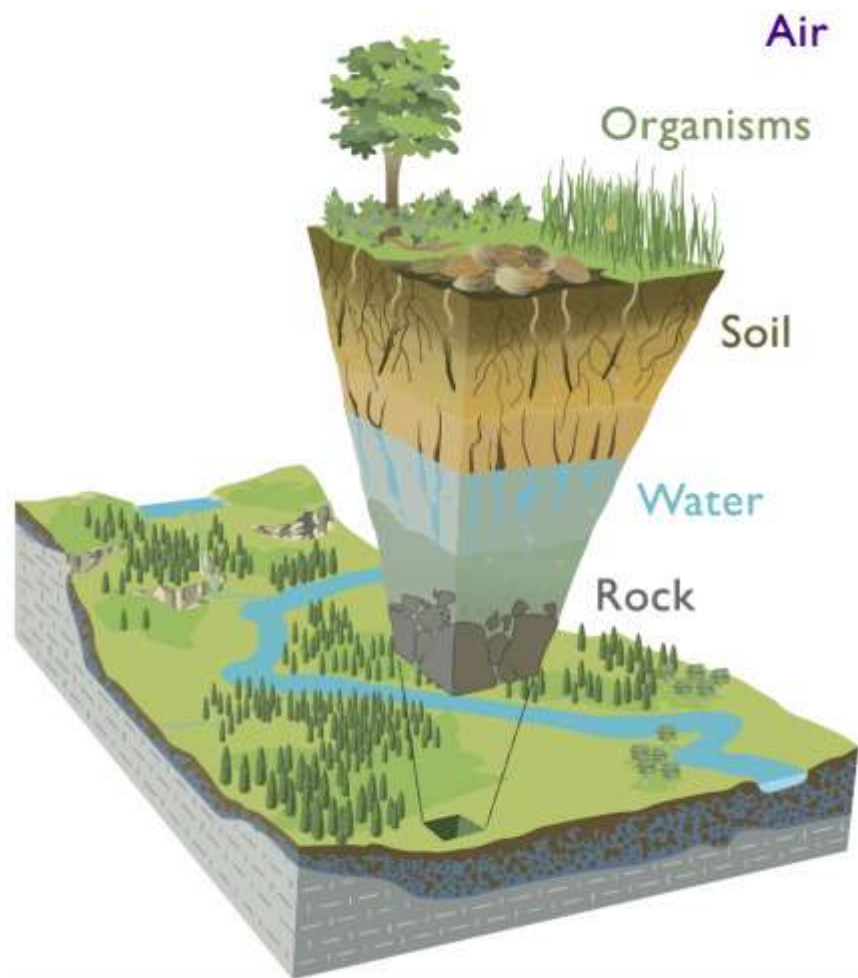


Simon D. Carrière, Julien Ruffault, Coffi Belmys Cakpo,
Albert Olioso, Claude Doussan, Guillaume Simioni, Konstantinos Chalikakis, Nicolas Patris,
Florence Courdier, Arnaud Jouineau, Nicolas Mariotte, William Brunetto, Olivier Ambrosio,
Hendrik Davi, Nicolas K. Martin-StPaul.



Caractérisation isotopique et géophysique de l'utilisation de l'eau profonde par les arbres

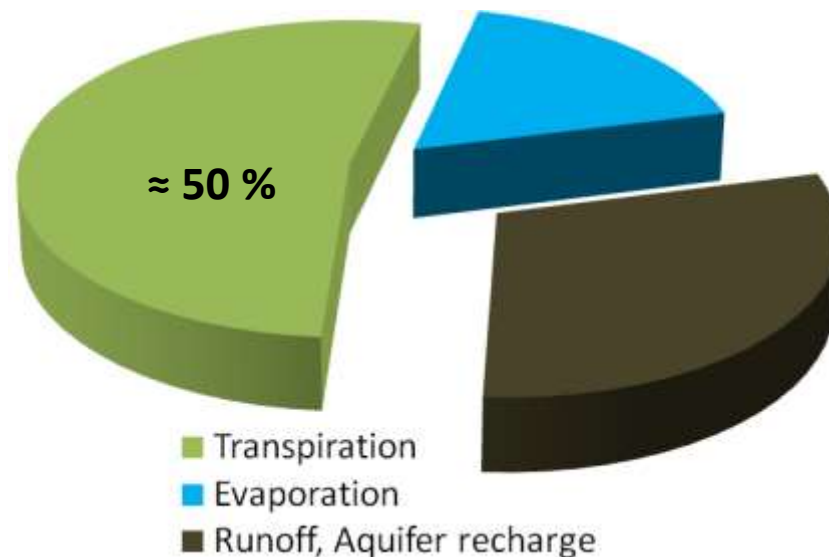
- La zone critique



- Un terme dérivé de l'anglais qui ne veut pas dire grand-chose...?
- L'approche « zone critique », un approche interdisciplinaire avant tout!

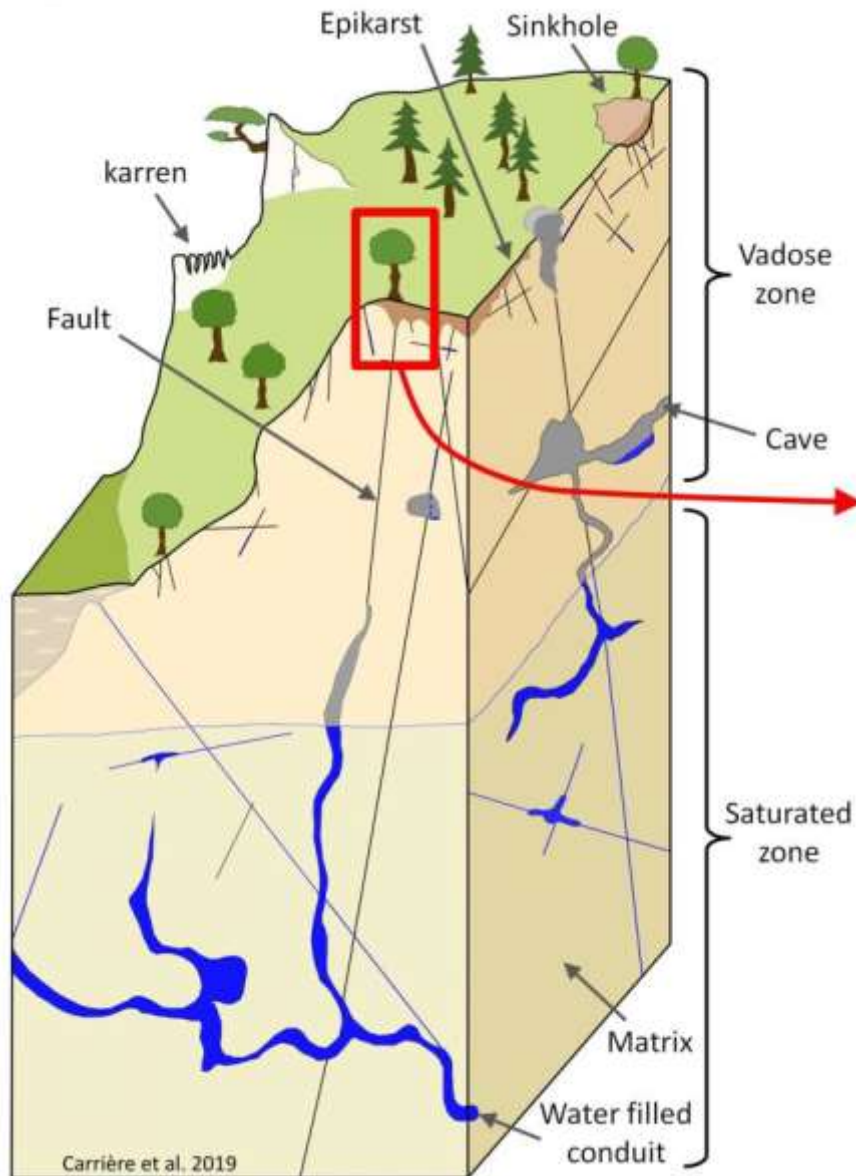
- Evapotranspiration (ET)
 - ≈ 70% des précipitations à l'échelle des continents (*Oki et Canae 2006; Fisher et al. 2017*)
 - ≈ 85% en zone tropical (*Maréchal et al. 2009; Velluet et al. 2014*)
 - ≈ 80% autour de la Méditerranée (*Brutsaert 2005*)
- Transpiration
 - ≈ 75% de ET sur le bassin méditerranéen (*Rambal 2014*)

