



Retour sur le séminaire « Les chemins de l'eau et le changement climatique, outils et gestion adaptative des forêts méditerranéennes » (avril 2023)

Cycle « Forêt, sol et eau, des alliés naturels

12 Novembre 2025.

DUHEN Louis-Michel - VP Forêt Méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12-13 novembre 2025

Sommaire

- > Quelques résultats des chercheurs exposés lors du colloque « Les chemins de l'eau ». N. Martin
- > Les premiers enseignements du cycle « Forêt, sol et eau, des alliés naturels » L.M. Duhén

Les chemins de l'eau et le CC



Retour sur les présentations des chercheurs lors du séminaire du 23 Avril 2025

Nicolas Martin (INRAE, Avignon)

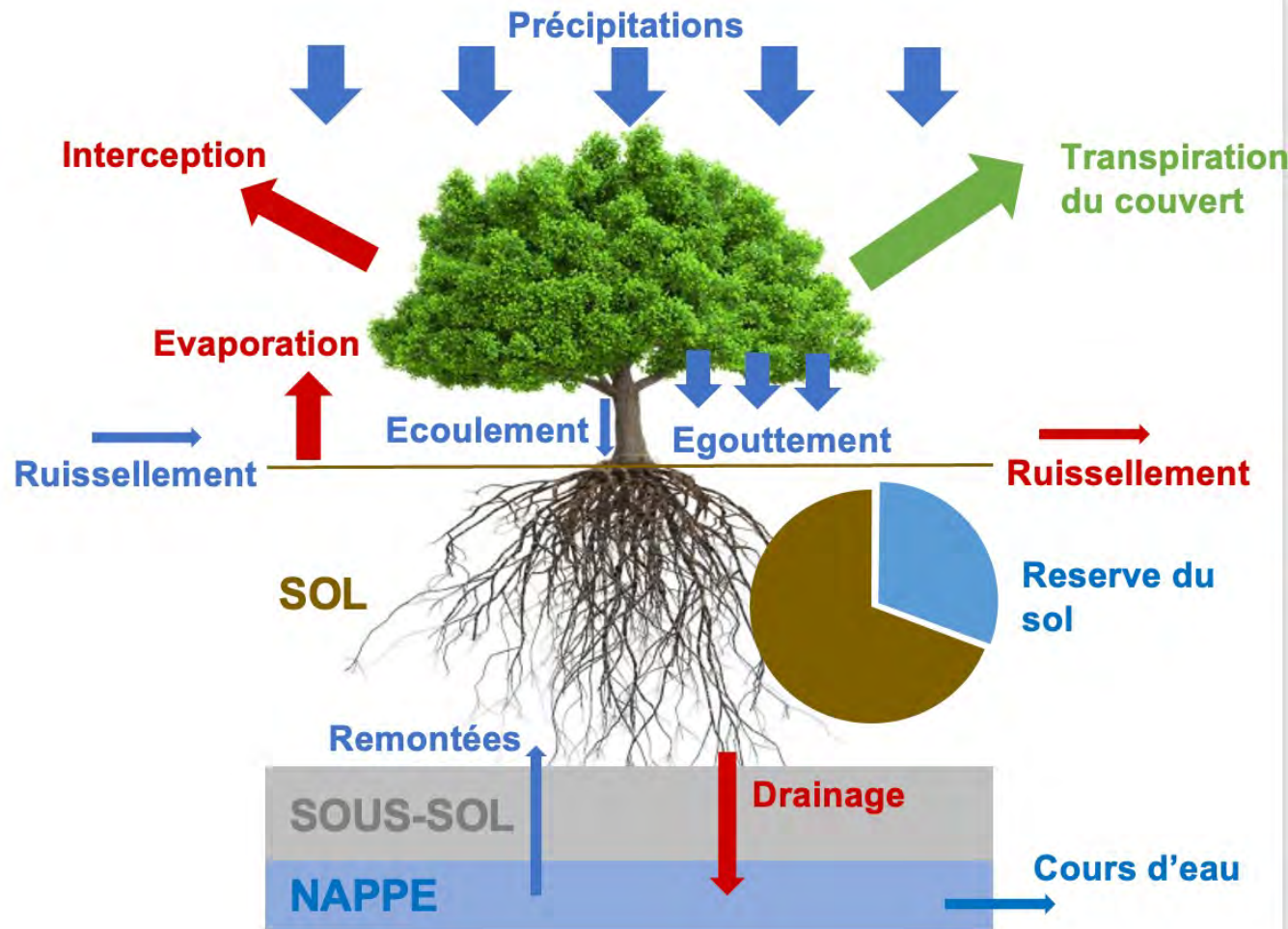


forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterraneenne.org

(1) Cycle de l'eau en forêt (Limousin et al.)



- Les arbres ont besoin d'eau pour croître, stocker du carbone, produire du bois
- Rôle de filtre et de protection des ressources
- 60% de évapotranspiration revient sous forme de pluie

Espèce	Diamètre (cm)	Hauteur (m)	Transpiration (l/jour)
Chêne sessile	9	15	10
Épicéa	15	14	19
Épicéa	16	12	27
Épicéa	23	15	33
Épicéa	36	25	175
Hêtre	54	35	137
Mélèze	—	20	74
Pin d'Alep	—	9	49
Pin maritime	34	20	161
Pin maritime	35	26	125

(1) Cycle de l'eau en forêt : Le réseau ICOS France de sites forestiers (Limousin et

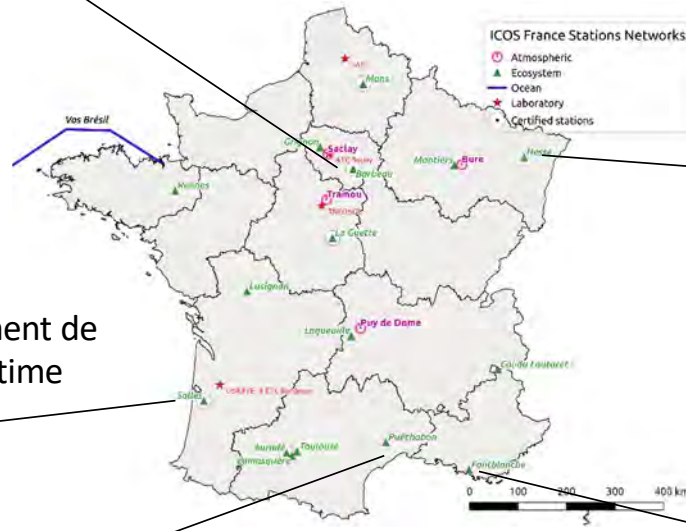
BARBEAU

Peuplement de chêne
sessile et charmes



ICOS

Integrated
Carbon
Observation
System



HESSE

Hêtraie



BILOS

Peuplement de
pin maritime



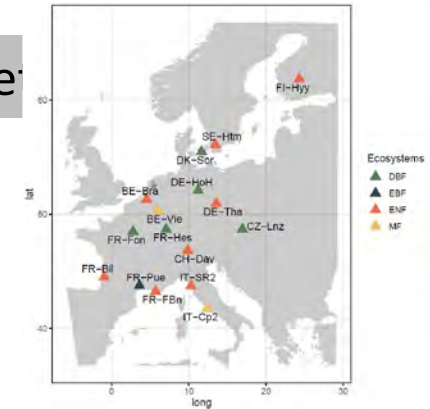
PUECHABON

Peuplement de
chêne vert



FONT-BLANCHE

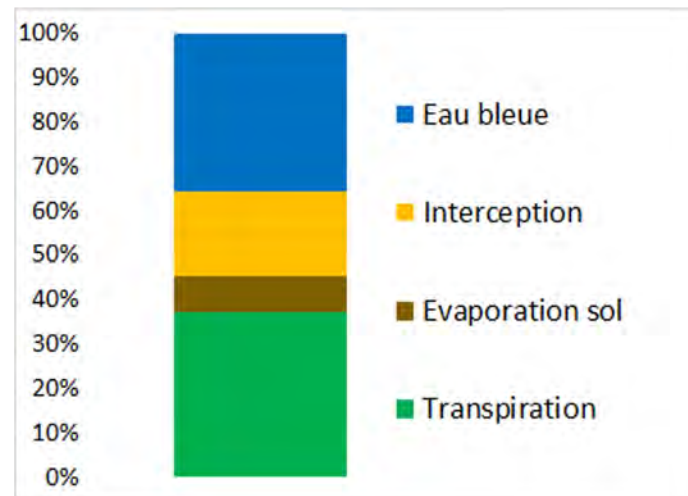
Peuplement mixte
de pin d'Alep et
chêne vert



(1) Cycle de l'eau en forêt : La consommation d'eau des forêts (Limousin et al.)



