



HAL
open science

Adaptation des arbres et forêts au changement climatique

Philippe Rozenberg

► **To cite this version:**

Philippe Rozenberg. Adaptation des arbres et forêts au changement climatique. Semaine Culturelle de Hommes, Nov 2020, Gizeux, France. hal-03552161

HAL Id: hal-03552161

<https://hal.inrae.fr/hal-03552161>

Submitted on 2 Feb 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Adaptation des arbres et forêts au changement climatique

Philippe Rozenberg, INRA VAL de Loire

UMR BIOFORA, Orléans

LIA FORESTIA, France-Argentine



Arbres forestiers

- *Les arbres forestiers sont des plantes, donc des organismes fixés, à longue ou très longue durée de vie.*
- *Ils sont donc spécialement exposés au changement climatique actuel, particulièrement rapide.*
- *Quels sont les mécanismes qui peuvent leur permettre d'échapper aux dangers associés au changement climatique ? Comment peuvent intervenir les gestionnaires forestiers pour favoriser cette adaptation ?*

Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*



Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*



Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables



Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables
 - Croisement des individus survivants
 - Pollen X Ovules = Graines



Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables
 - Croisement des individus survivants
 - Pollen X Ovules = Graines
 - Descendants présentant des caractères favorables
 - Sur place



Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables
 - Croisement des individus survivants
 - Pollen X Ovules = Graines
 - Descendants présentant des caractères favorables
 - Sur place
 - Dispersés : *migration*

Mécanismes naturels de l'adaptation

- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables
 - Croisement des individus **Variation**
 - Pollen X Ovules = Gamètes
 - Descendants présentant des caractères favorables
 - Sur place
 - **Dispersés** : *migration*

Mécanismes naturels de l'adaptation

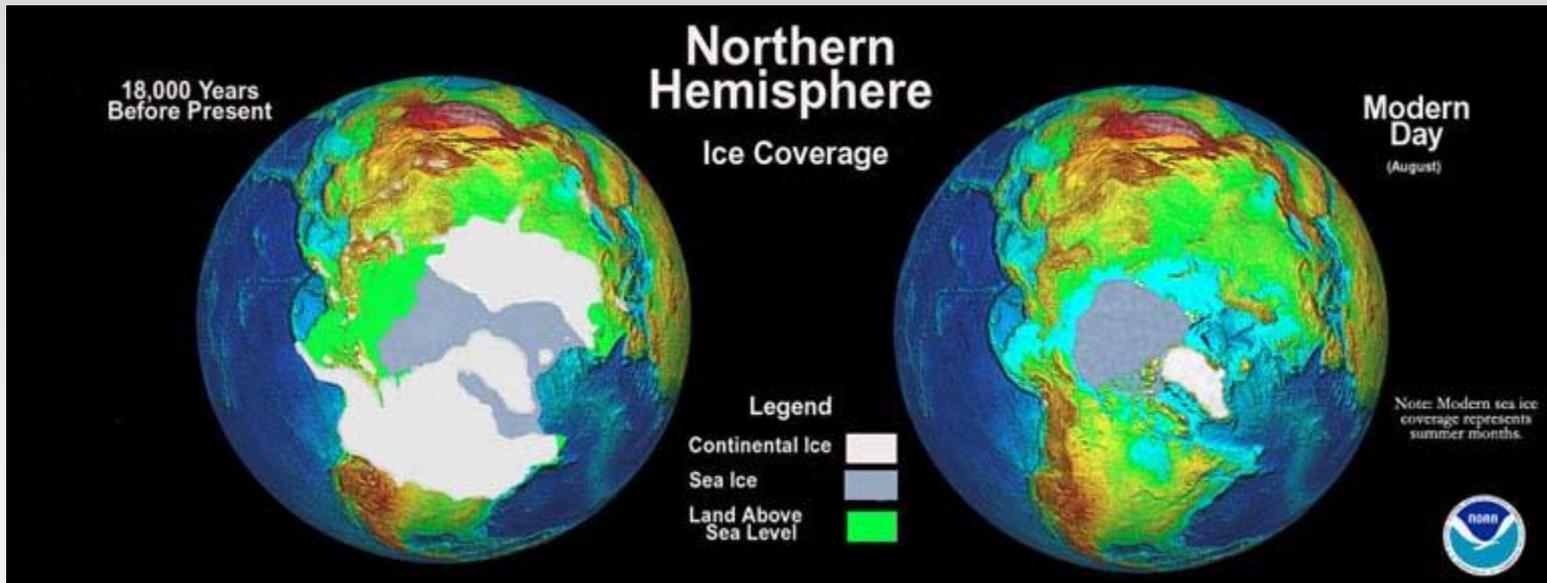
- Réponse individuelle : *plasticité*
- Réponses des populations : *évolution* sous l'effet de *pressions de sélection*
 - Elimination d'individus présentant des caractères défavorables
 - Croisement des individus
 - Pollen X Ovules = Gamètes
 - Descendants présentent des caractères des parents
 - Sur place
 - Dispersés : *migration*

Variation

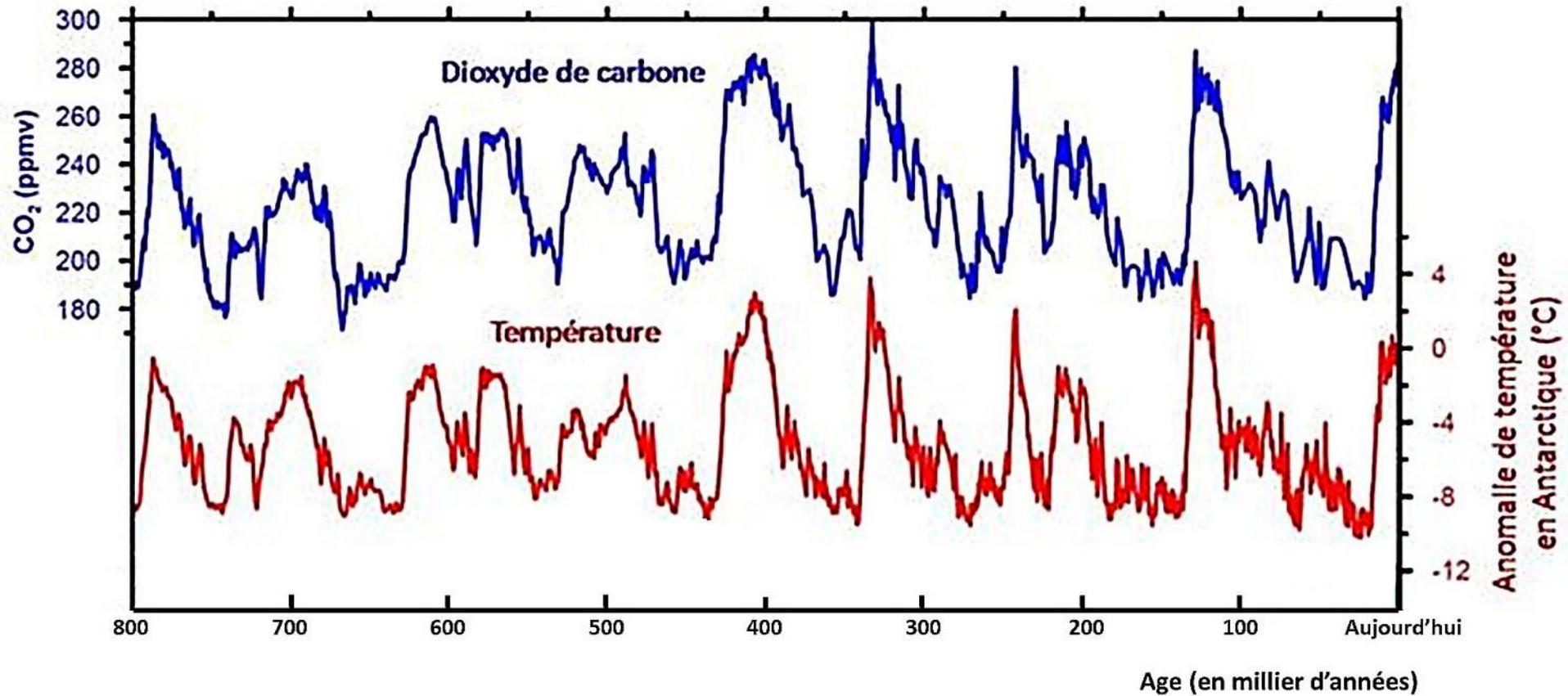
Héritabilité

Changements climatiques

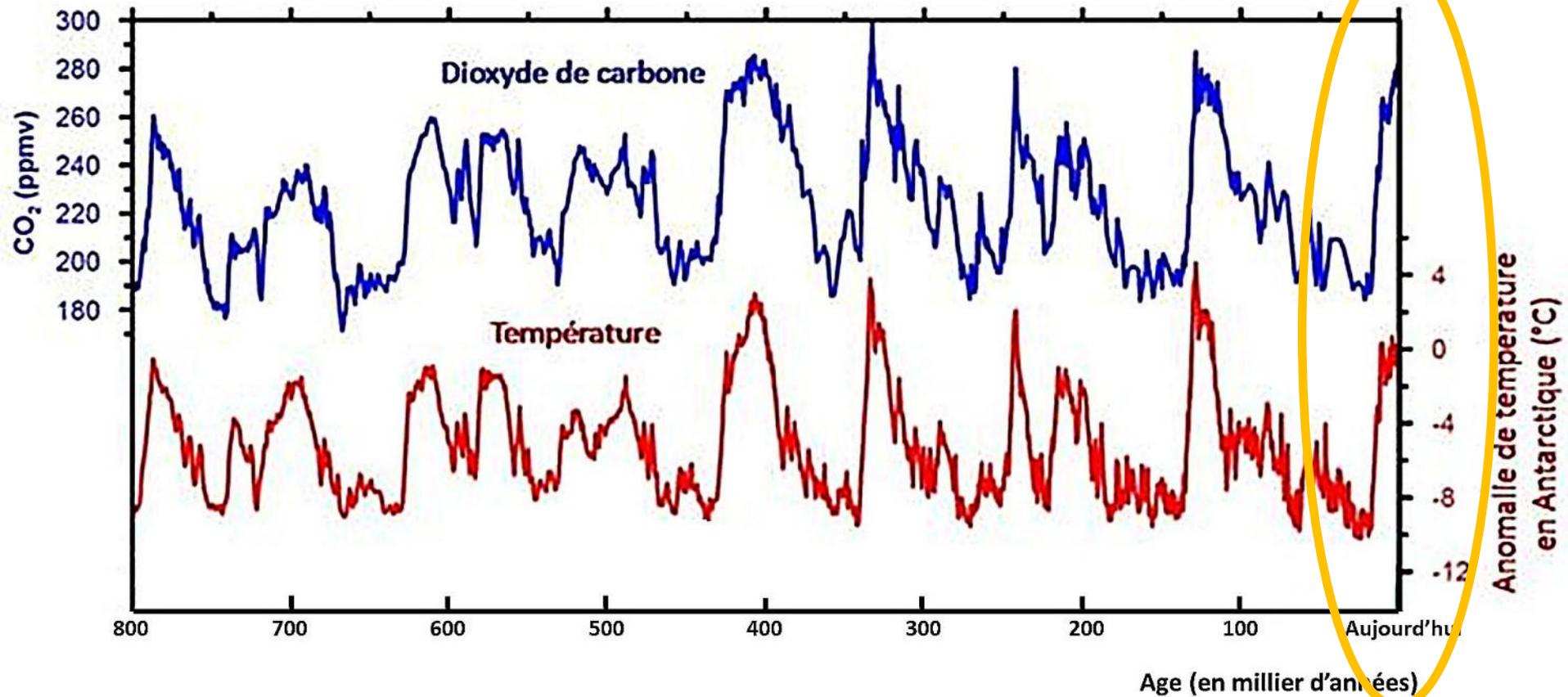
- Le climat de la terre est fluctuant



Depuis 1 million d'années...

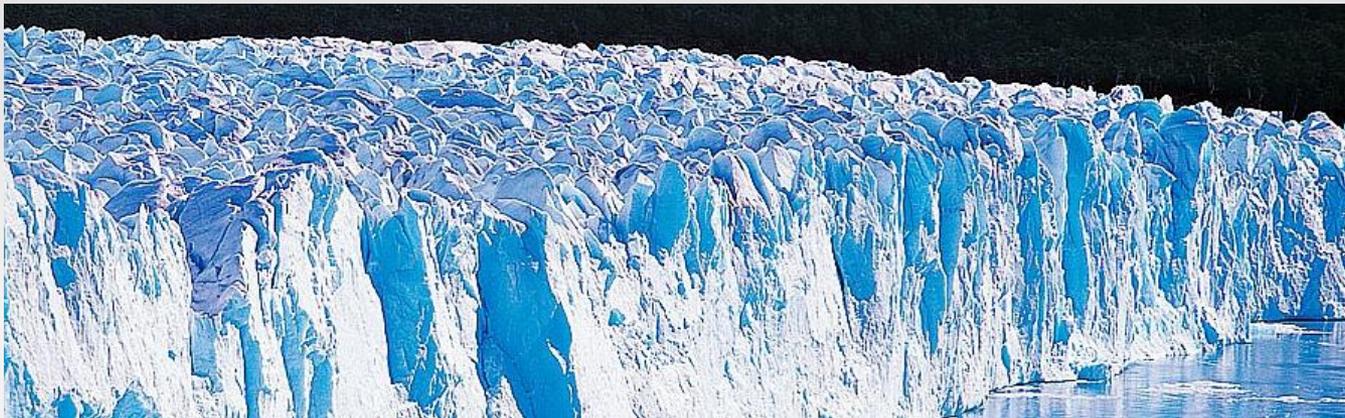


Depuis 1 million d'années...

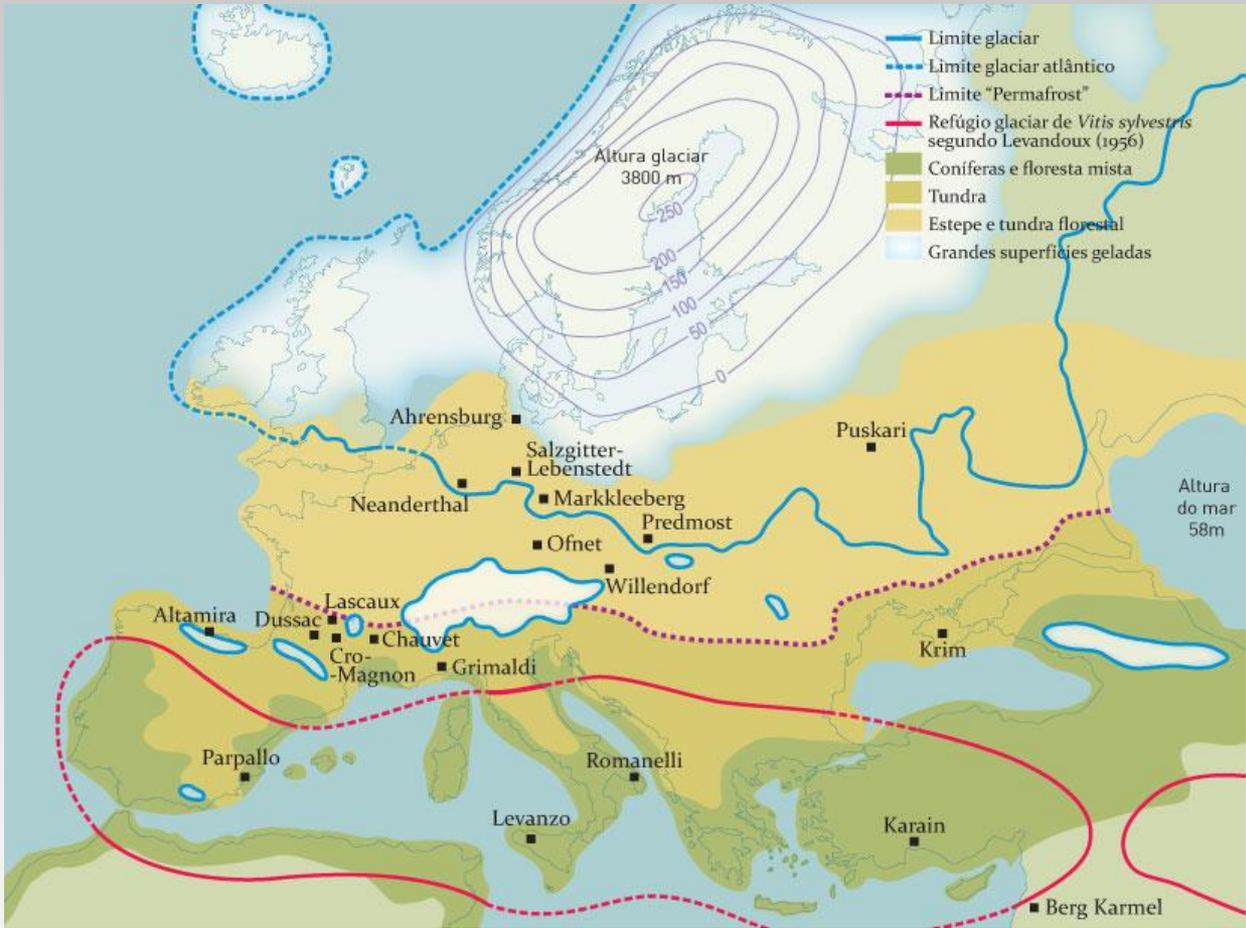


Changements climatiques

- Le climat de la terre est fluctuant
- Dernières grandes variations :
 - La dernière glaciation et la période chaude actuelle
 - Elles ont façonné les paysages forestiers modernes