Répartition des
pluies continentales



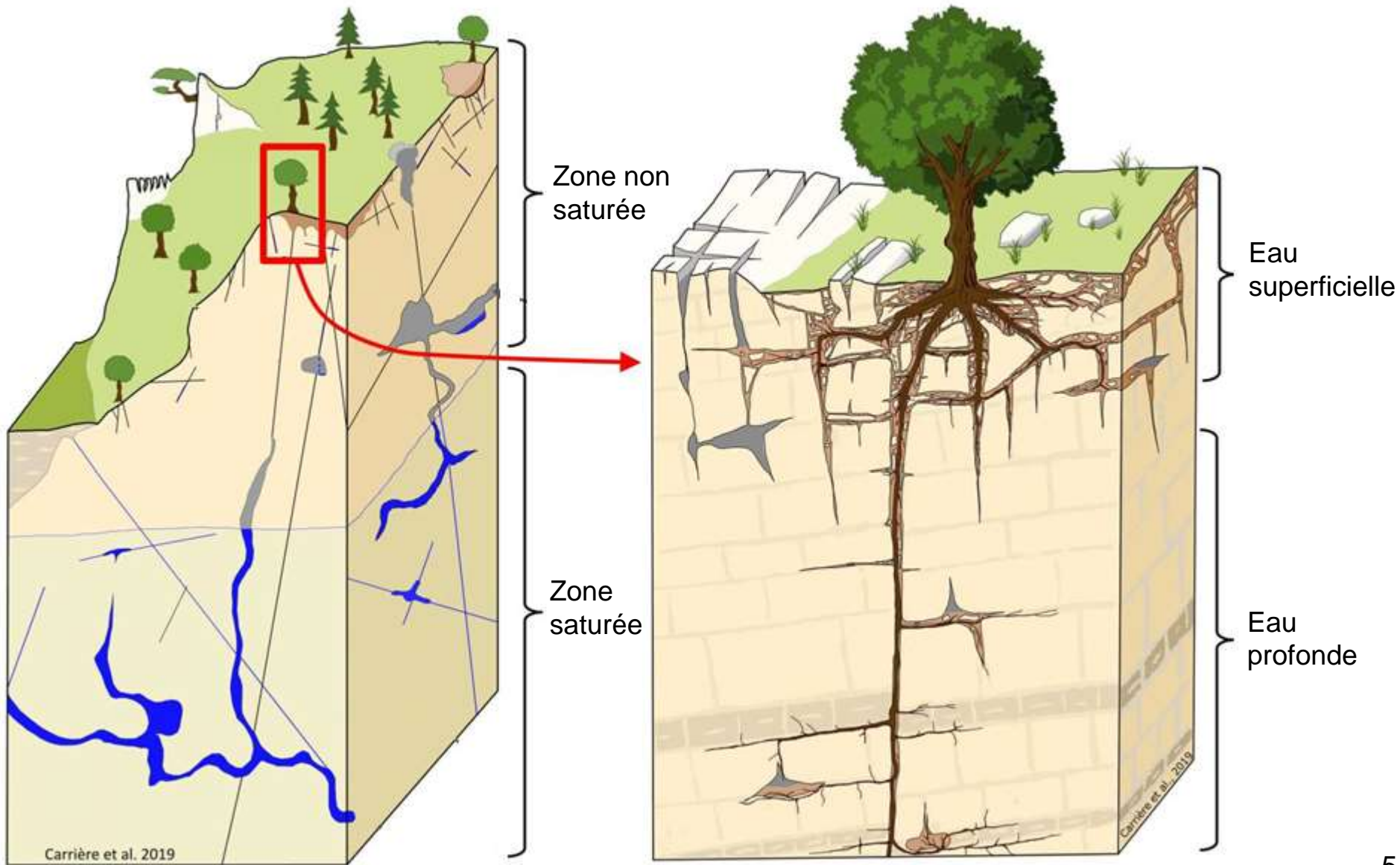
- Fort impact de la végétation sur la recharge des aquifères et le ruissellement
- Les milieux sont les zones les plus mal connues
- Quelle évolution de T dans le contexte de CC?

- Milieux karstiques → hétérogènes → complexes



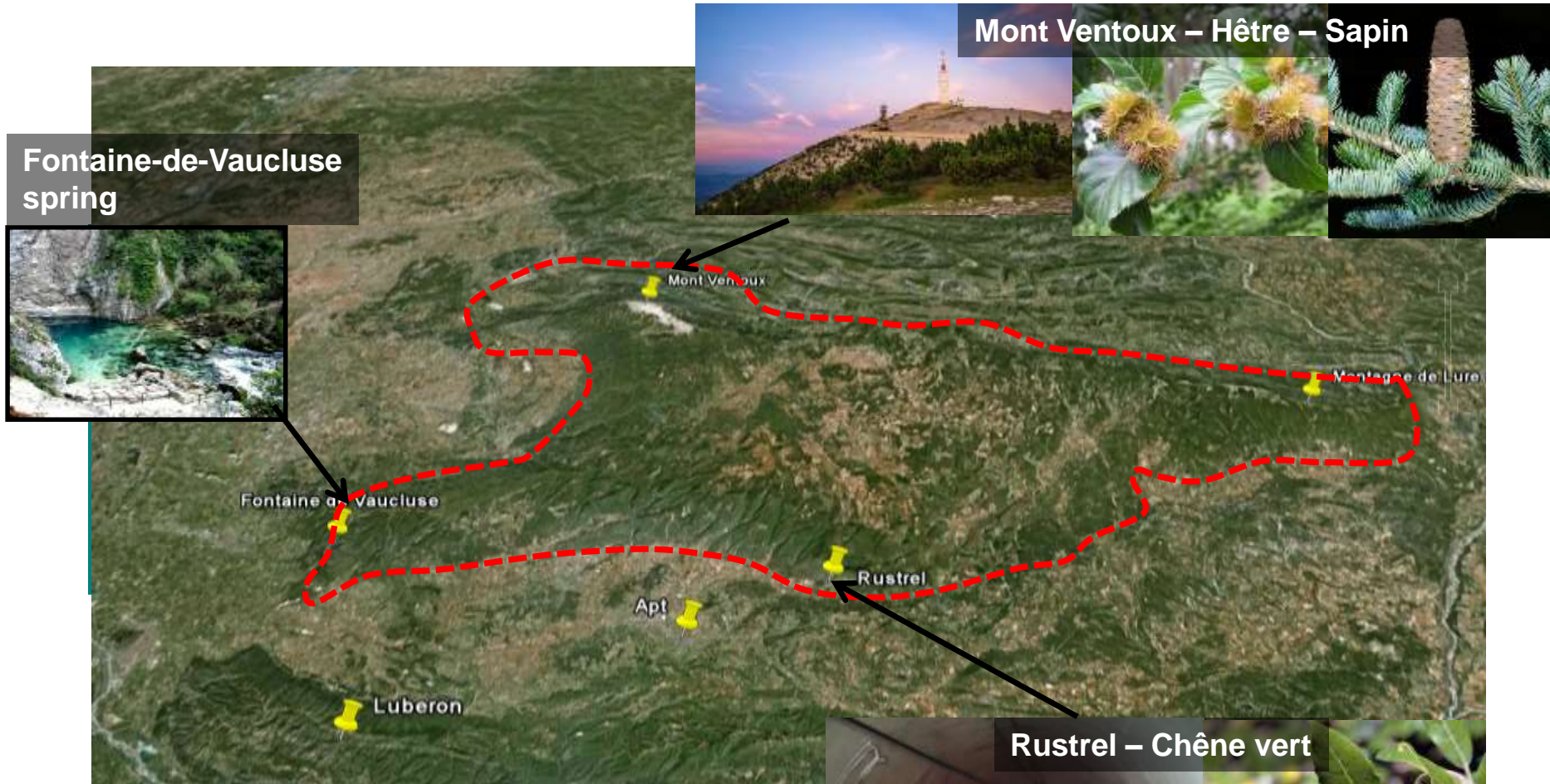
- Milieux karstiques → hétérogènes → complexes

Comment caractériser l'utilisation de l'eau profonde?



