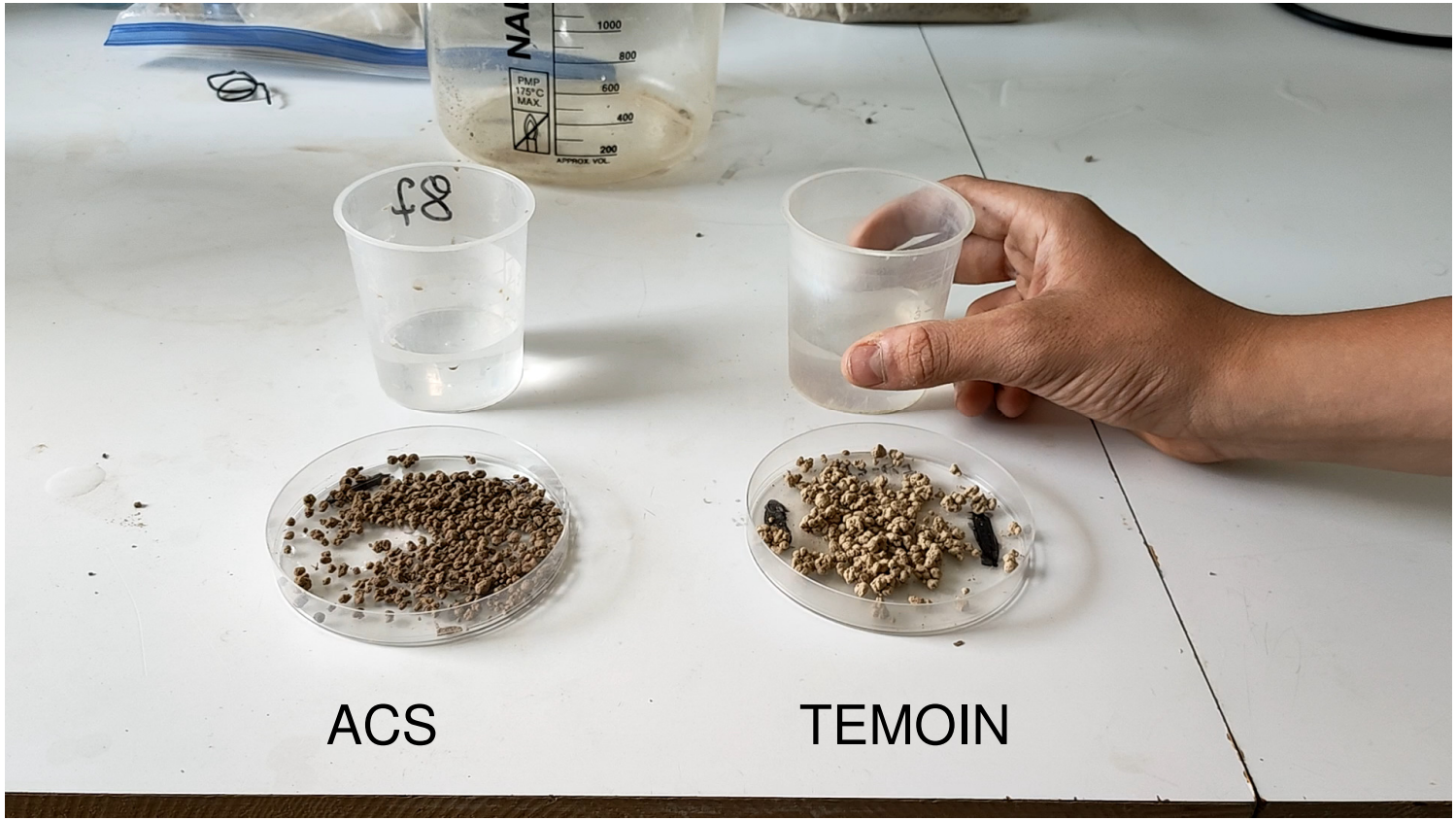


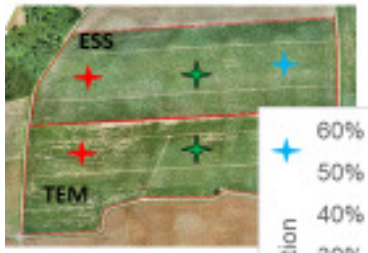
Schéma conceptuel comparatif