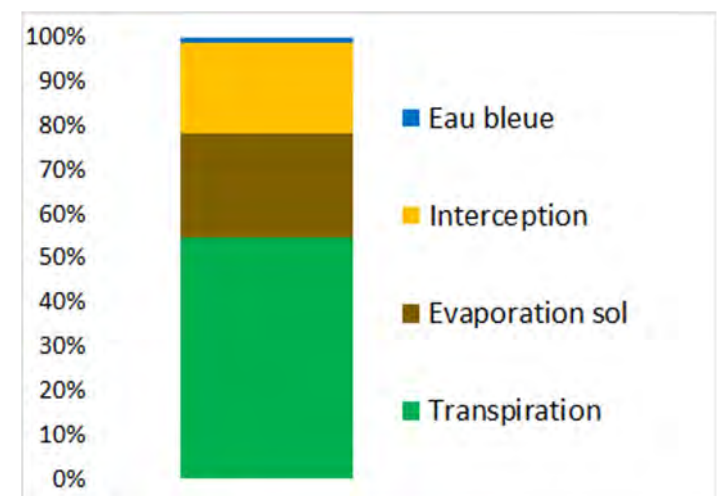
Forêt méditerranéenne de chêne vert à Puéchabon (Hérault)



Pluie annuelle = 955 mm

Transpiration arbres \simeq 40% de la pluie
Interception feuillage \simeq 20% de la pluie
Evaporation du sol \simeq 8% de la pluie

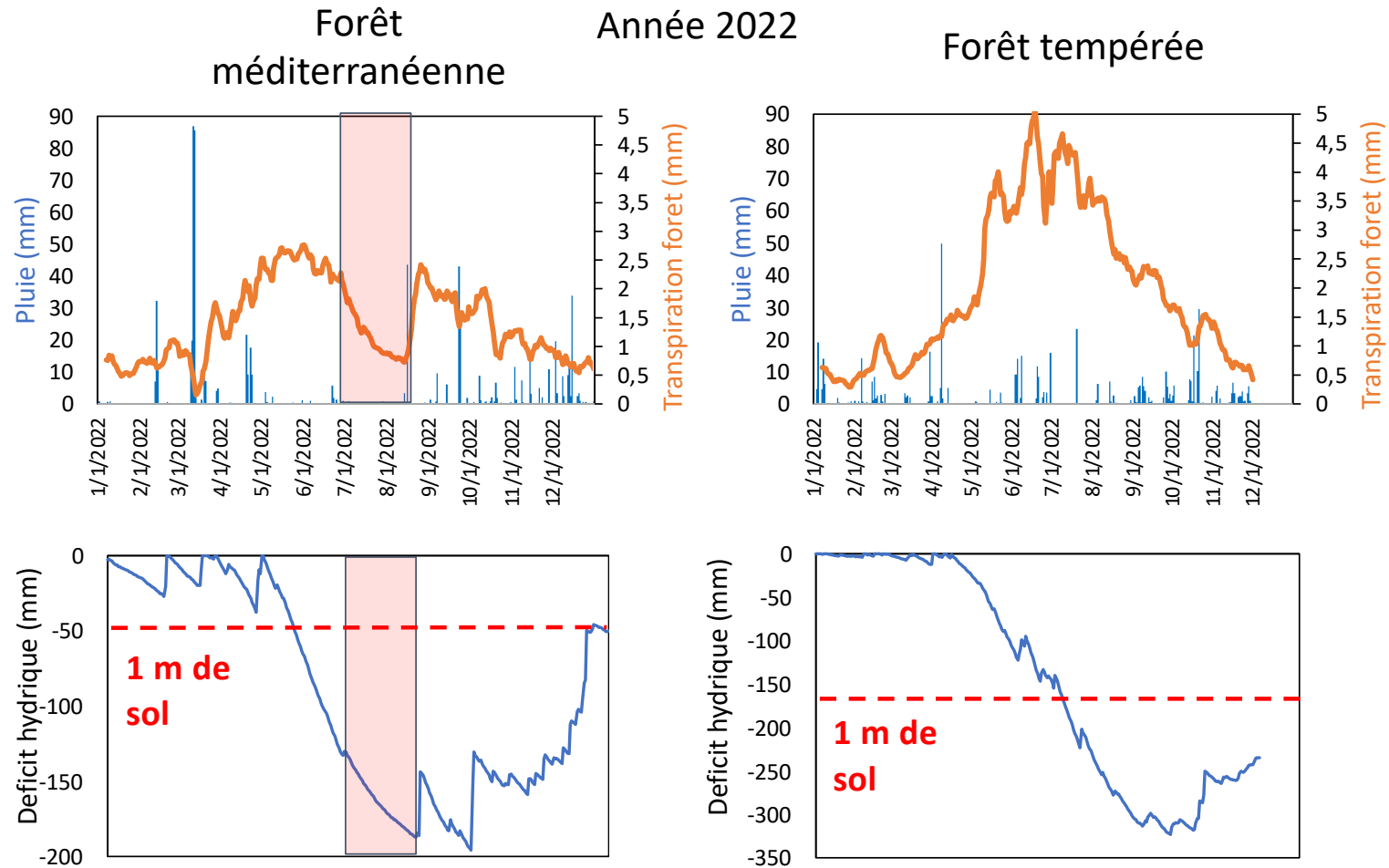
Forêt tempérée de chêne sessile à Barbeau-Fontainebleau (77)



Pluie annuelle = 684 mm

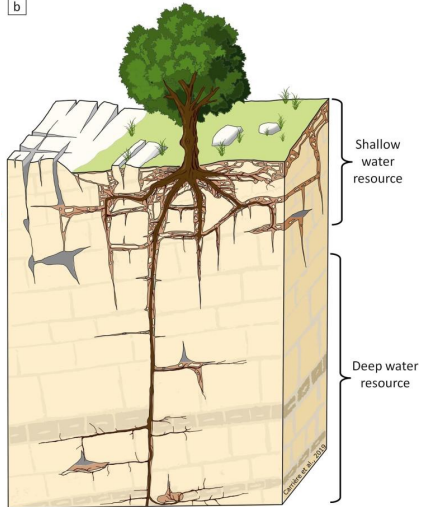
Transpiration arbres \simeq 55% de la pluie
Interception feuillage \simeq 20% de la pluie
Evaporation du sol \simeq 23% de la pluie

(1) Cycle de l'eau en forêt : Le déficit hydrique et la réserve en eau du sol (Limousin et al.)



(2) L'eau profonde une ressource pour les arbres ? (Carrière et al.)

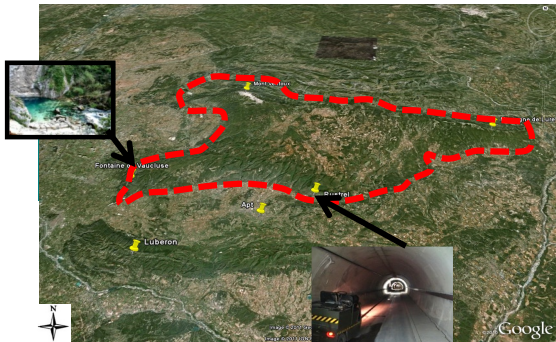
b



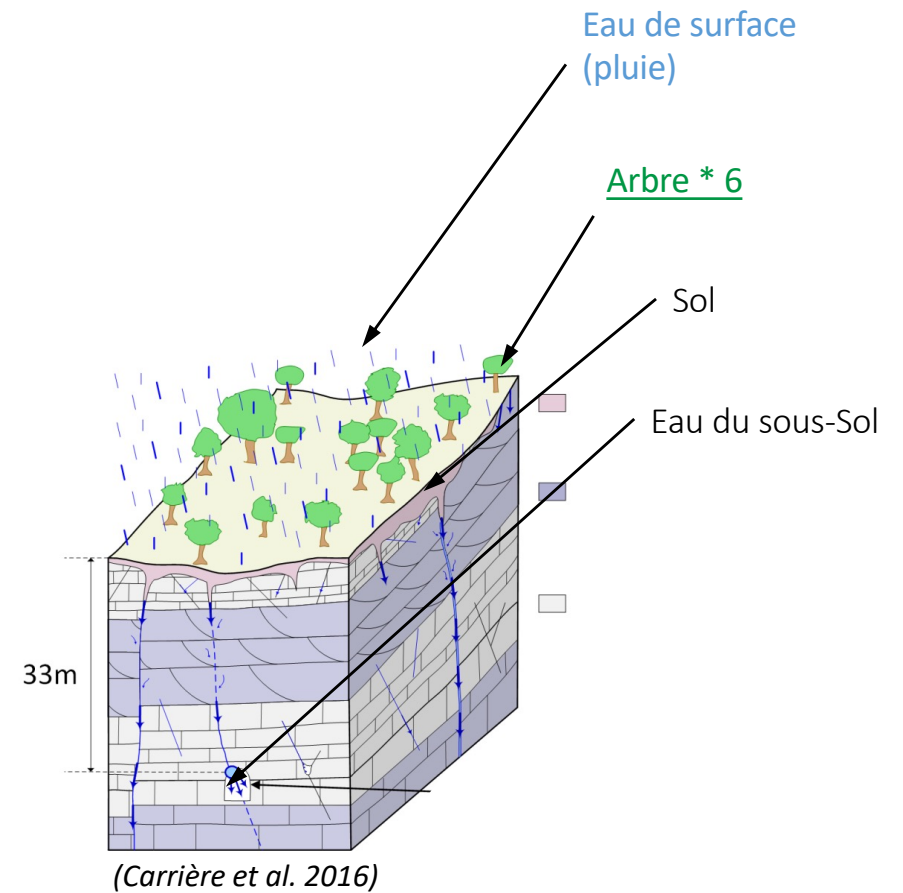
^{18}O – traçage isotopique informe sur l'origine de l'eau prélevée (e.g. Ellsworth et Williams 2007; Barbeta et al. 2015)



