
Réponse des arbres à la disponibilité en eau

FOCUS SUR LES
SÉCHERESSES

Yann Vitasse

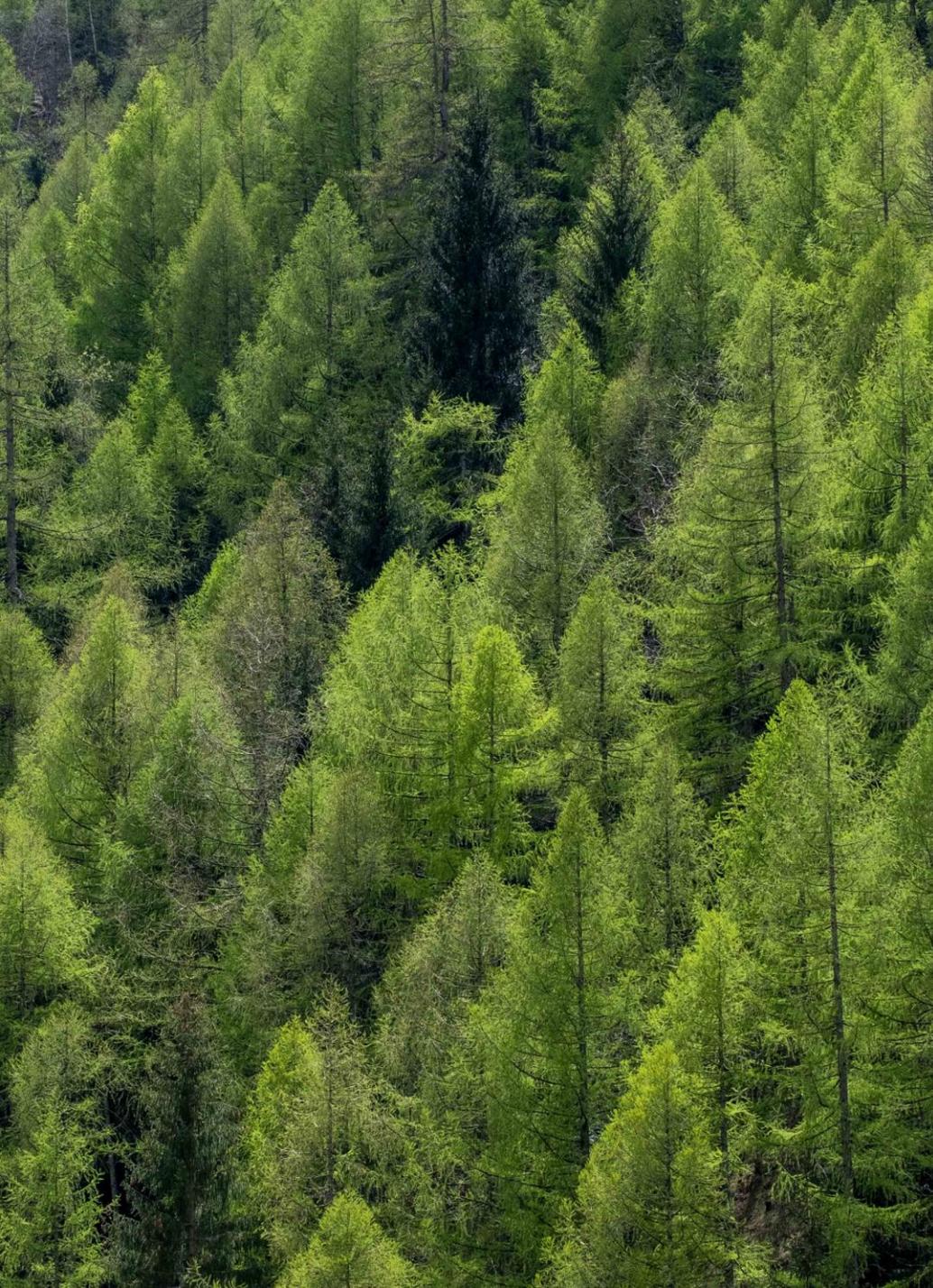
Yann.Vitasse@wsl.ch

SWISS
FOREST
LAB



Plan

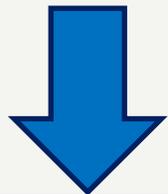
- 1. Cycle de l'eau en forêt**
 - 2. Impact des sécheresses sur les forêts**
 - 3. Adaptation des arbres à la sécheresse**
-