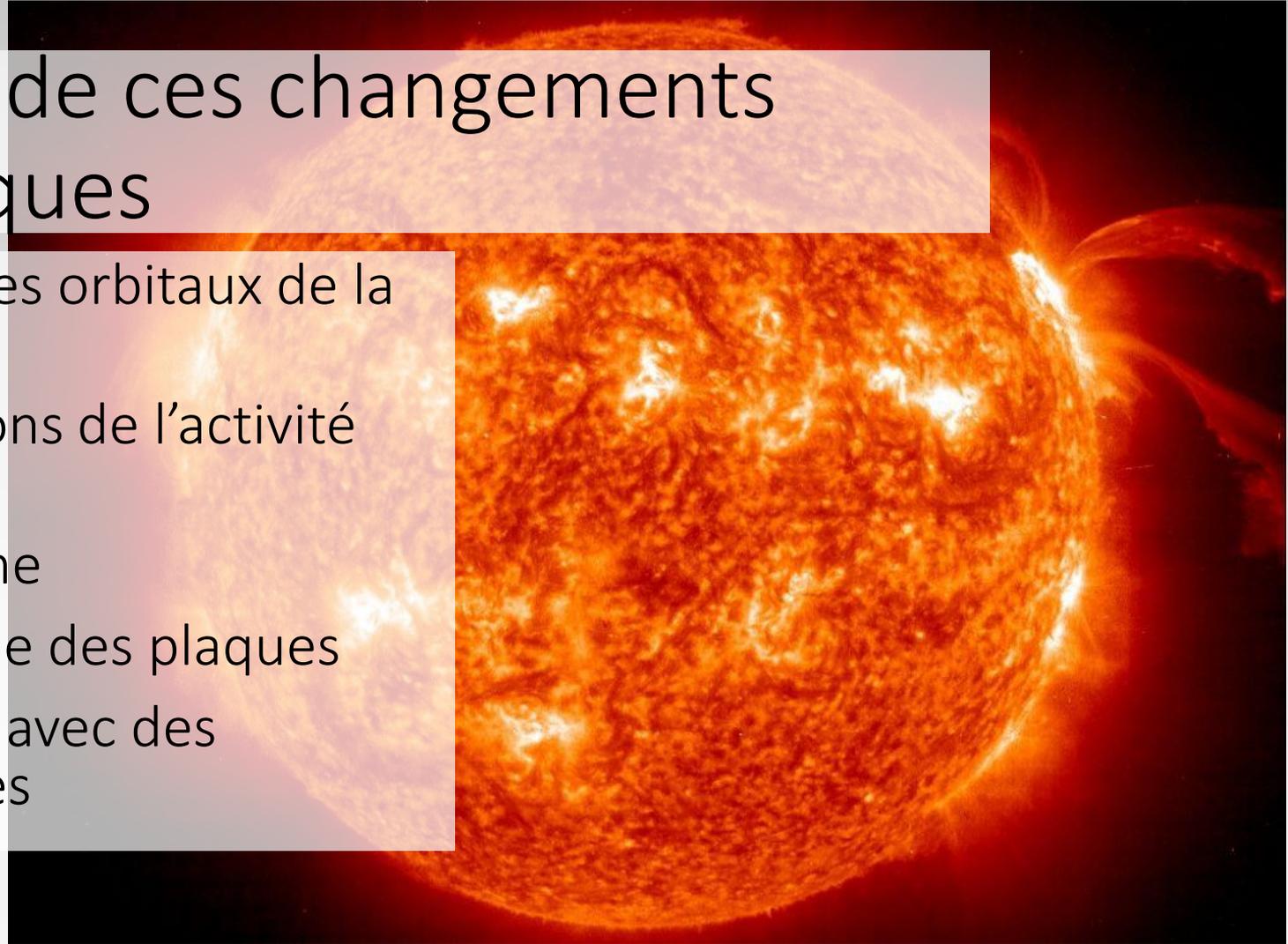


Réduit glaciaire et recolonisation



Causes de ces changements climatiques

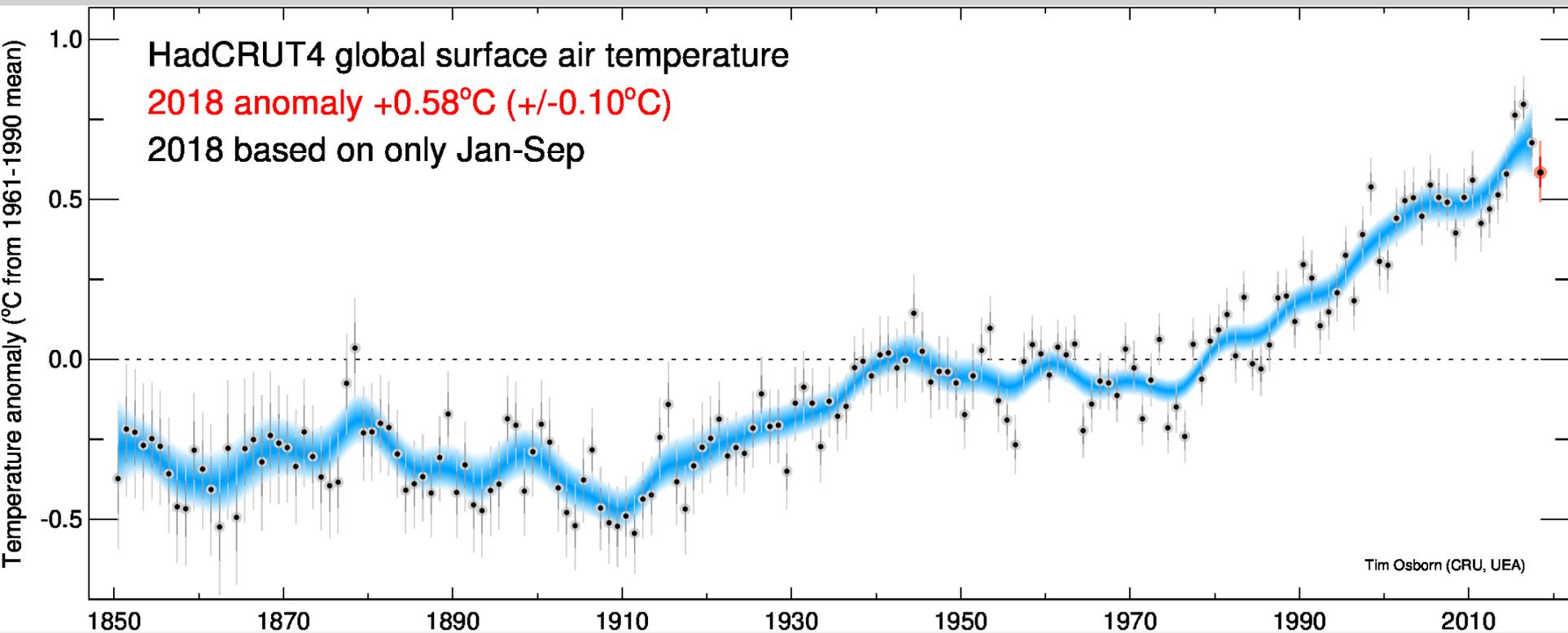
- Paramètres orbitaux de la terre
- Fluctuations de l'activité solaire
- Volcanisme
- Tectonique des plaques
- Collisions avec des météorites



Changement climatique

- Le climat de la terre est fluctuant
- Dernières grandes variations :
 - La dernière glaciation et la période chaude actuelle
 - Elles ont façonné les paysages forestiers modernes
- Le changement climatique actuel
 - Lié aux activités humaines : gaz à effet de serre
 - Rapide

Manifestation la plus évidente : le réchauffement global



https://crudata.uea.ac.uk/~timo/diag/tempts_decadesmooth_global.png

Les forêts face au réchauffement

- Espèces forestières, distribuées géographiquement selon divers facteurs :
 - Obstacles géographiques
 - Compétition avec d'autres espèces
 - Types de sol
 - Limites climatiques : température, précipitations



Les forêts face au réchauffement

- Espèces forestières, distribuées géographiquement selon divers facteurs :
 - Obstacles géographiques
 - Compétition avec d'autres espèces
 - Types de sol
 - Limites climatiques : température, précipitations
- Limites climatiques affectées par le réchauffement :
 - *Amélioration* des conditions de croissance en limites latitudinales/altitudinales hautes
 - *Dégradation* des conditions de croissance en limites latitudinales/altitudinales basses
 - Saisons de végétation *plus longues*
 - Périodes de *stress hydrique* plus fréquentes, plus longues, plus intenses
 - Perturbations de la période de *repos hivernal*

Dépérissements



Dépérissements

- Nord-ouest de l'Amérique du Nord, 2000, *Dendroctonus ponderosae*, « Mountain pine beetle »



UGA1306003

Sécheresse, cause identifiée de dépérissements...

- ...de forêts tropicales d'Amazonie et de Bornéo

Phillips, Oliver L., Geertje van der Heijden, Simon L. Lewis, Gabriela López-González, Luiz E. O. C. Aragão, Jon Lloyd, Yadvinder Malhi, et al. 2010. « Drought–mortality Relationships for Tropical Forests ». *New Phytologist* 187 (3): 631-46.

- ...de forêts boréales du Canada

Peng, Changhui, Zihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, et Xiaolu Zhou. 2011. « A Drought-Induced Pervasive Increase in Tree Mortality across Canada's Boreal Forests ». *Nature Climate Change* 1 (9): 467-71.

- ...du cyprès de la cordillère en Patagonie

Mundo, Ignacio A., Verónica A. El Mujtar, Marcelo H. Perdomo, Leonardo A. Gallo, Ricardo Villalba, et Marcelo D. Barrera. 2010. « Austrocedrus Chilensis Growth Decline in Relation to Drought Events in Northern Patagonia, Argentina ». *Trees* 24 (3): 561-70.

- ...du bouleau en Sibérie

Kharuk, V. I., K. J. Ranson, P. A. Oskorbin, S. T. Im, et M. L. Dvinskaya. 2013. « Climate Induced Birch Mortality in Trans-Baikal Lake Region, Siberia. » *Forest Ecology and Management* 289. doi:10.1016/j.

- ...du douglas et du sapin en France...

Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, et Nathalie Bréda. « Douglas-fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites ». *Annals of Forest Science* (2012): 1-12.

Cailleret, Maxime, Marie Nourtier, Annabelle Amm, Marion Durand-Gillmann, et Hendrik Davi. 2013. « Drought-Induced Decline and Mortality of Silver Fir Differ among Three Sites in Southern France ». *Annals of Forest Science* 71 (6): 643-57.

Sécheresse, cause identifiée de dépérissements...

- ...de forêts tropicales d'Amazonie et de Bornéo

Phillips, Oliver L., Geertje van der Heijden, Simon L. Lewis, Gabriela López-González, Luiz E. O. C. Aragão, Jon Lloyd, Yadvinder Malhi, et al. 2010. « Drought–mortality Relationships for Tropical Forests ». *New Phytologist* 187 (3): 631-46.

- ...de forêts boréales du Canada

Peng, Changhui, Zihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, et Xiaolu Zhou. 2011. « A Drought-Induced Pervasive Increase in Tree Mortality across Canada's Boreal Forests ». *Nature Climate Change* 1 (9): 467-71.

- ...du cyprès de la cordillère en Patagonie

Mundo, Ignacio A., Verónica A. El Mujtar, Marcelo H. Perdomo, Leonardo A. Gallo, Ricardo Villalba, et Marcelo D. Barrera. 2010. « Austrocedrus Chilensis Growth Decline in Relation to Drought Events in Northern Patagonia, Argentina ». *Trees* 24 (3): 561-70.

- ...du bouleau en Sibérie

Kharuk, V. I., K. J. Ranson, P. A. Oskorbin, S. T. Im, et M. L. Dvinskaya. 2013. « Climate Induced Birch Mortality in Trans-Baikal Lake Region, Siberia. » *Forest Ecology and Management* 289. doi:10.1016/j.

- ...du douglas et du sapin en France...

Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, et Nathalie Bréda. « Douglas-fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites ». *Annals of Forest Science* (2012): 1-12.

Cailleret, Maxime, Marie Nourtier, Annabelle Amm, Marion Durand-Gillmann, et Hendrik Davi. 2013. « Drought-Induced Decline and Mortality of Silver Fir Differ among Three Sites in Southern France ». *Annals of Forest Science* 71 (6): 643-57.

Sécheresse, cause identifiée de dépérissements...

- ...de forêts tropicales d'Amazonie et de Bornéo

Phillips, Oliver L., Geertje van der Heijden, Simon L. Lewis, Gabriela López-González, Luiz E. O. C. Aragão, Jon Lloyd, Yadvinder Malhi, et al. 2010. « Drought–mortality Relationships for Tropical Forests ». *New Phytologist* 187 (3): 631-46.

- ...de forêts boréales du Canada

Peng, Changhui, Zihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, et Xiaolu Zhou. 2011. « A Drought-Induced Pervasive Increase in Tree Mortality across Canada's Boreal Forests ». *Nature Climate Change* 1 (9): 467-71.

- ...du cyprès de la cordillère en Patagonie

Mundo, Ignacio A., Verónica A. El Mujtar, Marcelo H. Perdomo, Leonardo A. Gallo, Ricardo Villalba, et Marcelo D. Barrera. 2010. « Austrocedrus Chilensis Growth Decline in Relation to Drought Events in Northern Patagonia, Argentina ». *Trees* 24 (3): 561-70.

- ...du bouleau en Sibérie

Kharuk, V. I., K. J. Ranson, P. A. Oskorbin, S. T. Im, et M. L. Dvinskaya. 2013. « Climate Induced Birch Mortality in Trans-Baikal Lake Region, Siberia. » *Forest Ecology and Management* 289. doi:10.1016/j.

- ...du douglas et du sapin en France...

Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, et Nathalie Bréda. « Douglas-fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites ». *Annals of Forest Science* (2012): 1-12.

Cailleret, Maxime, Marie Nourtier, Annabelle Amm, Marion Durand-Gillmann, et Hendrik Davi. 2013. « Drought-Induced Decline and Mortality of Silver Fir Differ among Three Sites in Southern France ». *Annals of Forest Science* 71 (6): 643-57.

Sécheresse, cause identifiée de dépérissements...

- ...de forêts tropicales d'Amazonie et de Bornéo

Phillips, Oliver L., Geertje van der Heijden, Simon L. Lewis, Gabriela López-González, Luiz E. O. C. Aragão, Jon Lloyd, Yadvinder Malhi, et al. 2010. « Drought–mortality Relationships for Tropical Forests ». *New Phytologist* 187 (3): 631-46.

- ...de forêts boréales du Canada

Peng, Changhui, Zihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, et Xiaolu Zhou. 2011. « A Drought-Induced Pervasive Increase in Tree Mortality across Canada's Boreal Forests ». *Nature Climate Change* 1 (9): 467-71.

- ...du cyprès de la cordillère en Patagonie

Mundo, Ignacio A., Verónica A. El Mujtar, Marcelo H. Perdomo, Leonardo A. Gallo, Ricardo Villalba, et Marcelo D. Barrera. 2010. « Austrocedrus Chilensis Growth Decline in Relation to Drought Events in Northern Patagonia, Argentina ». *Trees* 24 (3): 561-70.