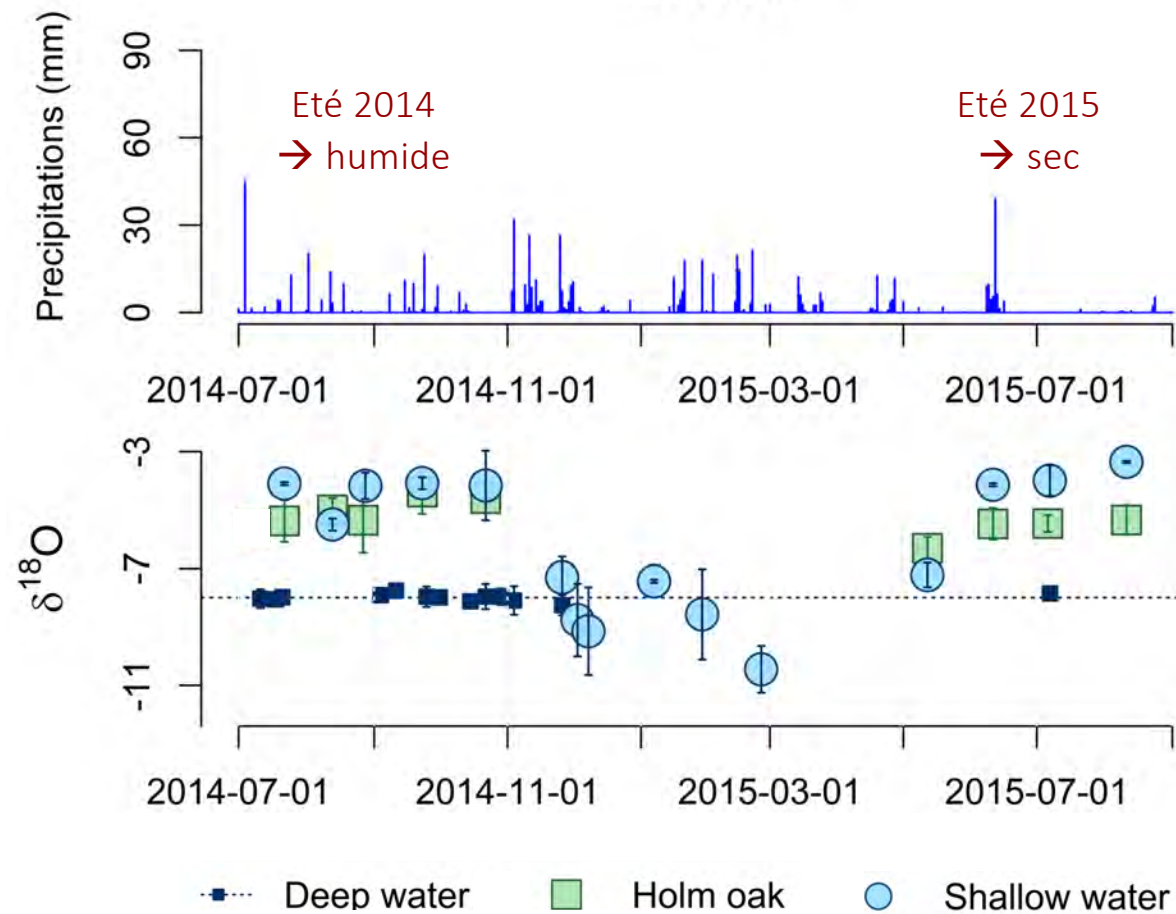
Site de Rustrel



Chêne vert

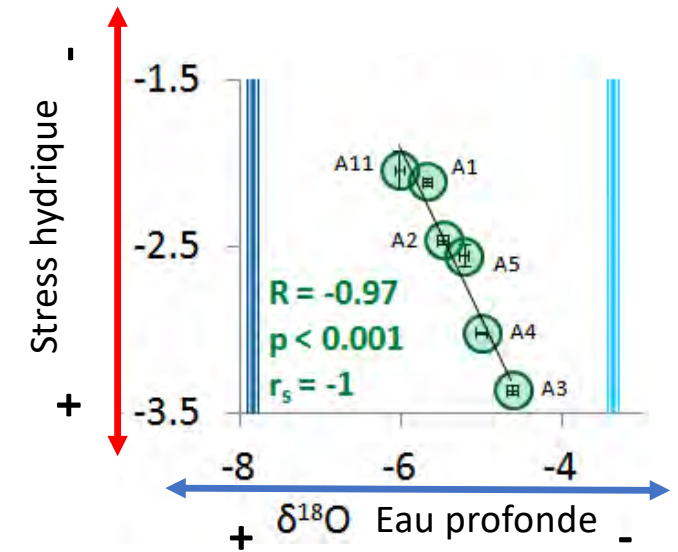
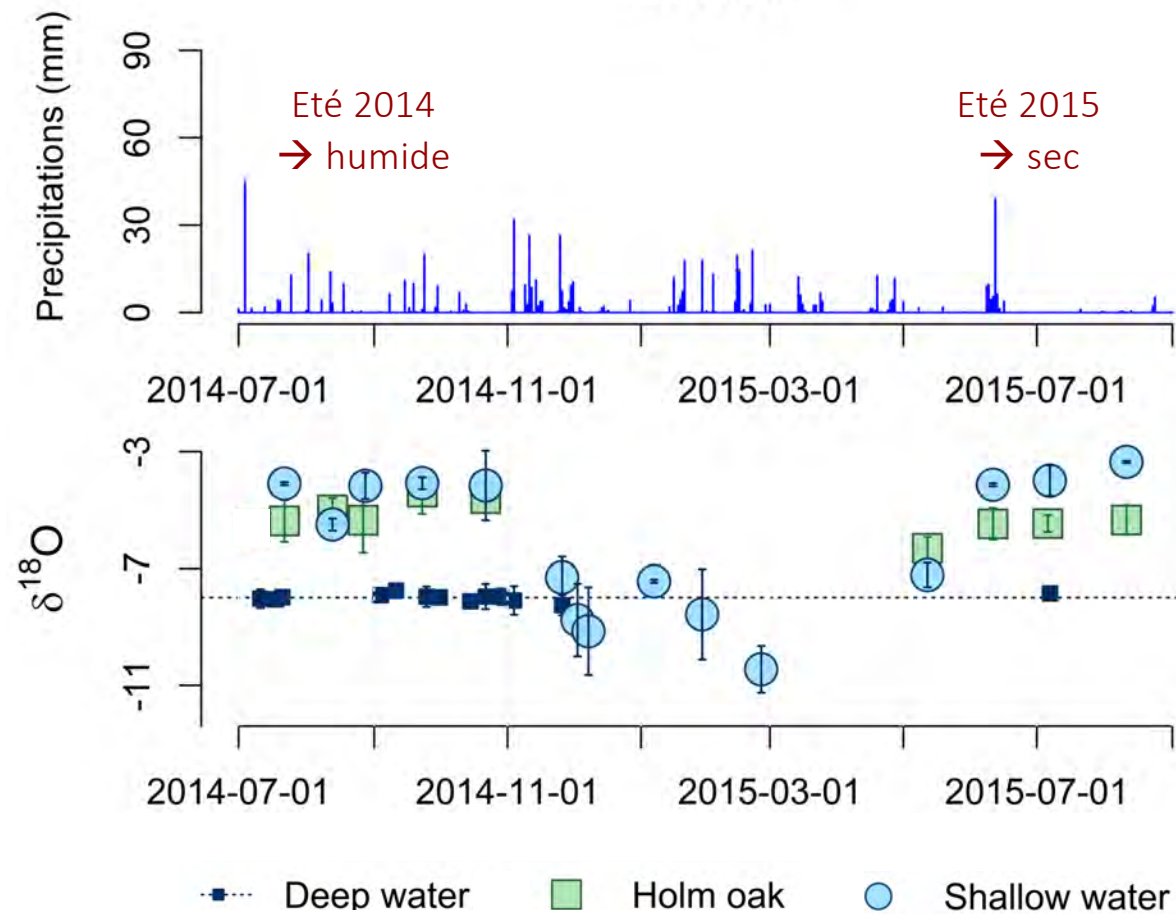


(2) L'eau profonde une ressource pour les arbres ? (Carrière et al.)