■ Sites expérimentaux

➤ Altitude 1350m

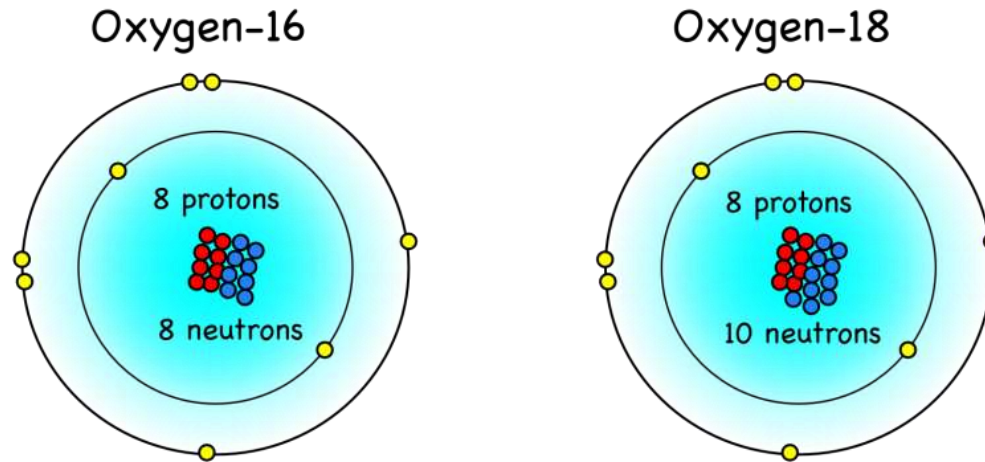


- Calcaires crétacés (faciès Urgonien)
- Sols peu épais et rocailloux
- Forêts méditerranéennes

➤ Altitude 530m

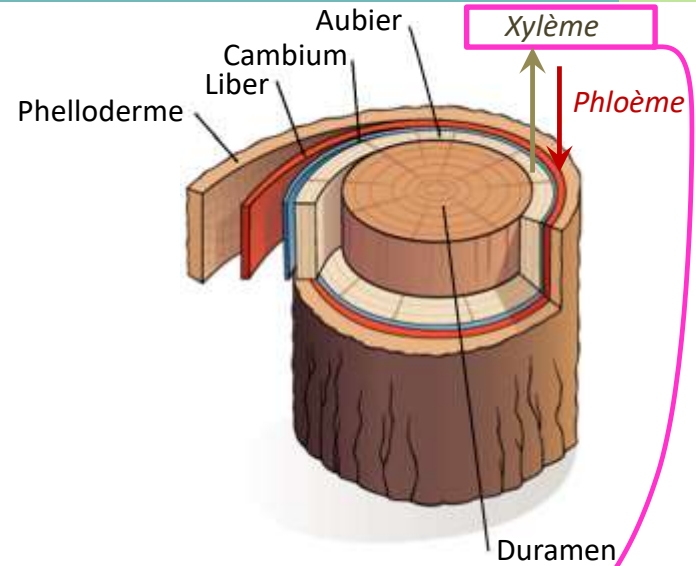
■ Traçage isotopique

- ^{18}O – informe sur l'origine de l'eau prélevée
(e.g. Ellsworth et Williams 2007; Barbeta et al. 2015)

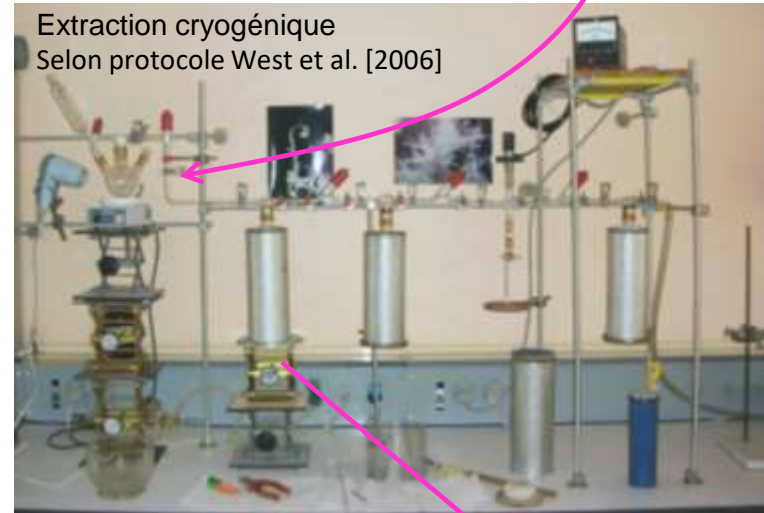
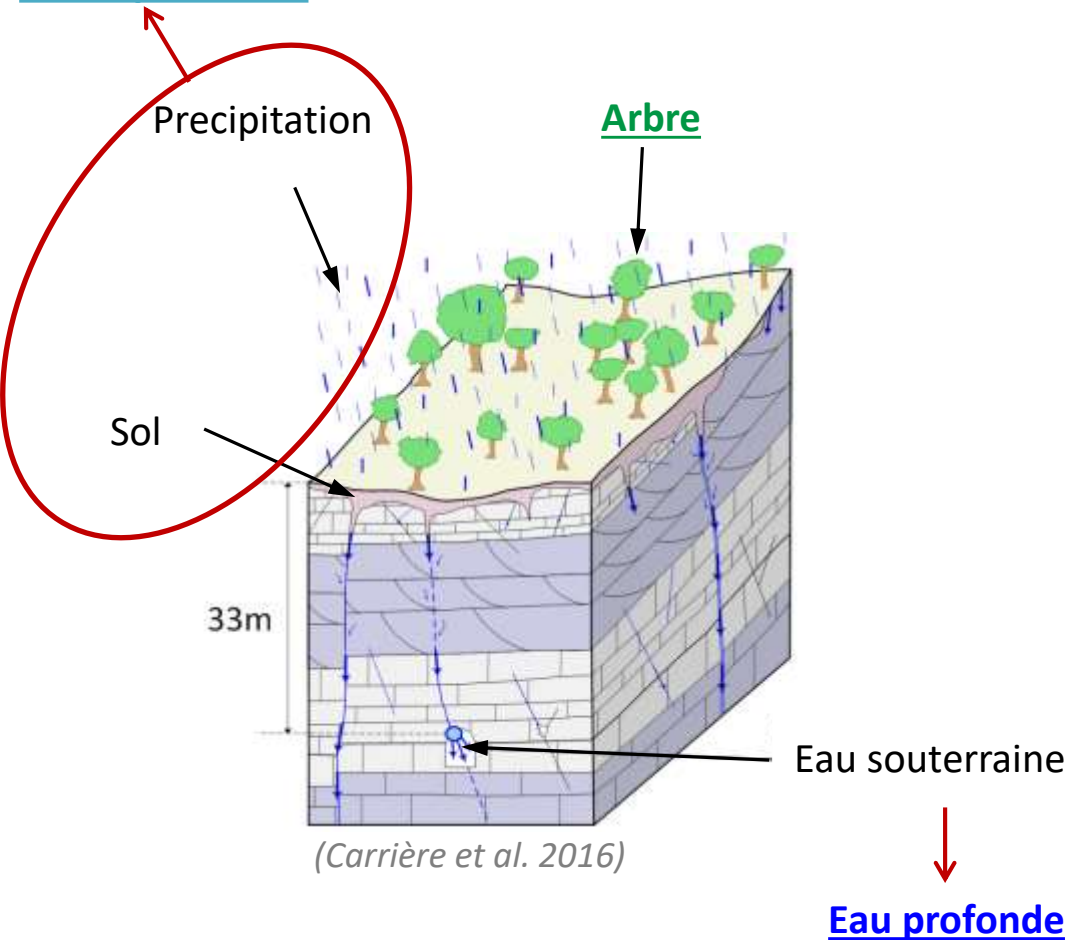


■ Traçage isotopique

- ^{18}O – informe sur l'origine de l'eau prélevée
(e.g. Ellsworth et Williams 2007; Barbeta et al. 2015)