- ...du bouleau en Sibérie

Kharuk, V. I., K. J. Ranson, P. A. Oskorbin, S. T. Im, et M. L. Dvinskaya. 2013. « Climate Induced Birch Mortality in Trans-Baikal Lake Region, Siberia. » *Forest Ecology and Management* 289. doi:10.1016/j.

- ...du douglas et du sapin en France...

Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, et Nathalie Bréda. « Douglas-fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites ». *Annals of Forest Science* (2012): 1-12.

Cailleret, Maxime, Marie Nourtier, Annabelle Amm, Marion Durand-Gillmann, et Hendrik Davi. 2013. « Drought-Induced Decline and Mortality of Silver Fir Differ among Three Sites in Southern France ». *Annals of Forest Science* 71 (6): 643-57.

Sécheresse, cause identifiée de dépérissements...

- ...de forêts tropicales d'Amazonie et de Bornéo

Phillips, Oliver L., Geertje van der Heijden, Simon L. Lewis, Gabriela López-González, Luiz E. O. C. Aragão, Jon Lloyd, Yadvinder Malhi, et al. 2010. « Drought–mortality Relationships for Tropical Forests ». *New Phytologist* 187 (3): 631-46.

- ...de forêts boréales du Canada

Peng, Changhui, Zhihai Ma, Xiangdong Lei, Qian Zhu, Huai Chen, Weifeng Wang, Shirong Liu, Weizhong Li, Xiuqin Fang, et Xiaolu Zhou. 2011. « A Drought-Induced Pervasive Increase in Tree Mortality across Canada's Boreal Forests ». *Nature Climate Change* 1 (9): 467-71.

- ...du cyprès de la cordillère en Patagonie

Mundo, Ignacio A., Verónica A. El Mujtar, Marcelo H. Perdomo, Leonardo A. Gallo, Ricardo Villalba, et Marcelo D. Barrera. 2010. « Austrocedrus Chilensis Growth Decline in Relation to Drought Events in Northern Patagonia, Argentina ». *Trees* 24 (3): 561-70.

- ...du bouleau en Sibérie

Kharuk, V. I., K. J. Ranson, P. A. Oskorbin, S. T. Im, et M. L. Dvinskaya. 2013. « Climate Induced Birch Mortality in Trans-Baikal Lake Region, Siberia. » *Forest Ecology and Management* 289. doi:10.1016/j.

- ...du douglas et du sapin en France...

Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, et Nathalie Bréda. « Douglas-fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites ». *Annals of Forest Science* (2012): 1-12.

Cailleret, Maxime, Marie Nourtier, Annabelle Amm, Marion Durand-Gillmann, et Hendrik Davi. 2013. « Drought-Induced Decline and Mortality of Silver Fir Differ among Three Sites in Southern France ». *Annals of Forest Science* 71 (6): 643-57.

Caractéristiques des épisodes de mortalité

- **Augmentation** du nombre d'observations
- **Tous climats** concernés
- Augmentation du **taux de mortalité** (plutôt en climats secs)
- **Dispersés** ou **massifs**
- En **plantations** aussi bien que **peuplements naturels**
- Pour des espèces **introduites** aussi bien qu'**autochtones**



Les forêts face au réchauffement

- Organismes **fixés** et **longévifs**
- Mécanismes d'adaptation à court et long terme
 - Long terme : évolution génétique
 - Cour terme : plasticité



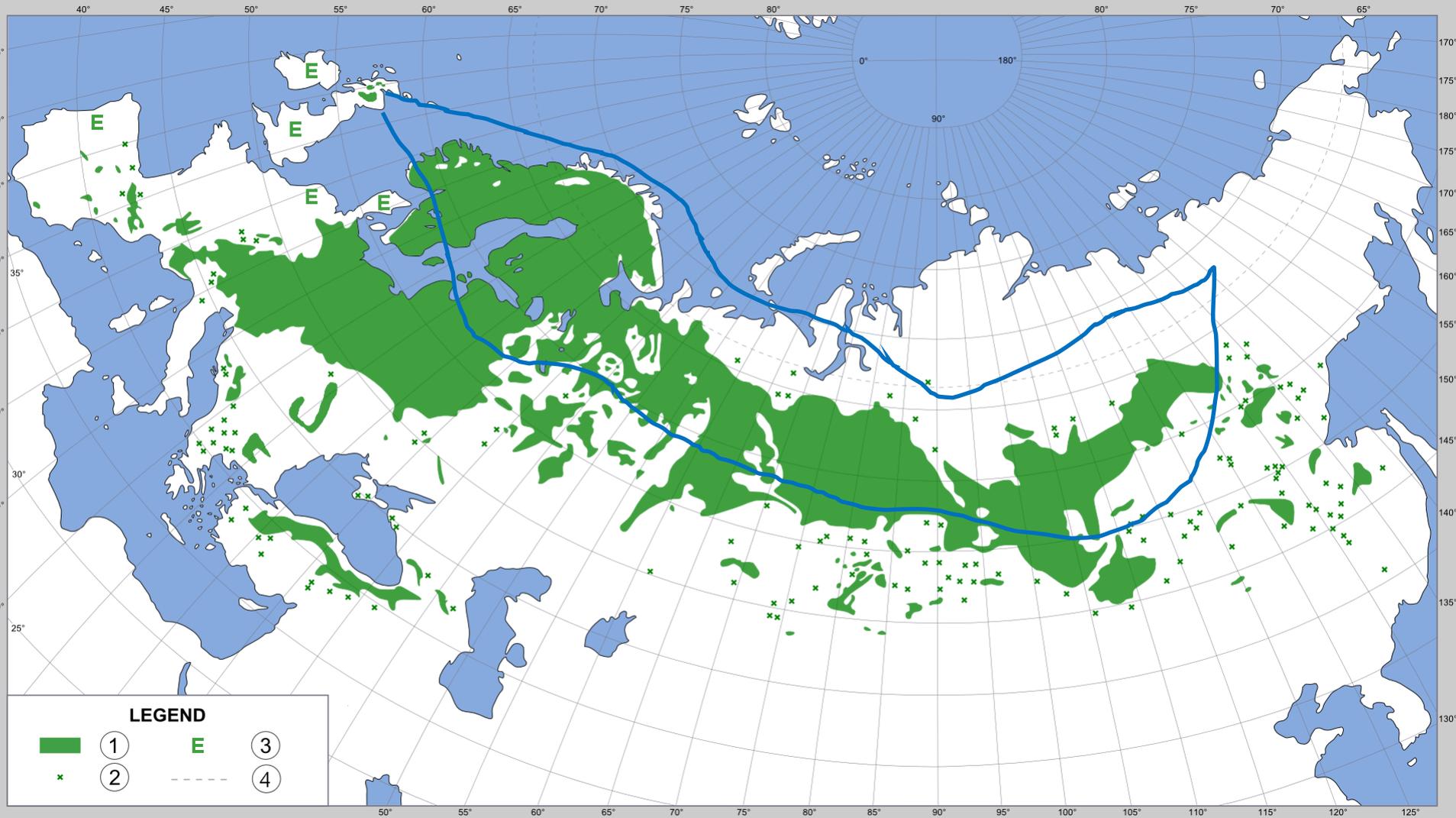
Au niveau des aires naturelles...



Au niveau des aires naturelles...



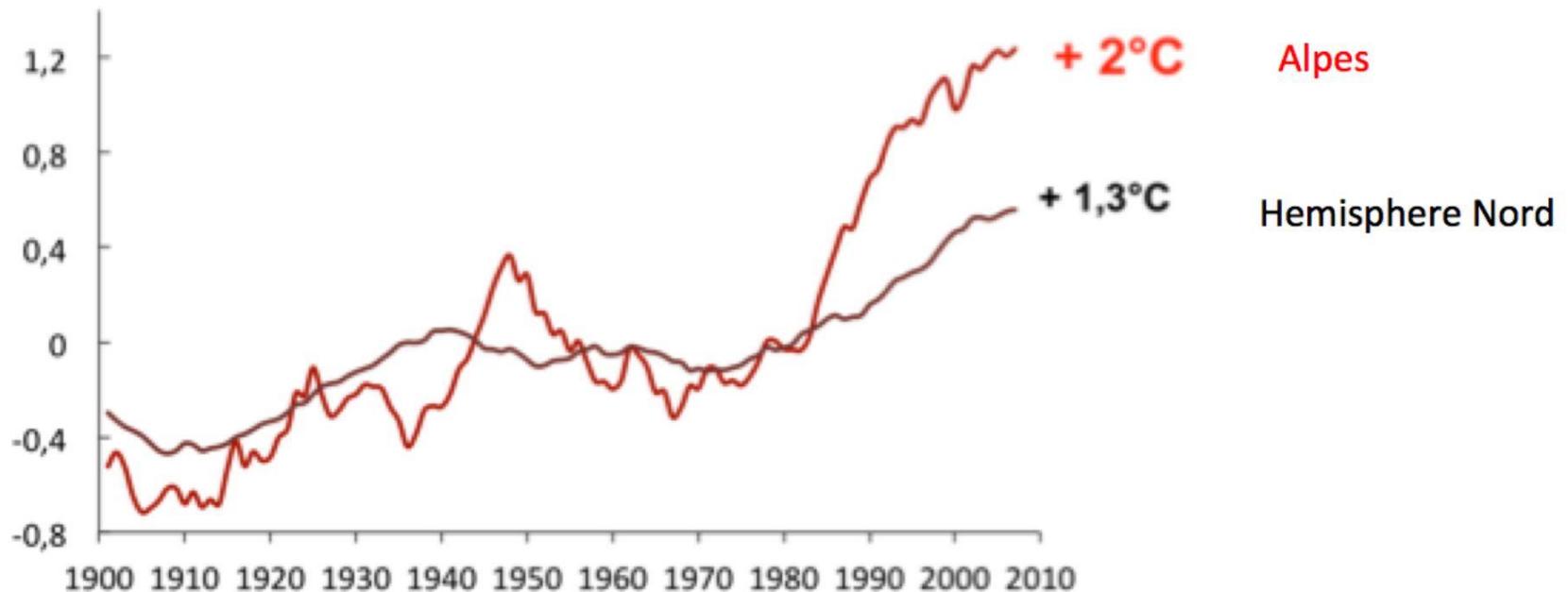
Au niveau des aires naturelles...



Forêts de montagne, modèle d'étude

- Réchauffement plus rapide en montagne

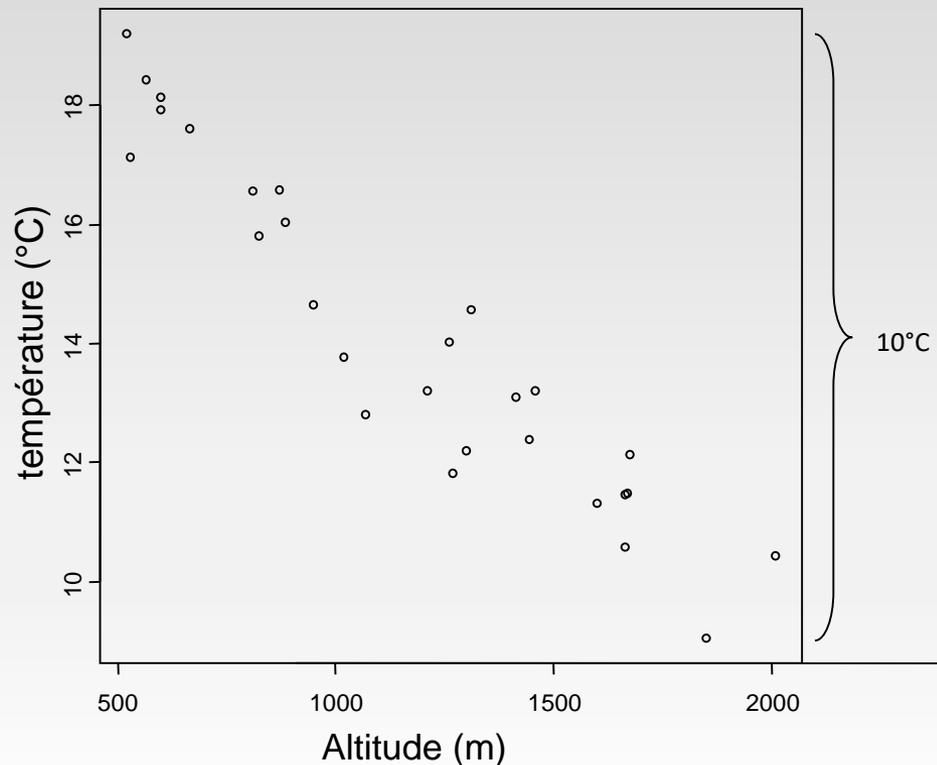
Anomalies des températures au cours du 20^e siècle



Rebetez and Reinhard (2007) *Theor. Appl. Climatol.*

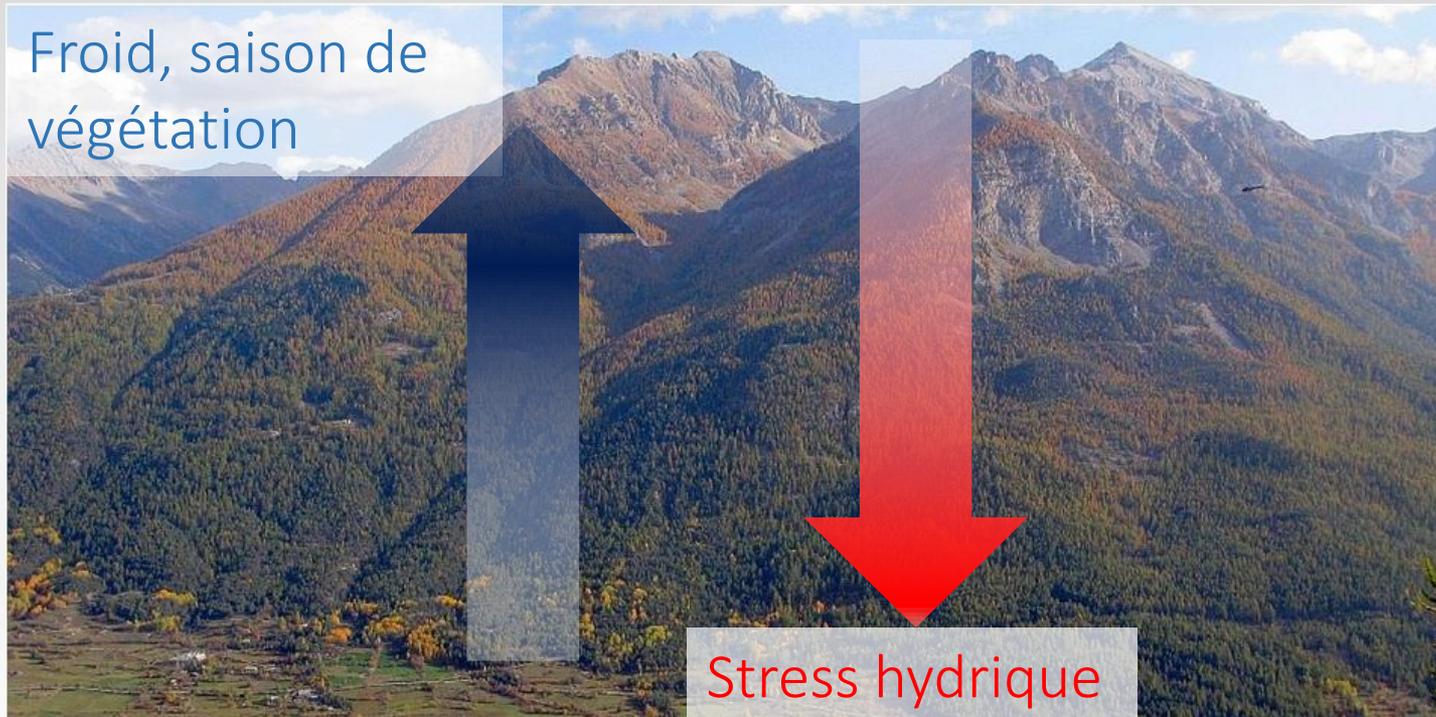
Forêts de montagne, modèle d'étude

- Réchauffement plus rapide en montagne
- Forte variation environnementale



Forêts de montagne, modèle d'étude

- Réchauffement plus rapide en montagne
- Forte variation environnementale



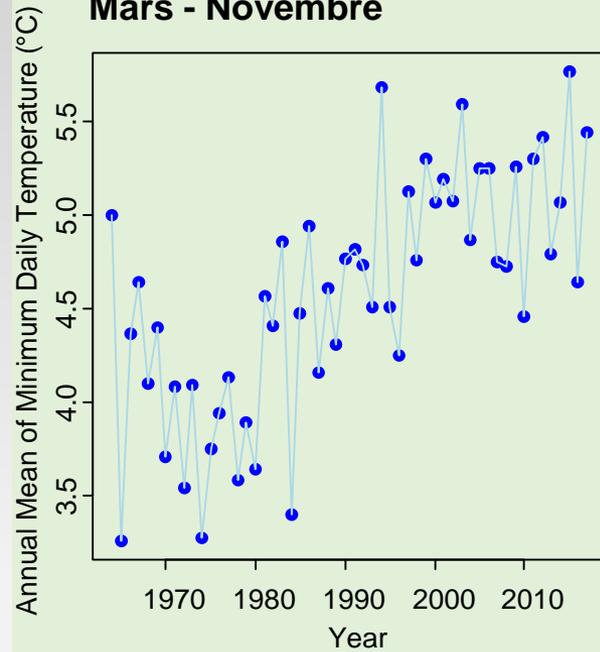
...le réchauffement en montagne

- Température minimum
- Température maximum
- Précipitation
- Périodes 1966-2017
- Données Météo-France Briançon et Villard St Pancrace