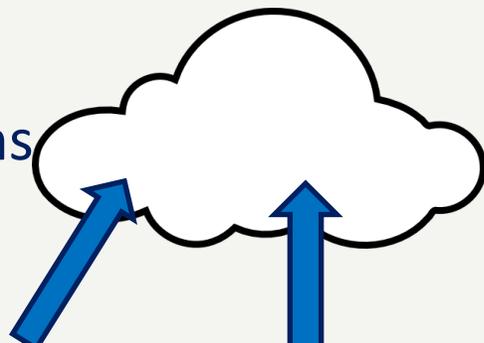
CYCLE DE L'EAU EN FORÊT

Exemple d'une forêt mixte en Suisse

100 % Précipitations



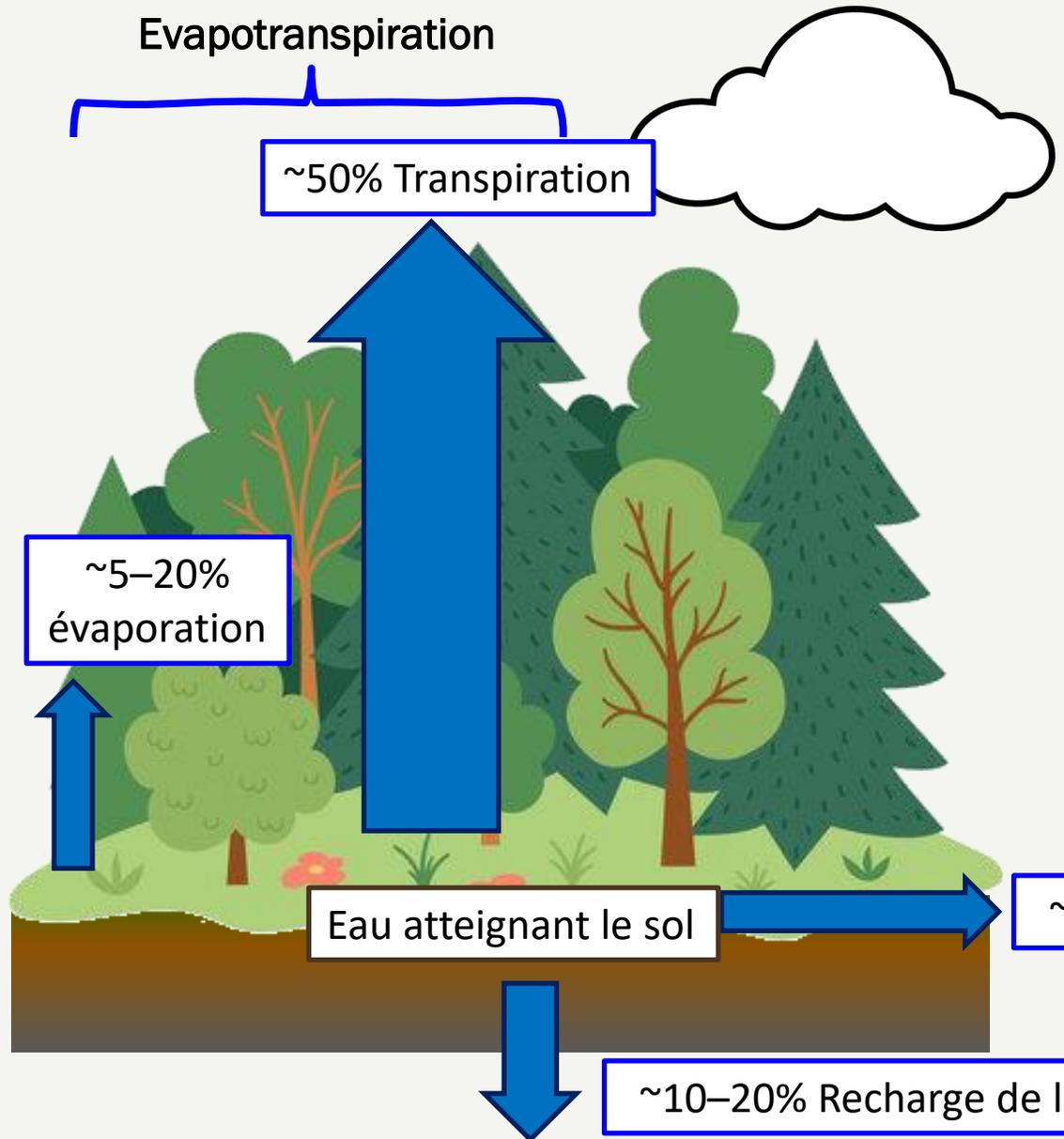
20 % Interception par la canopée



18 % Interception litière et bois mort

62 % atteignant le sol

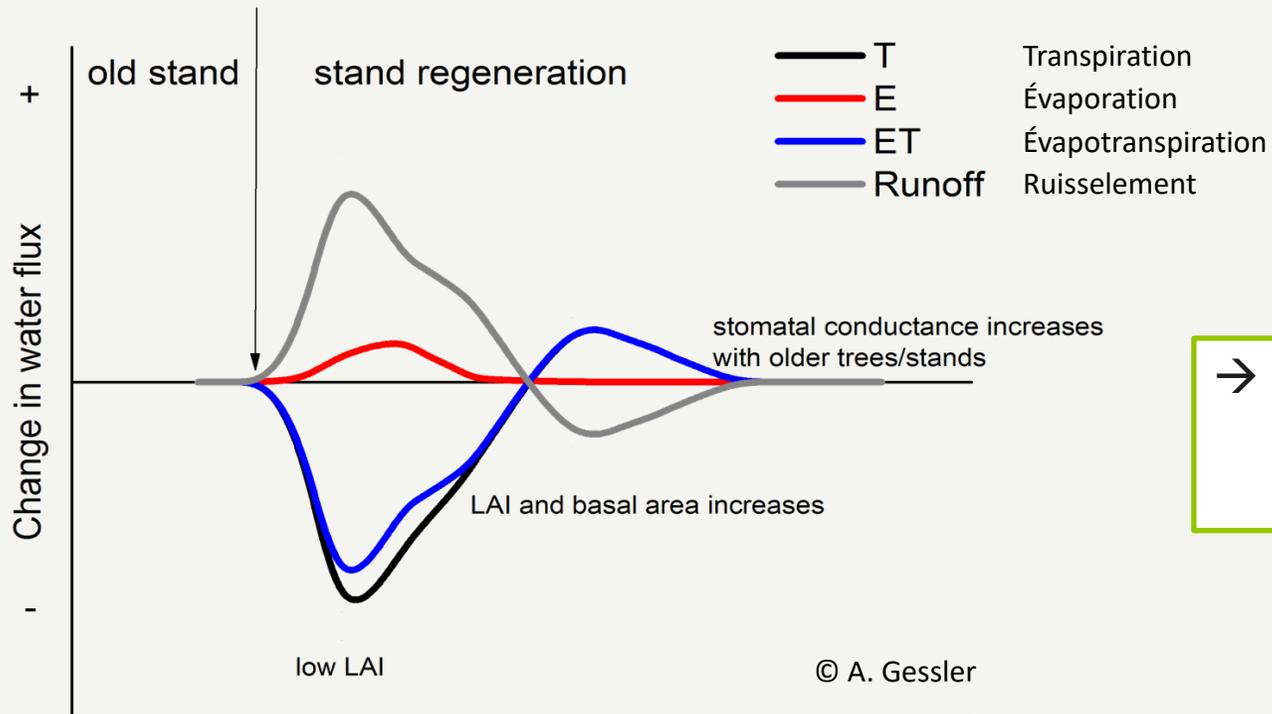
→ Seulement 62% des précipitations annuelles s'infiltrent dans le sol (disponible pour les plantes)



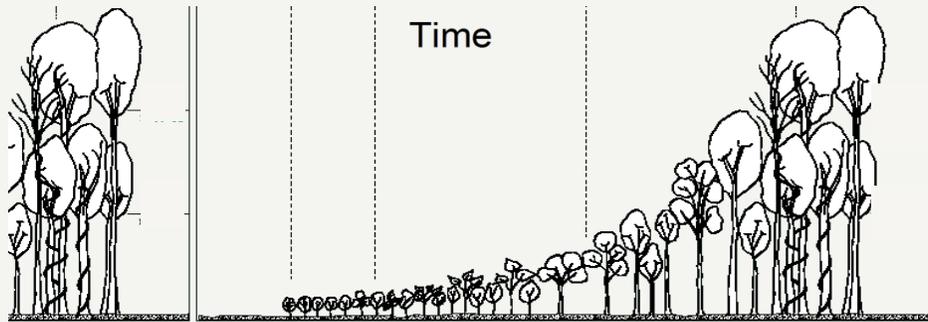
- Les arbres absorbent et perdent de l'eau en permanence : par une journée chaude et ensoleillée, une feuille échange jusqu'à 100 % de son eau en une heure !
- L'eau est le facteur le plus abondant, mais aussi le plus limitant pour la croissance des plantes
- Transpiration importante pour dissiper l'apport de chaleur de la lumière du soleil

→ La majorité de l'eau disponible repart dans l'atmosphère par évapotranspiration

CHANGEMENTS DE FLUX AVEC L'ÂGE DU PEUPELEMENT



→ Après une coupe, la transpiration diminue drastiquement alors que l'évaporation et le ruissellement augmentent



ÉVAPOTRANSPIRATION À L'ÉCHELLE MONDIALE

Évapotranspiration

Forêt tempérée humide
(Redwood National Park, California)



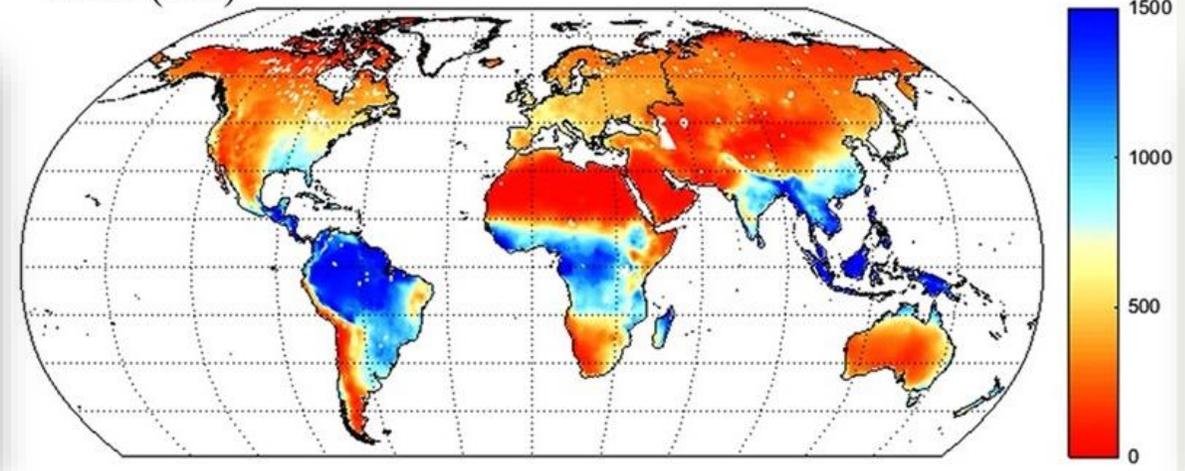
source: wikipedia

Désert Subtropicaux
(Désert de Néguev, Sud Israël)

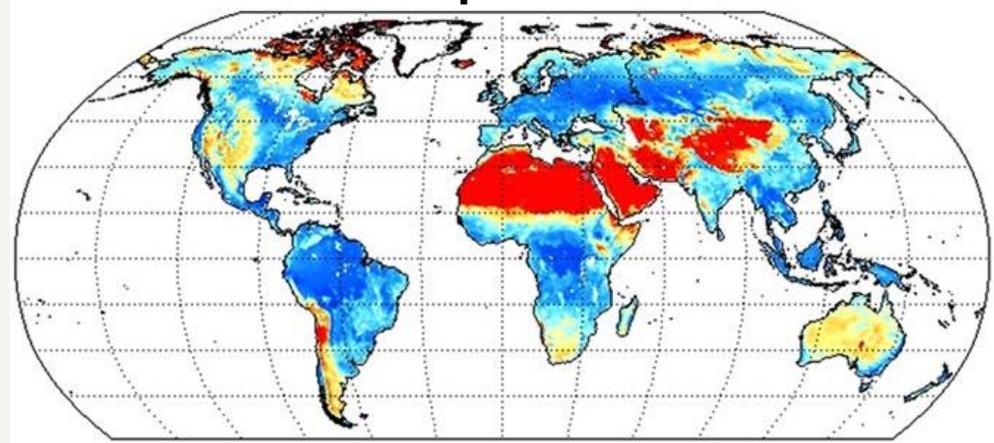


Photo: Y. Vitasse

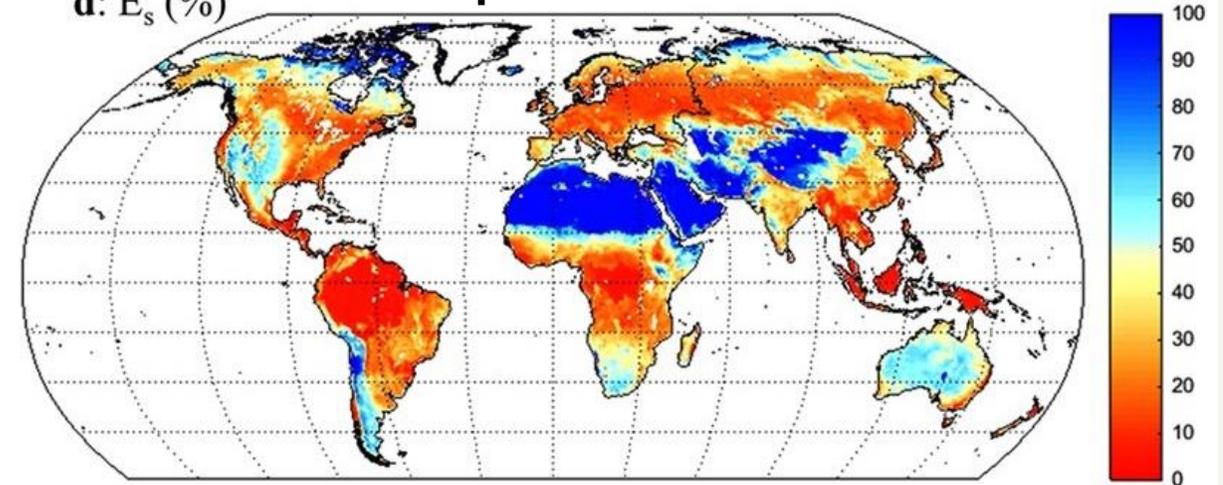
b: ET (mm)