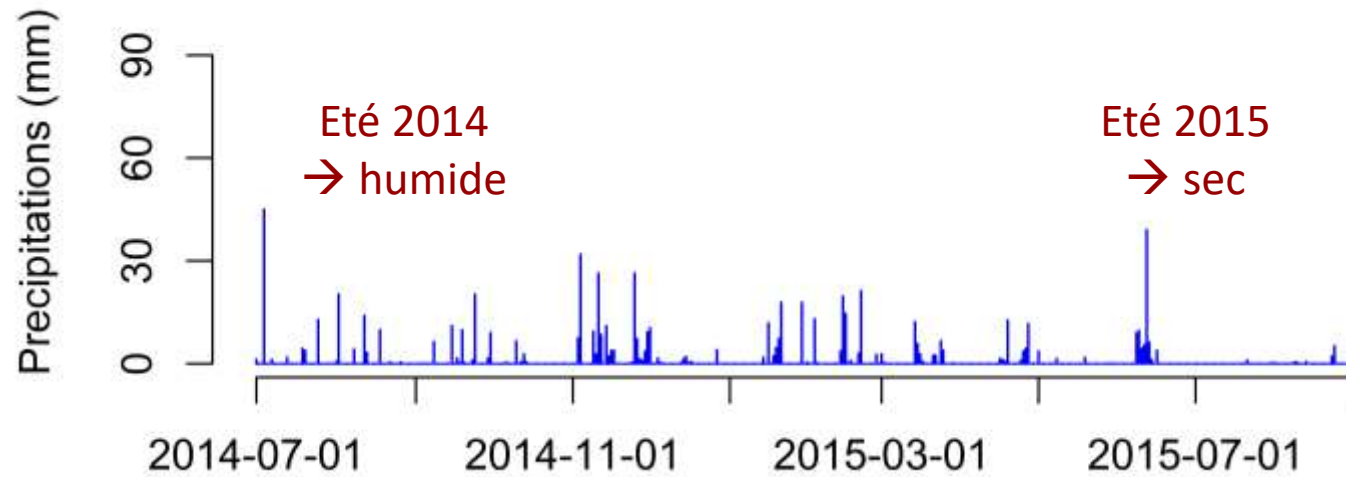
Eau superficielle



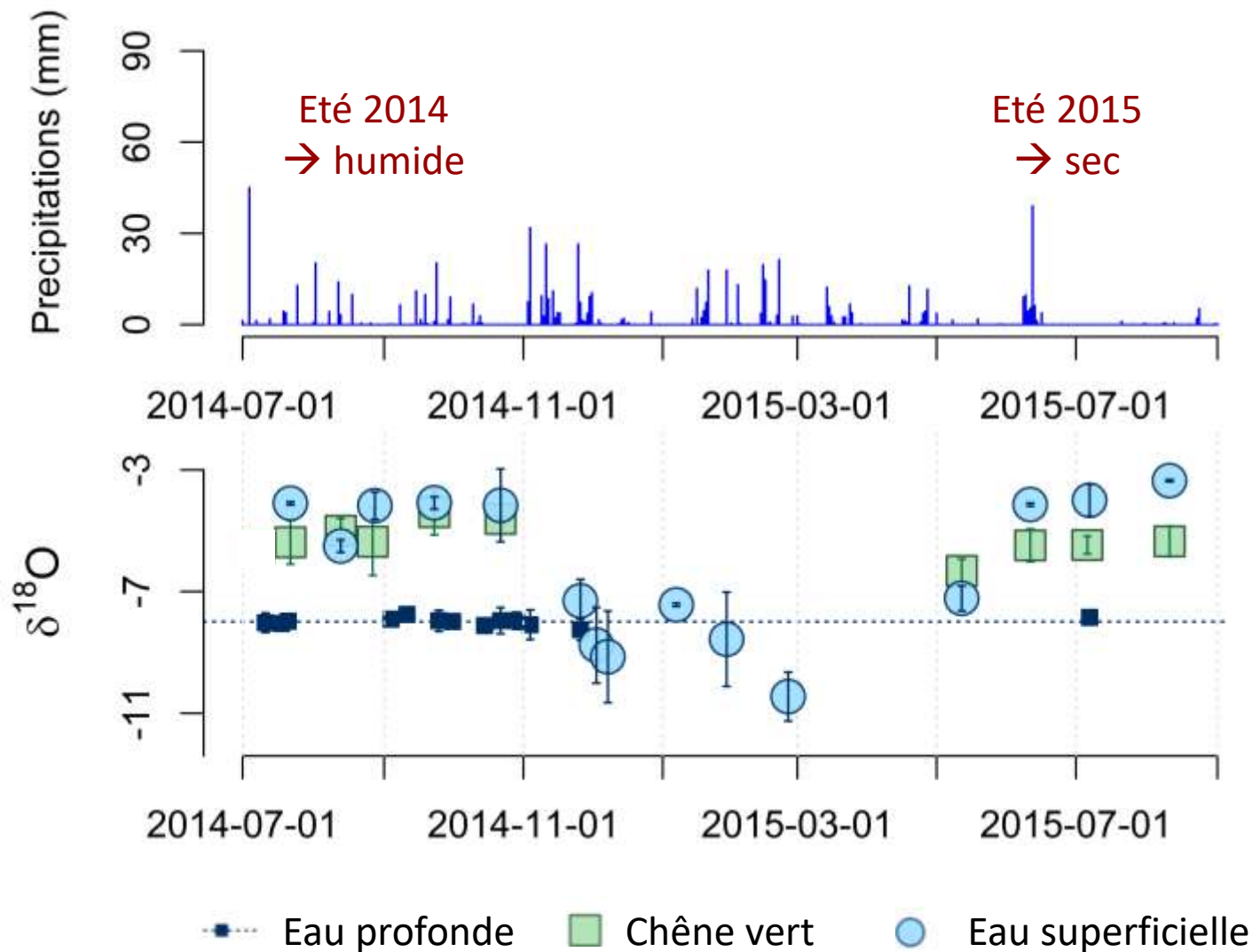
Extraction cryogénique
Selon protocole West et al. [2006]

Analyse au spectromètre
de masse

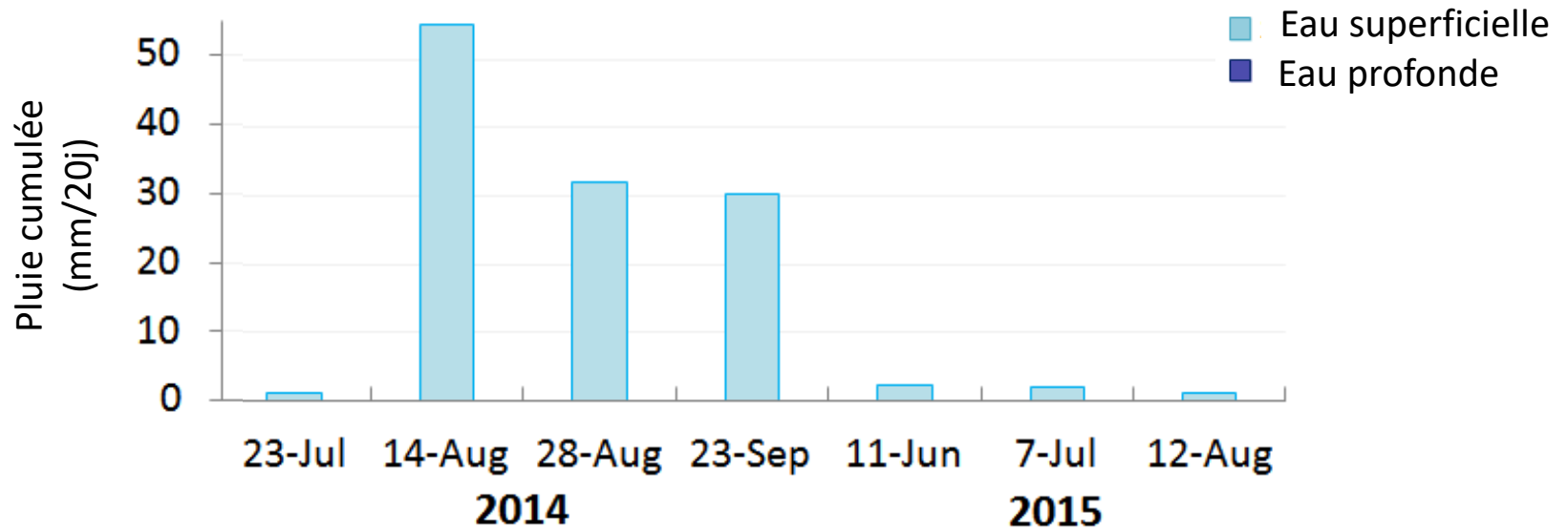
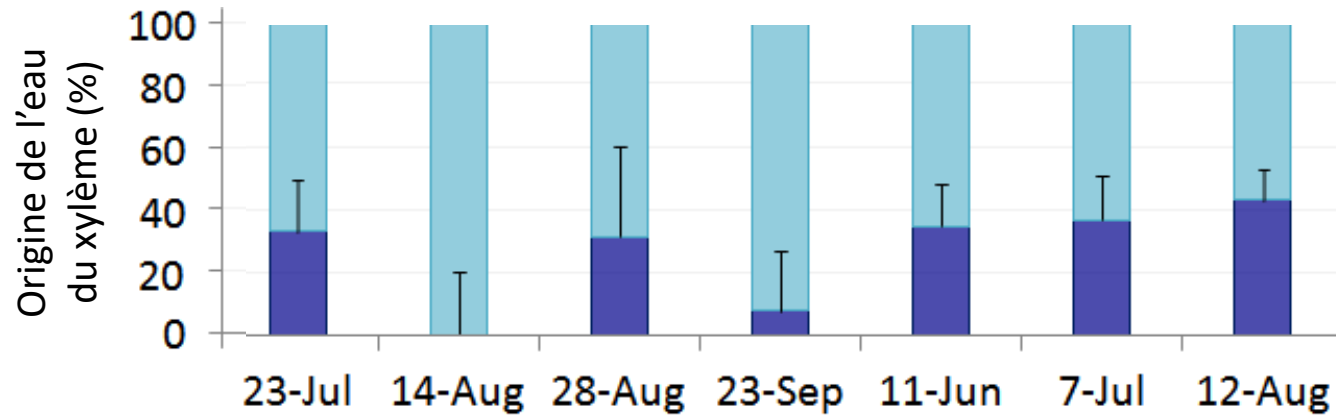
■ Dynamique temporelle du traçage isotopique