Changement climatique de 1966 à 2017

Périodes annuelles

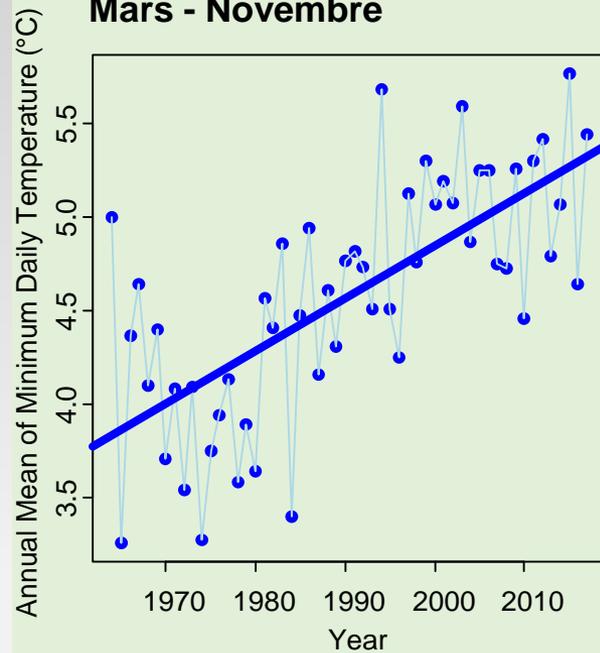
Température Minimum
Mars - Novembre



Changement climatique de 1966 à 2017

Périodes annuelles

Température Minimum
Mars - Novembre



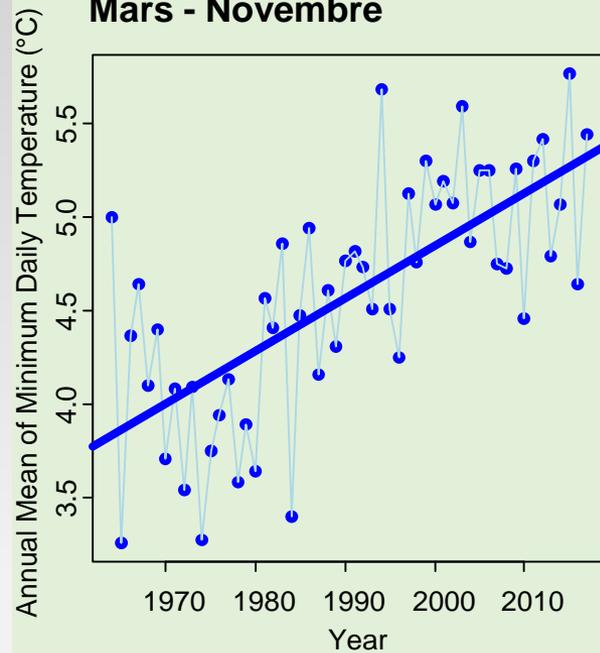
$$Y = -51.35 + 0.0281 X$$

$$R^2 = 0.48$$

Changement climatique de 1966 à 2017

Périodes annuelles

Température Minimum Mars - Novembre



$$Y = -51.35 + 0.0281 X$$

$$R^2 = 0.48$$

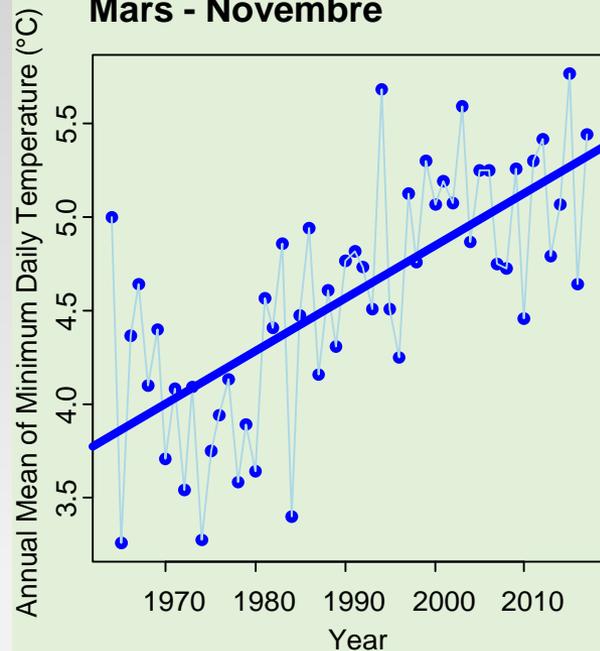
Augmentation de près de **0,03 °C** par an

$R^2 = 0,48$: près de la moitié des variations de la température minimale s'explique par cet effet « réchauffement »

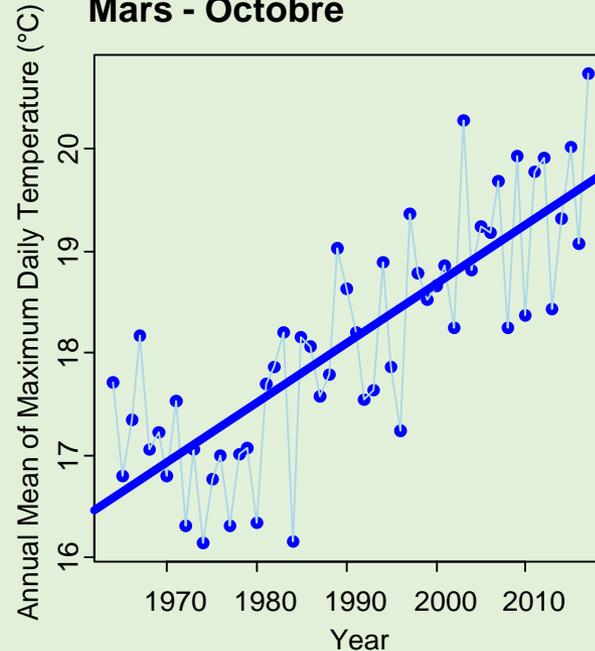
Changement climatique de 1966 à 2017

Périodes annuelles

**Température Minimum
Mars - Novembre**



**Température Maximum
Mars - Octobre**



$$Y = -97.41 + 0.058 X$$

$$R^2 = 0.63$$

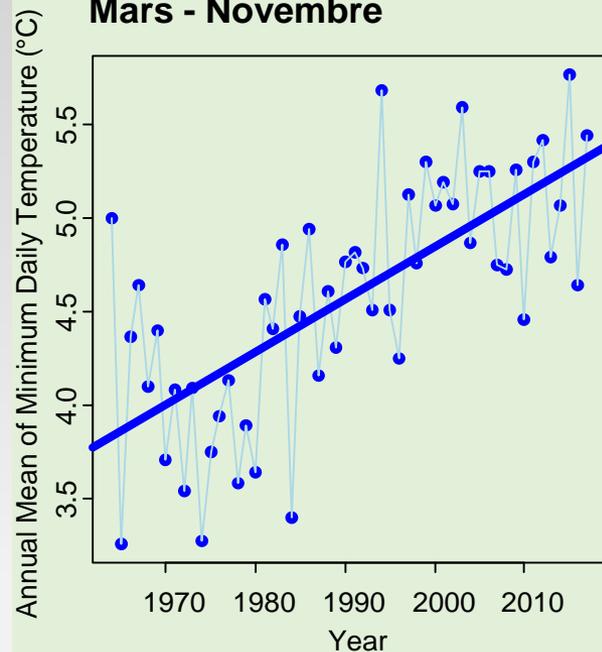
Augmentation de
près de **0,06 °C** par
an

$R^2 = 0,63$: 63% des
variations de la
température
maximale
s'expliquent par l'effet
« réchauffement »

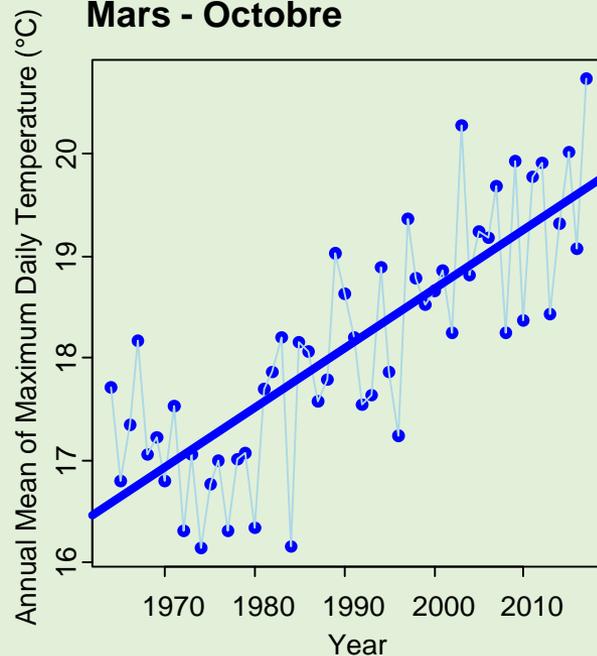
Changement climatique de 1966 à 2017

Périodes annuelles

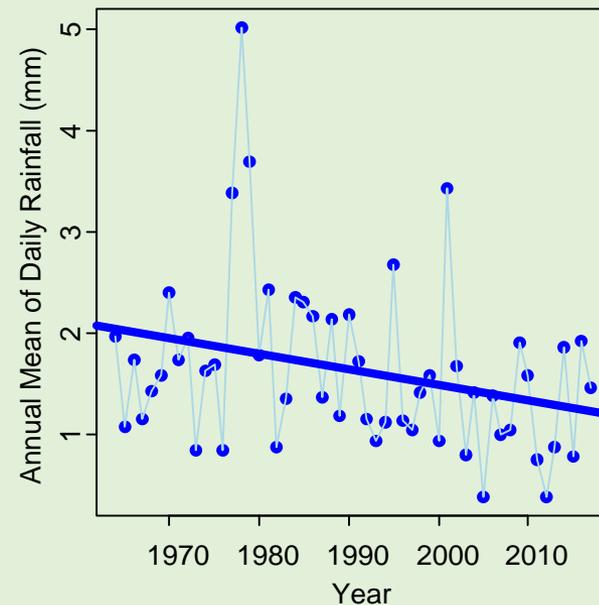
Température Minimum
Mars - Novembre



Température Maximum
Mars - Octobre



Précipitations
Période janvier-mars



$$Y = 32.21 - 0.0154 X$$
$$R^2 = 0.06$$

Changement climatique dans le Briançonnais

- Augmentation de la température minimum de la période mars-novembre (1,5 °C en 50 ans)
- Augmentation de la température maximum de la période mars-novembre (3 °C en 50 ans)
- Pas (ou très peu) de changement de précipitations

Changement climatique dans le Briançonnais

- Augmentation de la température minimum de la période mars-novembre (1,5 °C en 50 ans)

• Augmentation de la température maximum de la période mars-novembre (5 °C en 50 ans)

Quel impact sur la croissance du

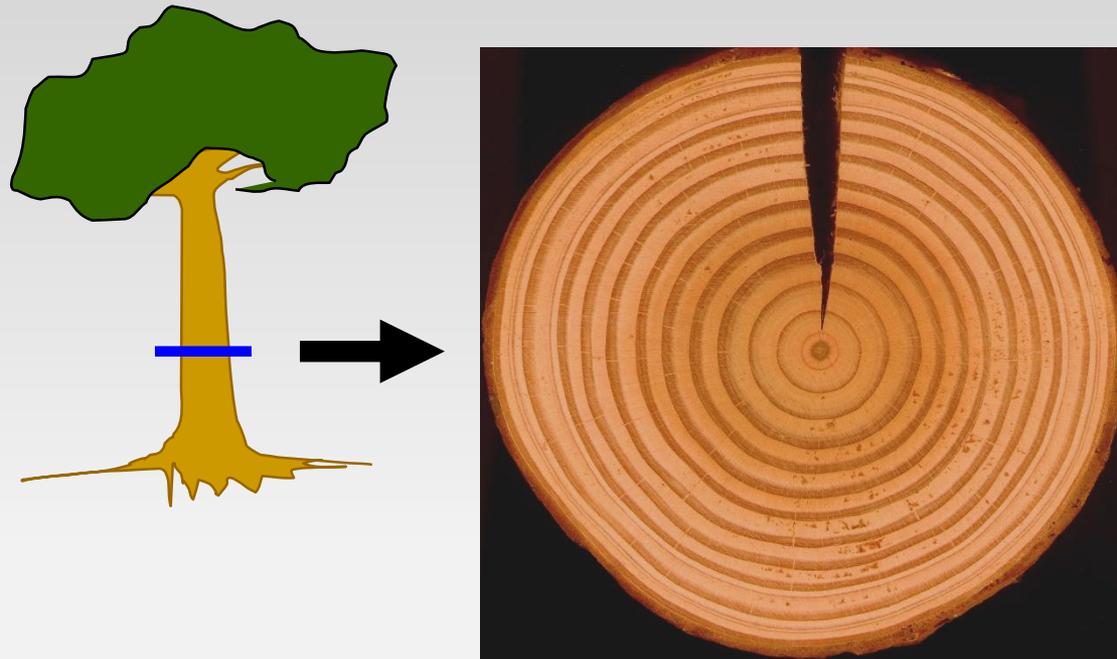
- Pas (ou très peu) de changement de précipitations

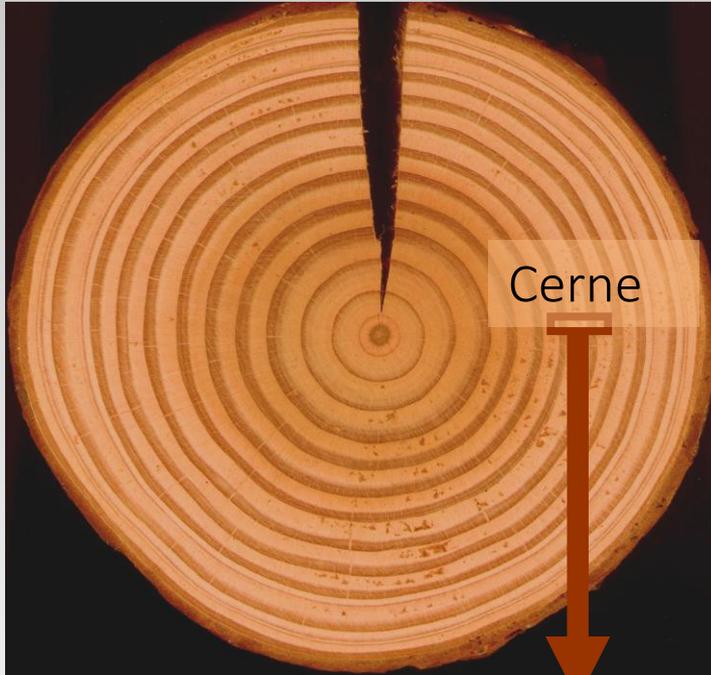
mélèze ?