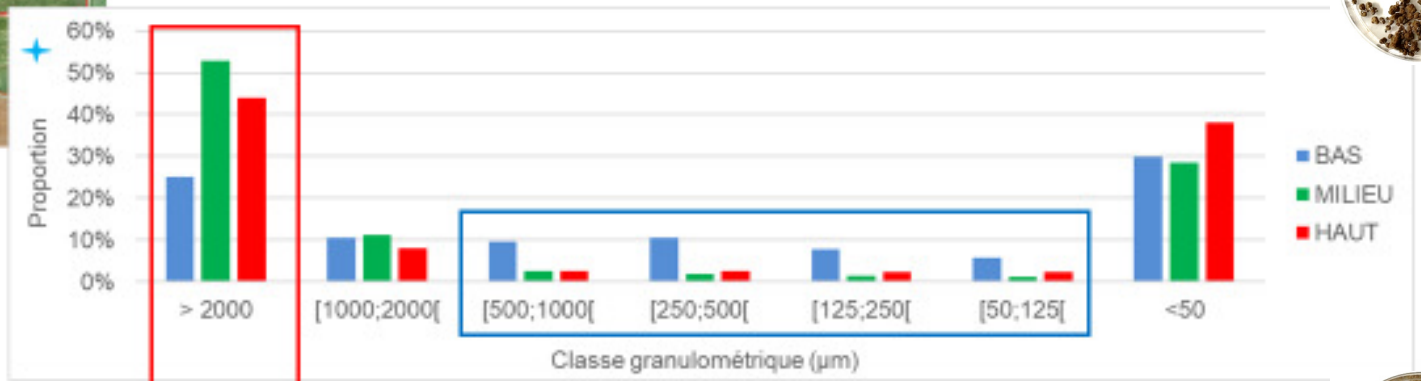


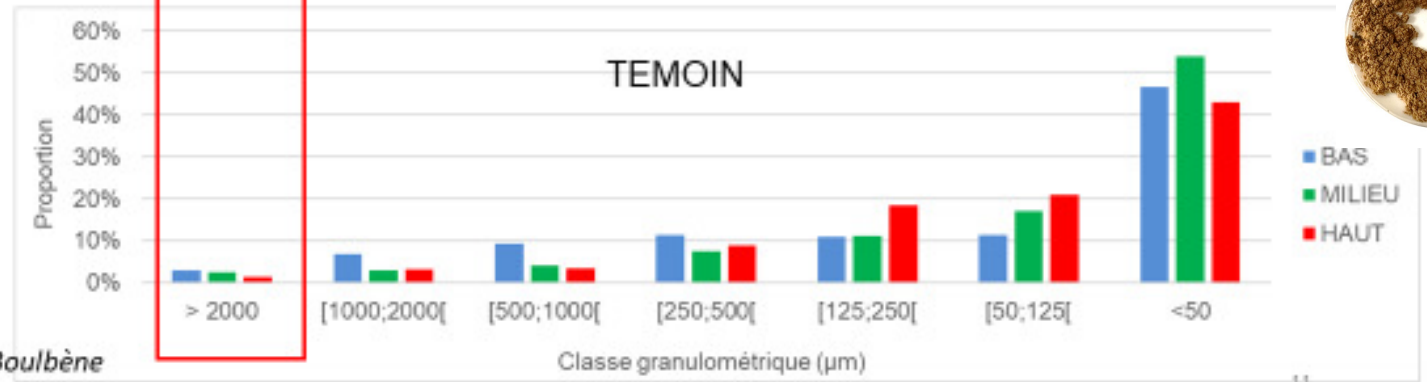
Sorptivité des agrégats et stabilité associée