c: E_t (%) **Transpiration**

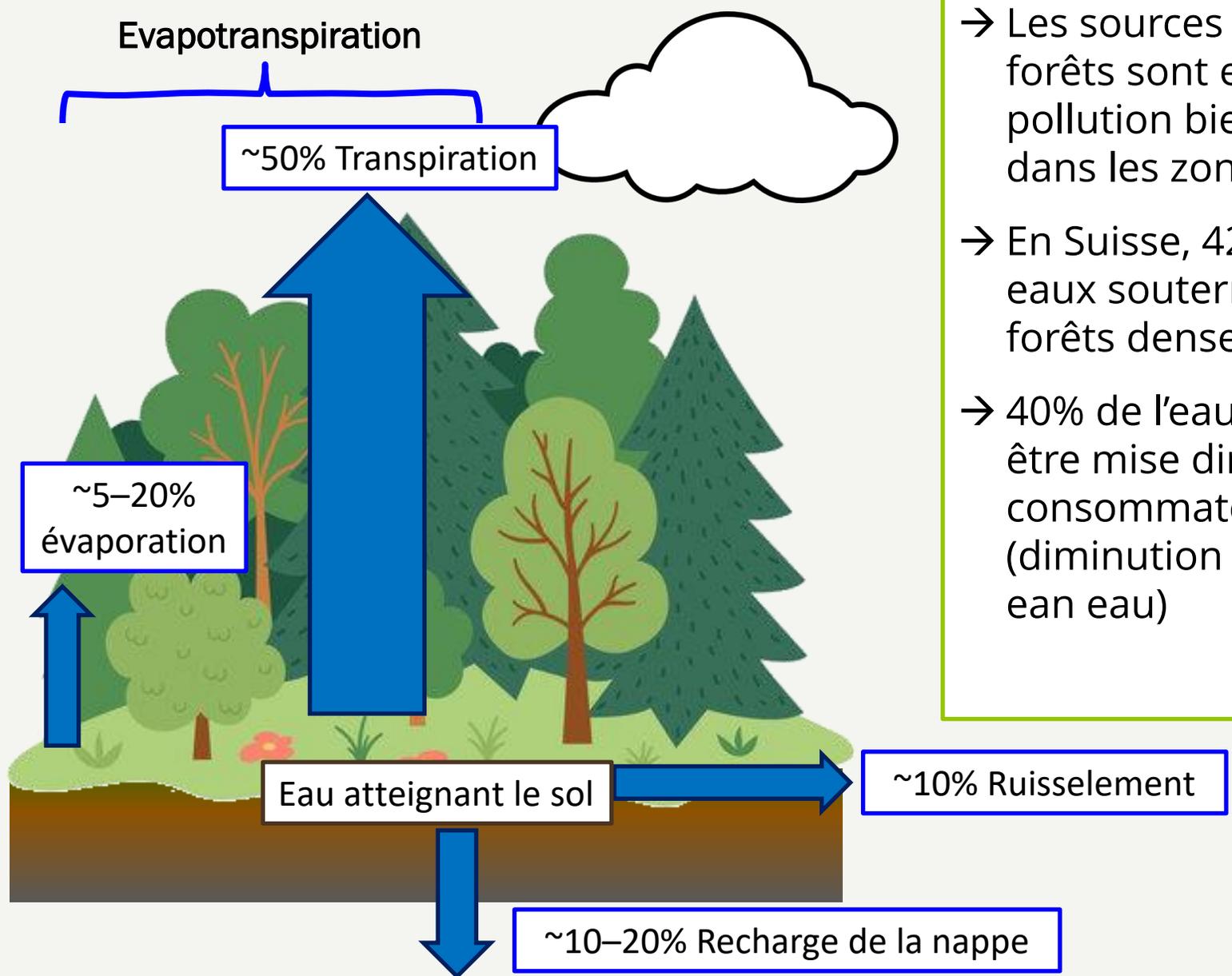


d: E_s (%) **Évaporation**



→ La transpiration est beaucoup plus importante que l'évaporation dans les zones boisées

IMPORTANCE DES FORÊTS DANS LA FILTRATION DE L'EAU

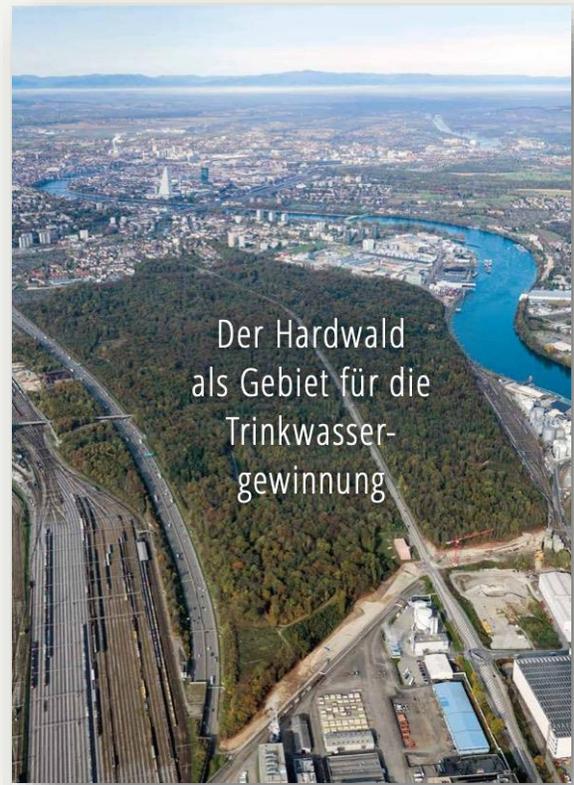


- Les sources et les stations de pompage en forêts sont exposées à un potentiel de pollution bien moindre que les captages d'eau dans les zones agricoles ou urbanisées.
 - En Suisse, 42 % des zones de protection des eaux souterraines sont situées dans des forêts denses
 - 40% de l'eau souterraine captée en forêt peut être mise directement à la disposition du consommateur, sans aucun traitement (diminution des coûts pour l'approvisionnement en eau)
- <https://www.bafu.admin.ch/bafu/fr/home/themes/forets/info-specialistes/etat-et-fonctions-des-forets/trinkwasser-aus-dem-wald.html>

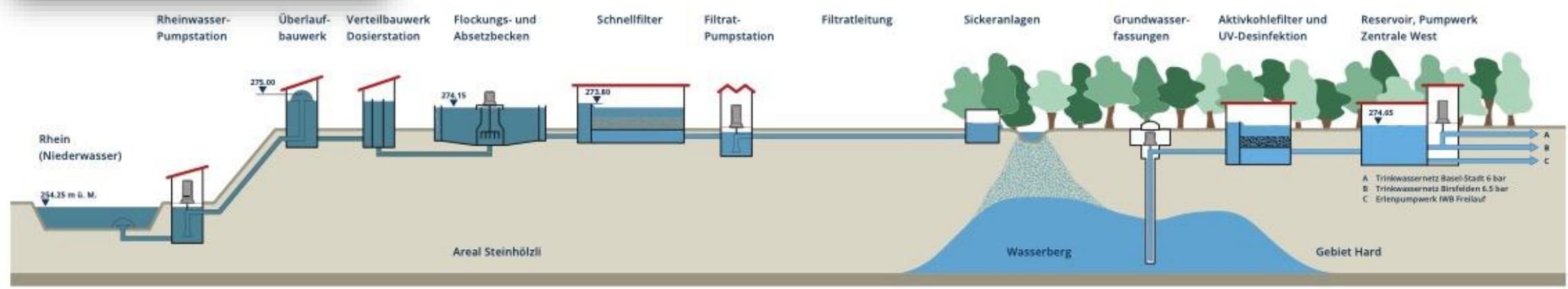
Adapted from Floriancic et al. Ecohydrology 2022

EXEMPLE: HARDWALD MUTTENZ

Exemple Forêt de Hardwald, Muttenz (BS)



- La nappe est artificiellement rechargée avec les eaux du Rhin. La filtration naturelle du sol élimine alors près de la moitié des composés traces présents dans le fleuve. Les polluants restants sont éliminés par un filtre à charbon actif.
- Plus de 130 000 personnes sont approvisionnées en eau potable grâce à cette l'installation



