

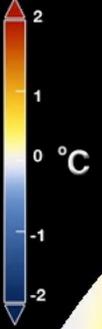
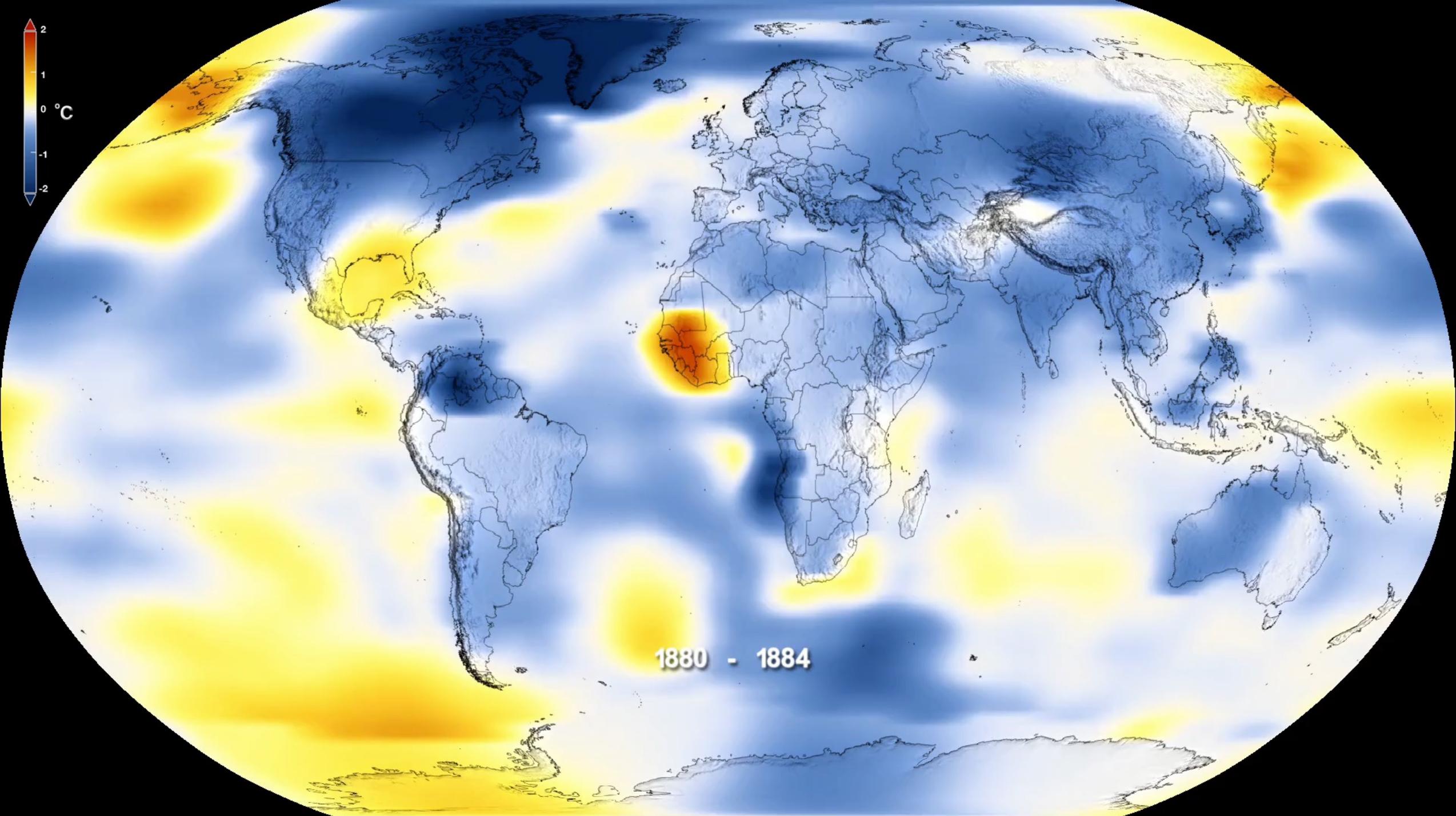