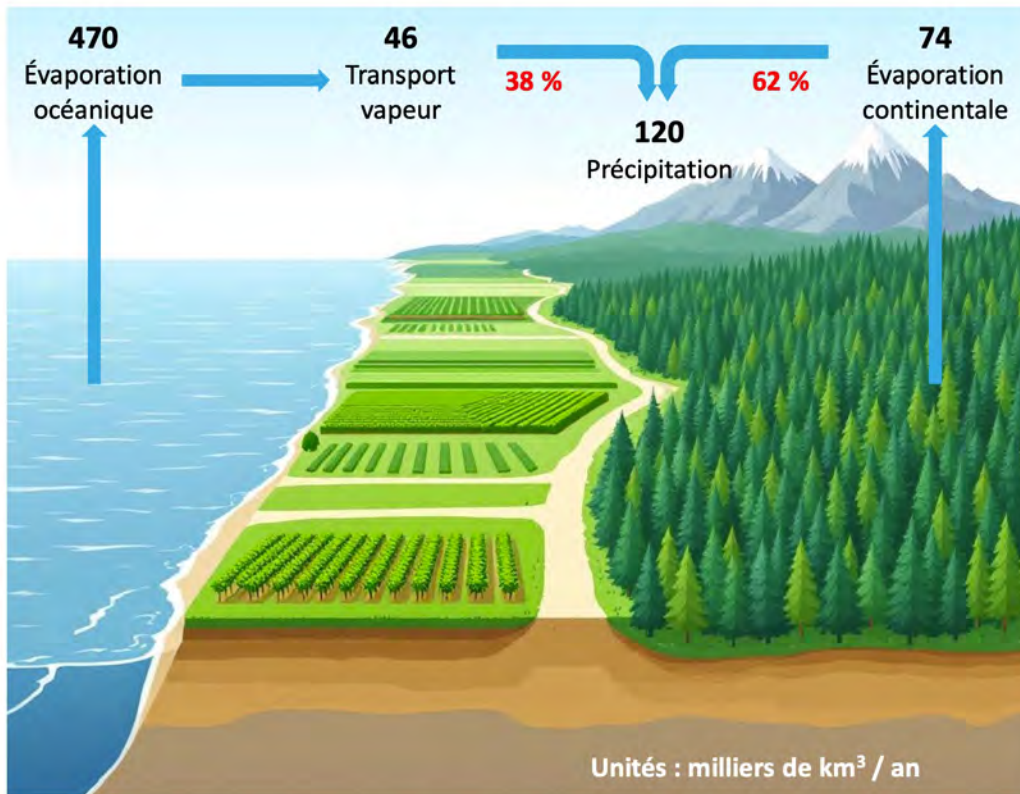
➤ Les arbres prélèvent l'eau dans la zone vadoze du karst

(2) L'eau profonde une ressource pour les arbres ? (Carrière et al.)



➤ Les arbres prélèvent l'eau dans la zone vadoze du karst

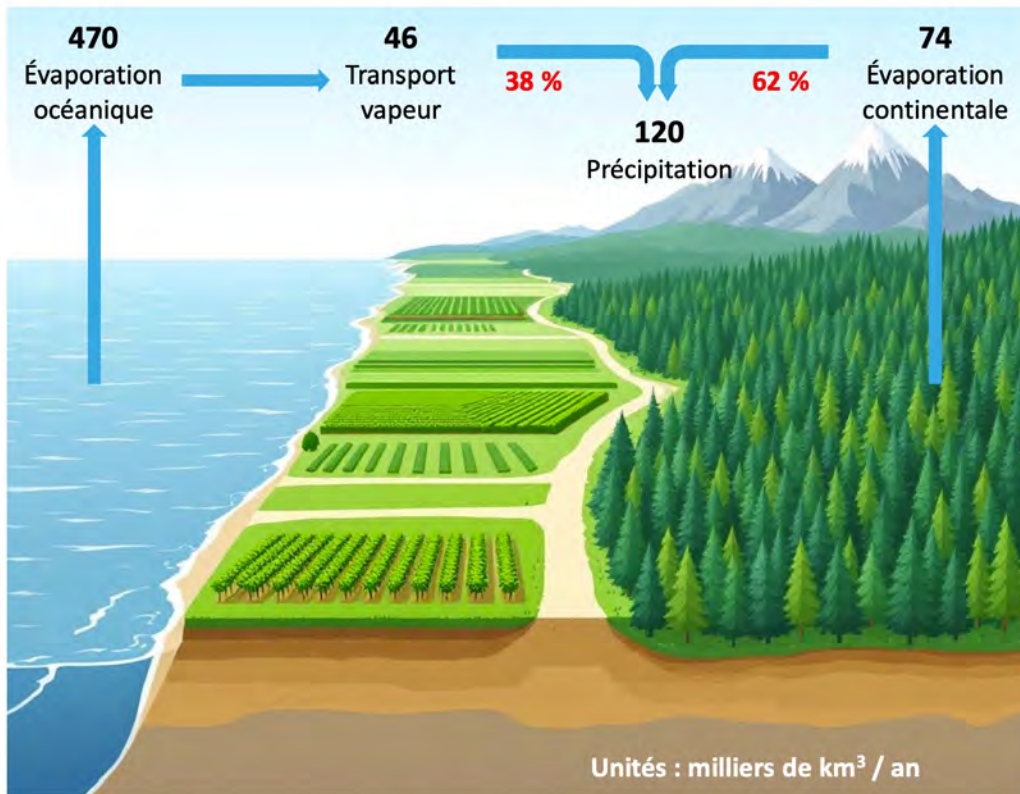
(3) Cycle de l'eau continental (Doussan)



Douville et al. 2021: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-8/>

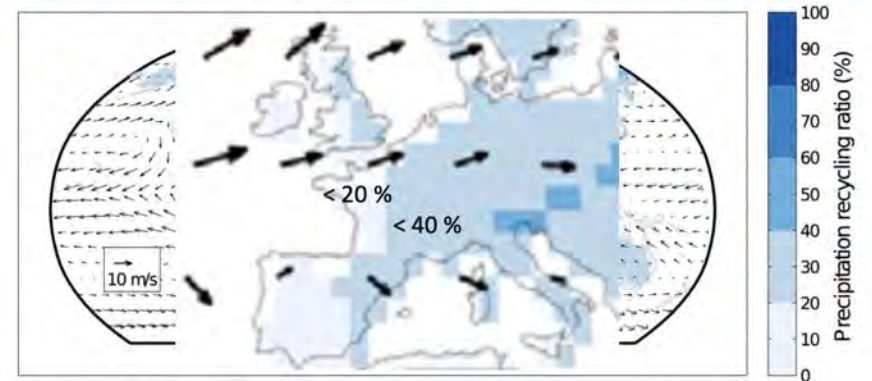
Aux échelles régionales et continentales, l'évapotranspiration est « recyclée » sous forme de pluie

(3) Cycle de l'eau continental (Doussan)



Douville et al. 2021: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-8/>

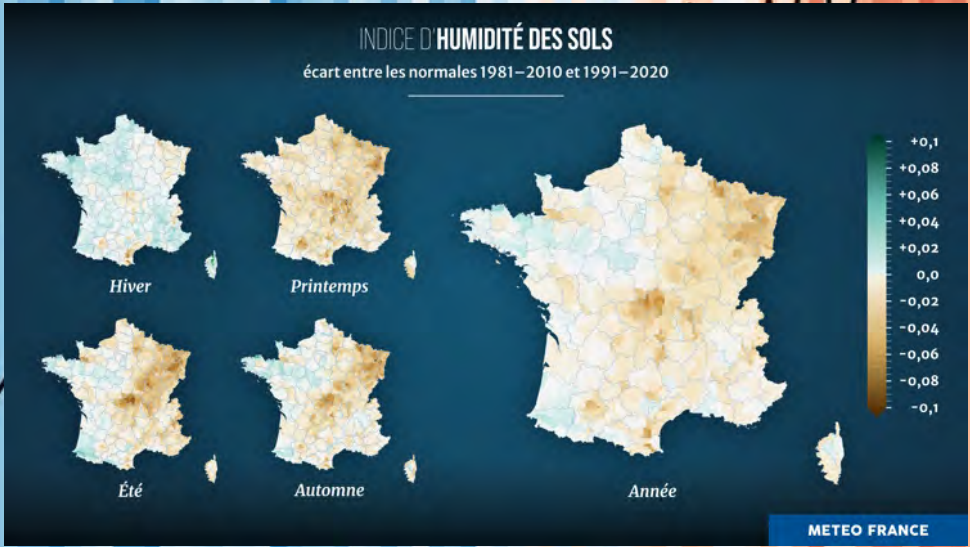
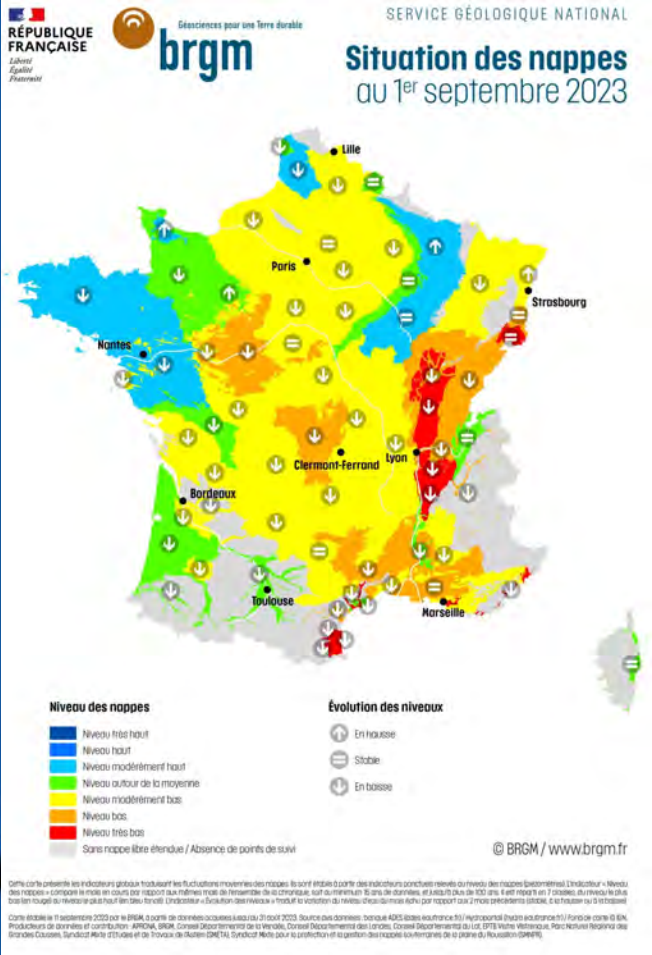
% de précipitation provenant de l'évaporation continentale