Verfahrensflussbild

-2-

Impact des
sécheresses
sur les forêts



Sécheresse : multiples critères et définitions

Sécheresse
météorologique

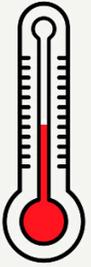
Sécheresse
hydraulique

Impact sur les
arbres

Impact sur les
cultures

Mesures physiques

Indicateurs biologiques & économiques



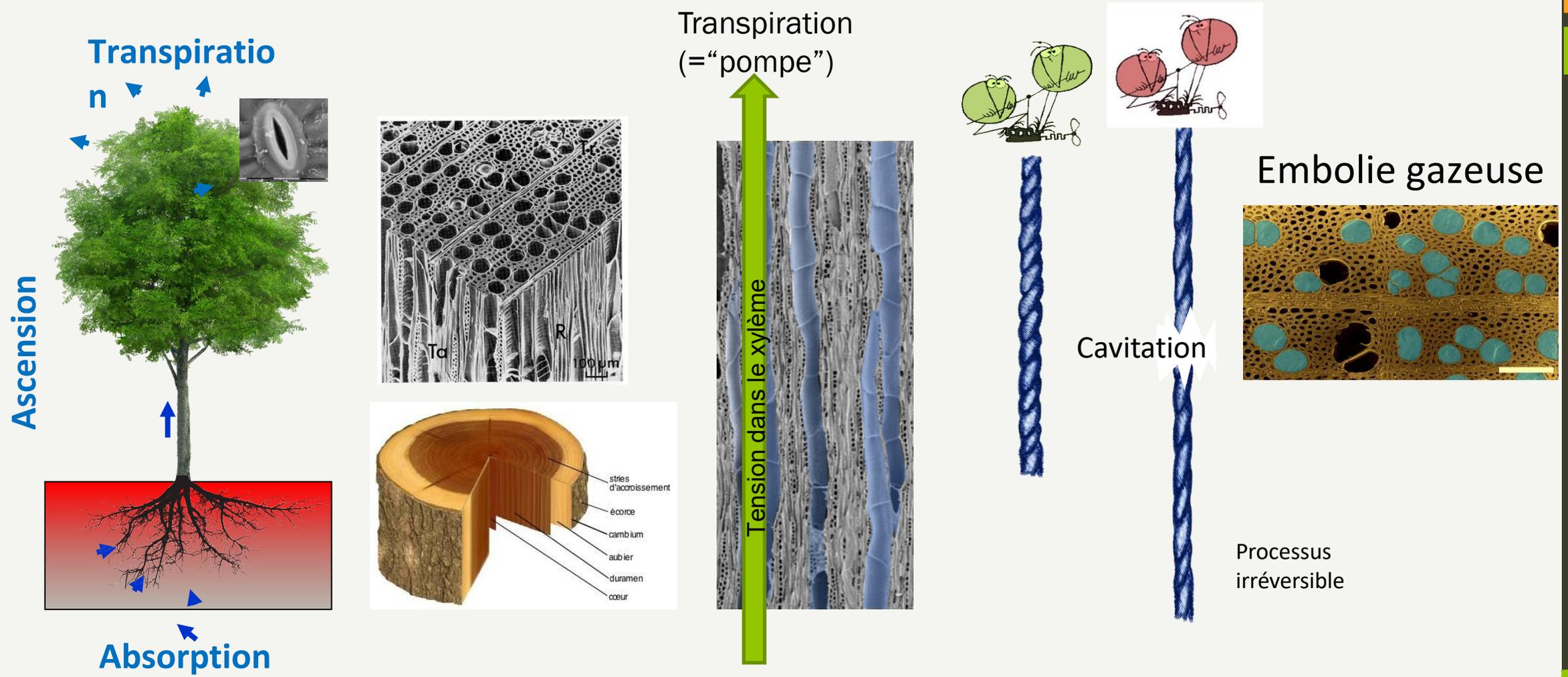
- Précipitations
- Températures
- Évapotranspiration
- SPI, SPEI

- Débit cours d'eau
- Profondeur nappes phréatiques

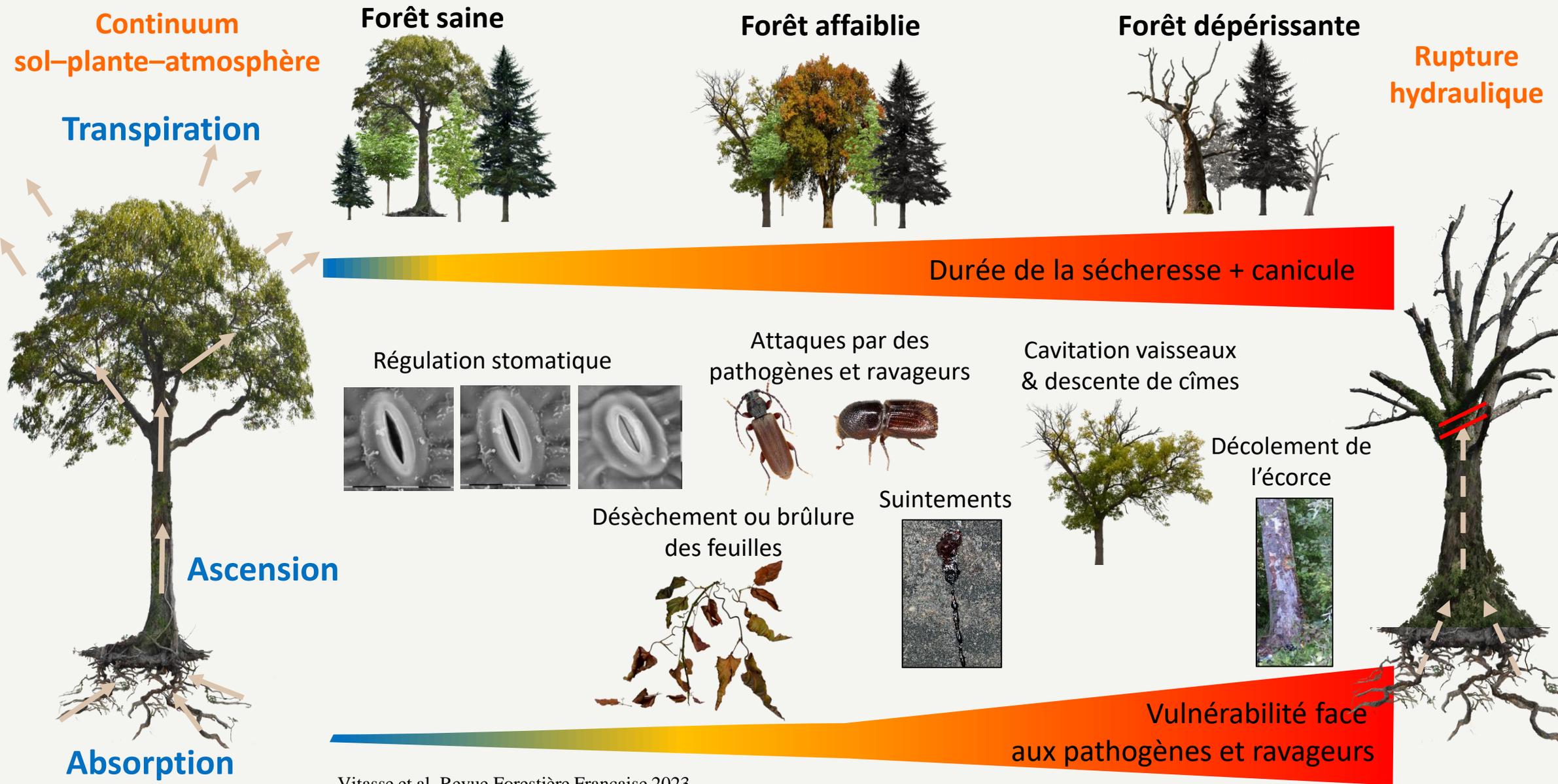
- Croissance des cernes
- Défoliation
- Dégâts sur l'agriculture, la sylviculture, les écosystèmes