Approche “Analyse de cernes” (*dendrochronologie,* *dendroécologie...*)

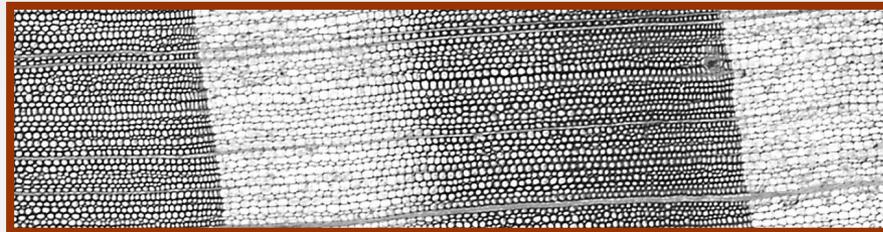


Analyser les cernes

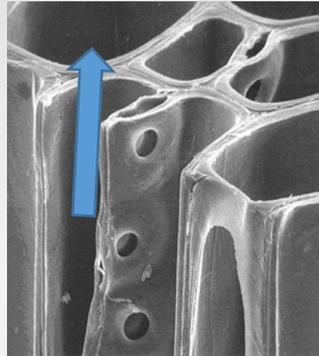
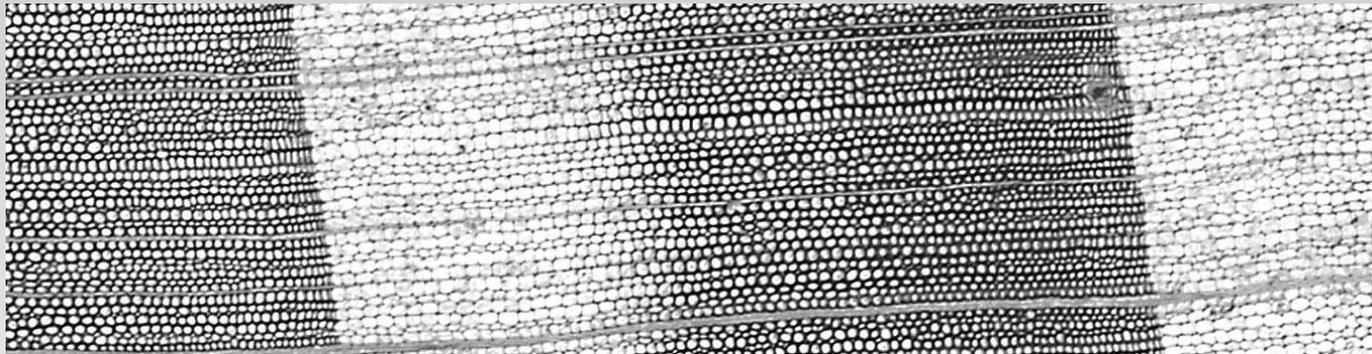




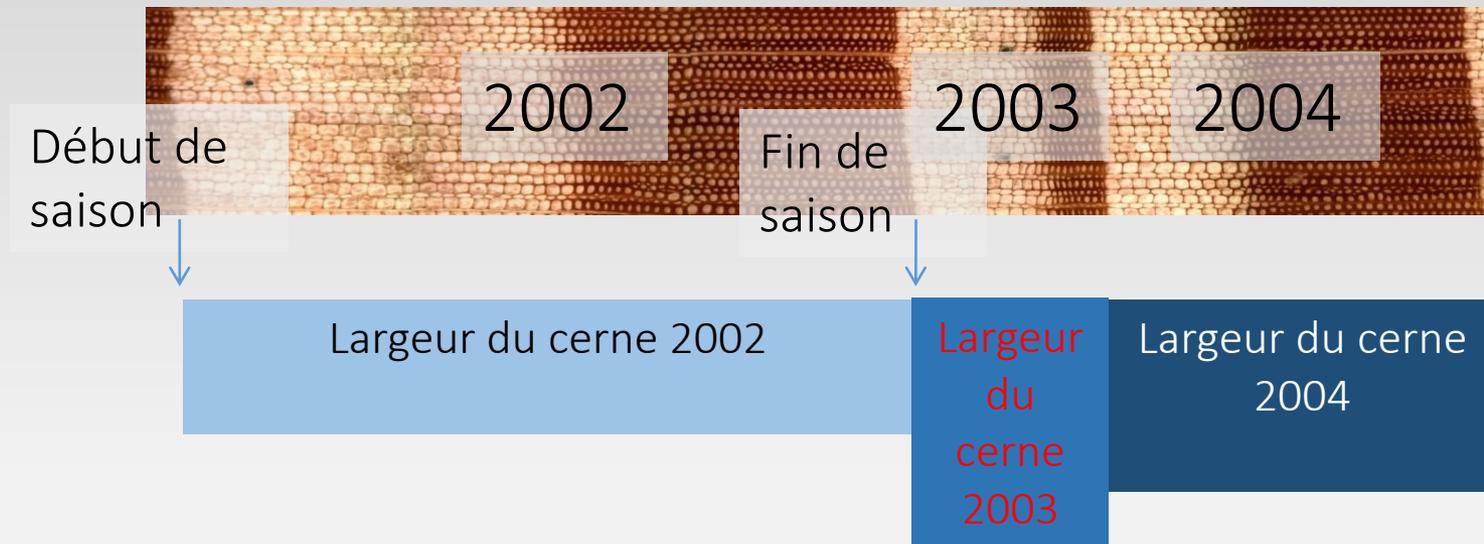
Cerne



Cerne = cellules conductrices de sève



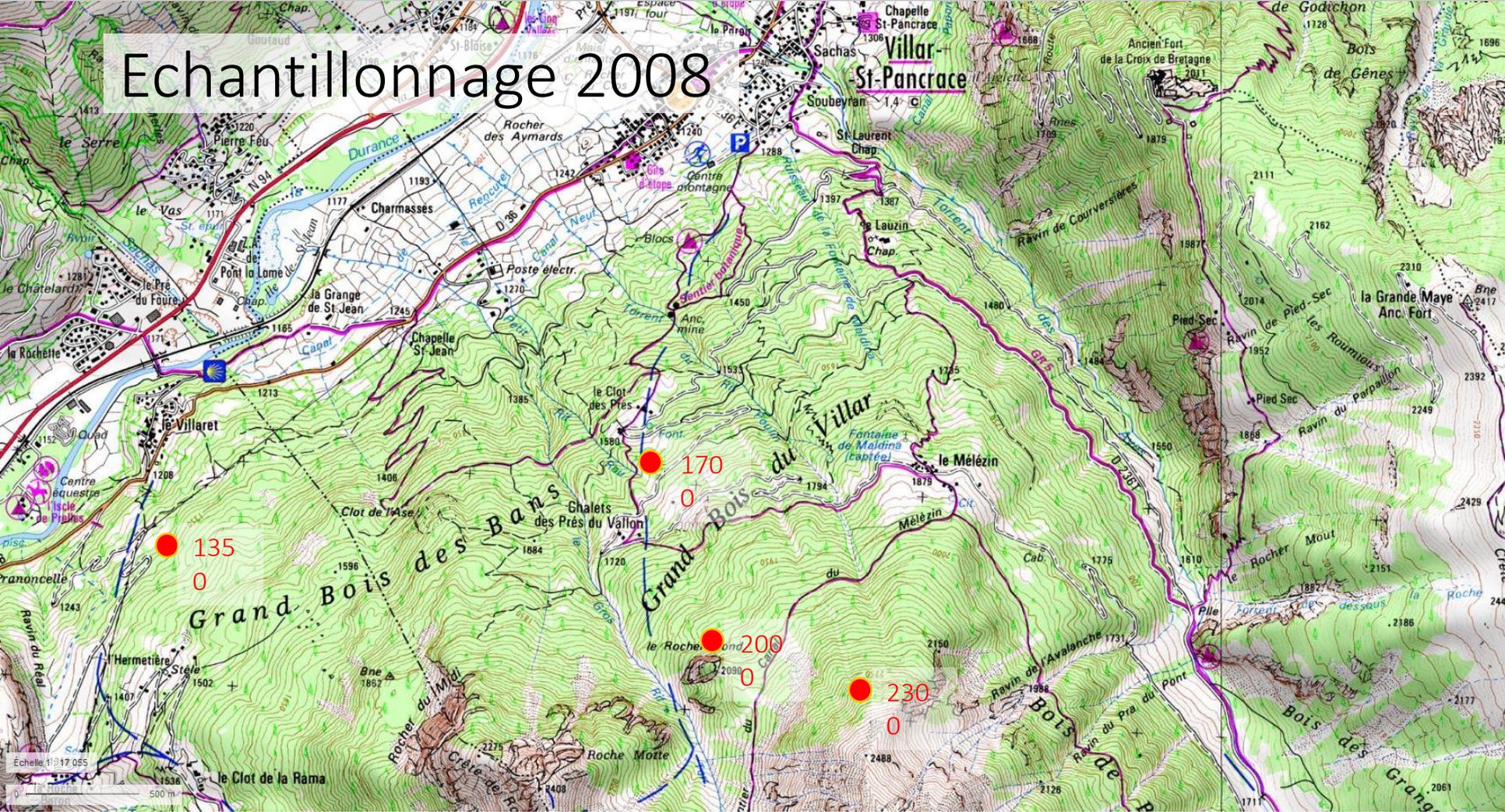
Les caractéristiques des cernes varient en fonction des années... et de leur climat



Analyse de cernes, avantages et inconvénients

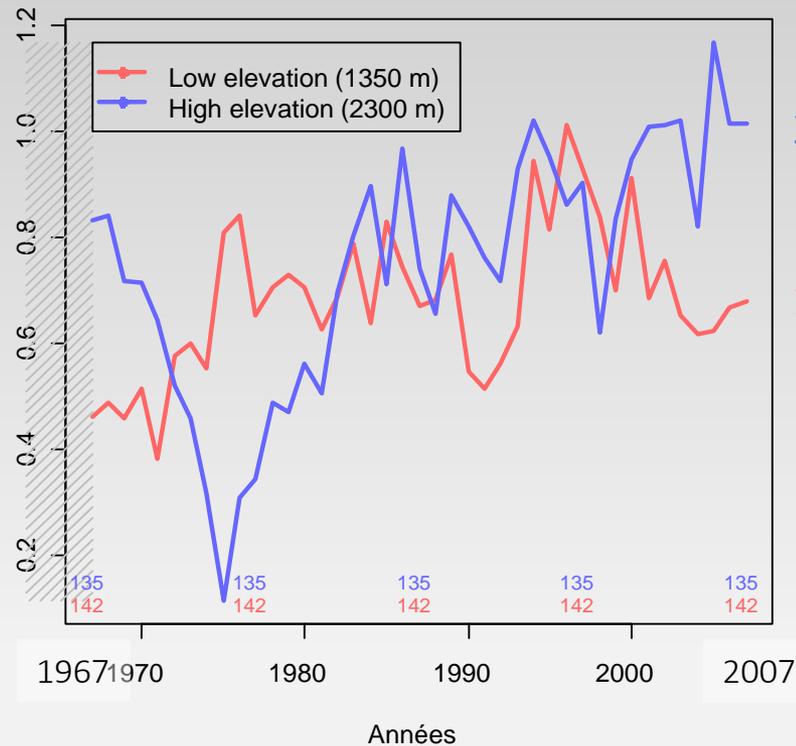
- Avantages :
 - Non (très peu) destructif
 - Approche retrospective
 - Récolte possible sur arbres morts
 - Informations sur la *quantité* et aussi sur les *caractéristiques* (densité) du bois formé
- Inconvénients :
 - croissance en diamètre uniquement

Echantillonnage 2008



Echantillonnage 2008 : courbes de croissance

Variations de la largeur de cerne (mm)