Keys et al. 2016: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0151993>

Aux échelles régionales et continentales, l'évapotranspiration est « recyclée » sous forme de pluie

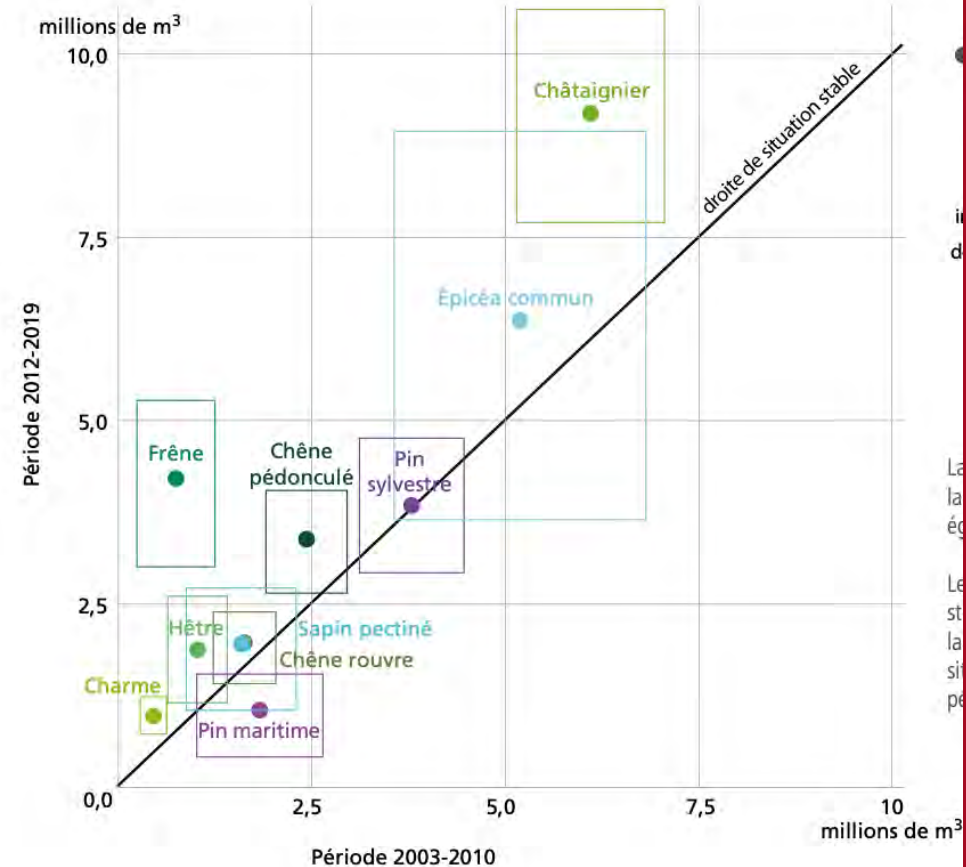
(4) Le changement climatique et l'eau (Martin & Cochard)



(4) Le changement climatique, l'eau et les forêts (Martin & Cochard)

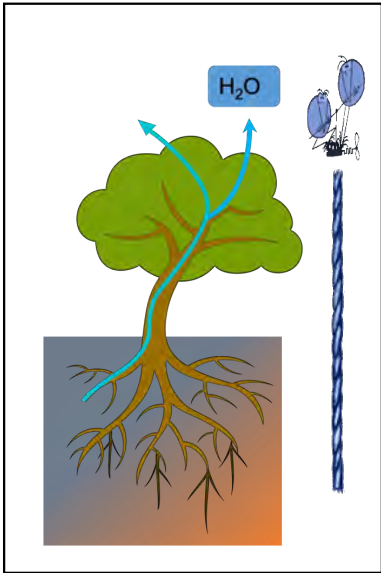
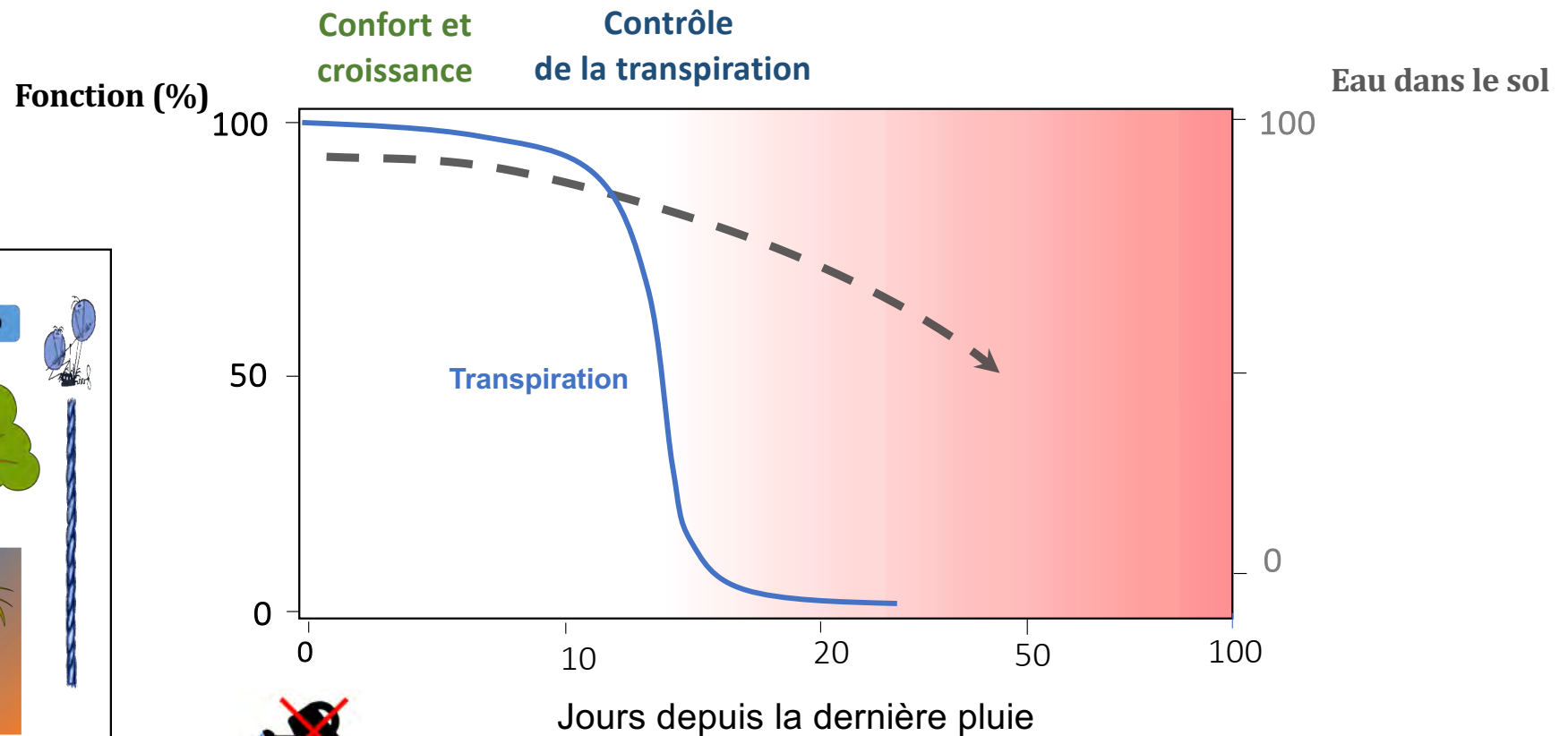