POURQUOI LES ARBRES SONT SENSIBLES À LA SÉCHERESSE

Le système hydraulique de l'arbre: un système vulnérable aux sécheresses



RÉPONSE DES ARBRES À LA SÉCHERESSE

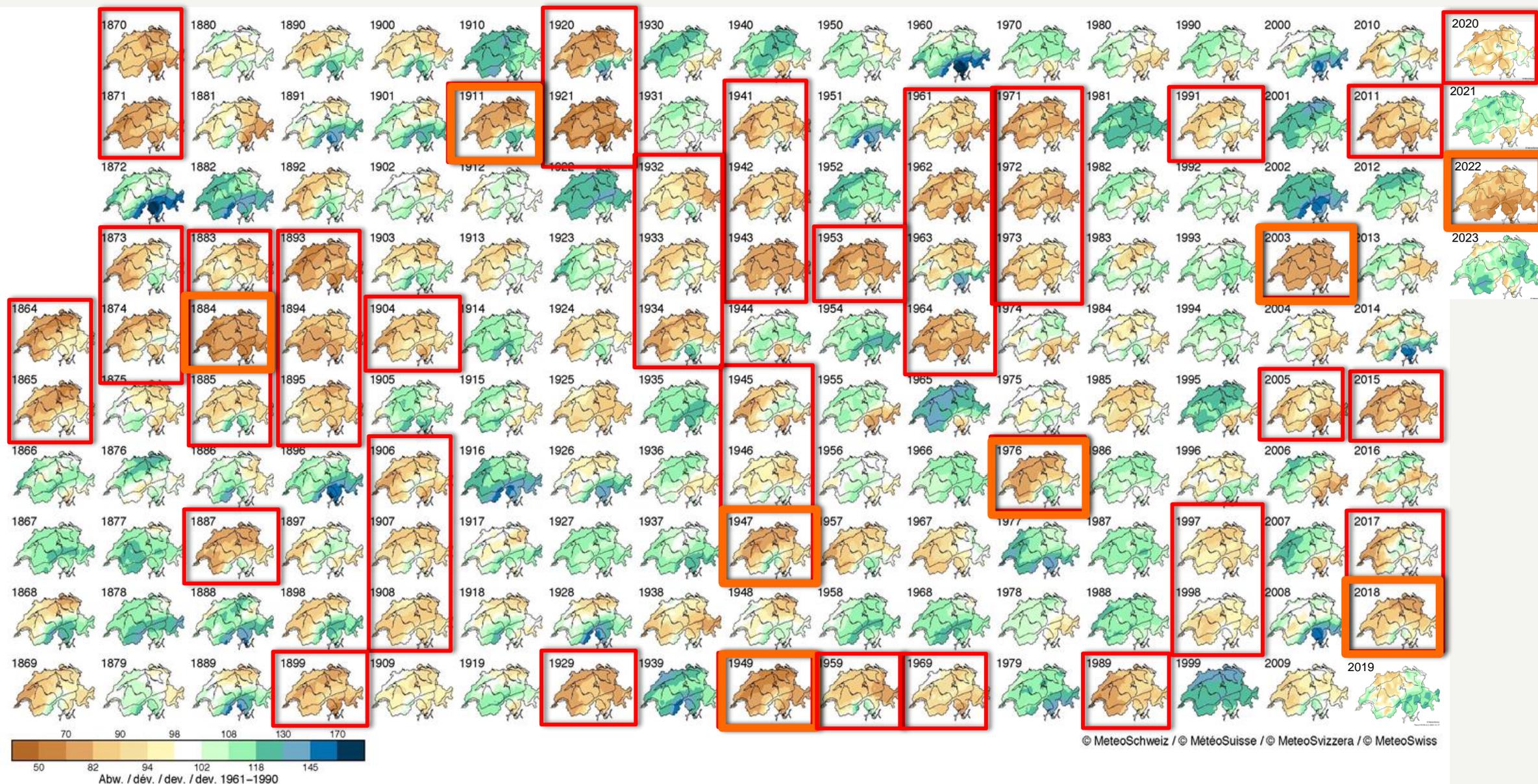


Vitasse et al. Revue Forestière Française 2023

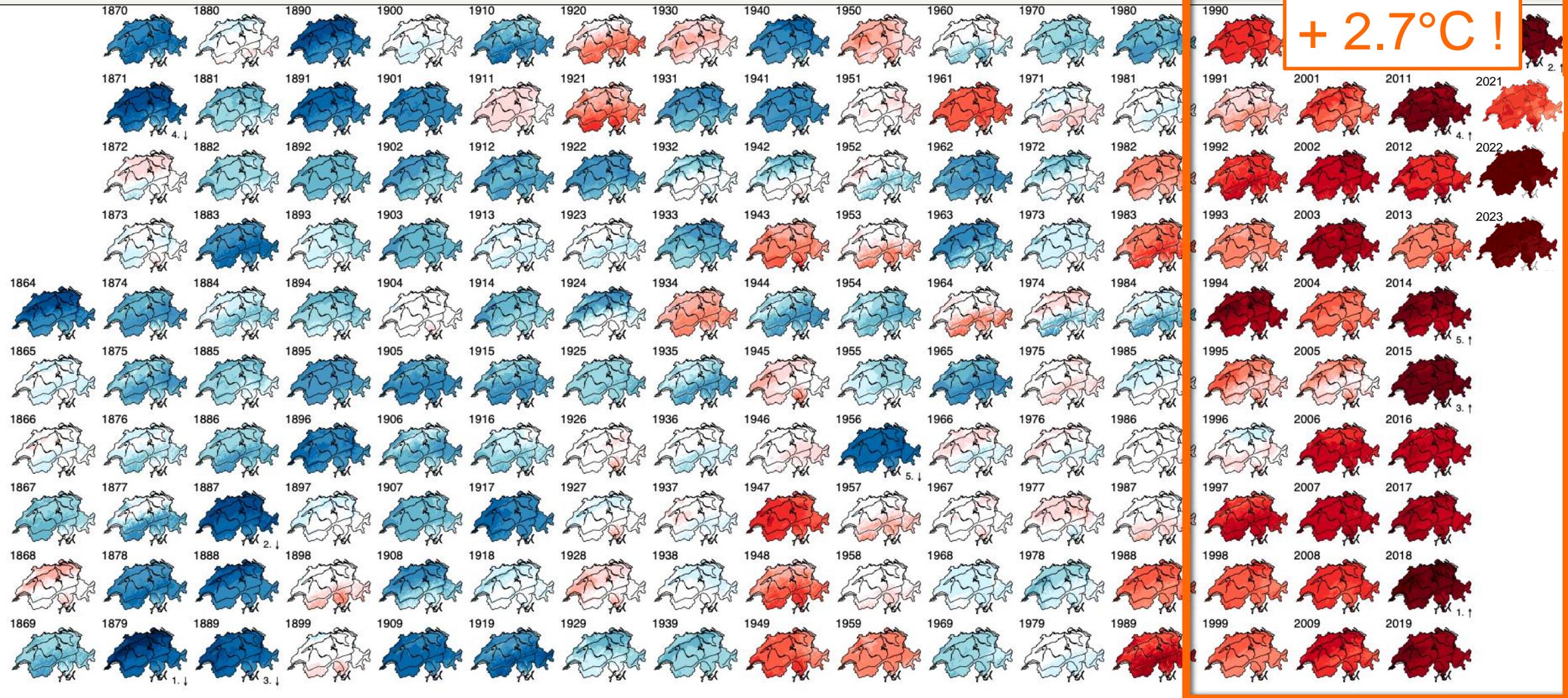
LES SÉCHERESSES PASSÉES EN SUISSE



1
2
3
IMPACT DES SÉCHERESSES



TEMPÉRATURE ANNUELLE EN SUISSE



+ 2.7°C !

2.7°C 2014–2023 / 1971–1900

© MeteoSchweiz / © MétéoSuisse / © MeteoSvizzera / © MeteoSwiss

clim.stamps (clim.vis, v0.3.28) / 02.01.2021, 15:45 CET

- 1
- 2
- 3

IMPACT DES SÉCHERESSES

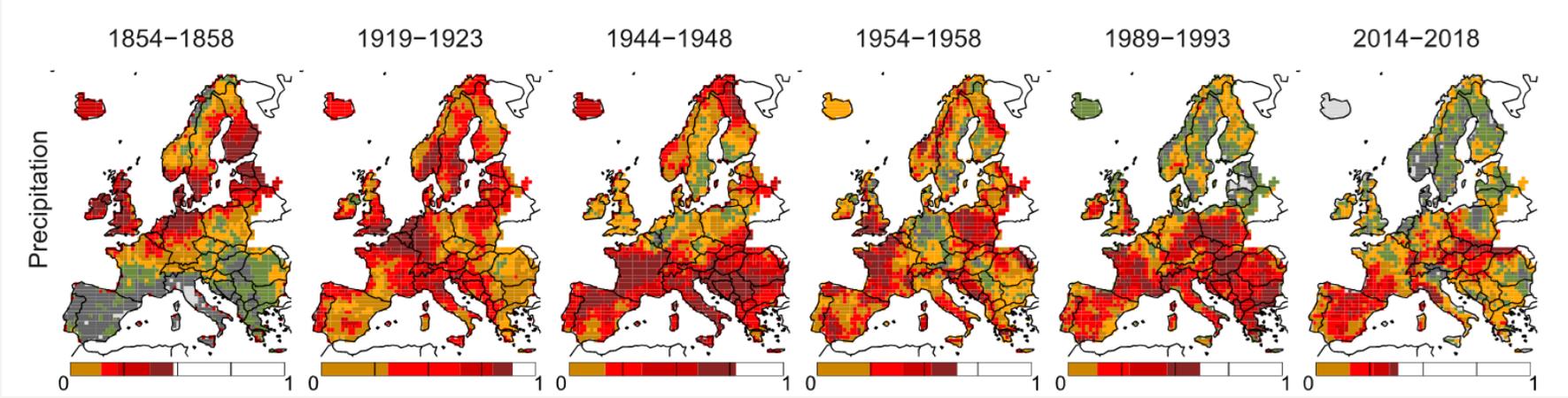
IMPACT DES SÉCHERESSES EXACERBÉ PAR LA CHALEUR

Période 2014–2018

LETTER

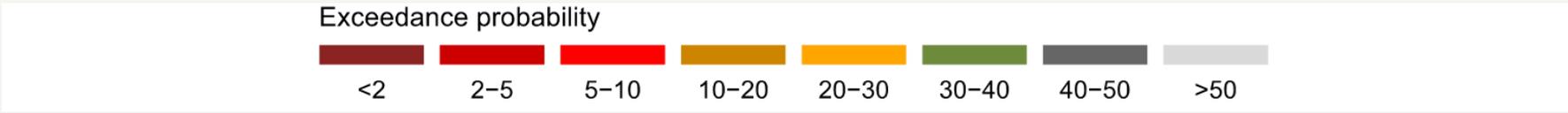
Europe under multi-year droughts: how severe was the 2014-2018 drought period?

Vojtěch Moravec^{1,4}, Yannis Markonis¹, Oldrich Rakovec^{1,3}, Miroslav Svoboda¹, Miroslav Trnka¹, Rohini Kumar³ and Martin Hanel^{1,4,5}



2014–2018
→ Faibles précipitations mais plus élevées que 1919–1923, 1944-48 ou encore 1989–1993

2014–2018
→ Teneur en eau du sol la plus faible sur les 253 dernières années sur une grande surface !