■ Dynamique temporelle du traçage isotopique

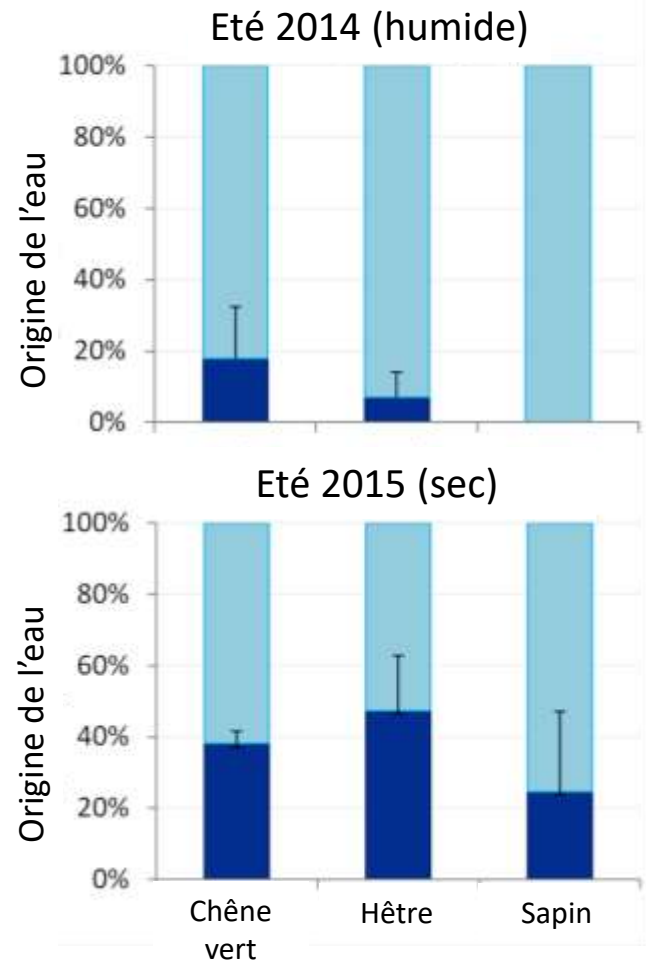
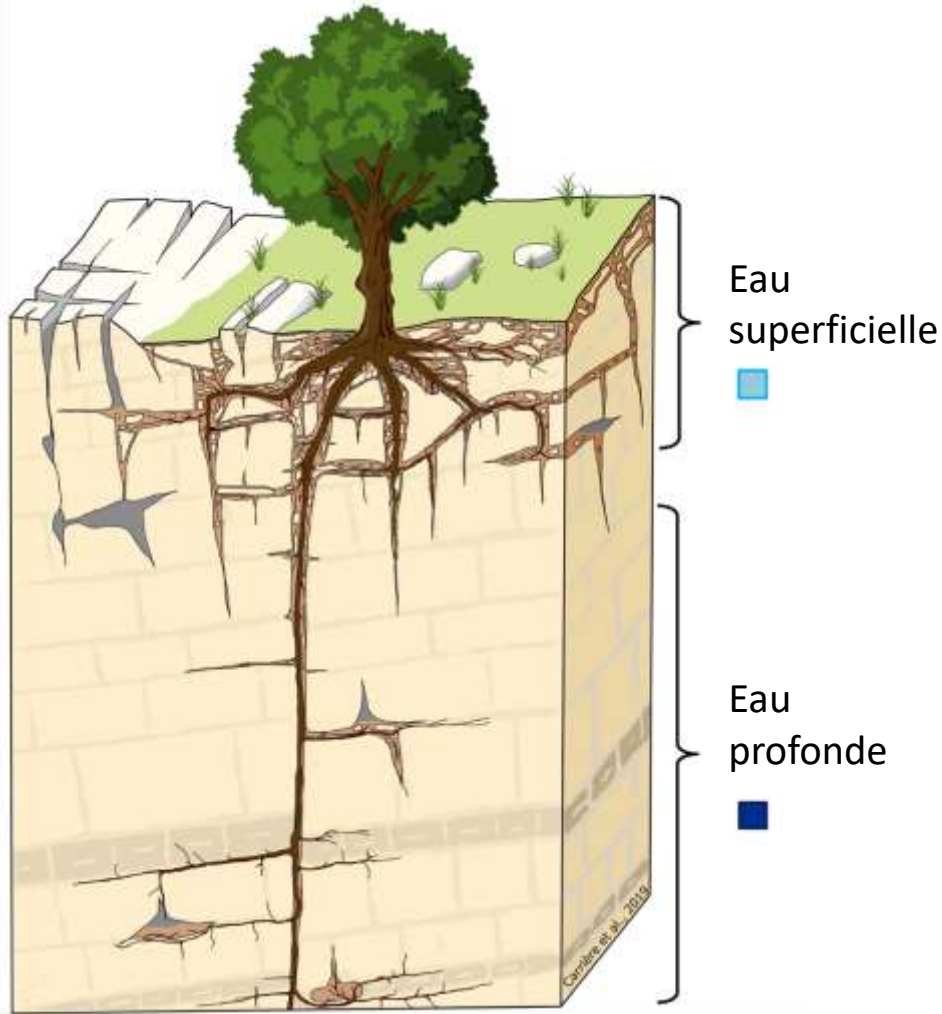