Tests de stabilité structurale normalisés

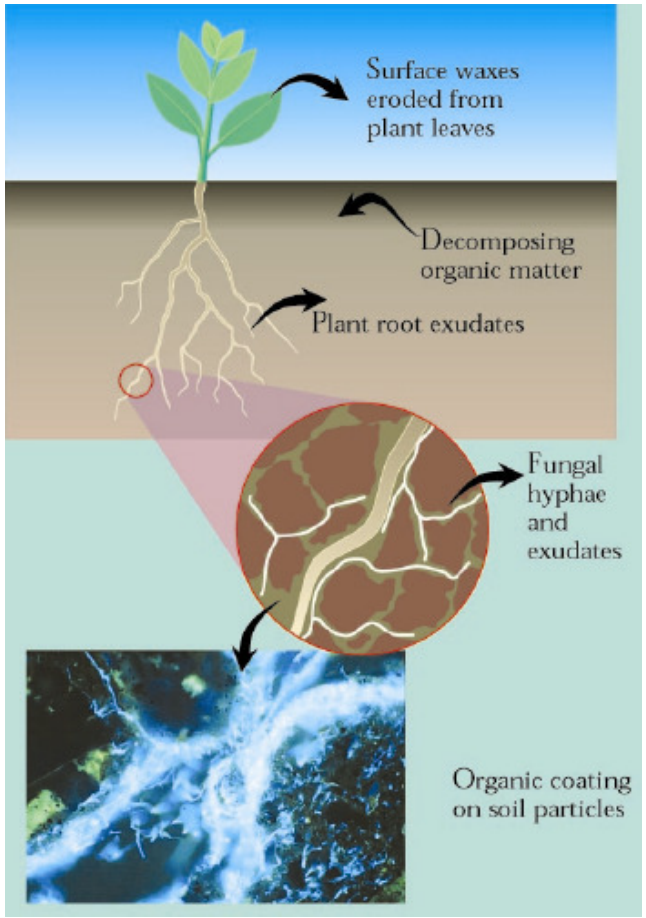




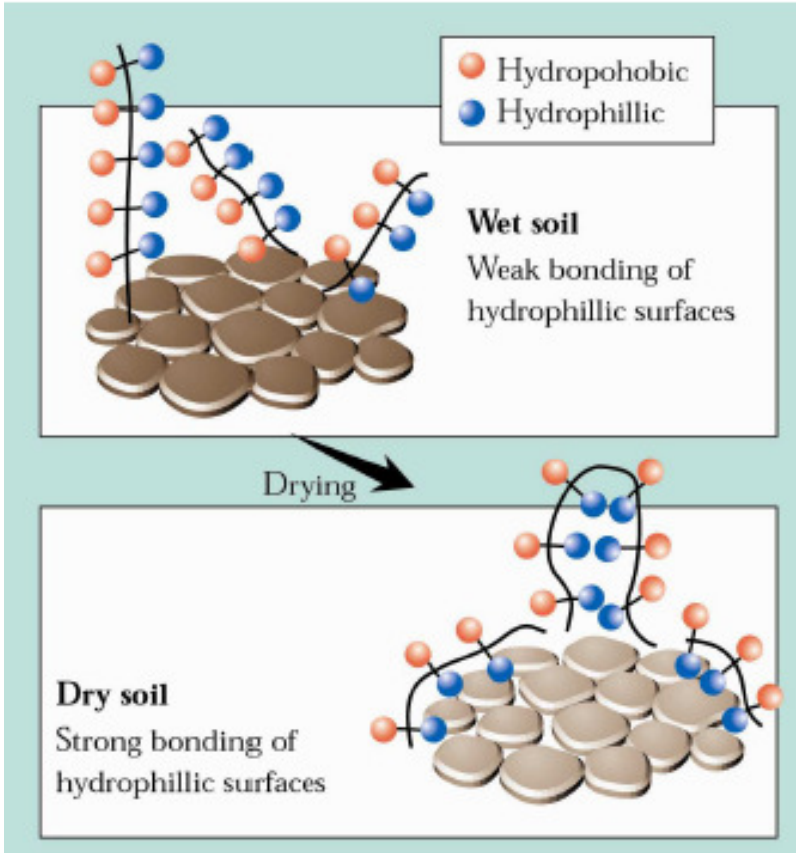


Estampes (32) – Boulbène
Test d'humectation rapide

Déterminants biotiques de la structure des sols



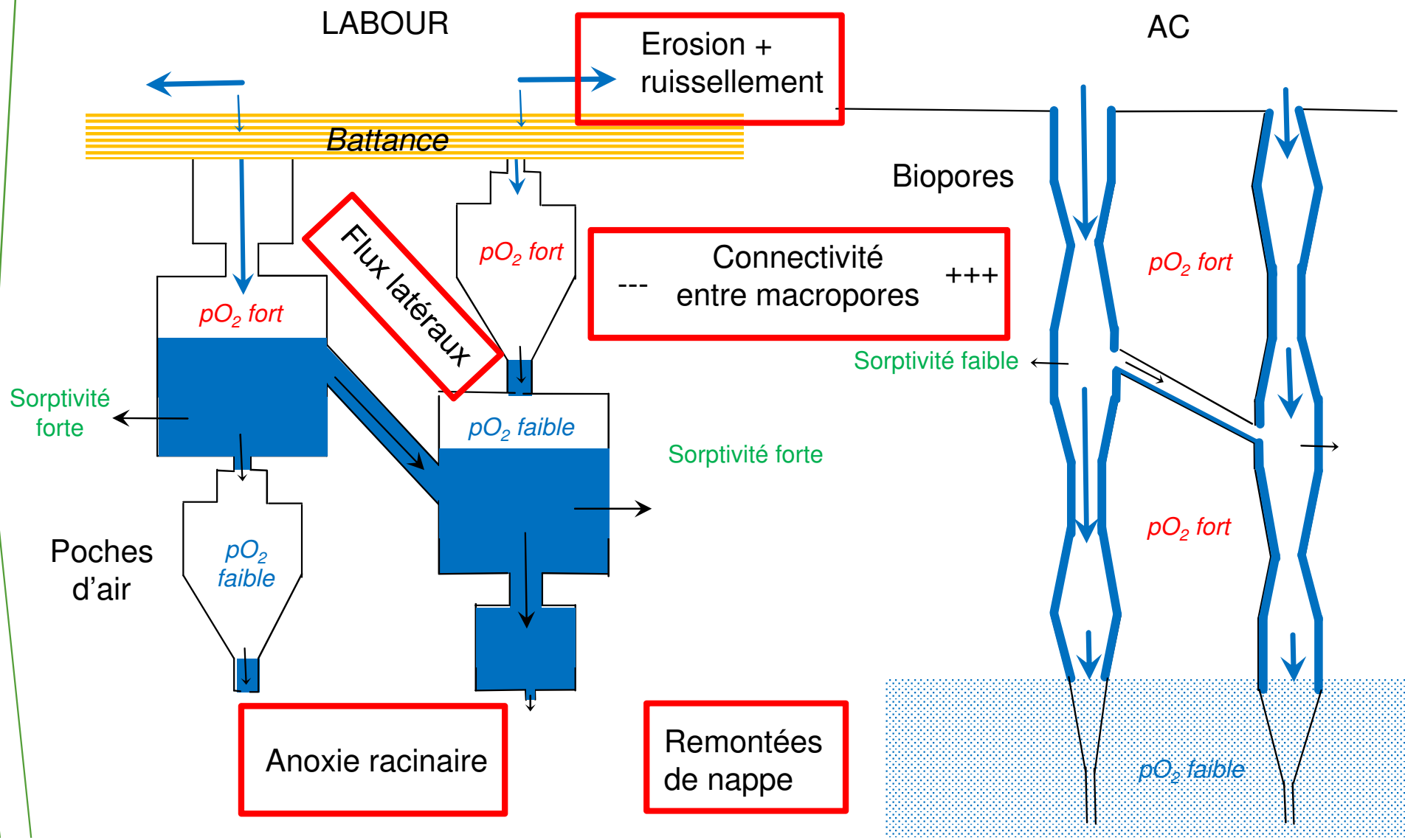
The origin of water repellency from microbiota and decomposing organic matter in soil (from Hallet et al., 2007)



The transient nature of water repellency caused by hydrophilic hydrophilic and hydrophilic-surface bonding during drying

(1) Progrès de connaissance

Conclusions



Conclusions

(2) Leviers d'action

Modulation infra-parcellaire des pratiques

- Raisonnement fondé sur l'identification (par télédétection) des patterns spatiaux d'anomalies de développement des cultures
- Gestion différenciée des hot spot biogéochimiques émetteurs de GES

Régénération biologique

- Sélection des couverts hivernaux
  - ❖ Architecture racinaire et effets sur la connectivité porale
  - ❖ Tendance à la rhizodéposition et potentiel de stimulation microbienne

Régénération mécanique de la porosité

- Décompaction/sous-solage
  - ❖ Effets améliorateurs attendus
  - ❖ Incertitudes (ex: perturbation du réseau mycélien)

Solutions biotechnologiques

- Correction des propriétés structurales avec des biostimulants microbiens