Schaffhausen Août 2018



Dépérissement catastrophique en

Le canton du Jura fait face à une situation grave et inédite. Les plus de 100'000 m3 de hêtres sont secs ou en passe de dépérir d



Vue aérienne d'une forêt ajoulote. Photo Valentin Queloz-Protection de la forêt suisse



Sécheresse : les forêts des Vosges sont en train de rougir



Des hêtres et même de puissants chênes ne résistent pas au réchauffement climatique. Chercheurs et forestiers alertent. Enquête et reportage.

Louane « J'ai faim de musique » La jeune chanteuse revient après deux ans d'absence PAGE 28

Pandémie A peine ouvertes, plusieurs écoles ont déjà dû refermer P.8 L'étude qui incite à porter le masque P.9

Economie P.7 Se faciliter la vie en payant ses impôts chez le buraliste

Tour de France P.18 ET 19

La grosse boulette d'Alaphilippe lui coûte son maillot jaune

Conso P.12 ET 13

Le boom des applis de dons alimentaires entre particuliers



En Allemagne, le cri d'alarme des forestiers

Explication La forêt allemande souffre du changement climatique dans des proportions encore jamais observées. Les propriétaires appellent à l'aide.

Delphine Nerbollier (à Berlin), le 28/04/2021 à 06:48 Modifié le 28/04/2021 à 09:36

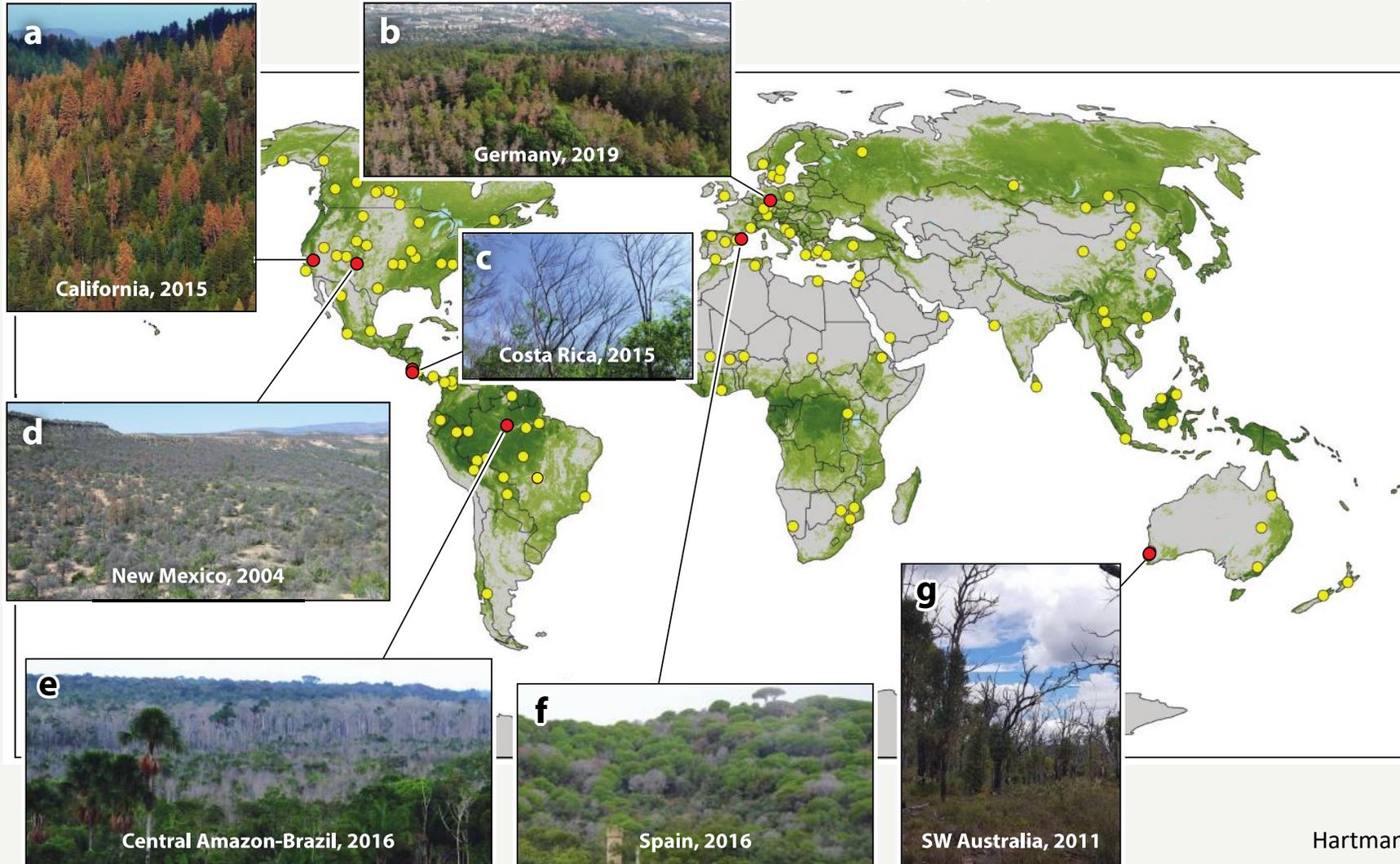
Lecture en 2 min.



DÉPÉRISSEMENTS : UN PHÉNOMÈNE GLOBAL

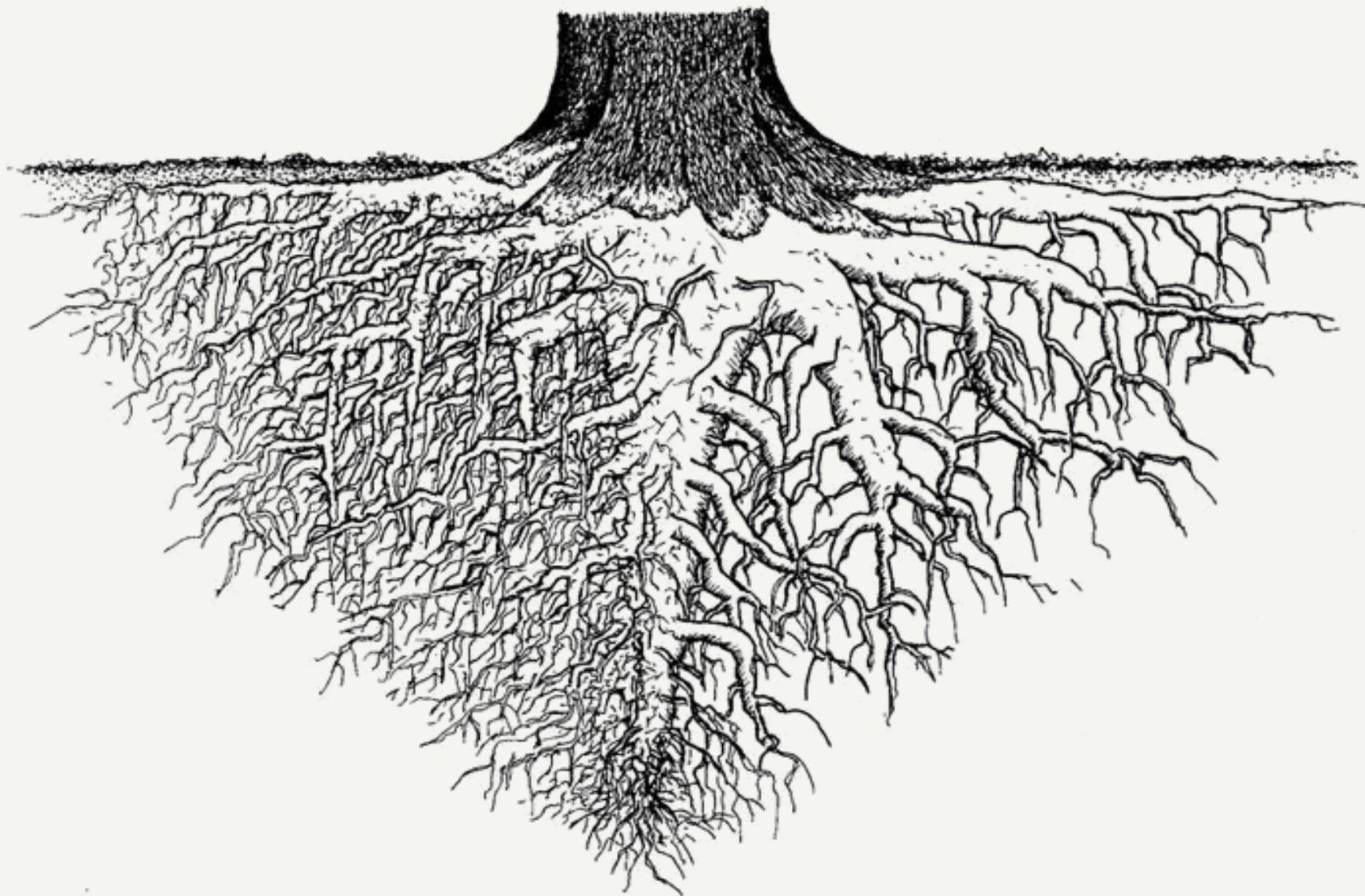
Augmentation de la mortalité due à la sécheresse : un phénomène global lié au réchauffement climatique