Âges moyens

2300 m : 100 ans environ

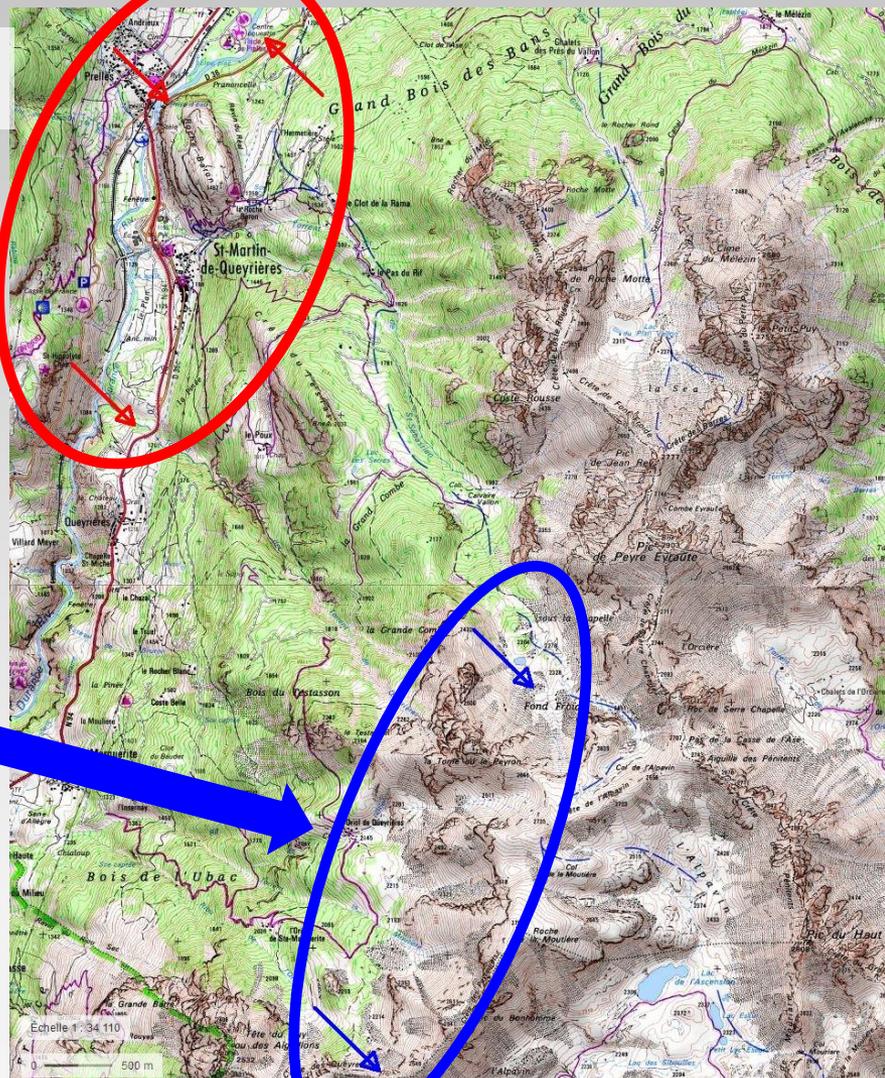
1350 m : 150 ans environ

Echantillonnage 2017

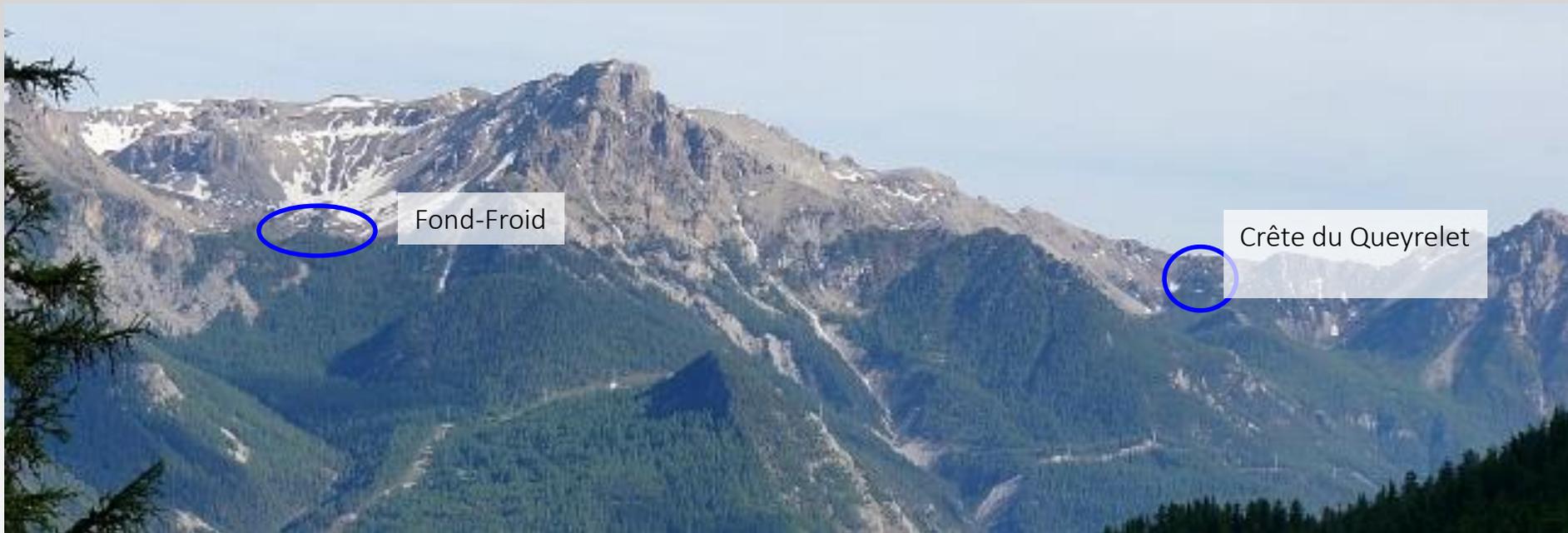
- 1200 m



- 2300-2400 m



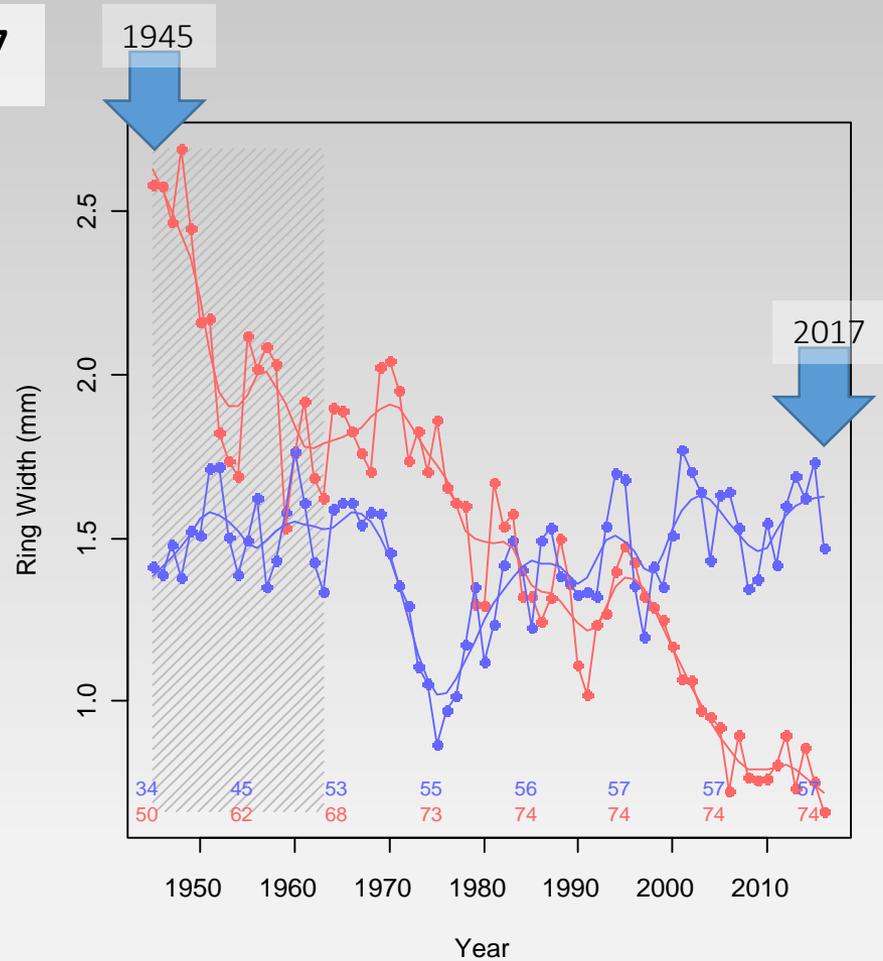
Les deux secteurs de haute altitude



Echantillonnage 2017

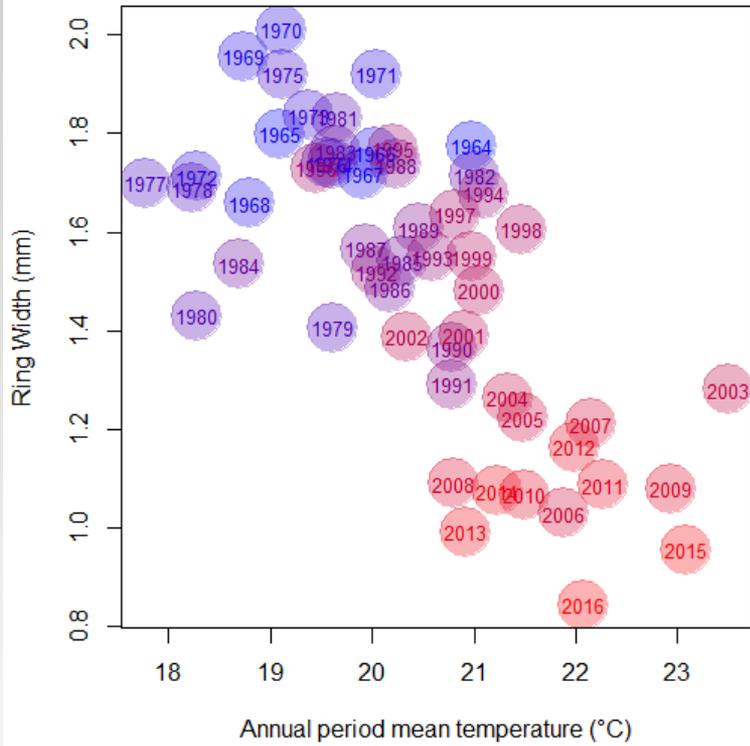
- Haute altitude (2320-2400 m)
- Basse altitude (1140-1200 m)

**Courbes de croissance :
Variations de la
largeur de cerne (mm)**

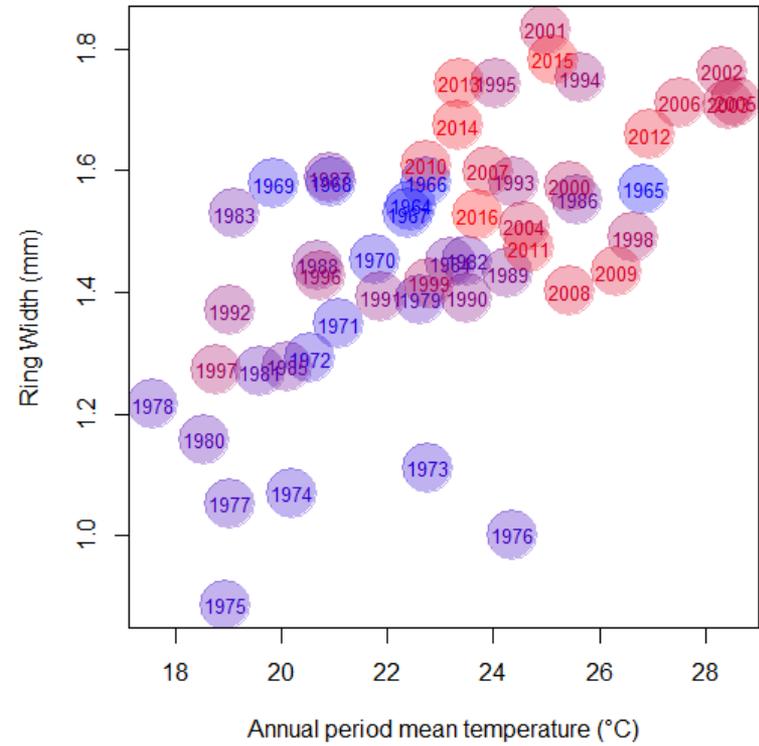


Relations avec la température

Basse altitude

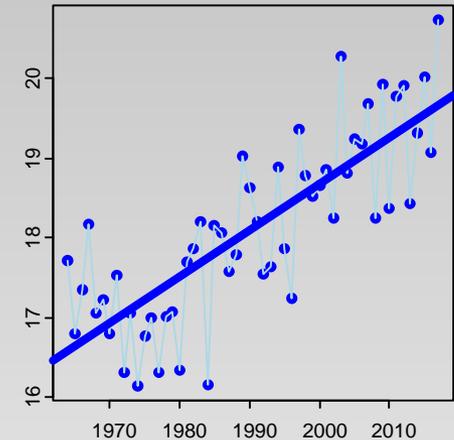


Haute altitude



Largeur de cerne

Effet
réchauffement
+
Autres
variations



- Décomposition de la relation avec la température

Altitude	Basse			Haute		
Effets	Effet réchauffement	Autres variations de température	% total de variation expliquée	Effet réchauffement	Autres variations de température	% total de variation expliquée
% expliqué	73%	0%	74%	24%	18%	42%

Conclusions...

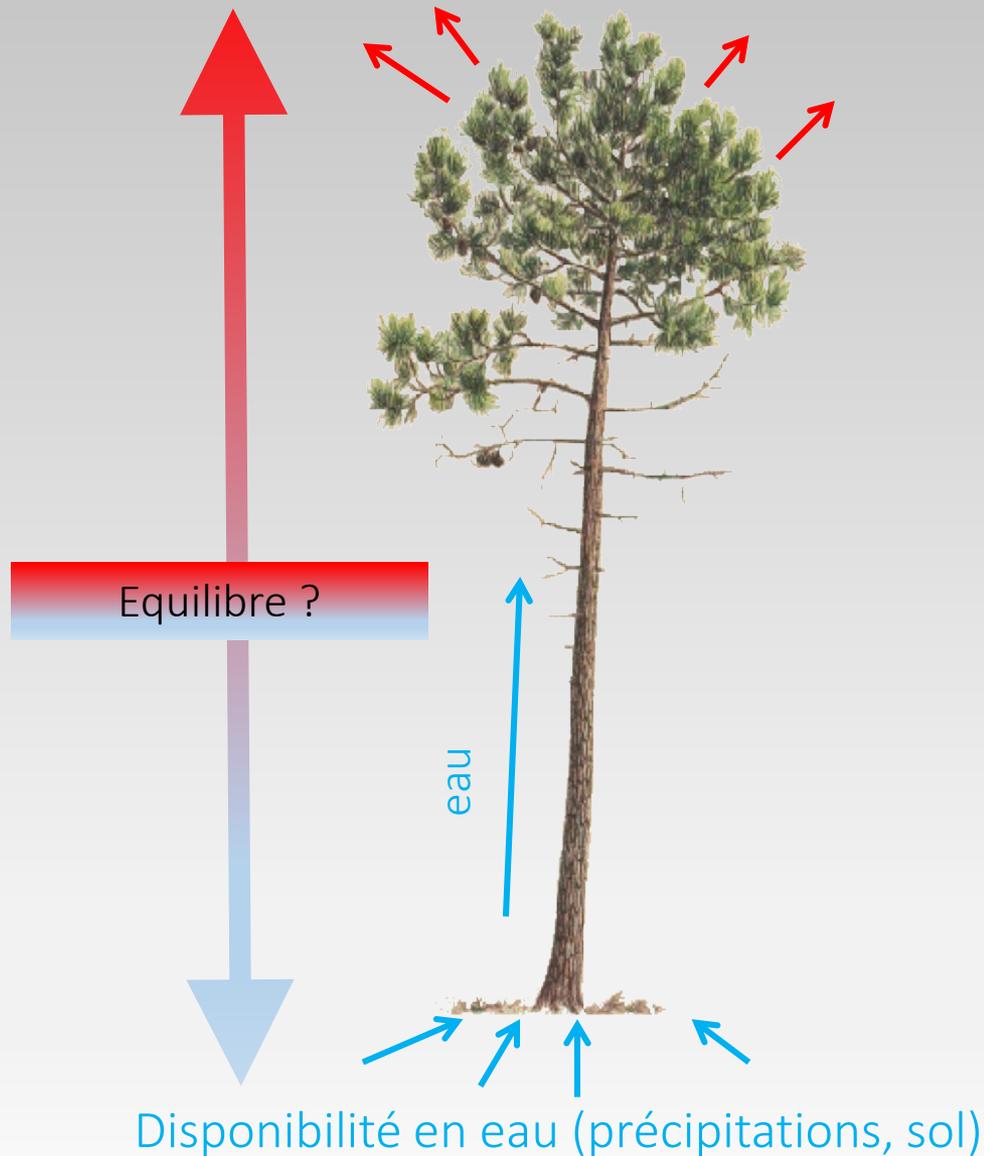
- Forte diminution de croissance en grosseur à très basse altitude
 - *totalemment* liée au réchauffement
- Légère augmentation de la croissance en grosseur à très haute altitude
 - *Partiellement* lié au réchauffement
- Faut-il s'attendre à des dépérissements aux altitudes les plus basses ? Jusqu'à quelle altitude ? Pourquoi ?

Réchauffement

(toutes choses égales par ailleurs)

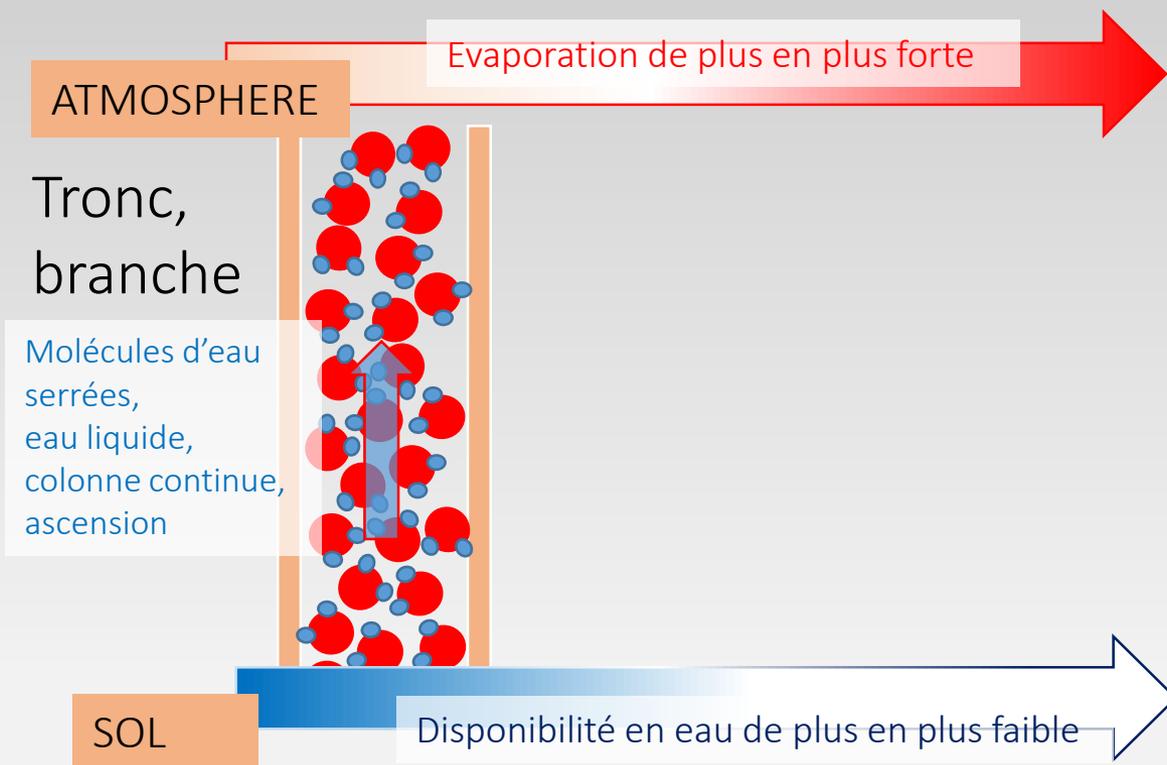
- Évaporation de l'eau du sol : sécheresses
- Déséquilibres hydrauliques

Demande atmosphérique (température, humidité)

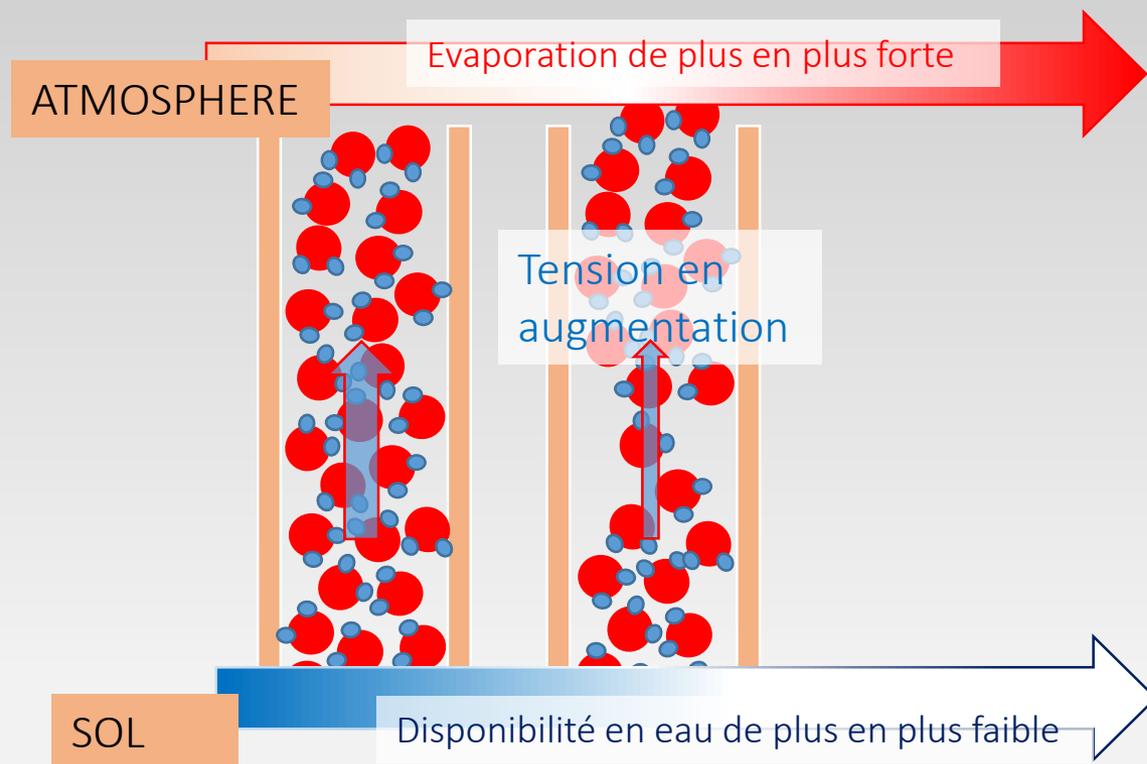


Pourquoi peut-on s'attendre à des dépérissements à basse altitude ?