- Premiers résultats non encore consolidés, pas de production de masse

Conclusions

(3) Transposition aux échelles de gestion

- Difficulté conceptuelle: la notion de seuil d'impact des pressions
  - ✓ non-linéarité des réponses hydrologique et biogéochimique
  - ✓ Agencement spatial des parcelles, connectivité aux zones cibles et aux filtres bgc
  - ✓ Fragmentation des paysages et altération des fonctions paysagères

- Etudes prospectives: adaptations nécessaires des approches de modélisation
  - ✓ By-pass hydrologiques: macropores, linéaires compactés, fossés, drains
  - ✓ Partition entre flux vertical et latéral => localisation des surfaces contributives au ruissellement, etc..

- Approches diagnostiques rétrospectives
  - ✓ Approches diachroniques: trajectoire de réponse à partir d'un état zéro
  - ✓ Approches synchroniques: sélection de bassins versants à différents stades de la transition
  - ✓ Evolution des patterns spatiaux d'anomalies de développement des cultures après changement de système
  - ✓ Evolution pluriannuelle de l'occupation des sols

➔ Rôle central de la télédétection spatiale et des observatoires hydrologiques long terme

Circulations d'eau dans les sols en système agro-écologique

Lionel Alletto, Julie Bréchemier, Vincent Bustillo, Sixtine Cueff, Maylis Lachaussée, Solen Quéguiner