Global distribution of hotter-drought tree mortality plots



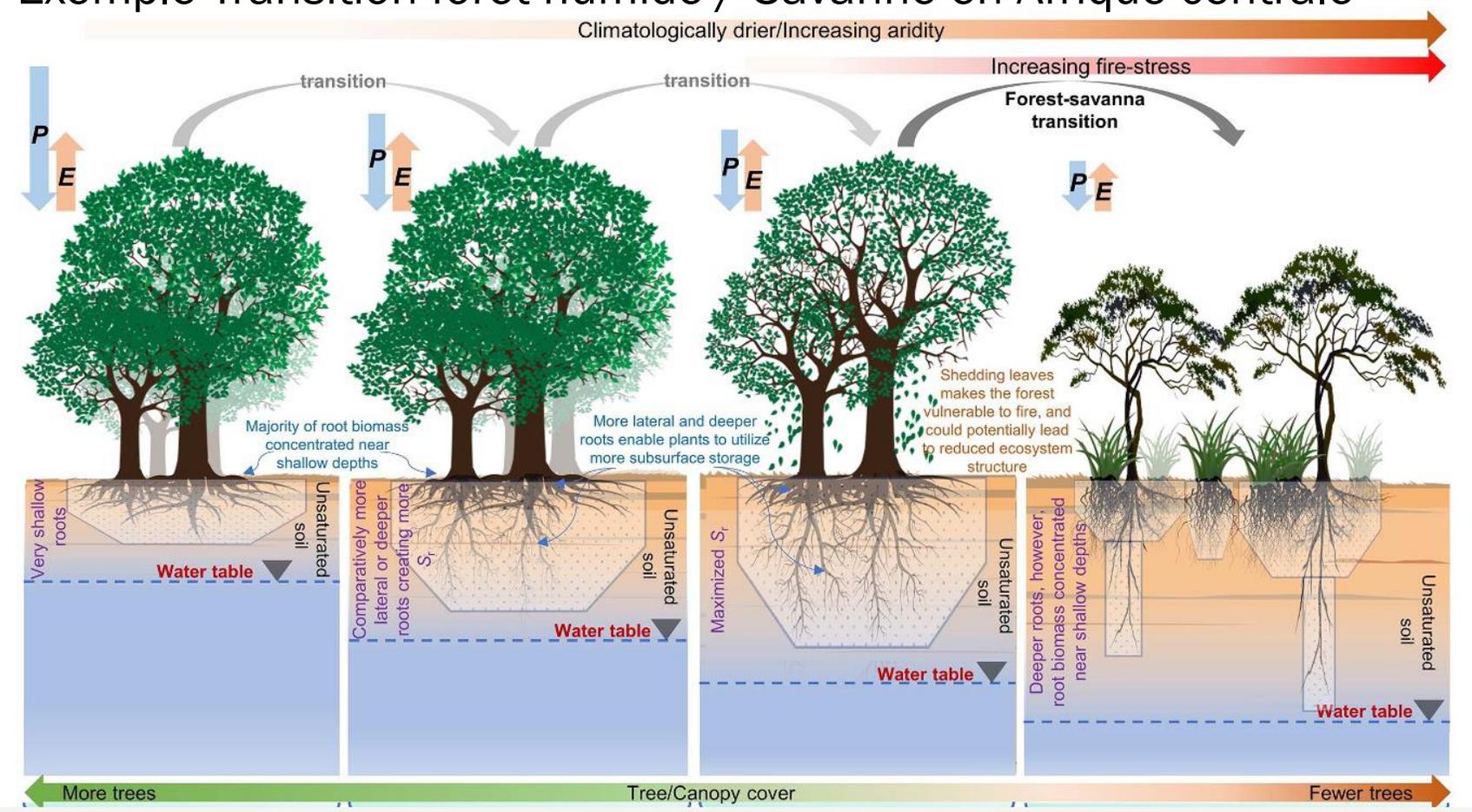
-3-

Adaptation
des forêts à la
sécheresse



ADAPTATIONS DES FORÊTS À LA SÉCHERESSE

Exemple Transition forêt humide / Savanne en Afrique centrale

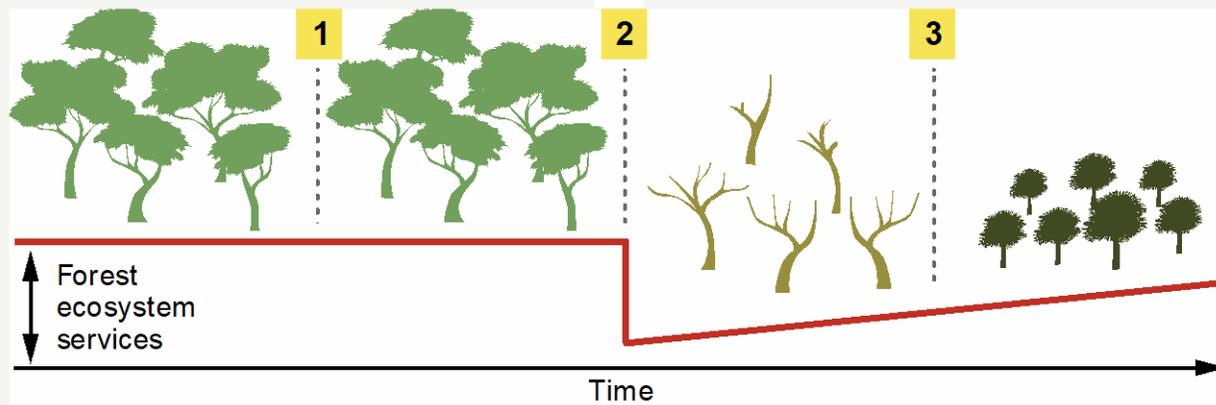


Singh et al. Env. Res. Letters 2020

- Augmentation du ratio biomasse racinaire/foliaire (arbre plus trapus)
- Changement morphologique des feuilles (plus épaisses et petites pour limiter les pertes d'eau)
- Au stade de recrutement, sélection naturelle pour des plants plus résistants à la sécheresse et aux canicules
- Cas extrêmes: changement de végétation plus adaptée au stress hydrique

COMMENT AIDER LA FORÊT À S'ADAPTER PLUS VITE

Comment la gestion peut aider à anticiper les changements et à maintenir des services écosystémiques forestiers (SEF) durables ?



Pas de gestion proactive

→ Diminution rapide des SEF et récupération lente

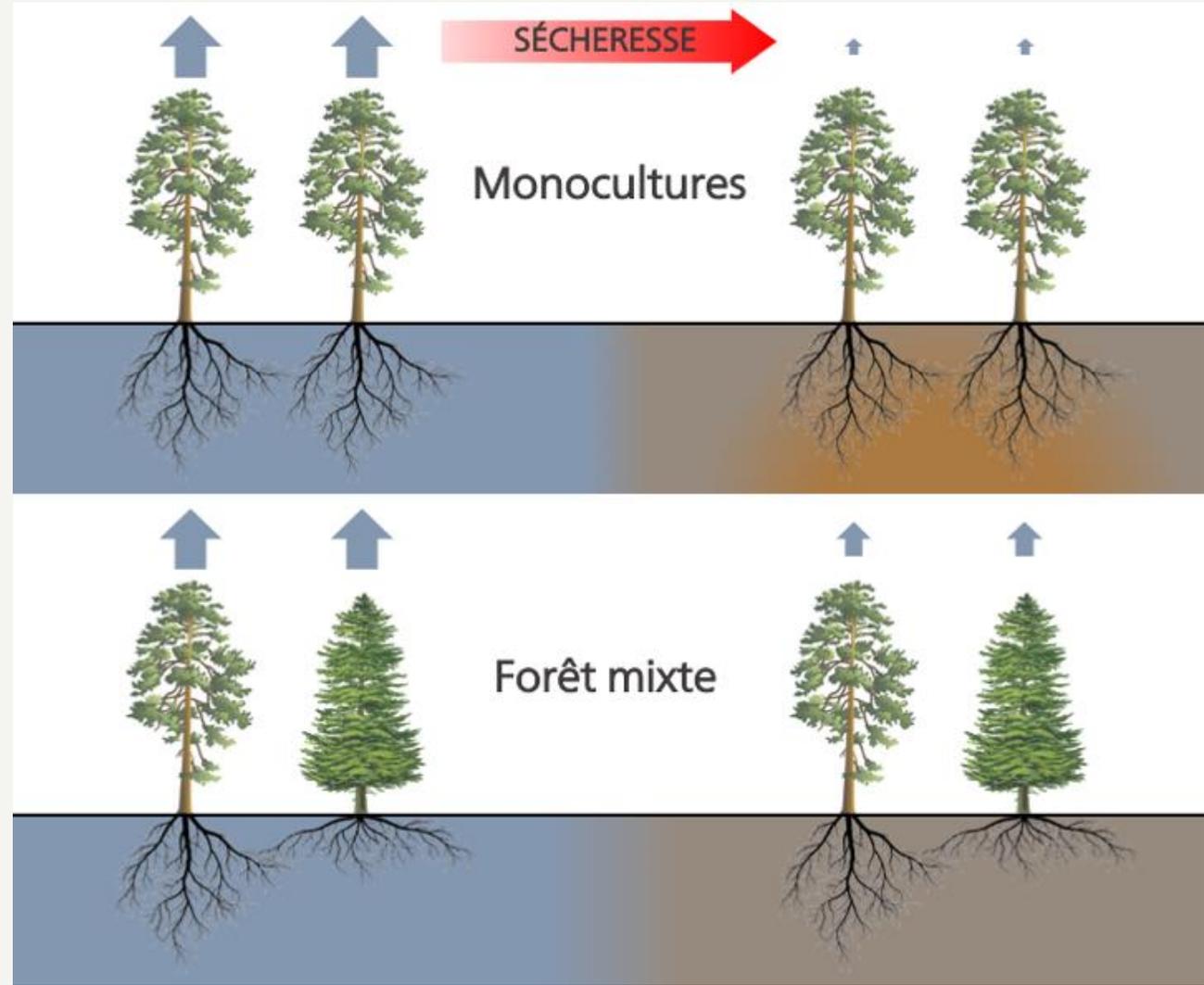
Gestion active

Les gestionnaires forestiers **anticipent une transition graduelle de la forêt et la facilitent en réduisant la probabilité d'un dépérissement soudain** (par exemple, en éclaircissant la forêt pour réduire la concurrence pour l'eau), **en aidant à l'établissement d'essences mieux adaptées aux conditions futures, en favorisant la diversité structurelle et fonctionnelle.**

- La transition est graduelle plutôt que brutale, et les SEF sont maintenus à un niveau plus élevé (bien que réduit).
- Les SEF se rapprochent plus rapidement de leur niveau initial.