EPFL

Le destin des forêts dans un climat plus chaud et plus sec

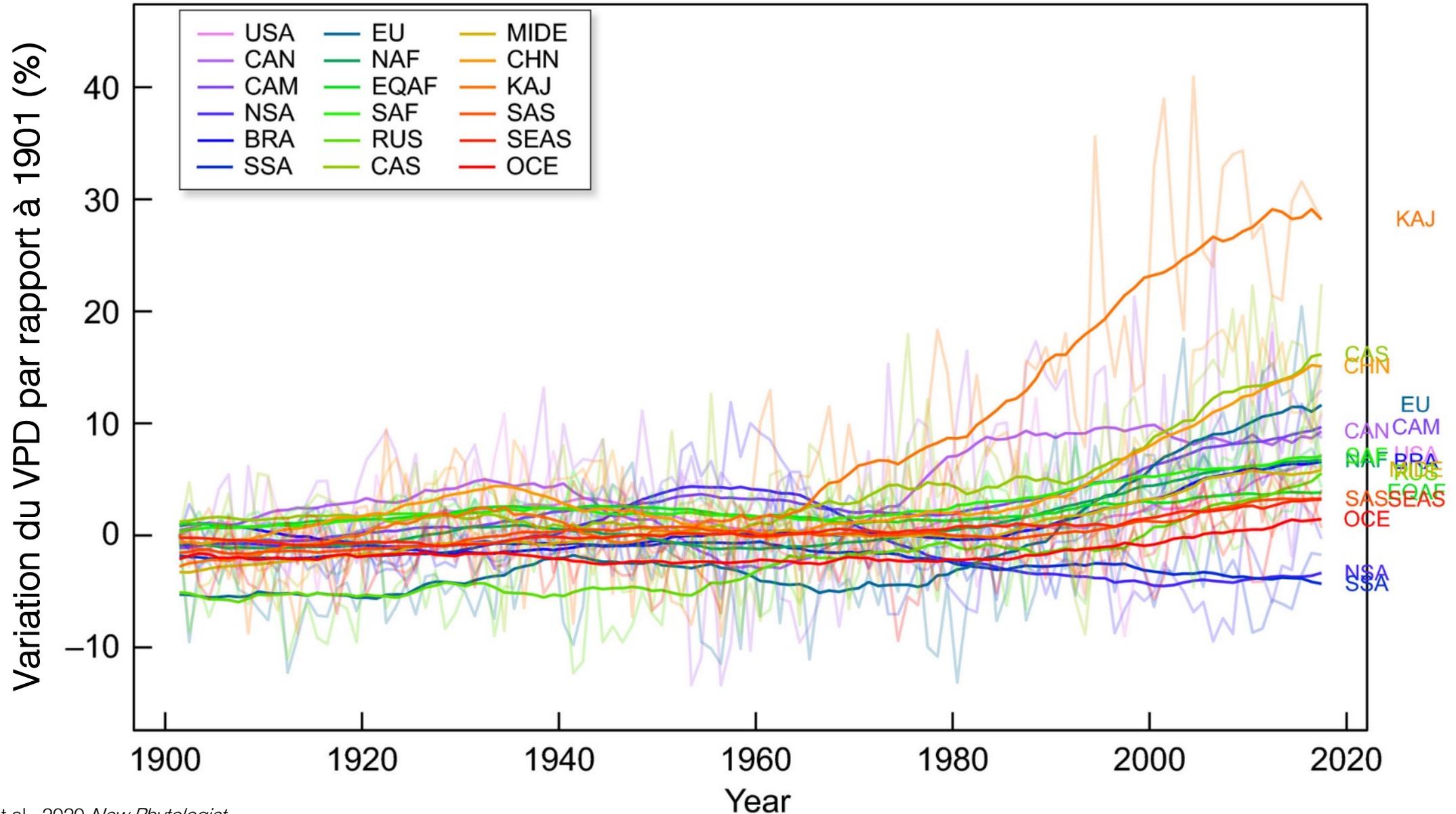
Charlotte Grossiord

Laboratoire d'écologie végétale PERL, EPFL & WSL



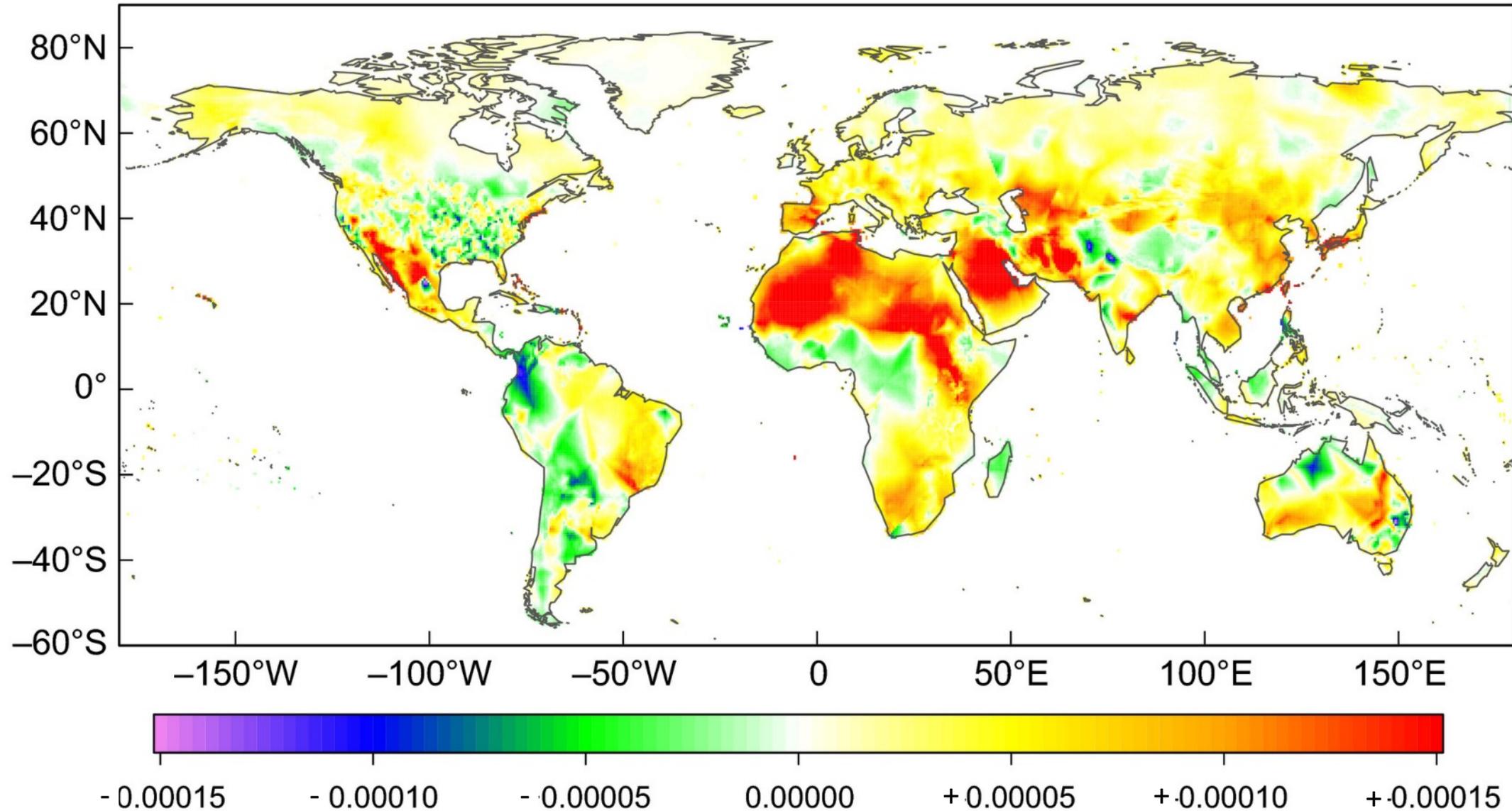
1880 - 1884

Augmentation de la demande évaporative de l'air



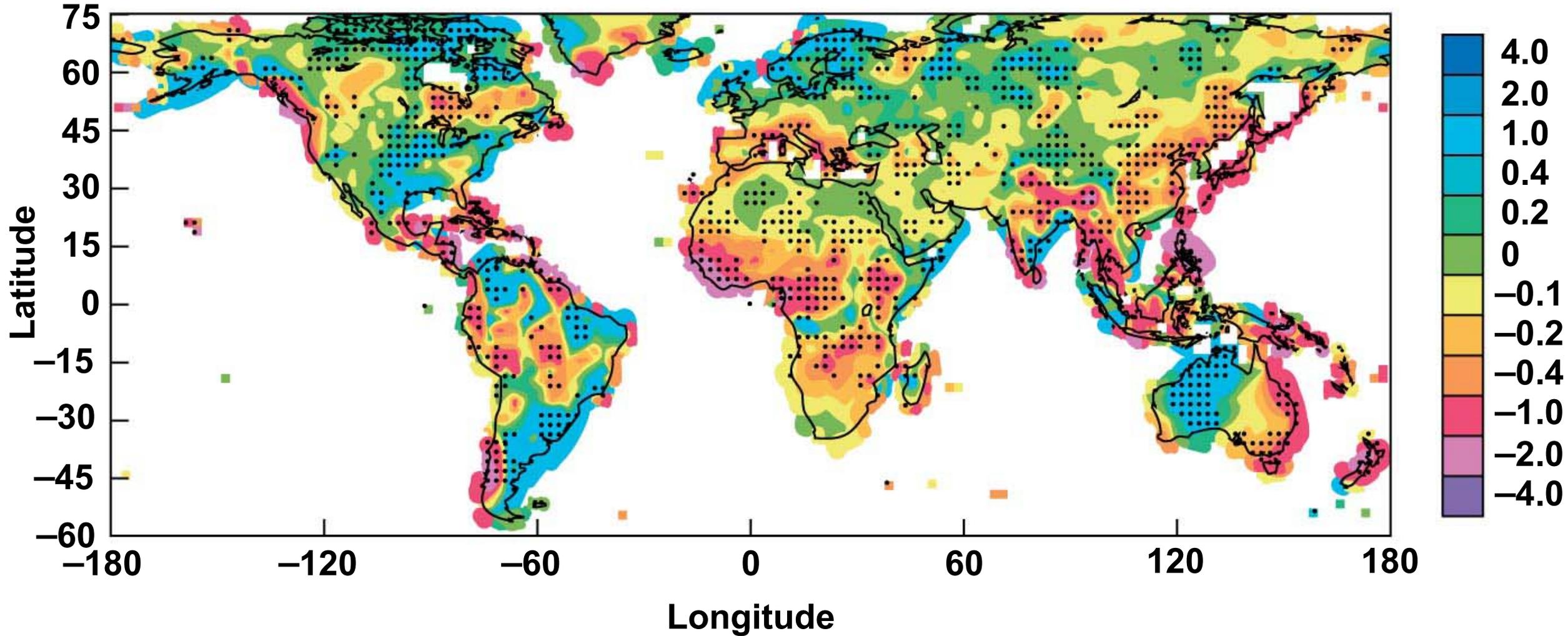
Augmentation de la demande évaporative de l'air

Tendance du VPD (kPa par mois; 1901-2017)



Tendance globalement uniforme des précipitations

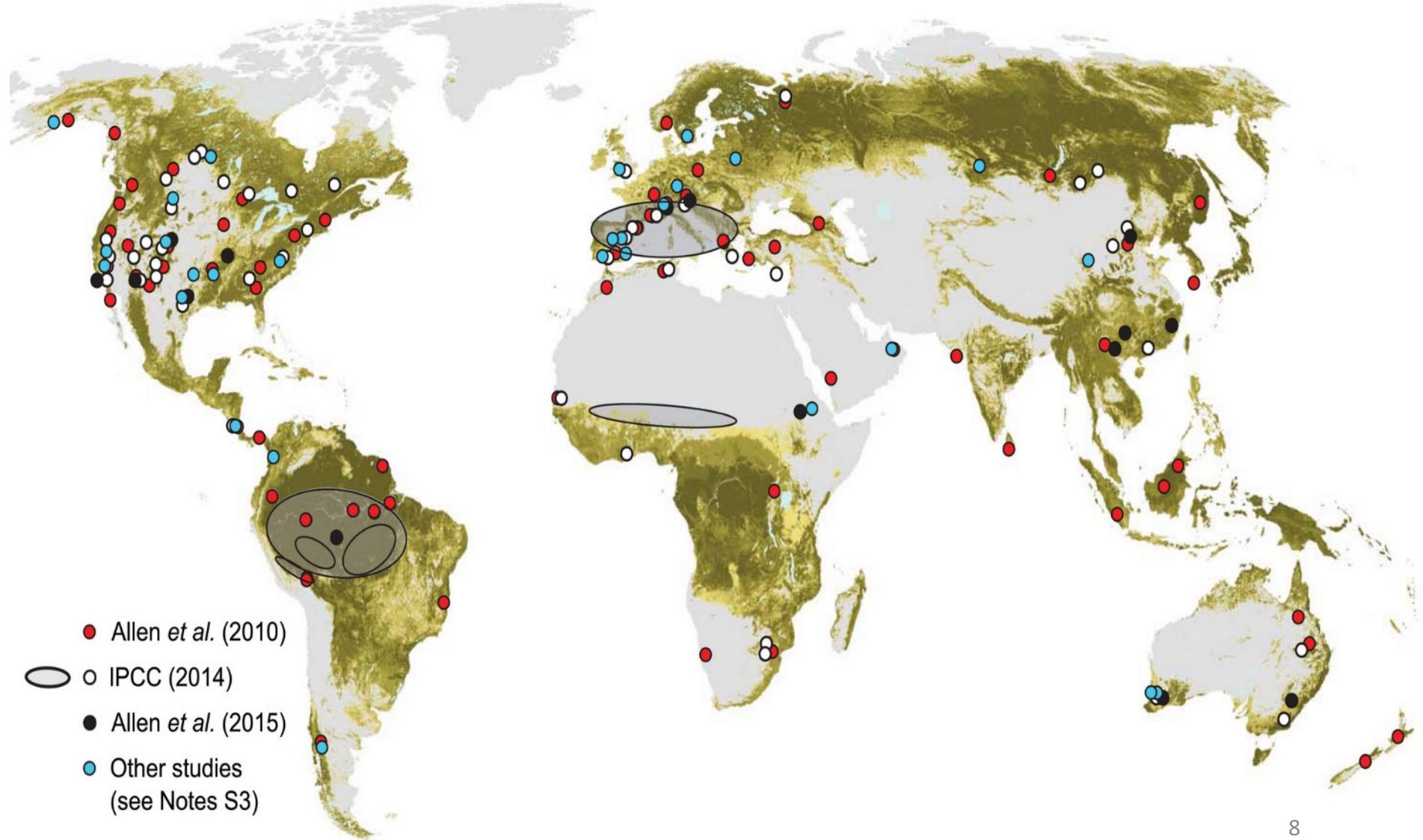
Tendance des précipitations (mm/jour/50 ans; 1950-2010)

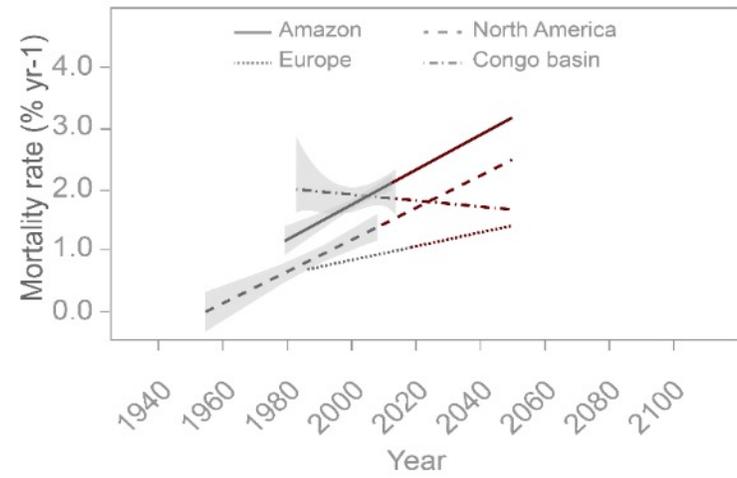




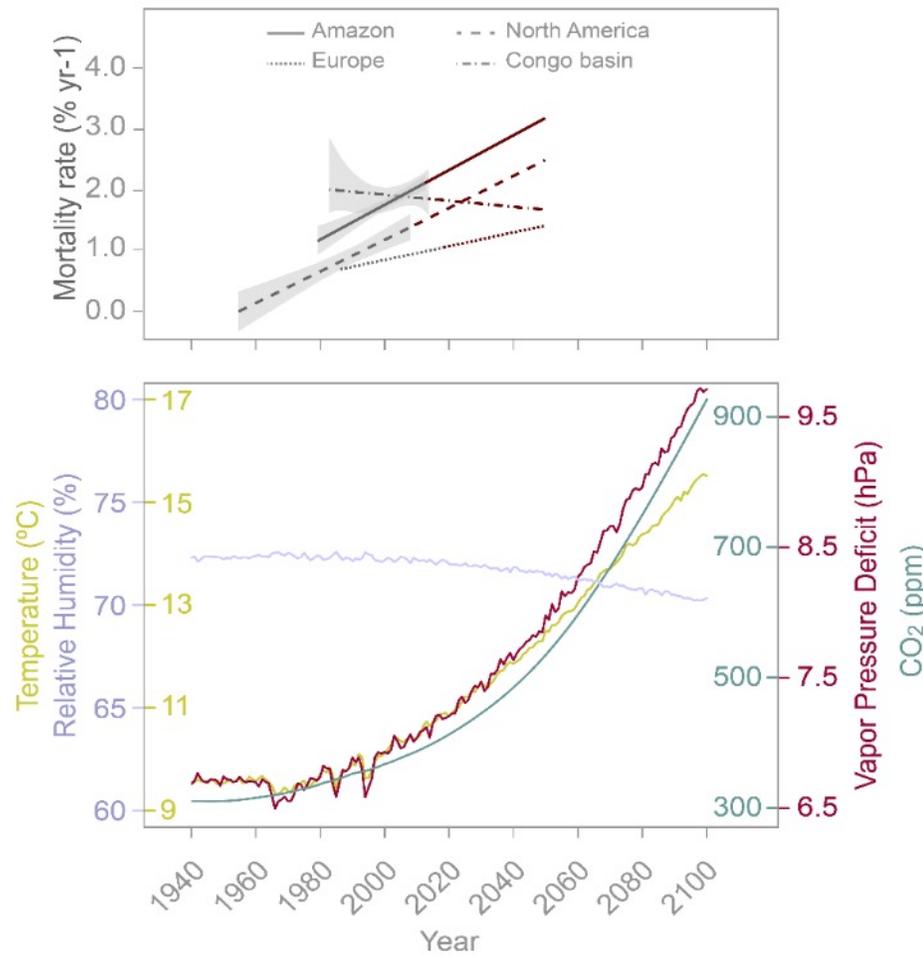


Mortalité globale et massive des arbres liée aux sécheresses et à l'augmentation des températures