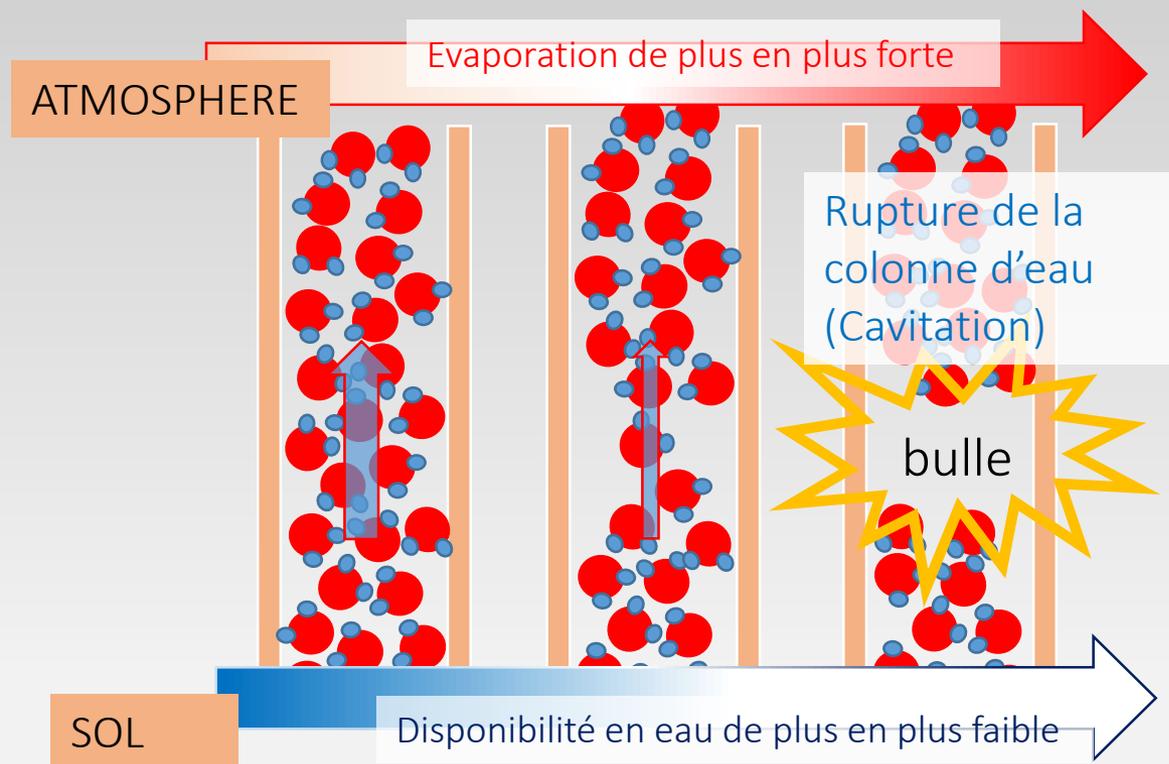
Déséquilibre hydraulique



Déséquilibre hydraulique

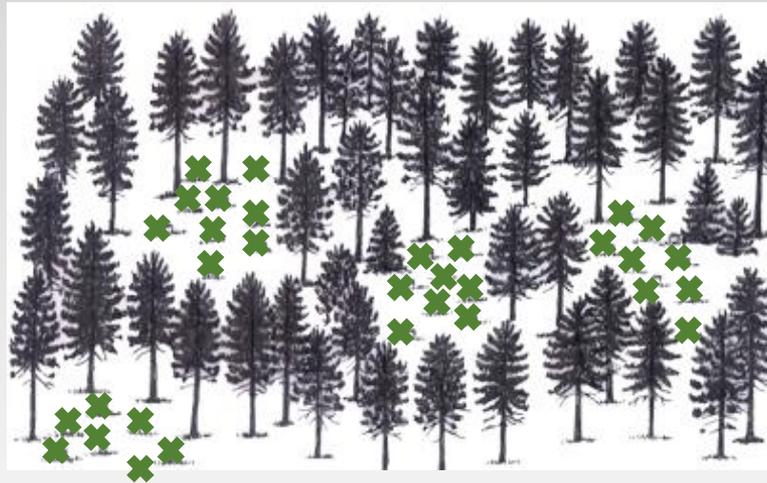


Déséquilibre hydraulique



S'appuyer sur les dépérissements ?

- *Mécanisme évolutif de sélection naturelle*
- *Hypothèse : les arbres vivants sont plus résistants que les morts*

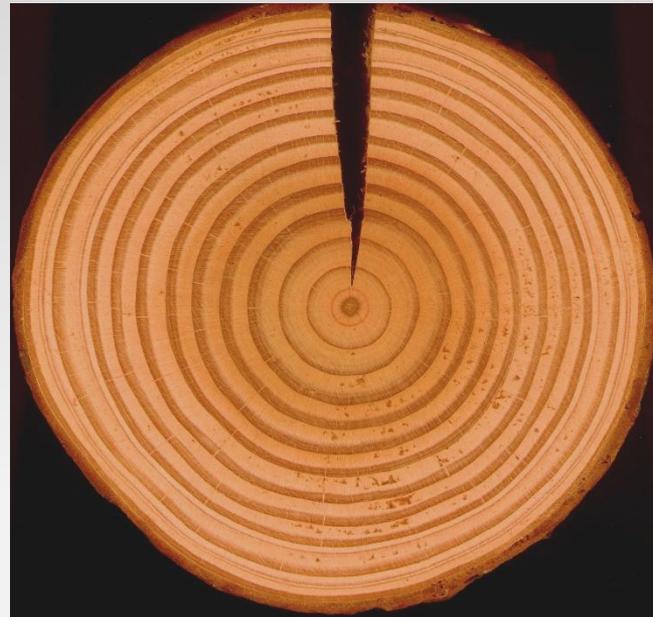
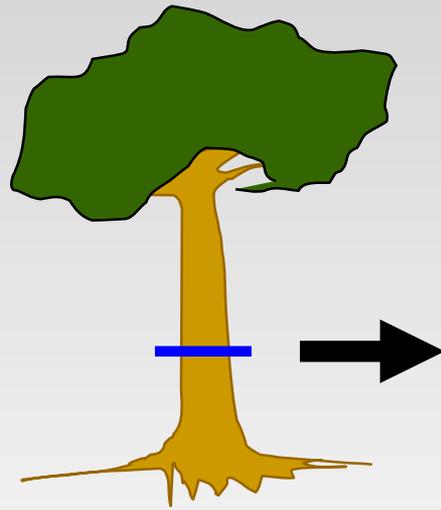


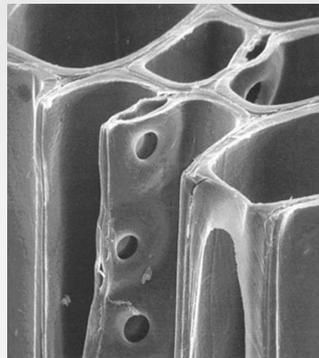
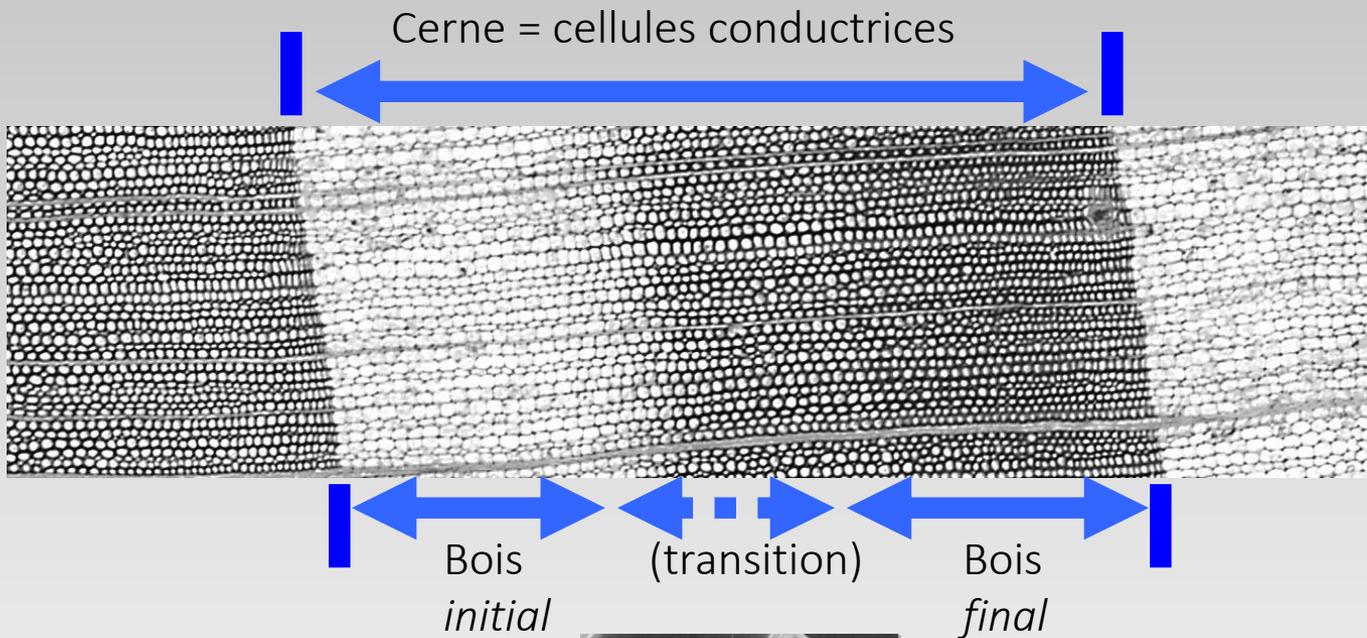
Comparer des arbres morts et vivants

Que peut-on mesurer sur arbres vivant *et* morts ?

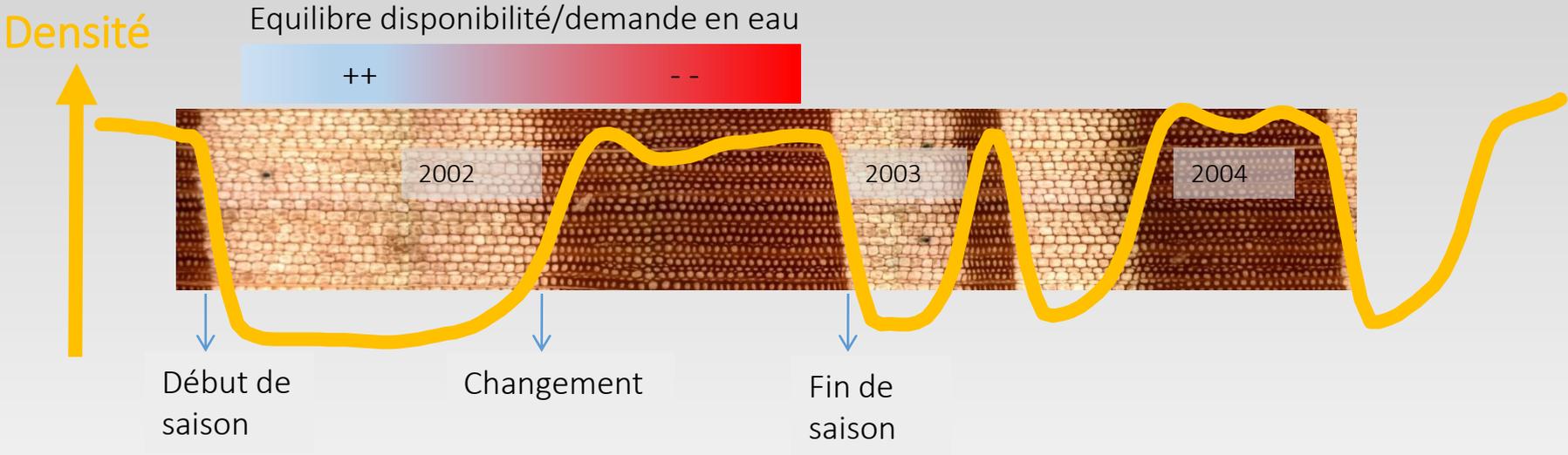


Le bois

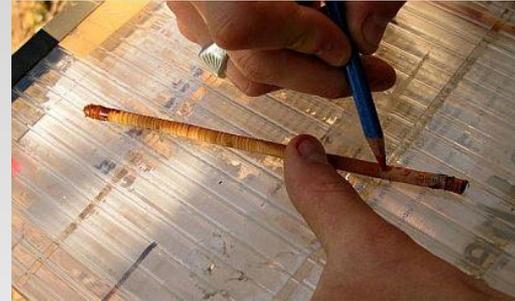




Densité = proportion de pleins et de creux (parois et espace intérieur des cellules...)