Evolution des volumes d'arbres morts en France

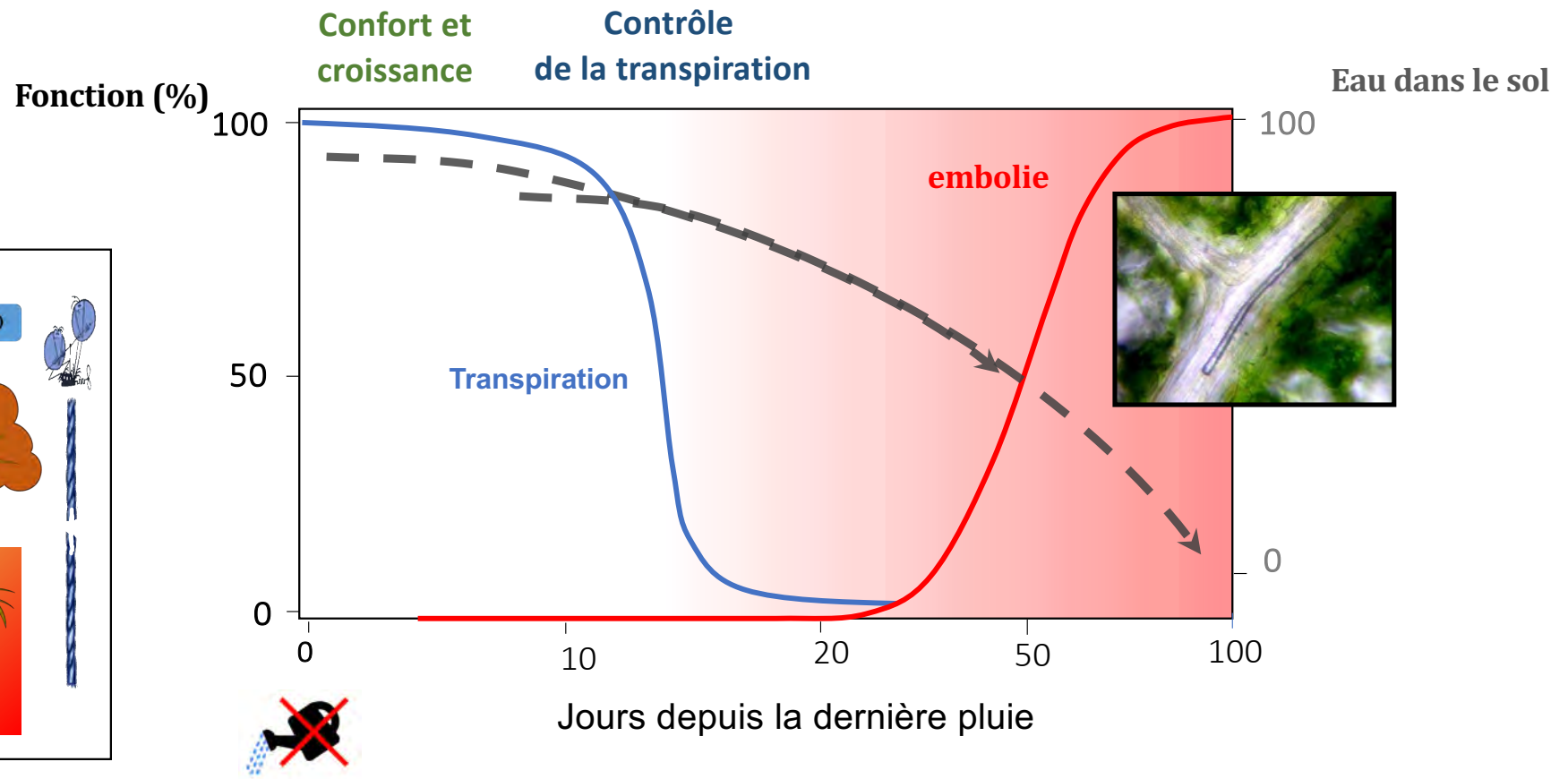


IF, IGN 2021

(4) Vulnérabilité des arbres à la sécheresse (Martin & Cochard)



(4) Vulnérabilité des arbres à la sécheresse (Martin & Cochard)



(5) Des solutions développées par la recherche

1- Des outils de diagnostics (Bréda, Ruffault)

pour évaluer la consommation d'eau et le déficit d'eau des forêts :

Le modèle Biljou

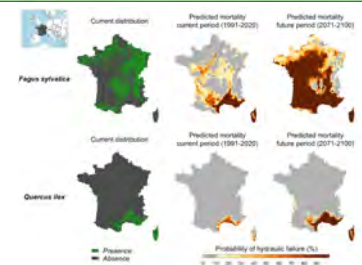
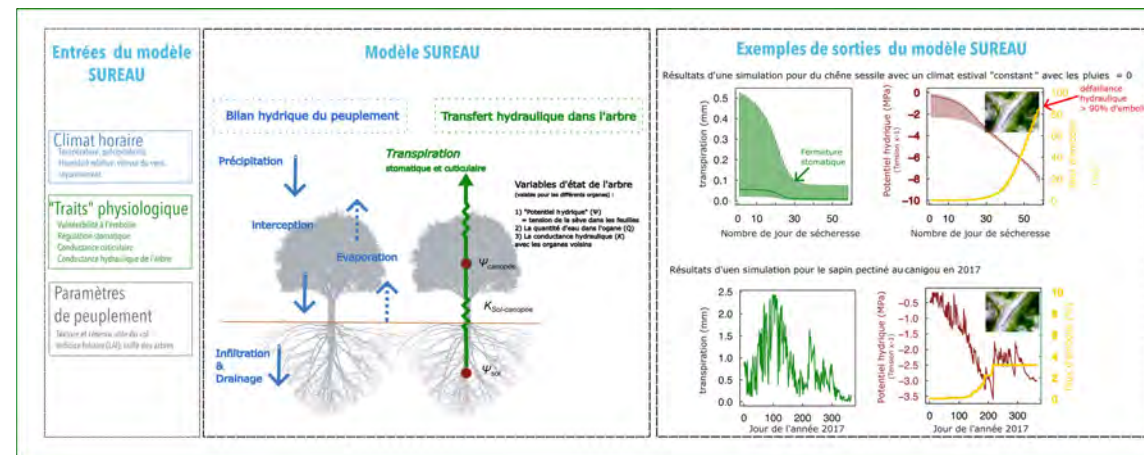


Modèles



pour évaluer la consommation d'eau et le stress hydrique des arbres :

Le modèle SUREAU



(5) Des solutions développées par la recherche
2- Des méthodes de gestion (Cailleret, Guillemot, Morin)

Réduire la densité pour réduire la consommation d'eau et le stress hydrique



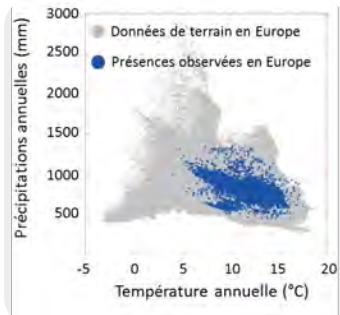
Mais attention au
> Microclimat plus chaud : régé et sol affectés !
> Sous-bois qui se développe : risque incendie augmenté !

(5) Des solutions développées par la recherche

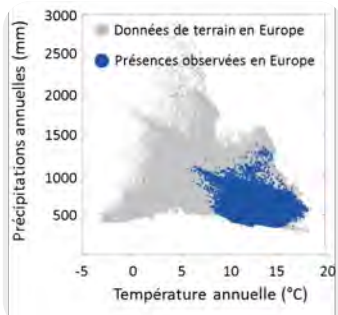
2- Des méthodes de gestion (Cailleret, Guillemot, Morin)

Utiliser des essences adaptées à la sécheresse et plus sobre en eau

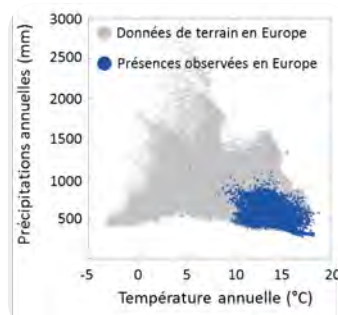
Quercus pubescens



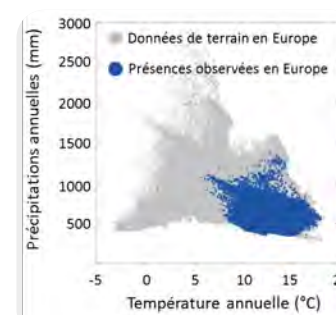
Quercus ilex



Pinus halepensis



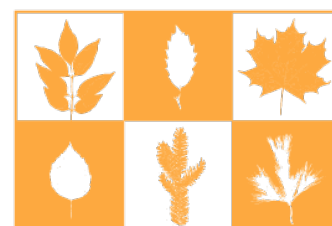
Cedrus atlantica



**Attention aux
coupes de
remplacement
(microclimat) et aux
espèces exotiques !**

(5) Des solutions développées par la recherche
2- Peuplements mélangés (Cailleret, Guillemot, Morin)

Diversifier les peuplements !