■ Origine proportionnelle de l'eau des arbres



➤ Les arbres prélèvent plus d'eau profonde lors des sécheresses

■ Origine proportionnelle de l'eau des arbres

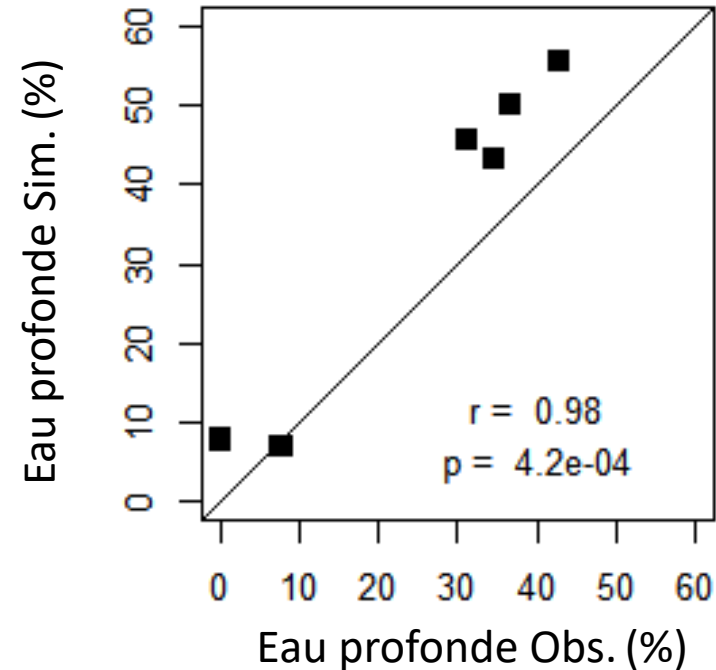
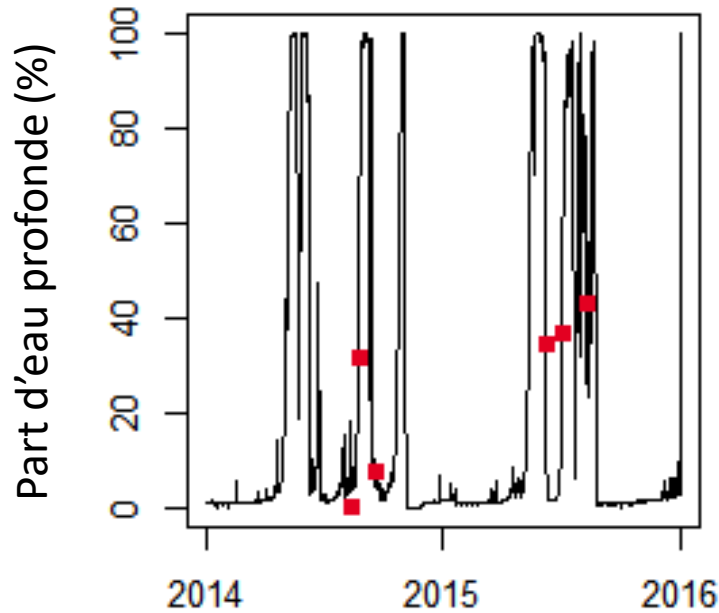


➤ Variabilité entre les espèces

➤ Le chêne a utilisé 20% d'eau profonde durant l'été 2014 et 40% en 2015

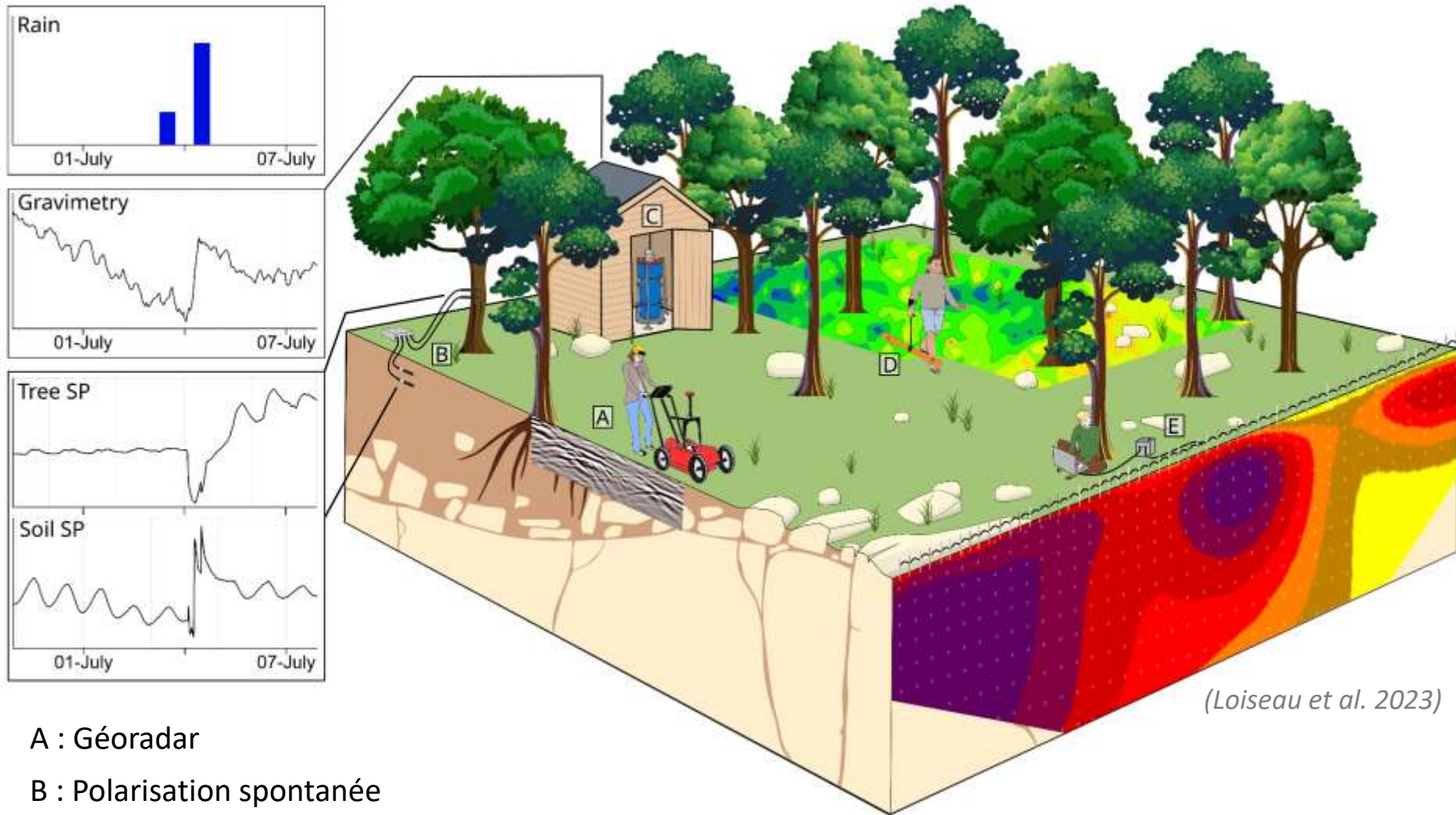
➤ Quel volume cela représente?

- Reproduction des données observées avec le modèle SUREAU



- 1,2% de racines dans le compartiment profond
- ≈ 20 mm/an d'eau profonde $\rightarrow \approx 7\%$ de l'ET annuelle

■ Géophysique



(Loiseau et al. 2023)

A : Géoradar

B : Polarisation spontanée

C : Gravimétrie

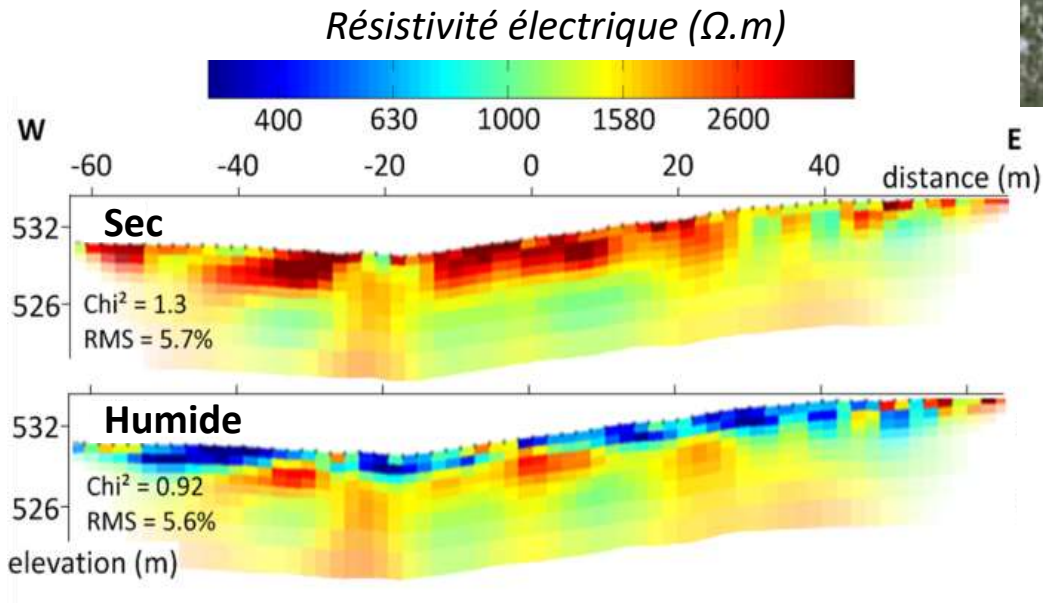
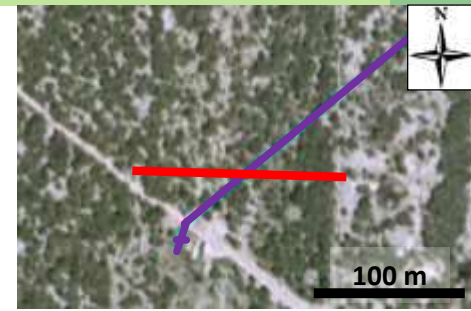
D : Induction électromagnétique