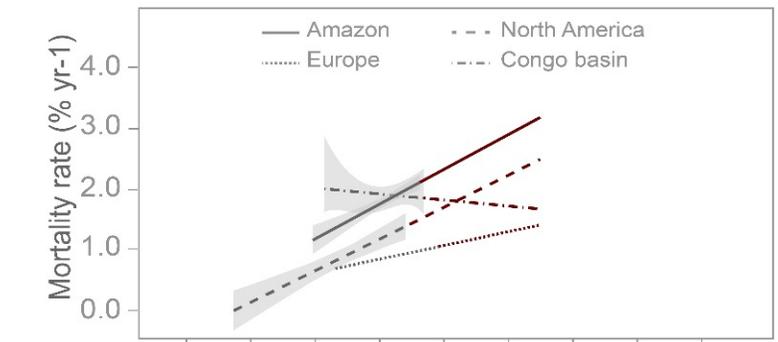


Taux de mortalité observés et prédicts

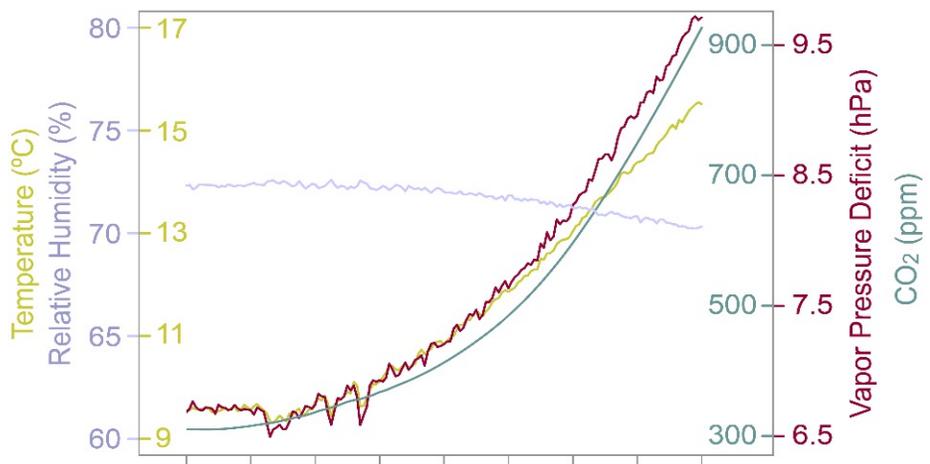


Taux de mortalité observés et prédicts

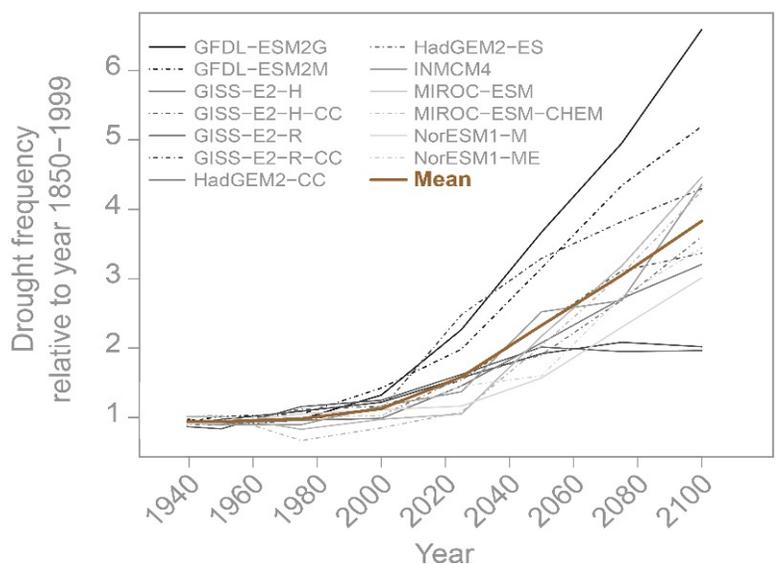
Prédictions de la concentration en CO₂, la température, l'humidité relative et le VPD



Taux de mortalité observés et prédicts



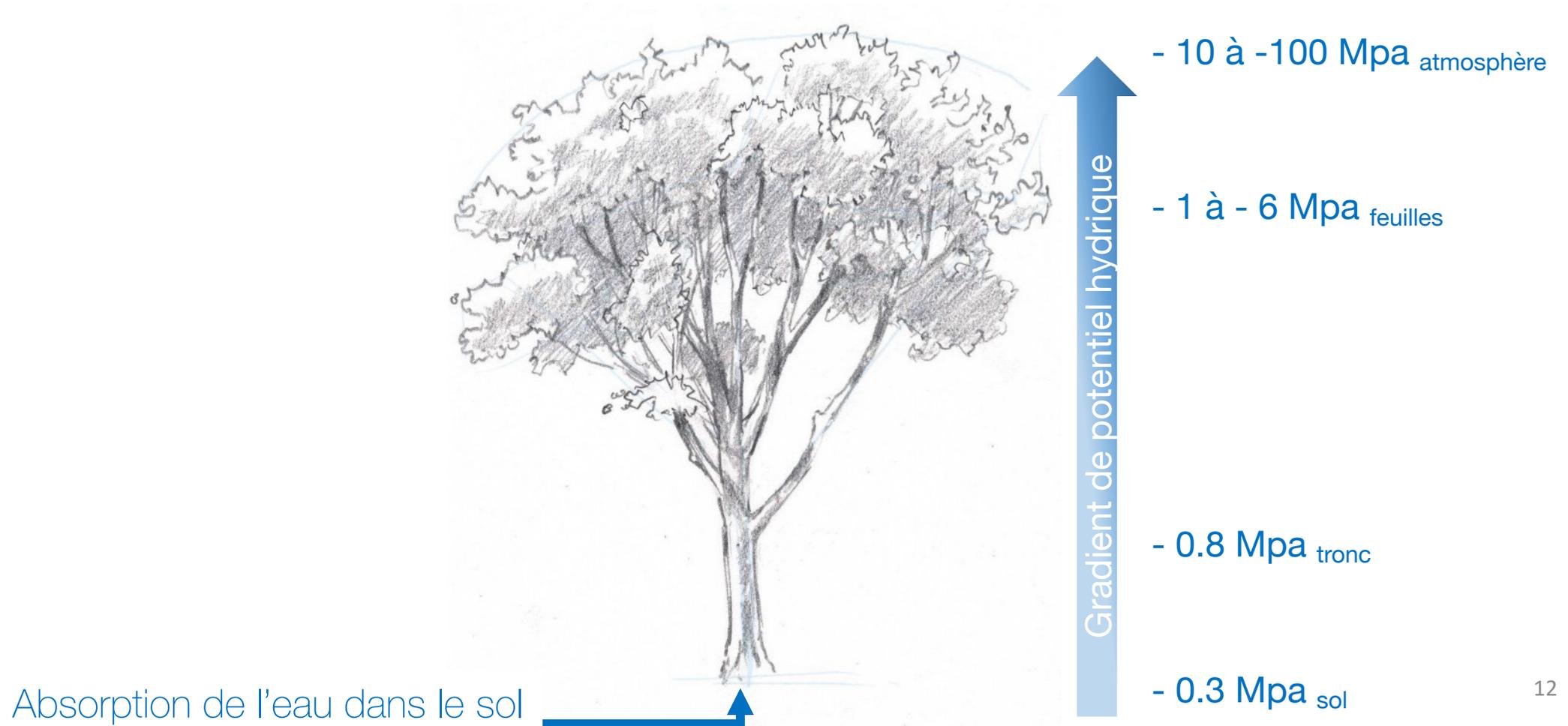
Prédictions de la concentration en CO₂, la température, l'humidité relative et le VPD



Prédictions de la fréquence des sécheresses par rapport aux taux historiques

Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Transpiration des arbres lors de conditions favorables

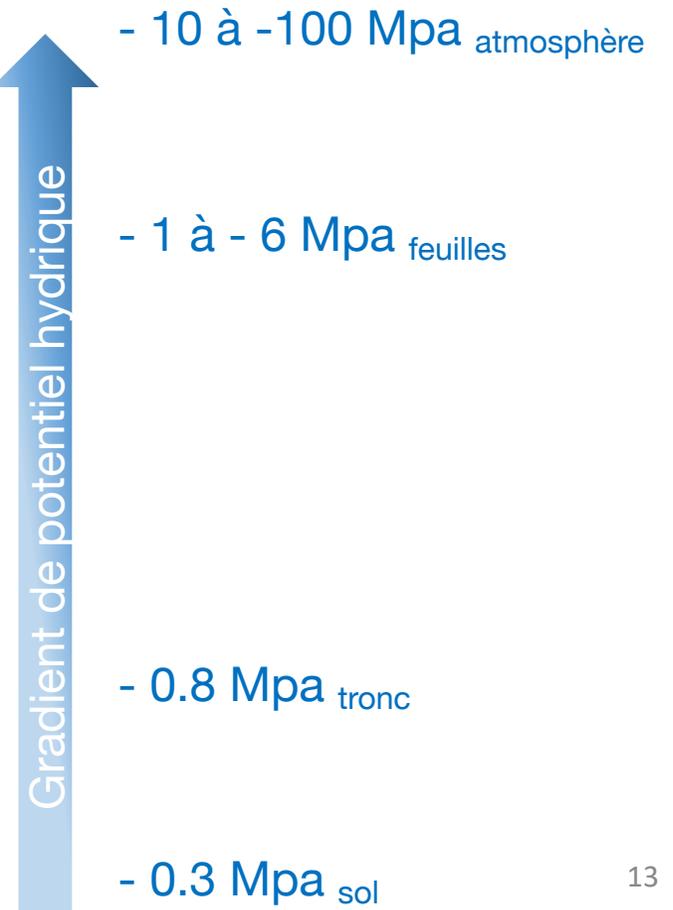
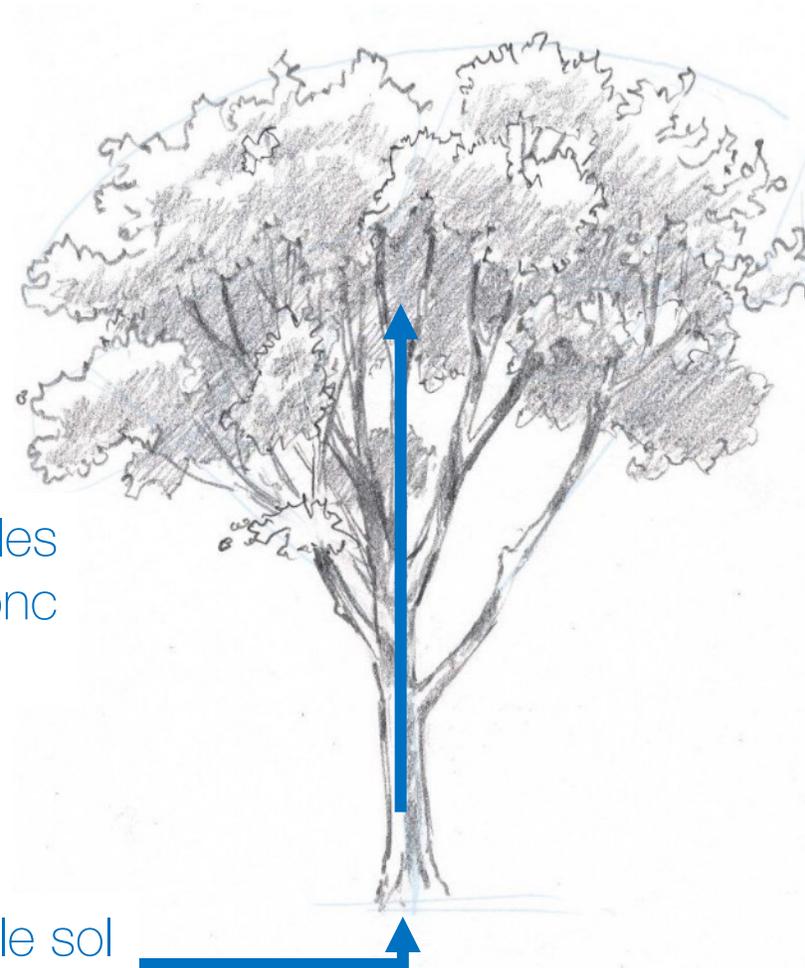


Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Transpiration des arbres lors de conditions favorables

Transport de l'eau dans les éléments conducteurs du tronc (xylème)