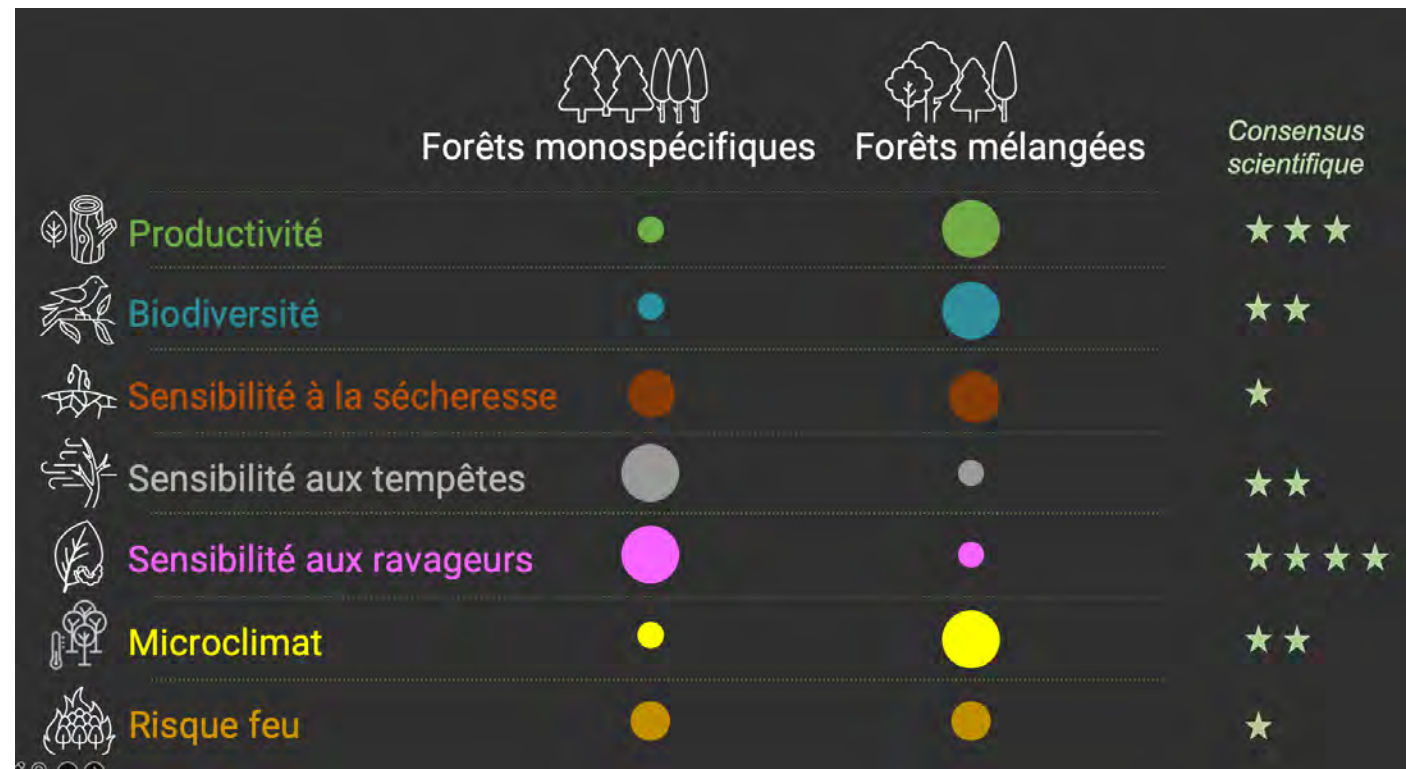
TreeDivNet
MixForChange



(5) Des solutions développées par la recherche

2- Peuplements mélangés (Cailleret, Guillemot, Morin)

Diversifier les peuplements !



Les premiers enseignements



5 visites sur le terrain



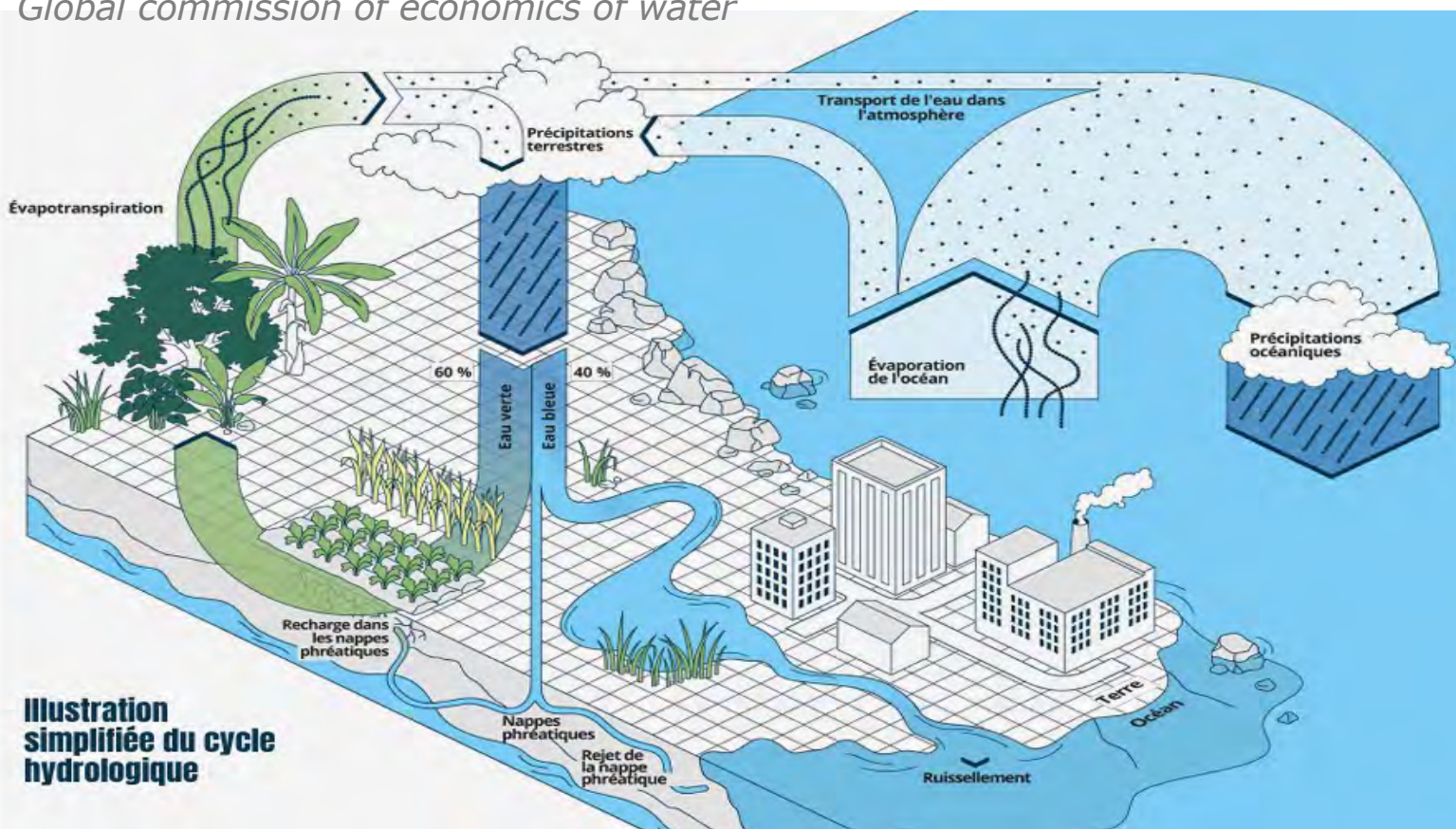
forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterrannee.org

Eau verte 60% - Eau Bleue 40%

Global commission of economics of water



Considérer l'ensemble du cycle Eau verte + eau bleue

Pour améliorer les quantités d'eau disponible

Pour disposer d'une eau de meilleure qualité

Par des solutions proches de la nature grâce aux arbres



forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterranneenne.org

Eau verte, une notion partagée

Par les chercheurs travaillant sur l'adaptation des forêts face au Changement climatique = voir la synthèse du Colloque d'Avril 2023, mais aussi par

- > Les climatologues : cf Livre de Katia Laval « Les pouvoirs de la forêt, de l'eau et des arbres » Edition Odile Jacob
- > Les écologues : la Fabrique Ecologique rapport n°58 "Refonder les politiques de l'eau » Proposition 1 : Intégrer la protection de l'eau verte dans les projets de territoire.
- > Les économistes . Rapport de la "Global commission of economics of water " L'économie de l'eau : Valoriser le cycle hydrologique en tant que bien commun mondial" Mission 2 : Conserver et restaurer les habitats naturels essentiels à la protection des eaux vertes.
- > Les acteurs des territoires (congrès ANEB) « Penser l'eau sous toutes ses formes pour mieux décider » – Acteurs de l'eau : cela commence !