E : Tomographie de résistivité électrique

■ Tomographie de résistivité électrique (ERT)

Rustrel (84)

Variabilité spatiale de l'eau totale disponible (TAW)



Après 2 mois de sécheresse

Après 230mm de pluie cumulée

■ LSBB ■ Profil ERT

(Carrière et al. 2015)

■ Tomographie de résistivité électrique (ERT)

Rustrel (84)

Variabilité spatiale de l'eau totale disponible (TAW)

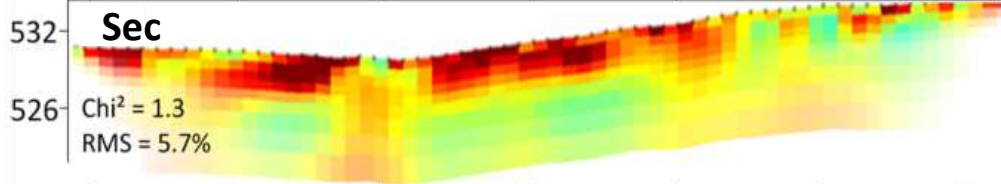


■ LSBB ■ Profil ERT

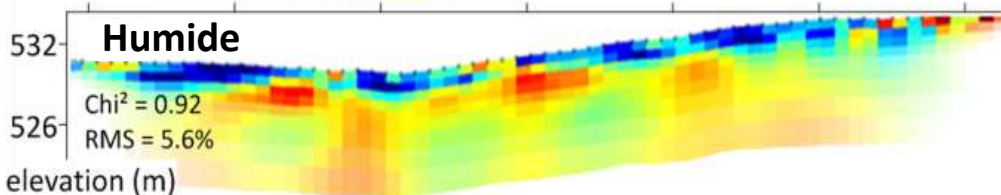
Résistivité électrique ($\Omega.m$)



Après 2 mois de sécheresse

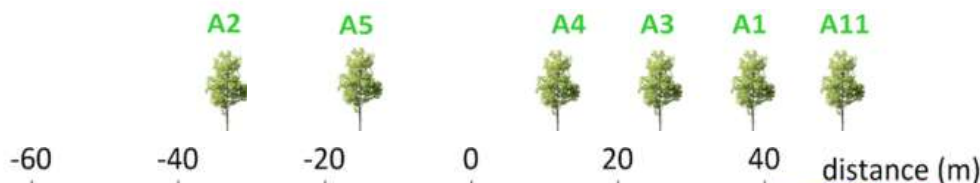


Après 230mm de pluie cumulée



(Carrière et al. 2015)

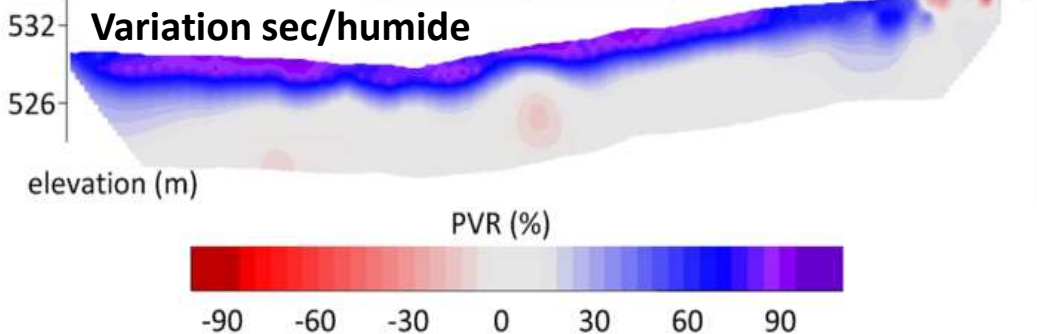
$$PVR (\%) = \frac{\rho_{dry} - \rho_{wet}}{\rho_{dry}} * 100$$



Changement de résistivité lié à l'eau



PVR proxy de TAW



■ Tomographie de résistivité électrique (ERT)

Variabilité spatiale de l'eau totale disponible (TAW)

Rustrrel

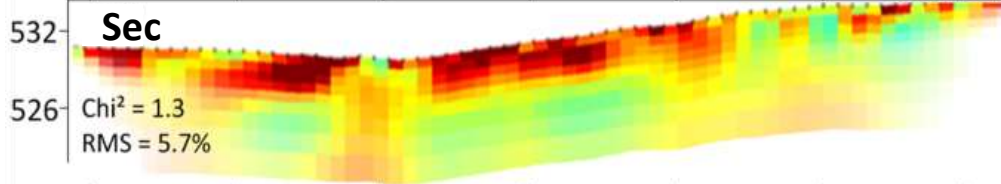


■ LSBB ■ Profil ERT

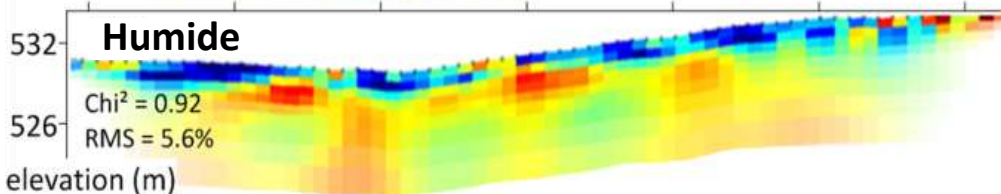
Résistivité électrique ($\Omega.m$)



Après 2 mois de sécheresse

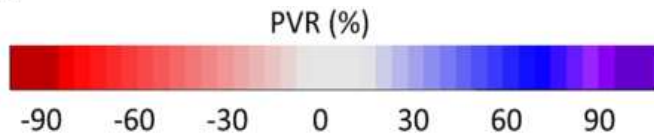
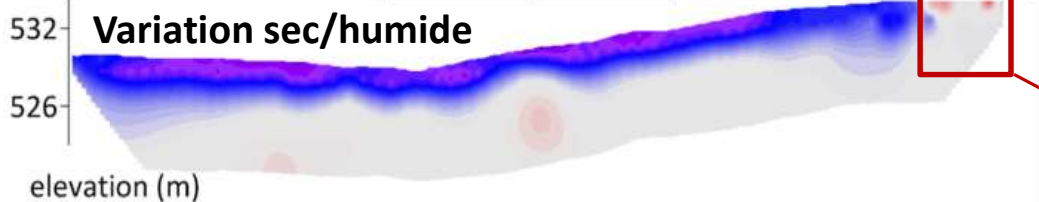
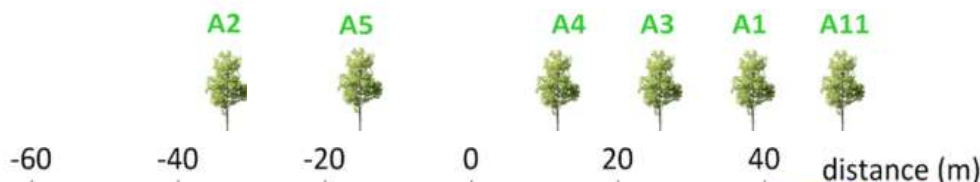