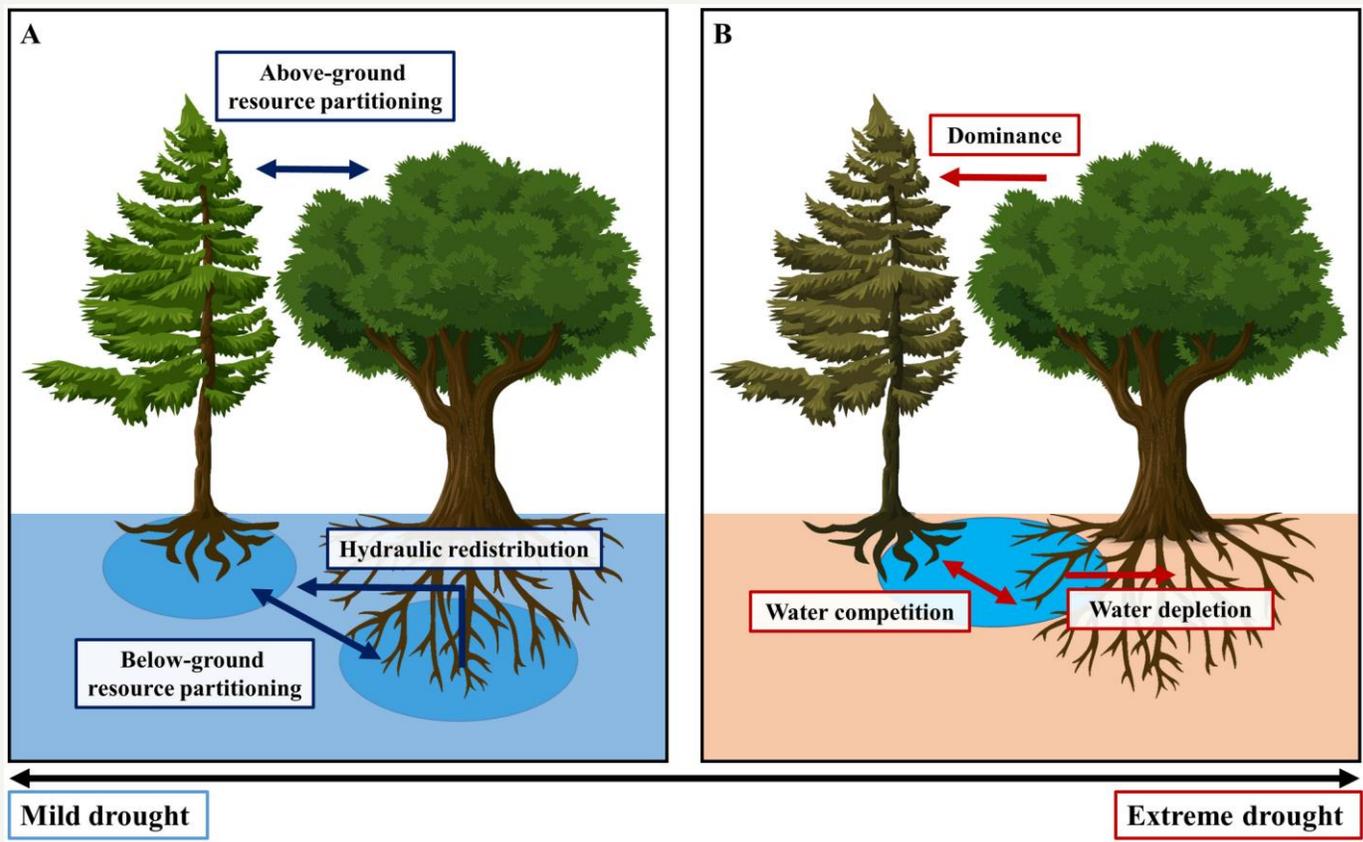
RÔLE DE LA BIODIVERSITÉ

Concept de complémentarité de niche



→ En théorie, dans un mélange d'espèces, les différentes profondeurs d'enracinement évitent la concurrence, les ressources en eau utilisées sont complémentaires et il reste plus d'eau disponible même en cas de sécheresse.

RÔLE DE LA BIODIVERSITÉ



→ Mais dépend fortement du mélange d'essences et quand la sécheresse est trop longue/intense, l'effet peut s'inverser (top forte dominance d'une seule espèce)

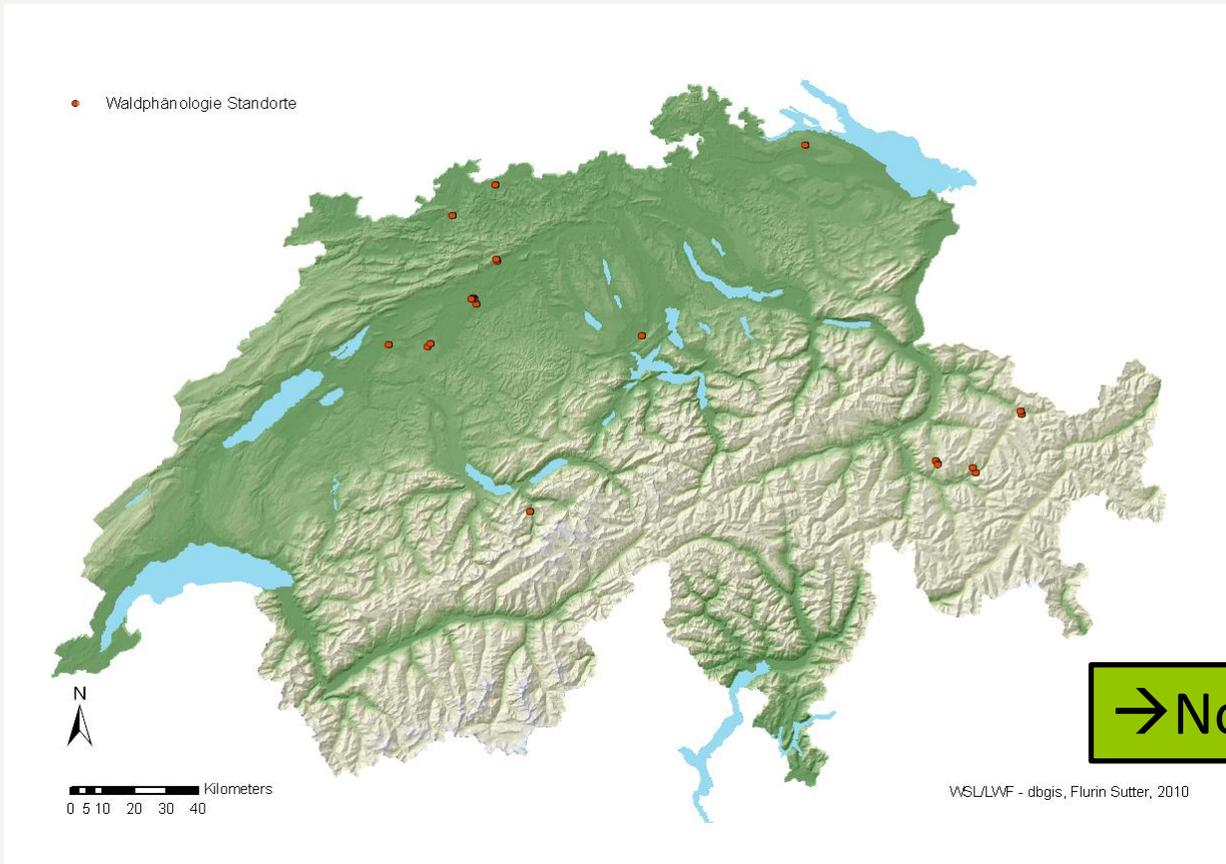
“Bien que nous reconnaissons l'importance des forêts mixtes pour la biodiversité, les services écosystémiques ou la résistance aux ravageurs, nous mettons en garde contre le fait que les interactions entre les espèces bénéfiques peuvent changer en cas de sécheresse extrême.”

Haberstroh & Werner Plant Biology 2022

Publicité : PhaenoWald

Réseau d'observations phénologiques du WSL

Sciences participatives = précieuses données pour les chercheurs



Stations d'observations

- 9 Hêtre
- 4 Frêne
- 5 Chêne
- 5 Épicéa
- 5 Mélèze
- 1 Sapin



→ Nouveaux volontaires sont les bienvenus!



Questions ?

© Chappatte

Merci pour votre attention...