Absorption de l'eau dans le sol

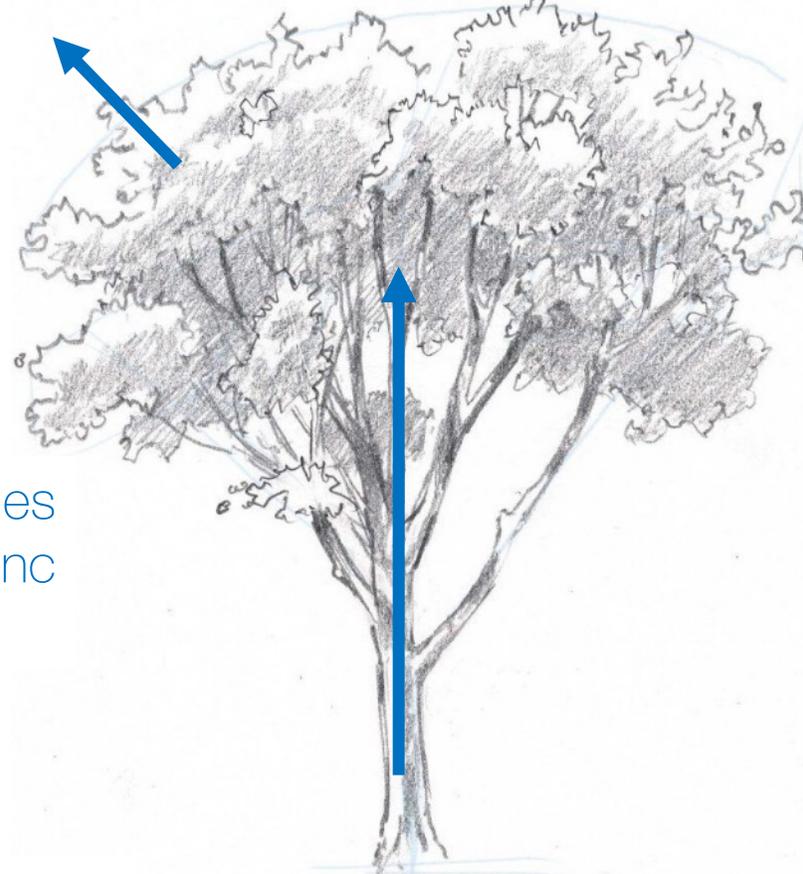


Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Transpiration des arbres lors de conditions favorables

Transport de l'eau depuis les nervures jusqu'aux stomates et évaporation dans l'atmosphère

H₂O



Transport de l'eau dans les éléments conducteurs du tronc (xylème)

Absorption de l'eau dans le sol

Gradient de potentiel hydrique

- 10 à -100 Mpa atmosphère

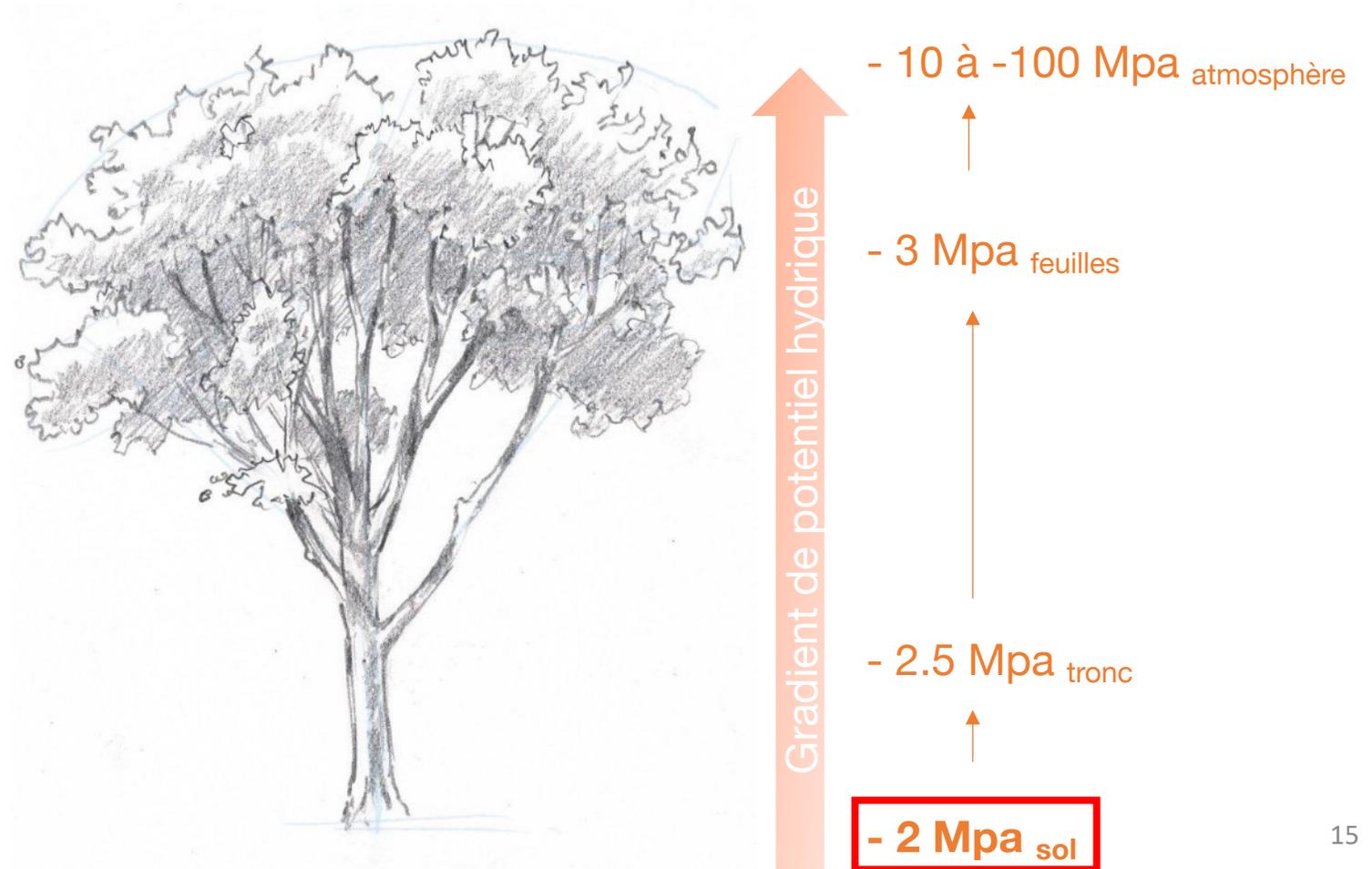
- 1 à - 6 Mpa feuilles

- 0.8 Mpa tronc

- 0.3 Mpa sol

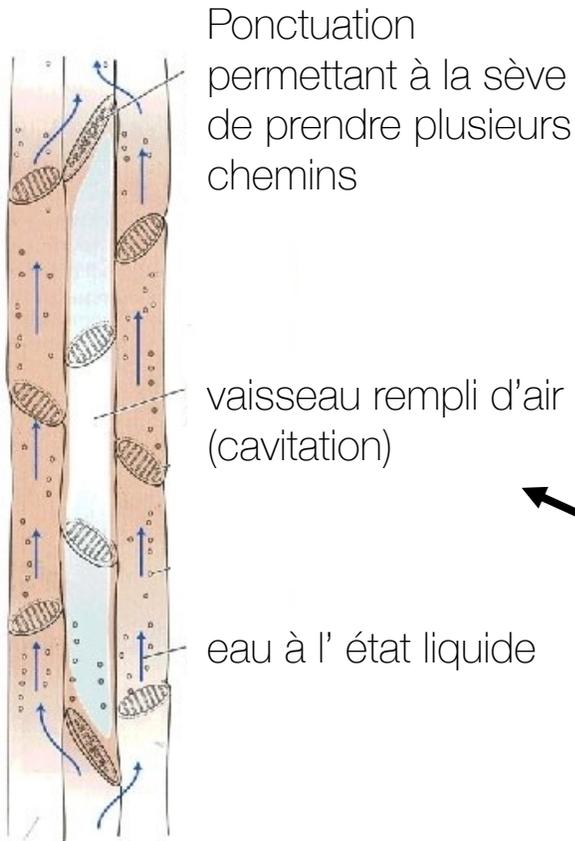
Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Transpiration des arbres lors de sécheresses

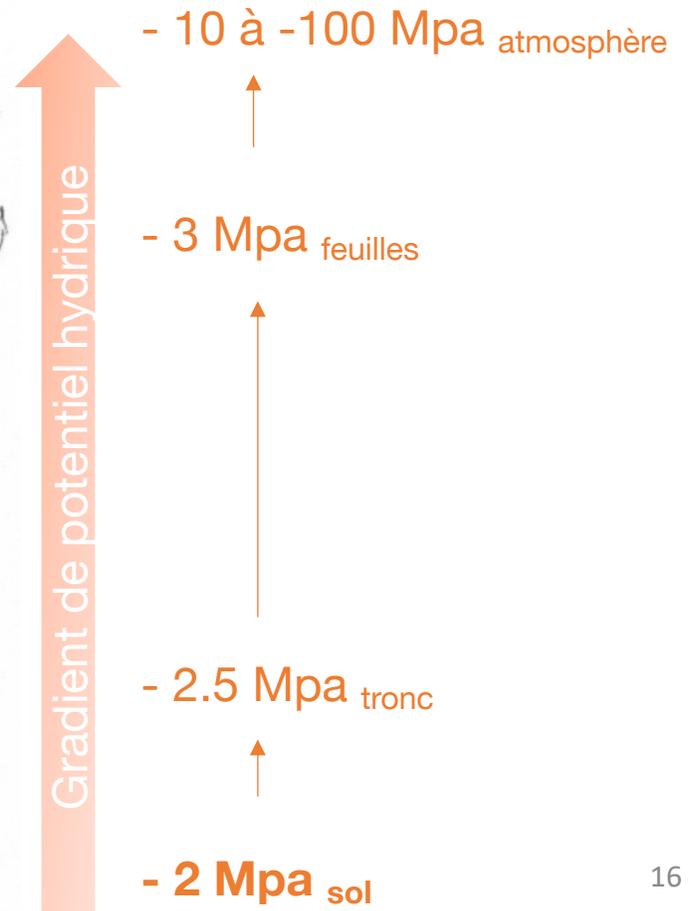
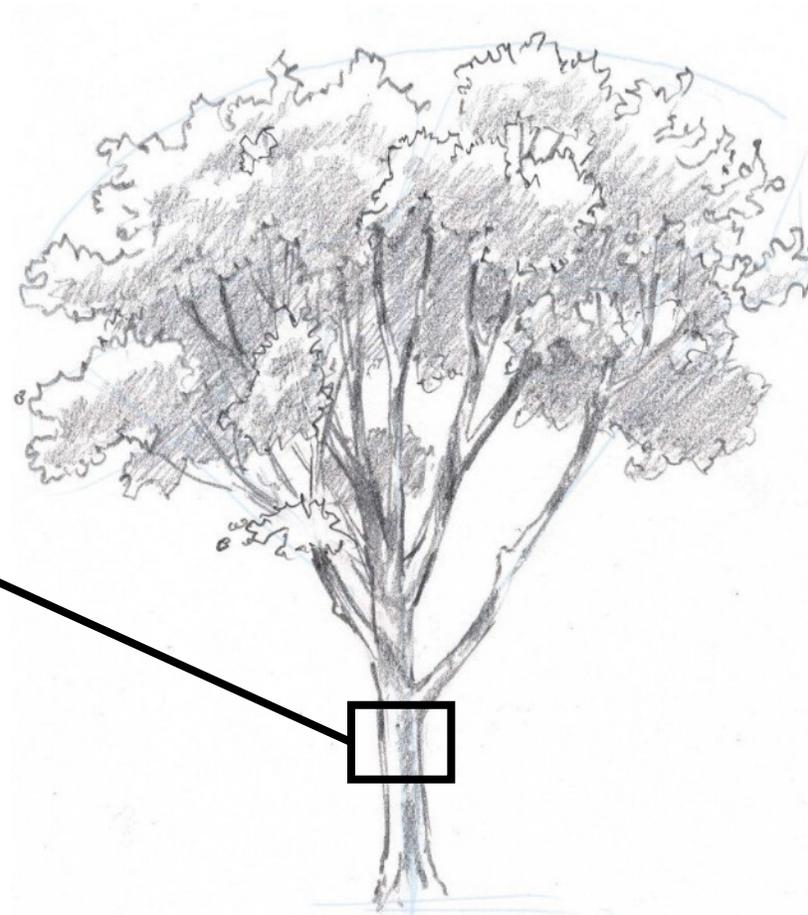


Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Cavitation des vaisseaux



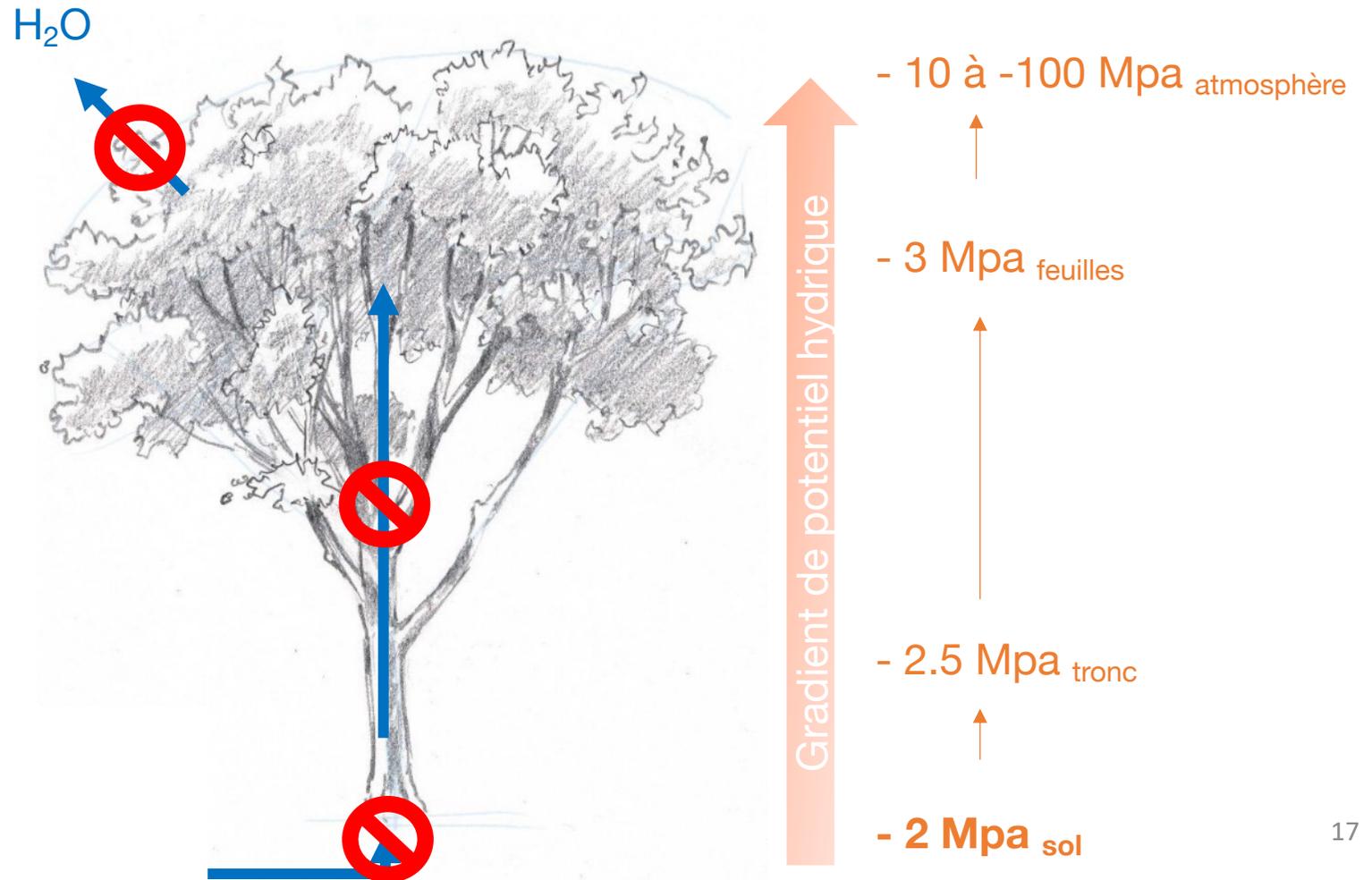
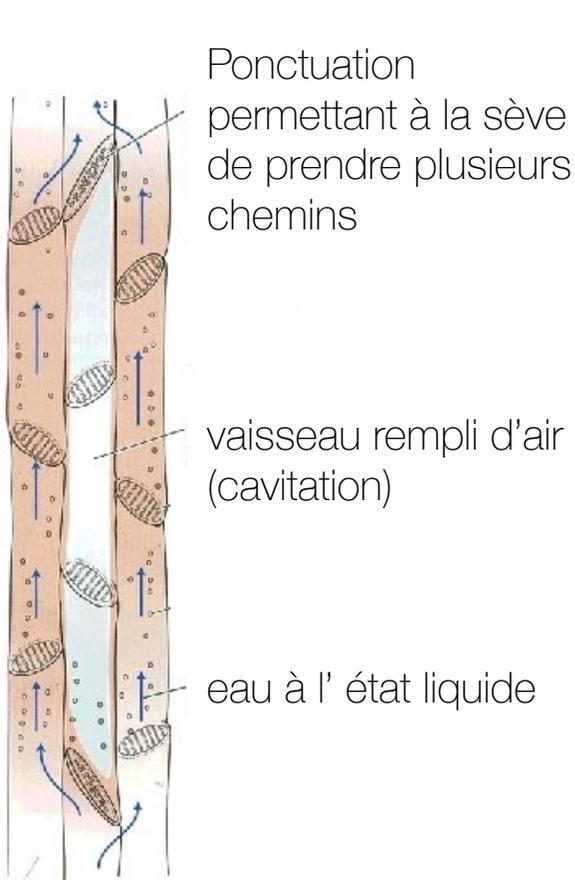
Transpiration des arbres lors de sécheresses



Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses

Mort liée à la soif

Transpiration des arbres lors de sécheresses

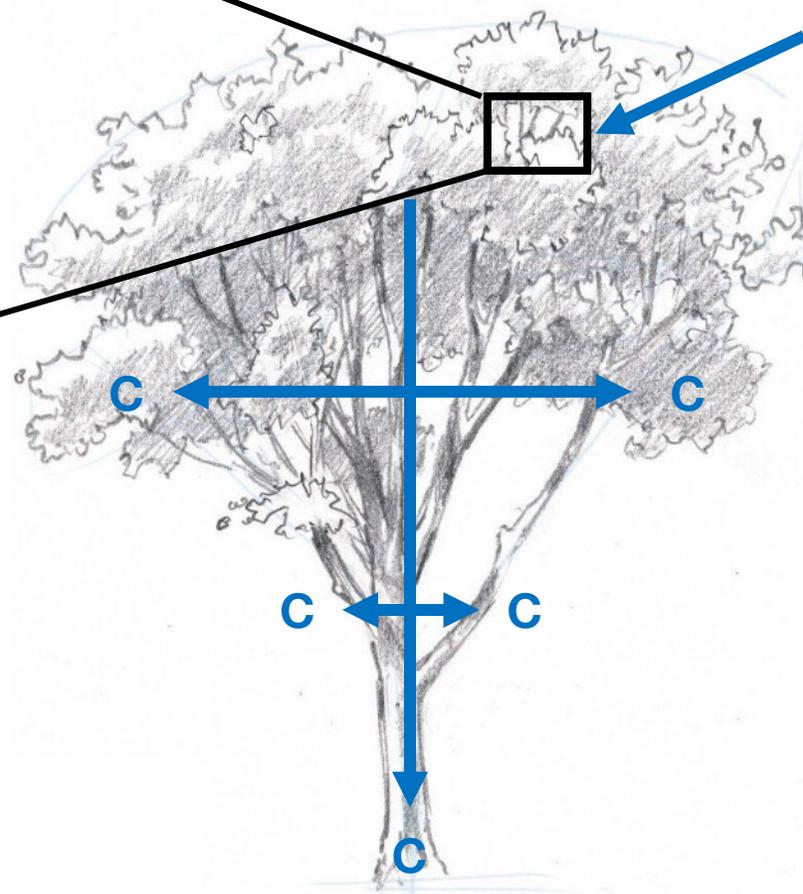


Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses



Photosynthèse lors de conditions favorables

Prélèvement du dioxyde de carbone atmosphérique lors de la photosynthèse



Transport du carbone sous forme de sucres vers divers tissus de stockage dans la canopée, le tronc et les racines

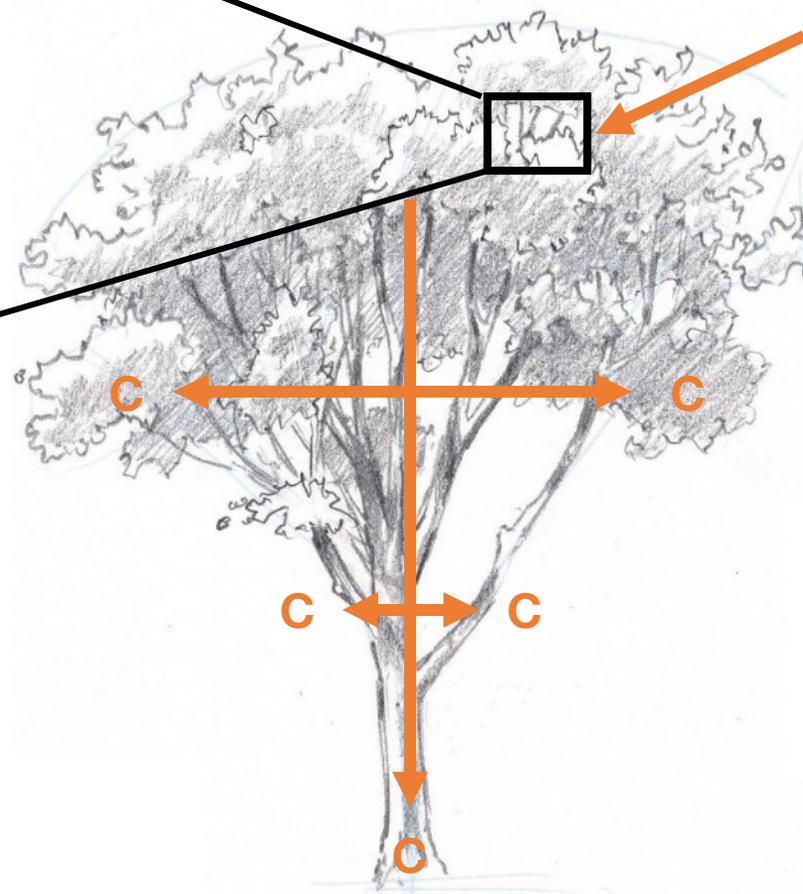
Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses



Fermeture des stomates

Photosynthèse lors de sécheresses

Prélèvement du dioxyde de carbone atmosphérique lors de la photosynthèse



Transport du carbone sous forme de sucres vers divers tissus de stockage dans la canopée, le tronc et les racines

Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses



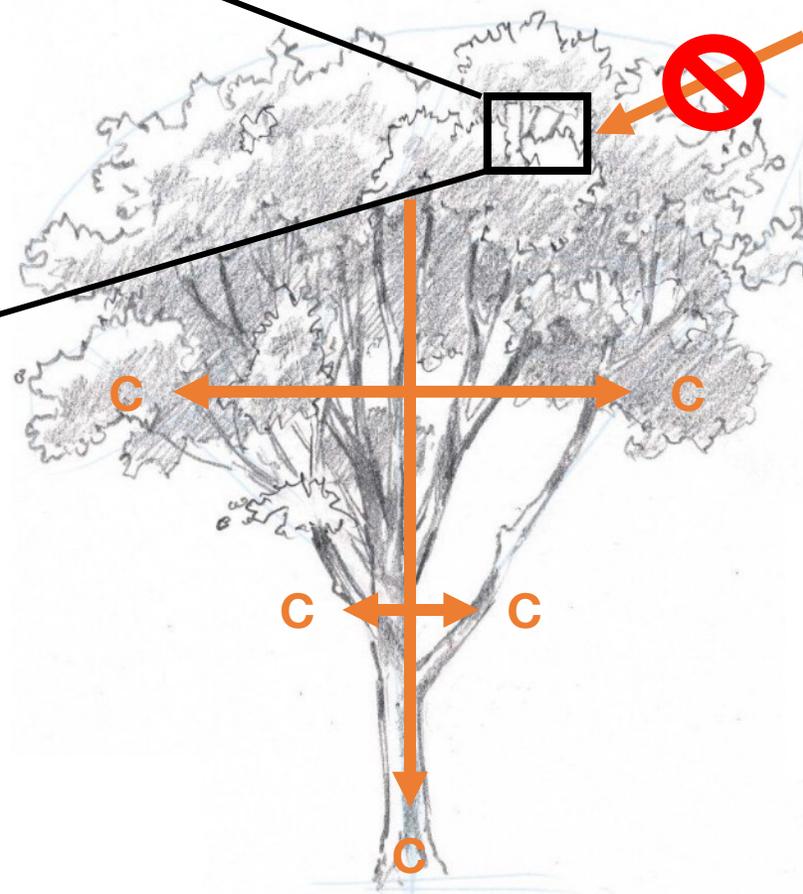
Fermeture des stomates



Arrêt du flux de carbone entrant

Photosynthèse lors de sécheresses

Prélèvement du dioxyde de carbone atmosphérique lors de la photosynthèse



Transport du carbone sous forme de sucres vers divers tissus de stockage dans la canopée, le tronc et les racines

Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses



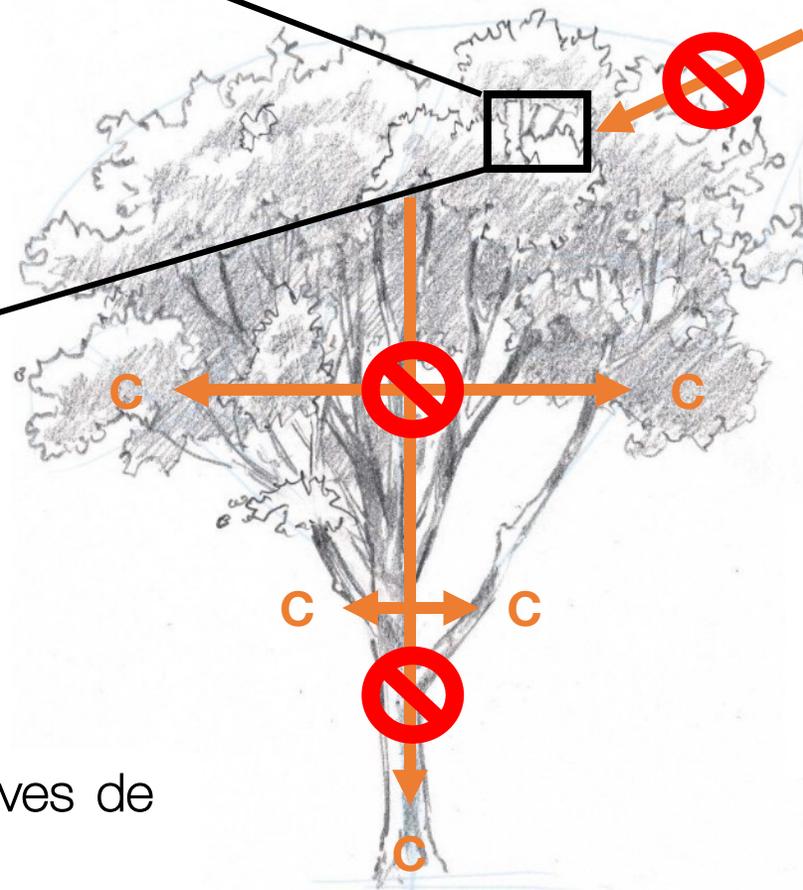
Fermeture des stomates



Arrêt du flux de carbone entrant



Diminution progressives des réserves de carbone et de leur mobilisation



Mort liée à la faim

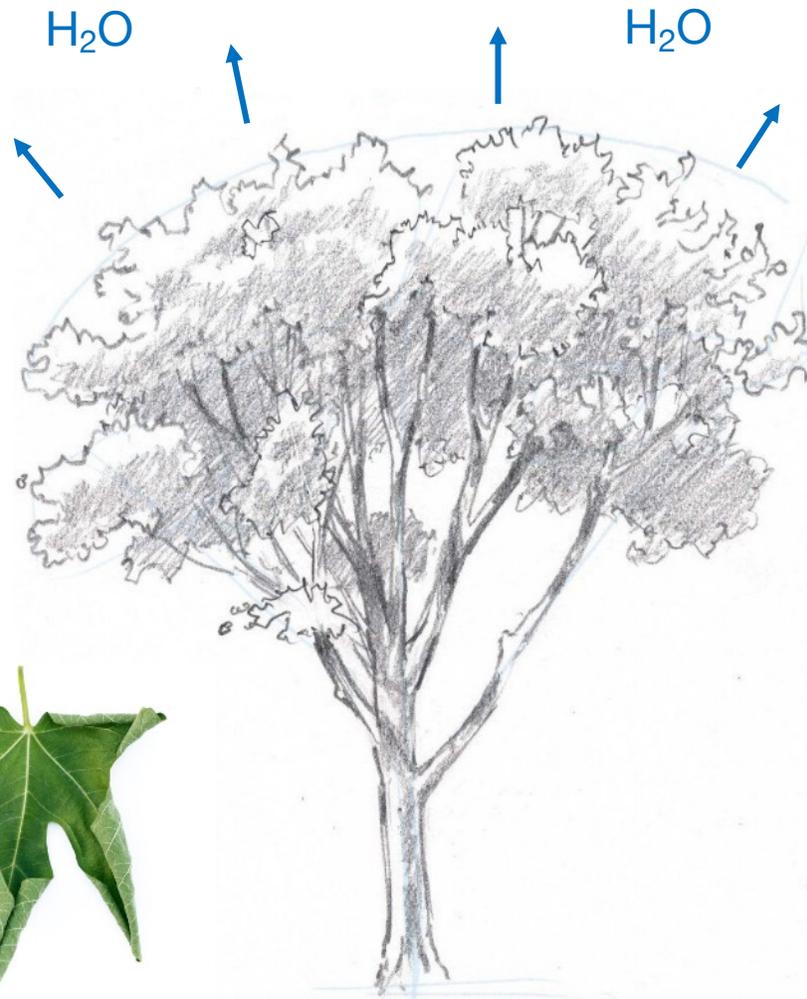
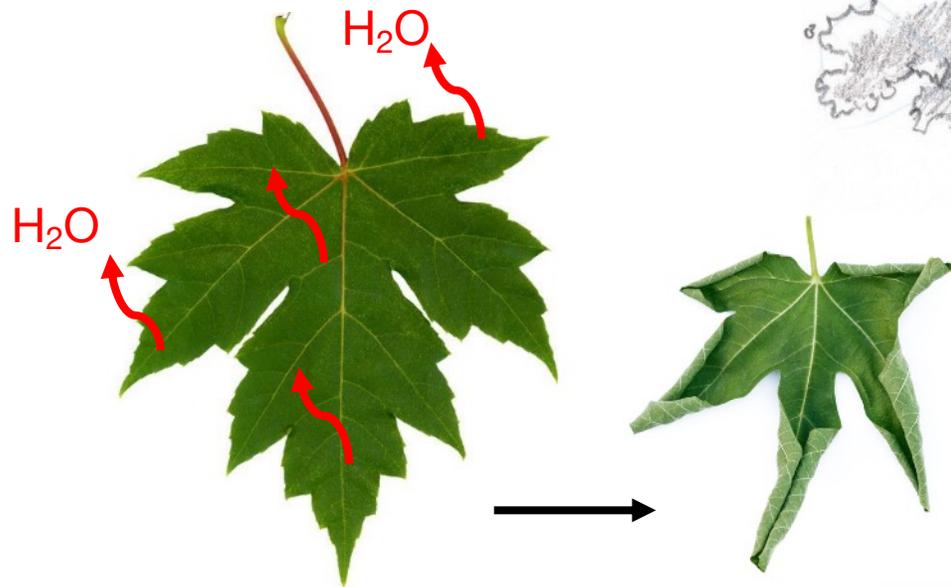
Prélèvement du dioxyde de carbone atmosphérique lors de la photosynthèse

Transport du carbone sous forme de sucres vers divers tissus de stockage dans la canopée, le tronc et les racines

Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses et fortes températures

Mort liée à la soif

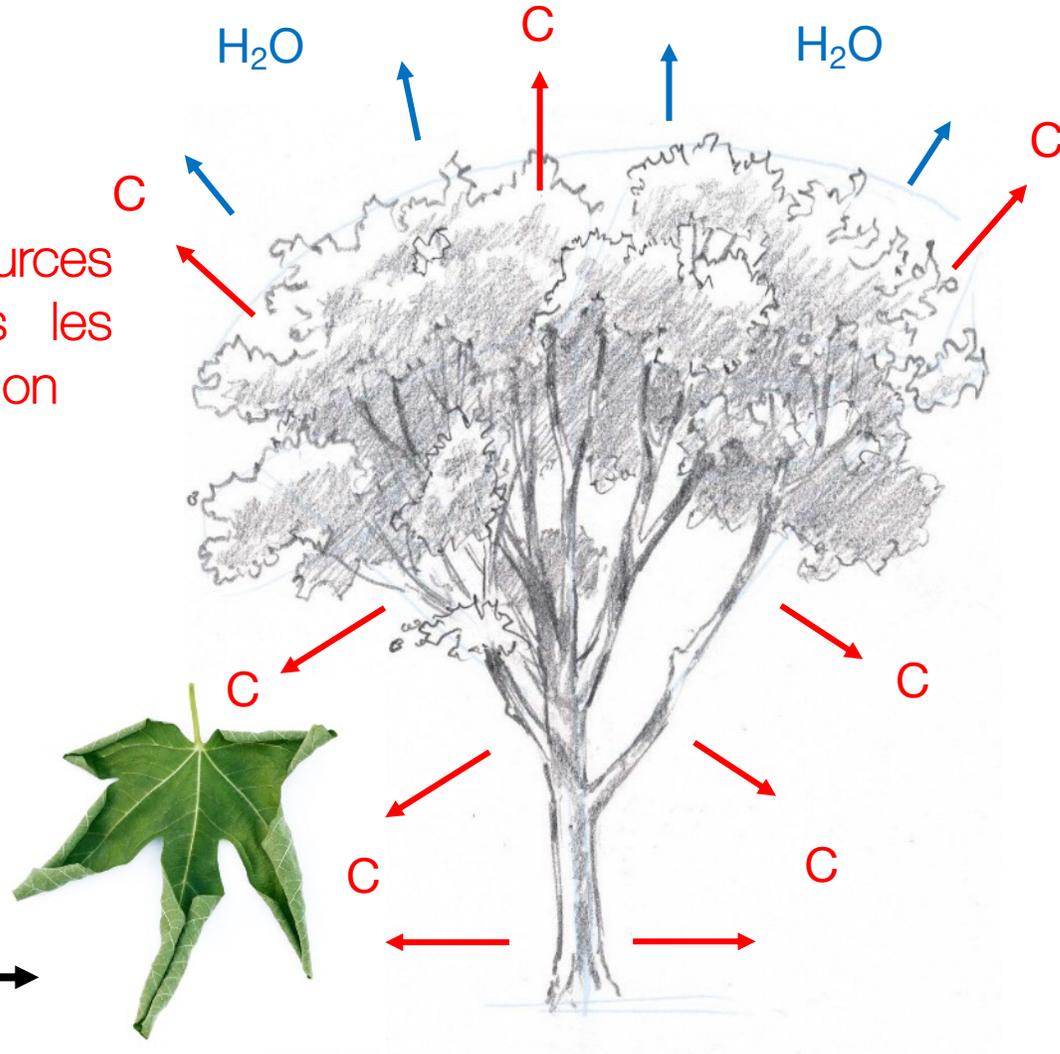
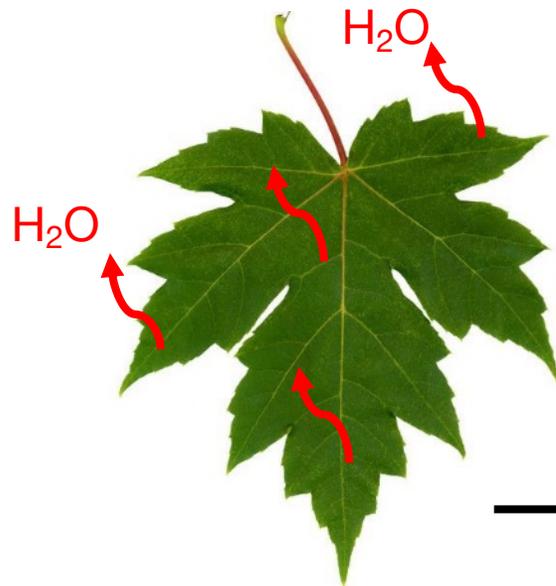
Perte accélérée des ressources hydriques stockées dans les tissus foliaires par évaporation



Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses et fortes températures

Mort liée à la soif

Perte accélérée des ressources hydriques stockées dans les tissus foliaires par évaporation



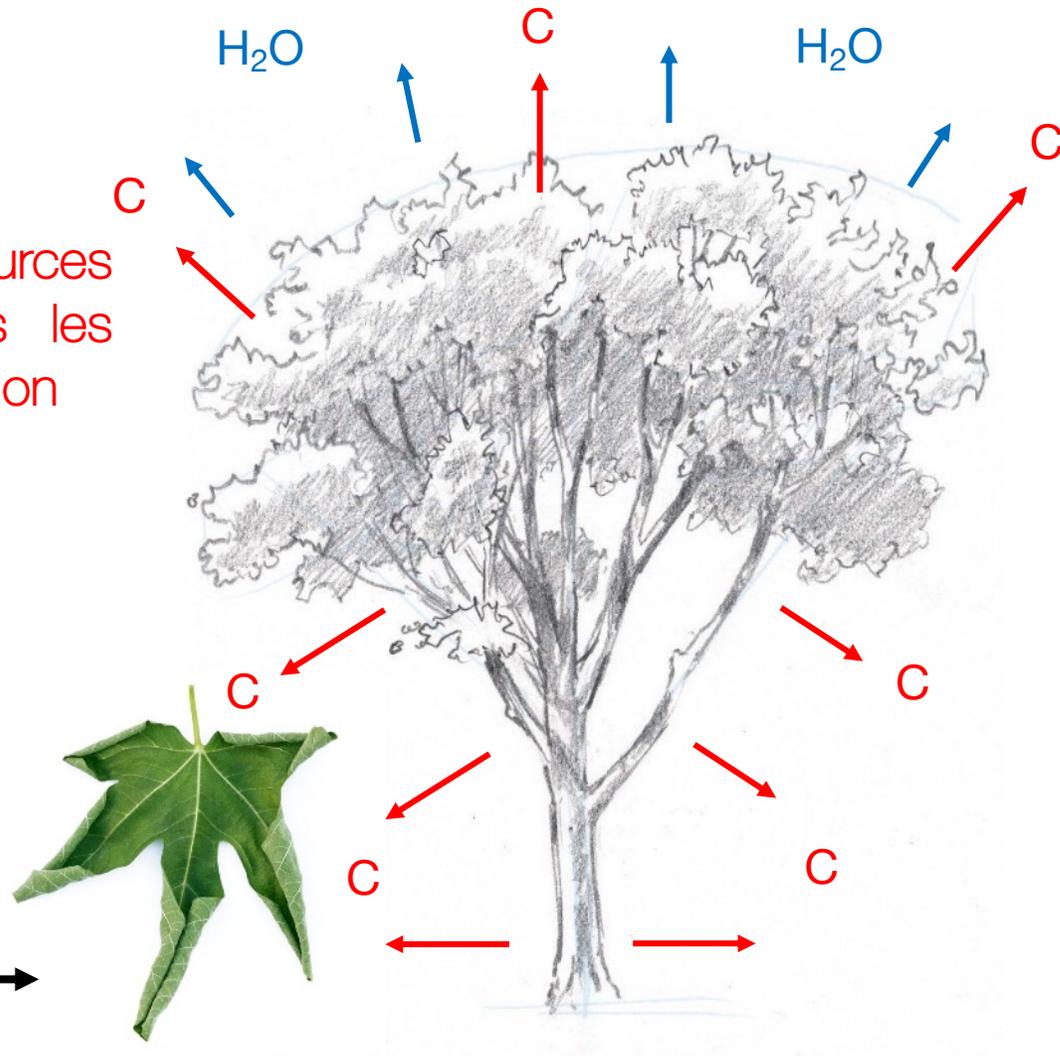
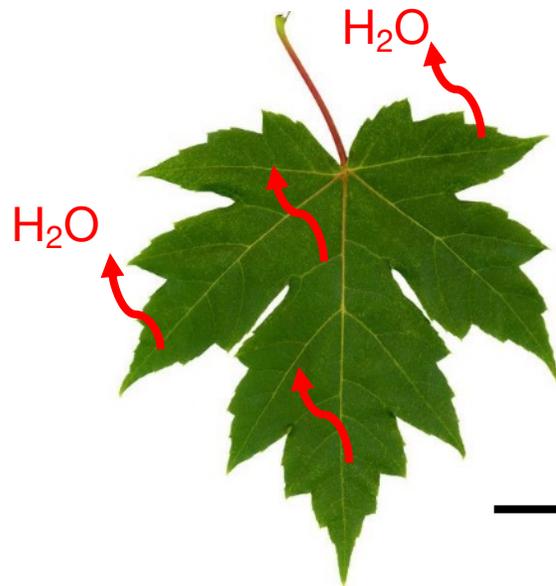
Mort liée à la faim

1. Perte accélérée des ressources carbonées stockées dans l'ensemble des tissus par respiration

Processus physiologiques menant à la mortalité des arbres au cours de sécheresses et fortes températures

Mort liée à la soif

Perte accélérée des ressources hydriques stockées dans les tissus foliaires par évaporation



Mort liée à la faim

1. Perte accélérée des ressources carbonées stockées dans l'ensemble des tissus par respiration

2. En conditions extrêmes (>40°C), développement de dommages irréversibles du système photosynthétique de l'arbre

Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse



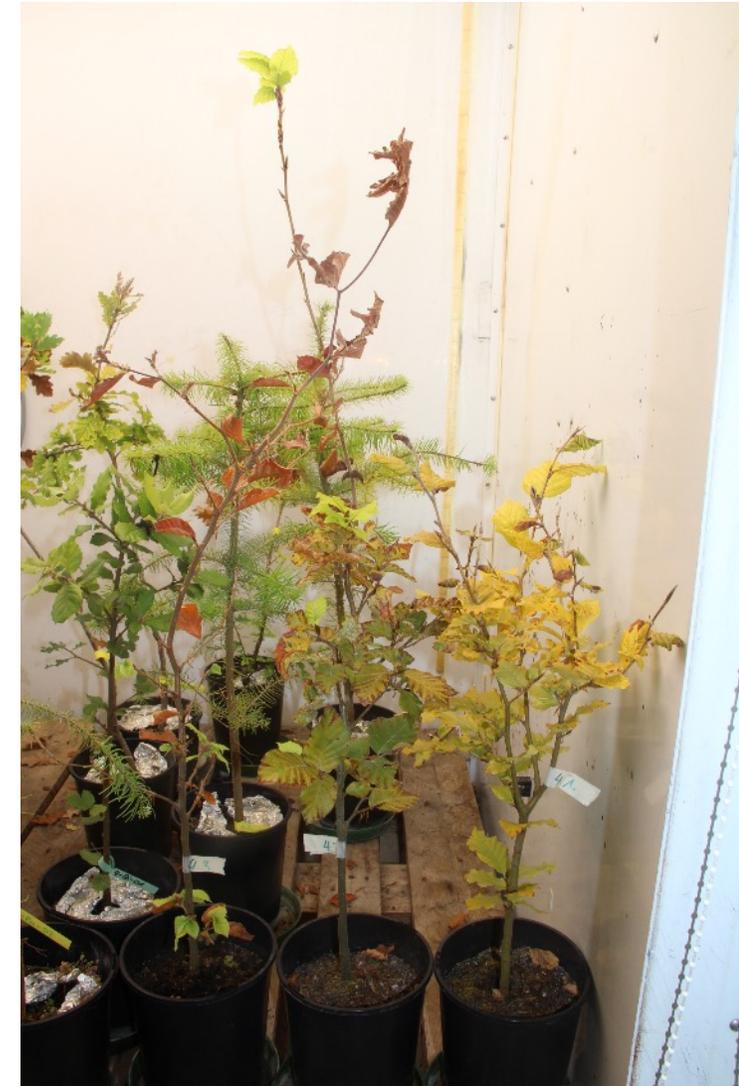
Gradient de tolérance aux fortes températures



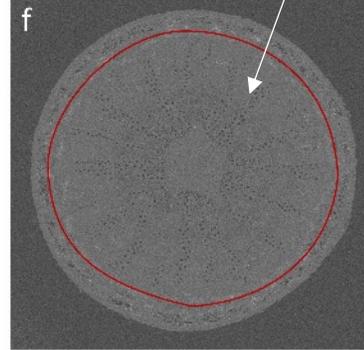
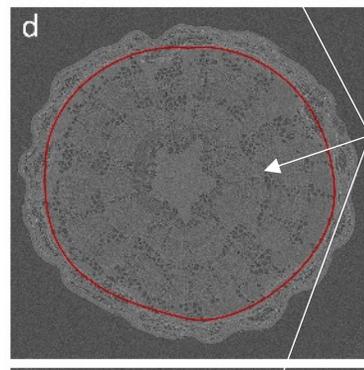
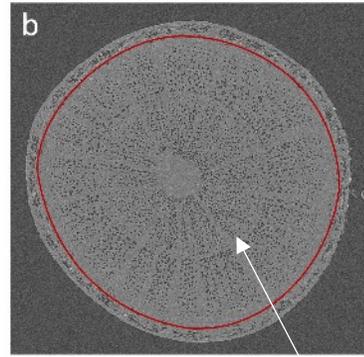
Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse



6 mois sous forte température et demande évaporative



Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse



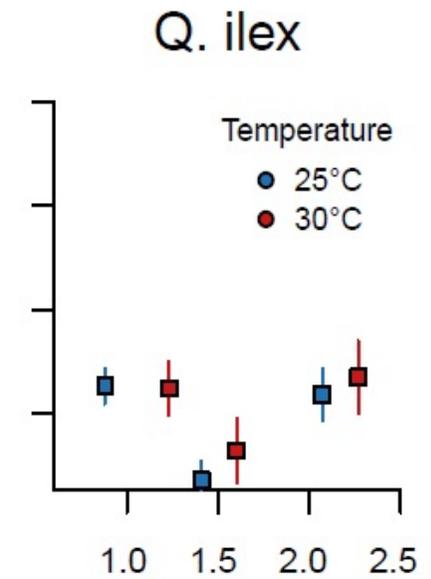
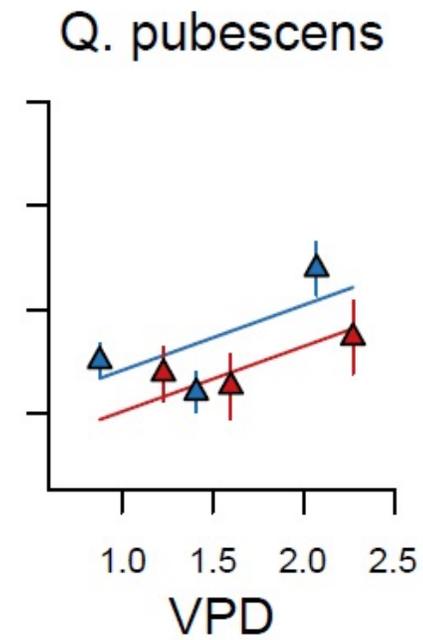
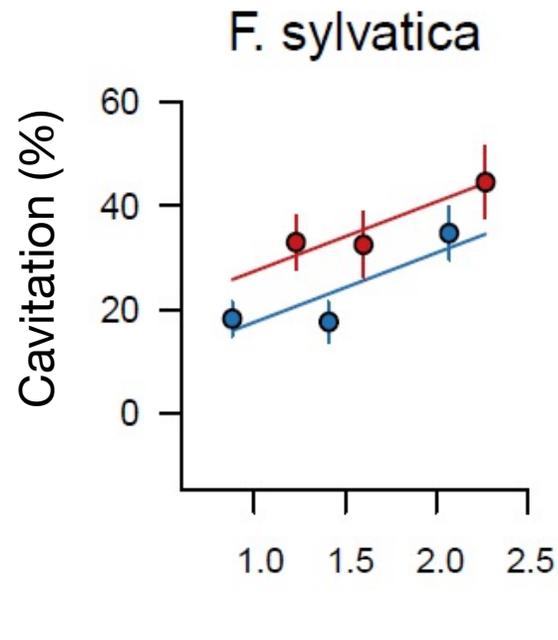
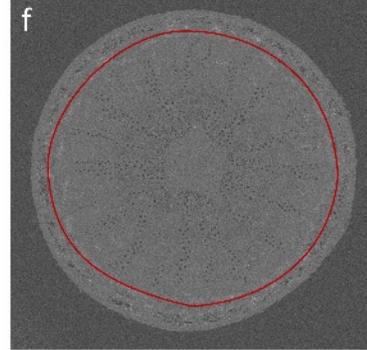
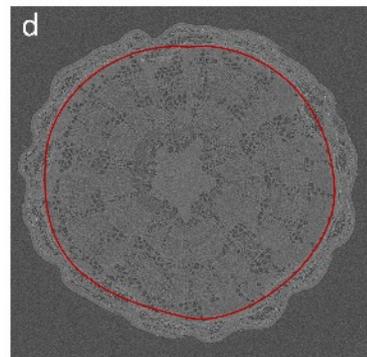
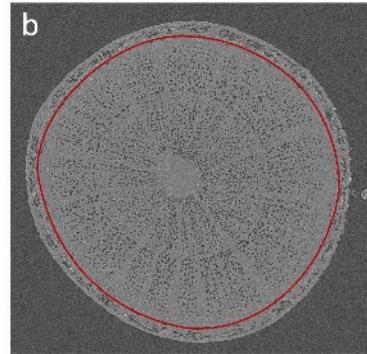
Images des scans de microCT *in situ* sur des plants exposés à des températures et humidités atmosphériques plus ou moins fortes

Vaisseaux remplis d'air (cavitation)

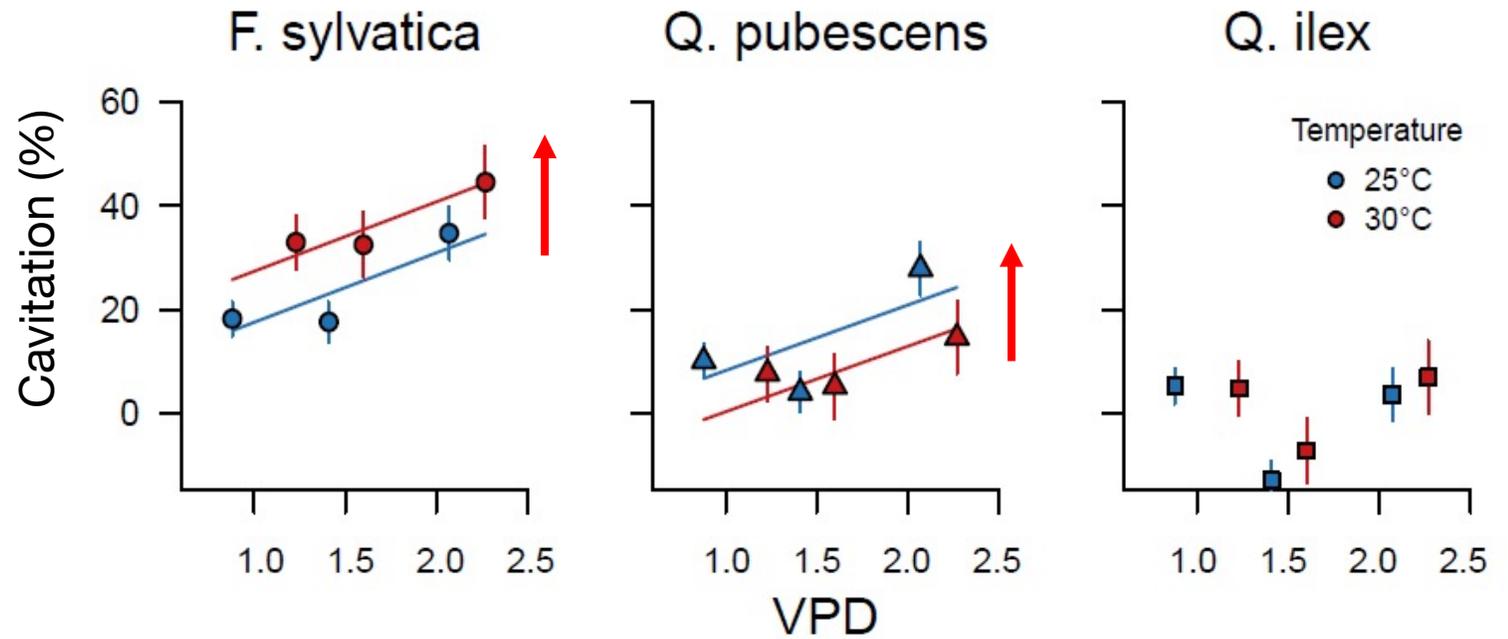
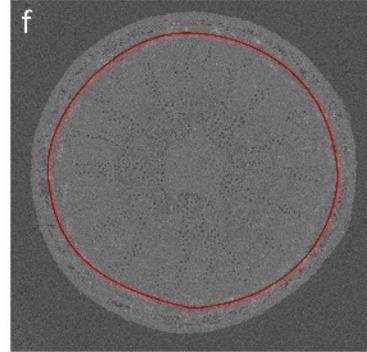
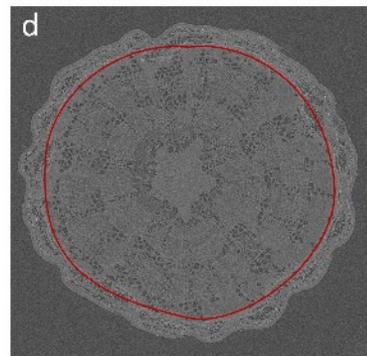
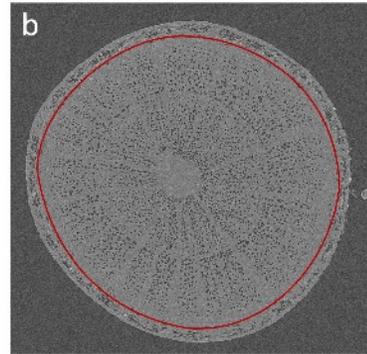


Plateforme PIXE, EPFL

Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse

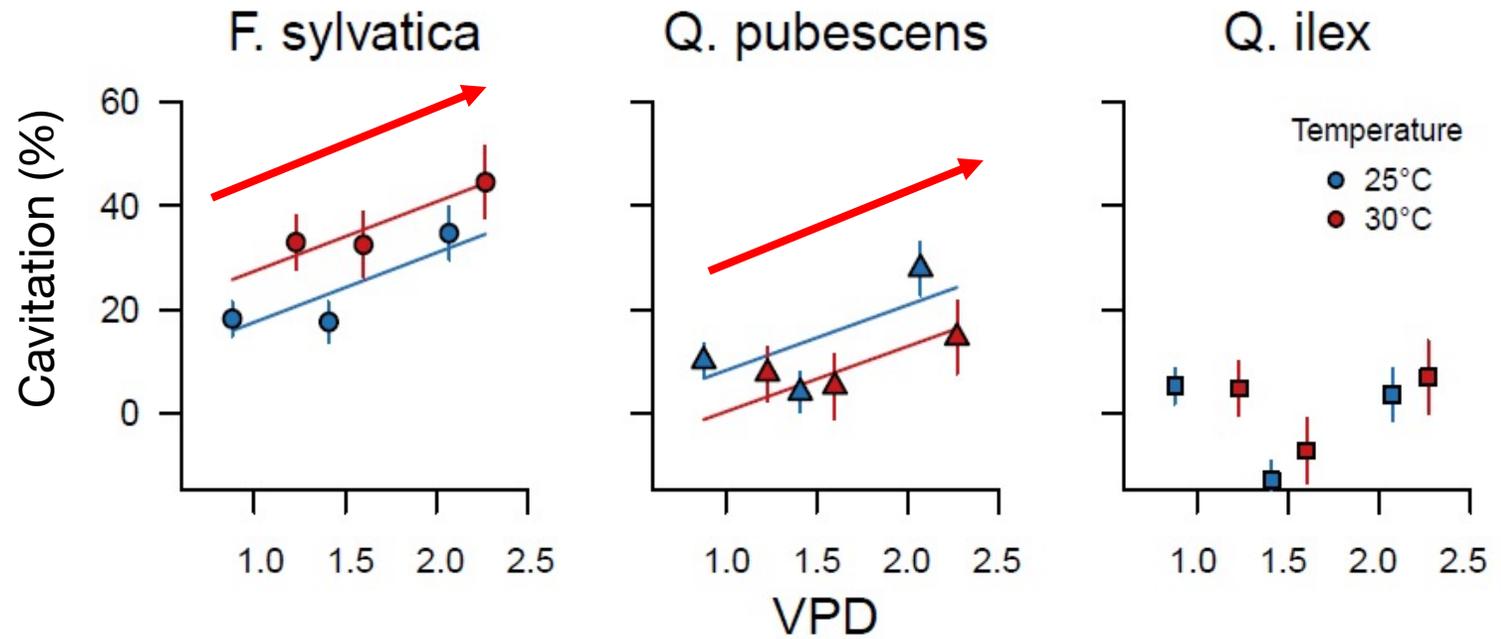
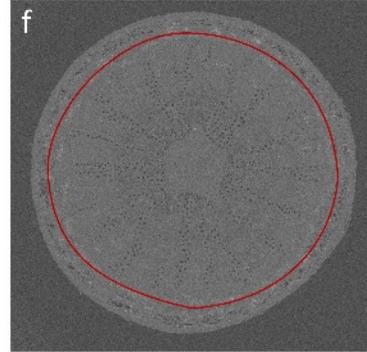
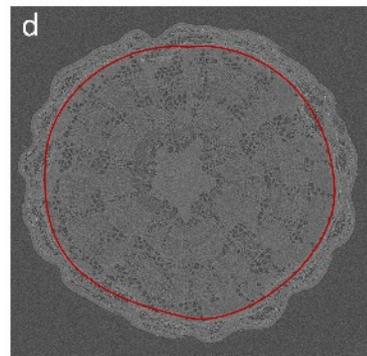
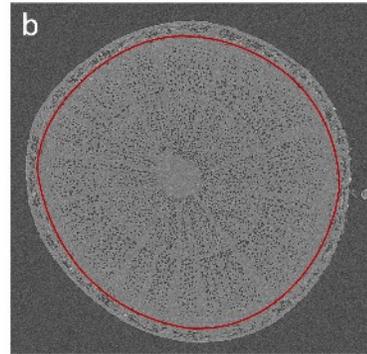


Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse



- Augmentation importante de la cavitation avec la hausse des températures

Impact de l'augmentation des températures en l'absence de sécheresse



- Augmentation importante de la cavitation avec la hausse des températures
- L'effet négatif des fortes températures est amplifié par la forte demande évaporative (VPD)

Conclusions & Perspectives

- Augmentation globale du stress hydrique liée à l'augmentation des températures et du VPD

Conclusions & Perspectives

- Augmentation globale du stress hydrique liée à l'augmentation des températures et du VPD
- Risque accru de mortalité des arbres, même en absence de sécheresse du sol

Conclusions & Perspectives

- Augmentation globale du stress hydrique liée à l'augmentation des températures et du VPD
- Risque accru de mortalité des arbres, même en absence de sécheresse du sol
- Potentiel acclimatation des arbres... mais est-ce suffisant? Quelles espèces en sont capables et à quelle vitesse? Comment pouvons nous maintenir les fonctions fournies par ces écosystèmes?



Merci pour votre attention