Après 230mm de pluie cumulée



(Carrière et al. 2015)

$$PVR (\%) = \frac{\rho_{dry} - \rho_{wet}}{\rho_{dry}} * 100$$



Changement de résistivité lié à l'eau



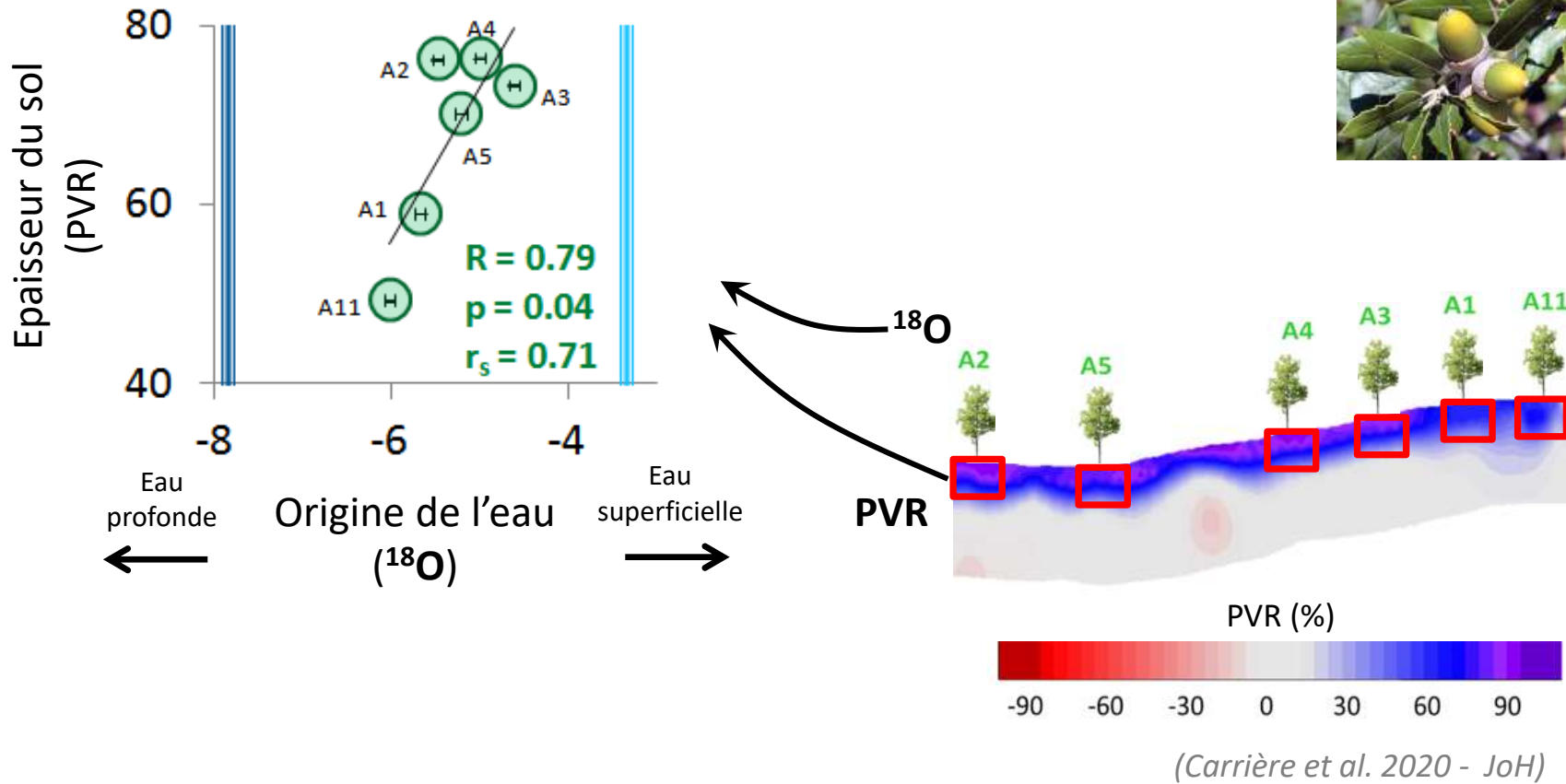
PVR proxy de TAW

PVR nul = affleurement calcaire



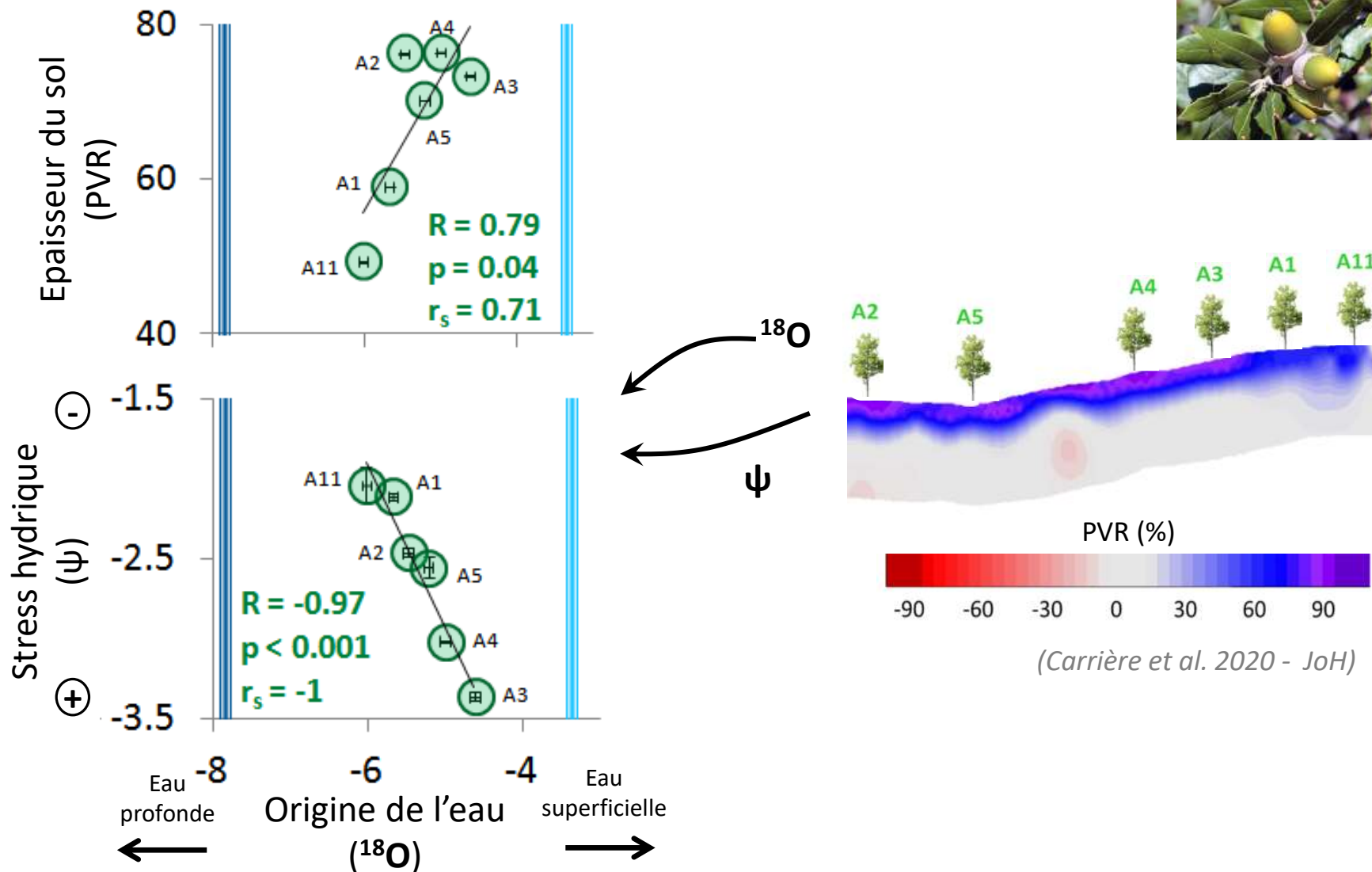
Variabilité spatiale inter-individus en période de stress hydrique

Rustrel



Variabilité spatiale inter-individus en période de stress hydrique

Rustrel



- Variabilité d'utilisation de l'eau profonde entre les individus
- Lien avec les conditions micro-environnementales

- Conclusions
 - Caractérisation de l'utilisation de l'eau profonde assez complexe (difficulté d'accès)
 - Les arbres utilisent plus intensivement l'eau profonde en été (en proportion)
 - Les volumes mis en jeu restent assez limités
 - Variabilité entre espèces et individus
 - L'eau profonde est critique pour expliquer la survie des arbres
 - Besoin d'étendre ces approches sur des sites mieux contraints (sites ICOS)

Merci pour votre attention!