Mieux connaître le rôle de la forêt et du sol dans le cycle de l'eau

Les arbres sont des ingénieurs des eaux polyvalents (Bart Muys – KE Louvain)

- > **Parapluie géant – surface foliaire – érosion, ombrage**
- > **Pompe à eau – racines profondes = biomasse, transpiration, précipitation.**
- > **Climatiseur - refroidissement.**
- > **Réservoir et filtre de l'eau dans le sol**

La forêt permet de retenir l'eau au plus près de l'endroit où elle tombe

Mieux connaître le rôle de la forêt et du sol dans le cycle de l'eau

- > **L'eau comme la forêt, deux ressources qui suivent des cycles à considérer dans leur globalité.**
 - > **Eau : eau verte + eau bleue**
 - > **Forêt : arbres + bois**
- > **La forêt ne consomme pas d'eau mais l'emprunte !**
 - > **Sans empreinte**
 - > **et en payant des intérêts (aménités) !**
- > **Dans les cycles d'eau bleue comme de l'eau verte, la forêt peut jouer le rôle d'un allié actif grâce à l'action des forestiers.**

Préconisations pour les forestiers

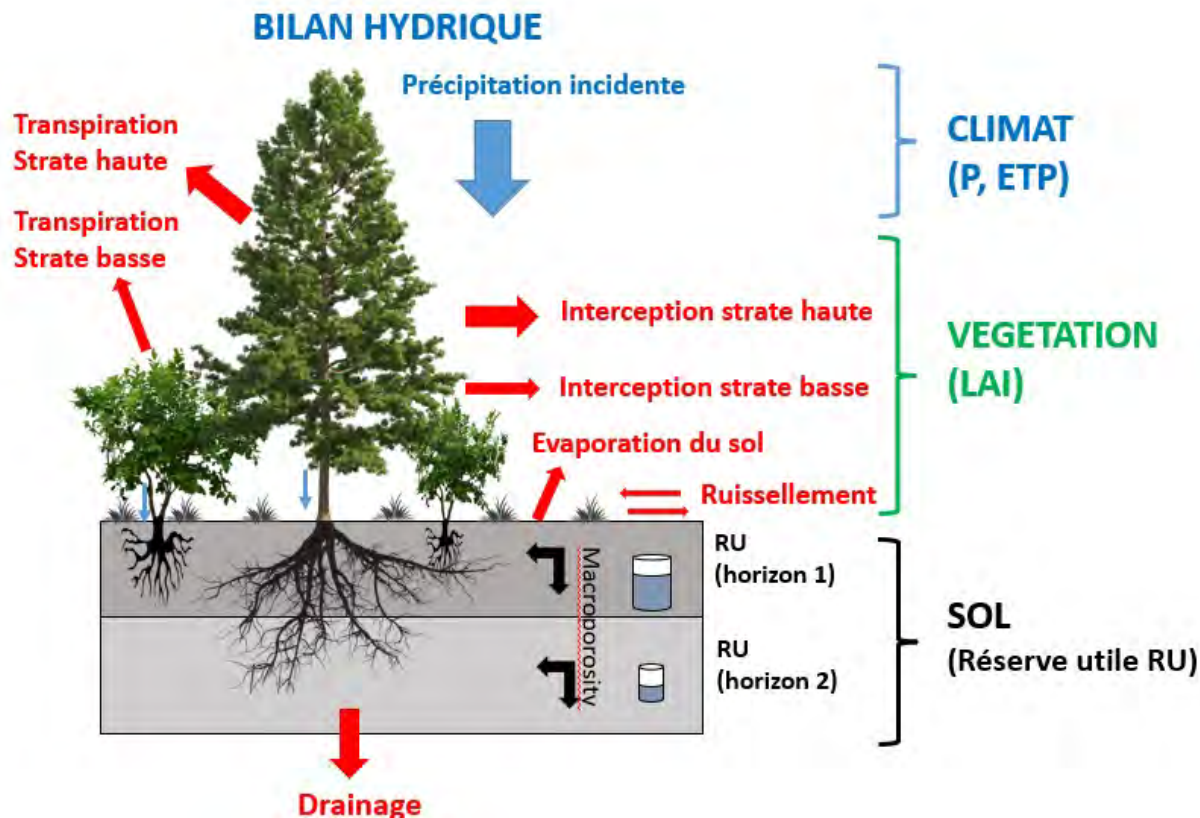
Il semble important que les forestiers s'informent des interrelations entre les cycles de l'eau et de la forêt pour adapter leurs pratiques (e learning de la FAO).

- > **Les zones humides et les cours d'eau jouent un rôle important dans le cycle de l'eau. Souvent situés en forêt, il est important d'en tenir compte lors des interventions sylvicoles. (voir notes d'étape des tournées organisées)**
- > **Equipements de terrains : terrasses, renvois d'eau, mares,**
- > **Le respect des sols lors des interventions en forêt (voir diverses interventions)**
- > **Mettre en place des sylvicultures raisonnées dans les territoires en tension selon le triptyque (voir intervention Michel Vénétier)**
 - 1. Eclaircir**
 - 2. Régénérer**
 - 3. Diversifier**

Préconisations pour tous les acteurs

- > **Prendre en compte la gestion de l'eau et de la forêt dans les documents prospectifs et de gestion.**
- > **Documents relatifs à l'eau : Schéma d'aménagement et de gestion des eaux, projets de territoire pour la gestion de l'eau, contrats de rivière, ...**
- > **Documents relatifs à la forêt : aménagements en forêt publique et Plan de gestion en forêt privée encadrés par des directives**
- > **Documents relatifs aux territoires : chartes forestières, PLU, SCOT...**

Des outils existent, mais sont peu employés



Des modèles de bilans hydriques à l'échelle de bassins versants forestiers permettent de connaître les chemins de l'eau. On peut simuler l'effet d'interventions sylvicoles sur la disponibilité en eau bleue et en eau verte.

Les acteurs de l'eau ont leurs propres modèles pour simuler les chemins et la disponibilité en eau bleue

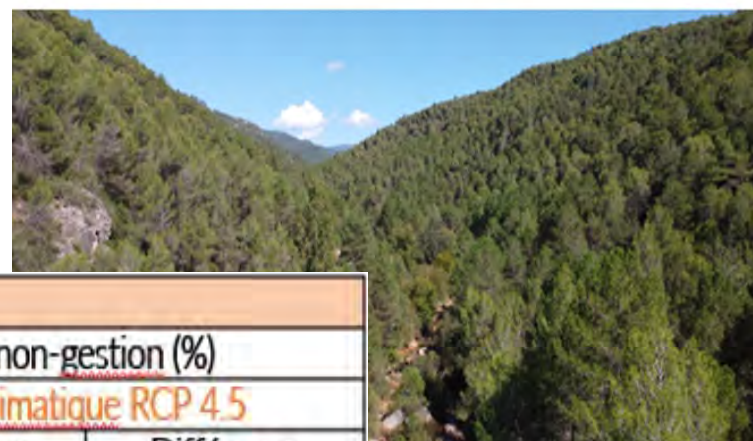
Rapprochement des deux pour de bilans globaux à l'échelle d'un bassin versant ?

Des outils existent, mais sont peu employés

Utilisation en Catalogne

Un gain en eau bleue de 20 à 55% à la suite d'éclaircie de pinèdes

Altitude: 538 (min) – 2310 (max) mètres
Précipitation moyenne annuelle: 700-1050 mm
Température moyenne annuelle: 4-12°C
Type de rivière (DCFC): Rivière de montagne méditerranéenne calcaire
Régime hydrologique (DCFC): Régime méditerranéen



Quercus
Pinus un

Pinus syl

Aigua d'Ora (surface simulée = 108.11 km²)						
Eau bleue moyenne annuelle (Hm³) et différence entre gestion forestière et non-gestion (%)						
	Changement climatique RCP 8.5			Changement climatique RCP 4.5		
Date	Non-gestion	Gestion	Différence	Non-gestion	Gestion	Différence
2001-2030	15.90	19.03	20%	16.17	19.17	19%
2031-2060	13.93	19.50	40%	13.33	18.47	39%
2061-2090	10.97	17.00	55%	13.53	22.07	63%



forêt méditerranéenne

Colloque « Regards sur les sols forestiers méditerranéens » – 12 novembre 2025

www.foret-mediterrannee.org

**« Les chemins de l'eau et le changement climatique » des 24
et 25 avril 2023
et notes d'étape des cinq sessions de terrain.
<https://www.foret-mediterraneenne.org>**

MERCI...



forêt méditerranéenne

Informier, Échanger, Rassembler, Proposer

Colloque organisé avec le soutien de

**RÉGION
SUD**



**PROVENCE
ALPES
CÔTE D'AZUR**



**DÉPARTEMENT
BOUCHES
DU RHÔNE**



**METROPOLE
AIX
MARSEILLE
PROVENCE**



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE LA SOUVERAINETÉ
ALIMENTAIRE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

www.foret-mediterraneeenne.org