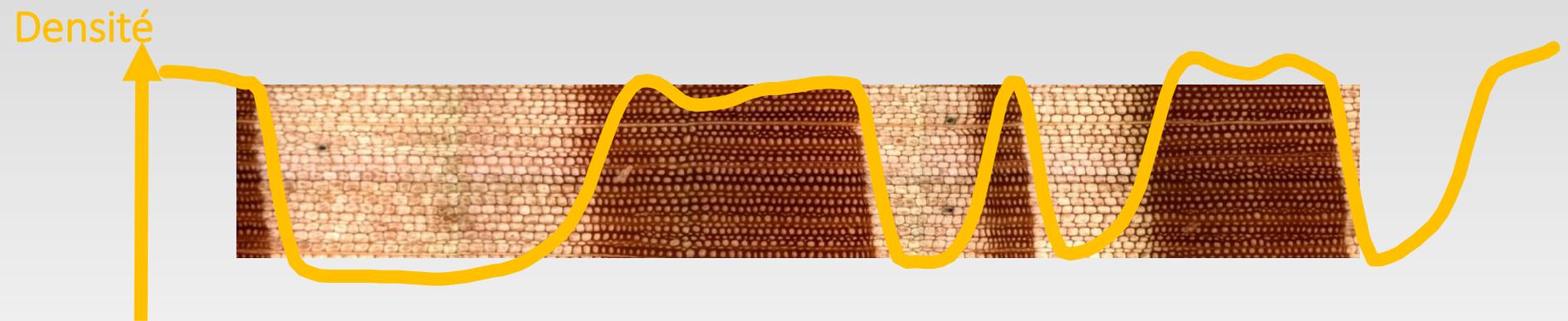
Densité du bois de morts et survivants



- Comparaison de douglas morts et survivants après des épisodes de sécheresse dans différentes régions de France

Résultats

- Il y a des liens entre survie et densité du bois : les arbres survivants ont un bois plus dense que les morts



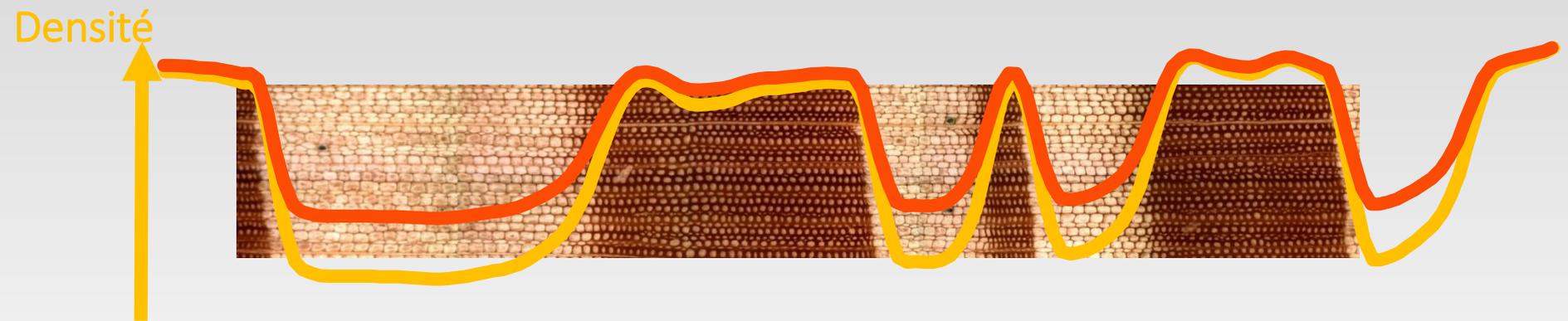
Résultats

- Mais selon les régions et les épisodes de sécheresse, cette densité plus élevée se trouve soit dans la **partie finale** du cerne...

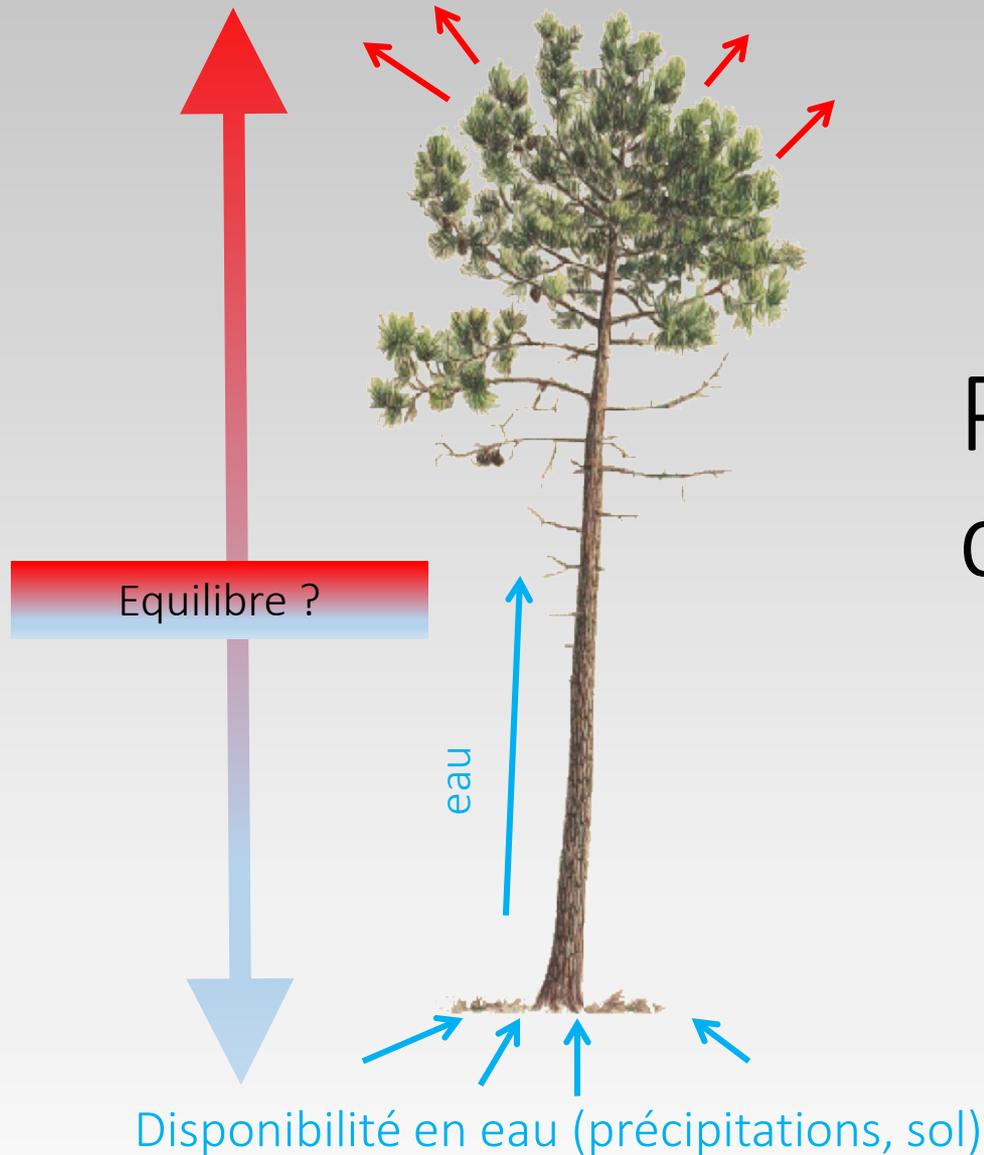


Résultats

- ...soit dans la **partie initiale...**

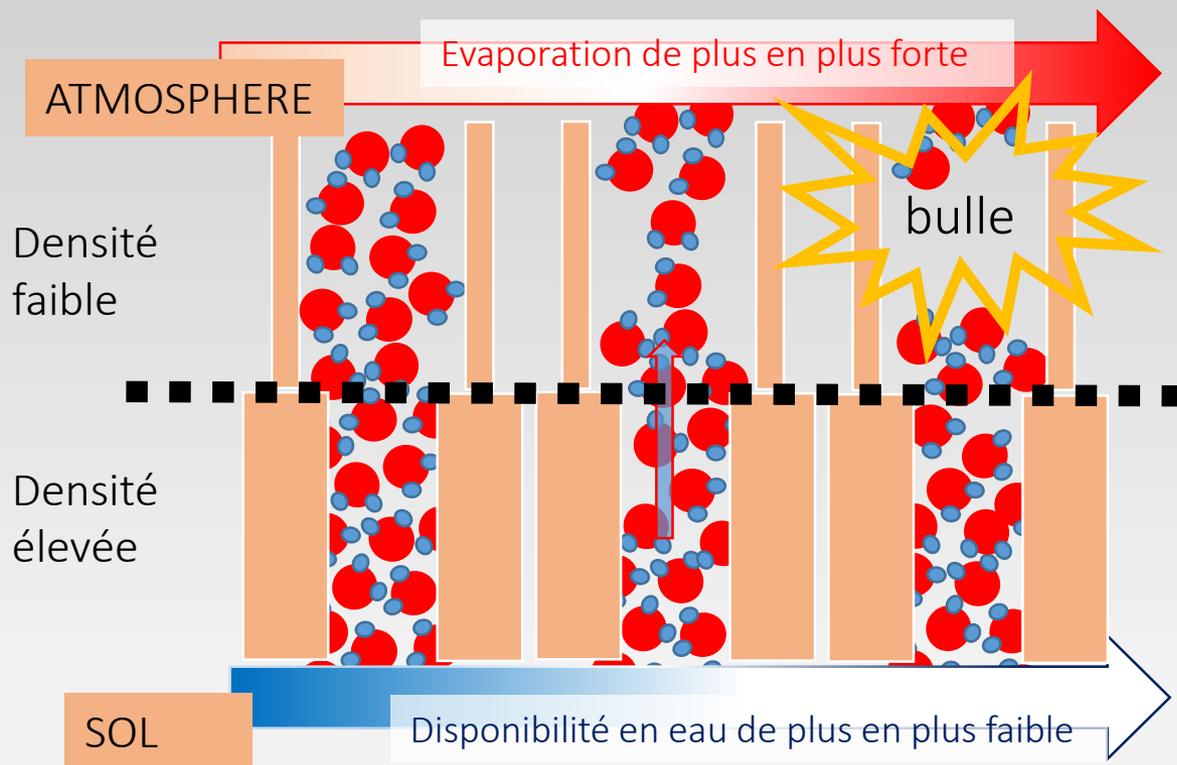


Demande atmosphérique (température, humidité)

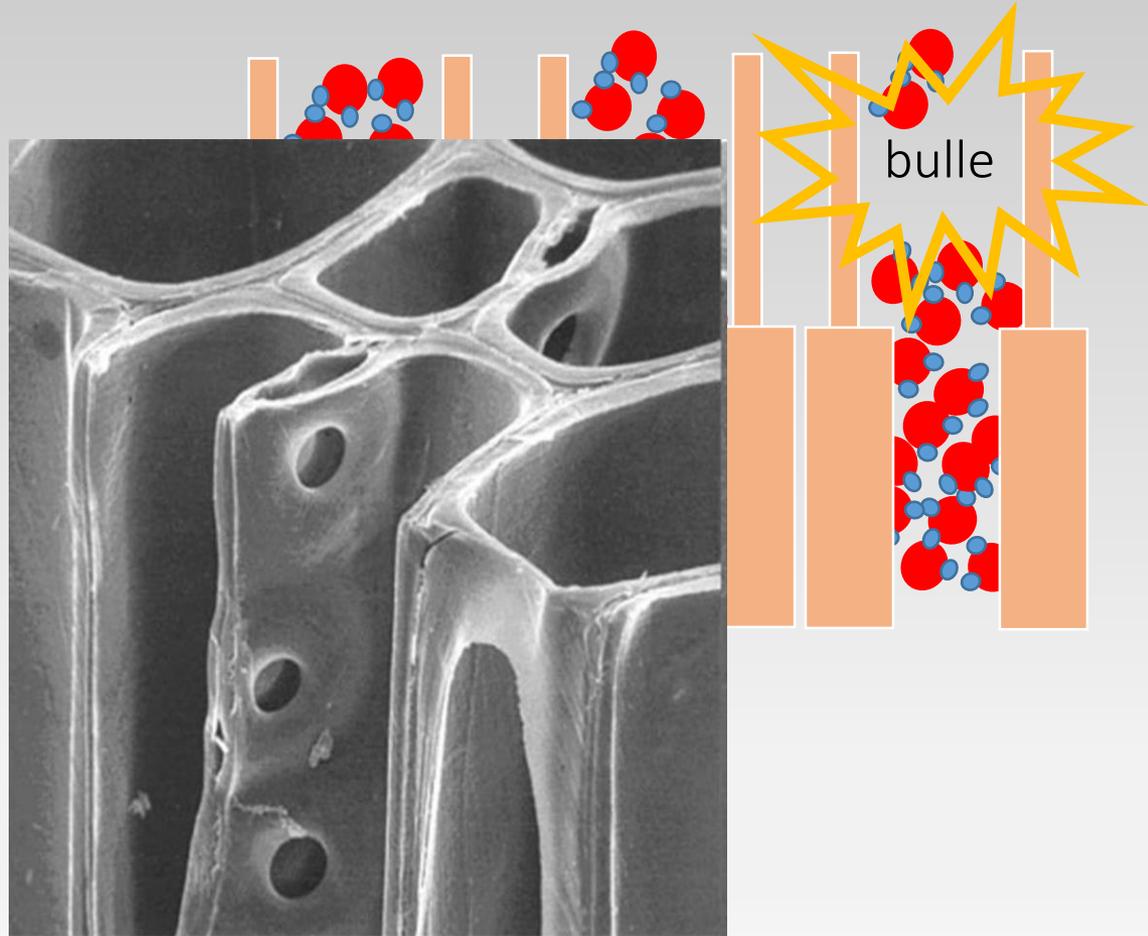


Pourquoi ces différences ?

Déséquilibre hydraulique et densité



Déséquilibre hydraulique et densité



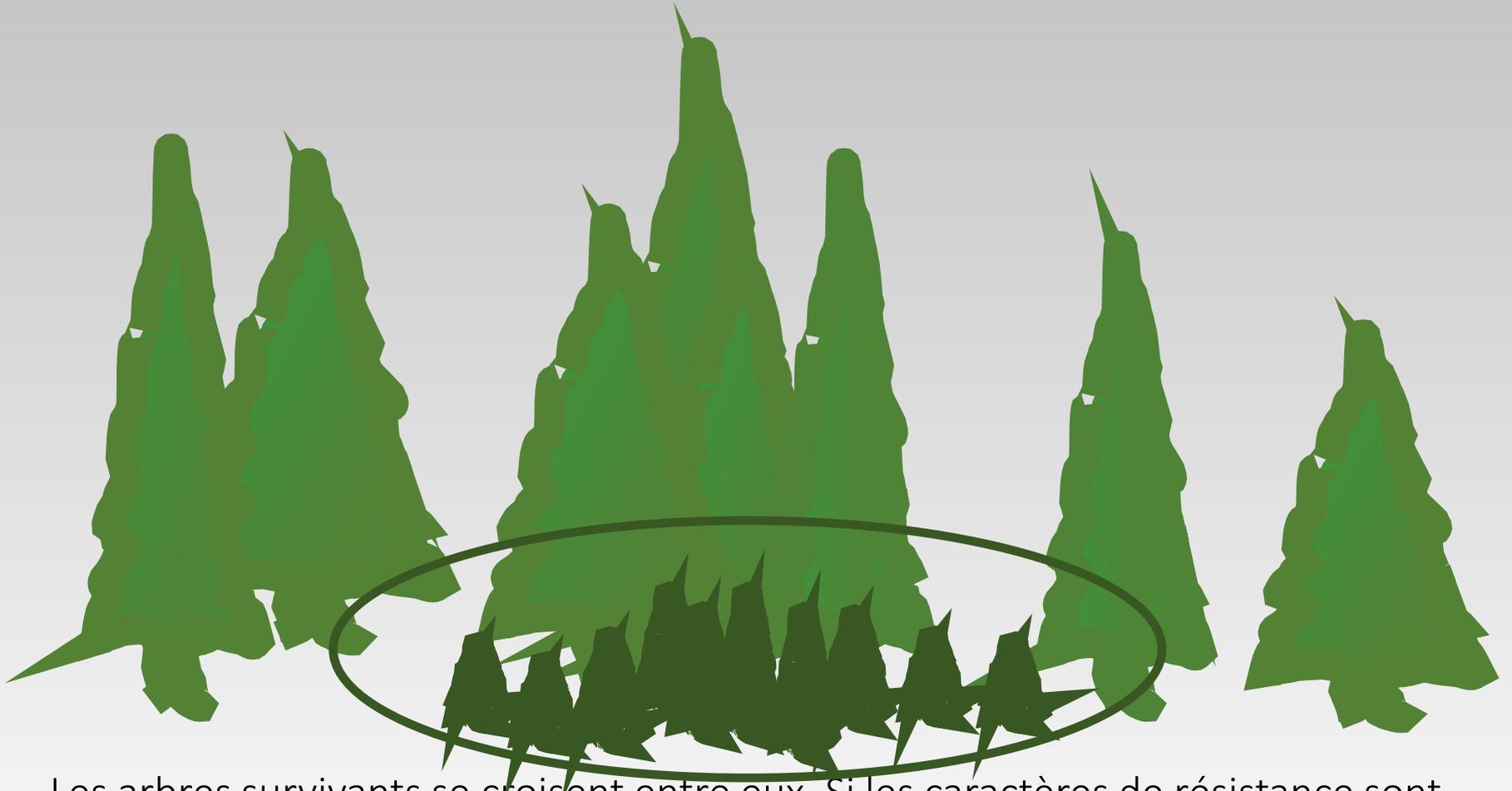
Une stratégie :

- Identifier des caractères adaptatifs *pertinents* pour la résistance à la sécheresse

Quelles perspectives d'amélioration de la résistance à la sécheresse ?



identifier puis éliminer les arbres les moins résistants à la sécheresse



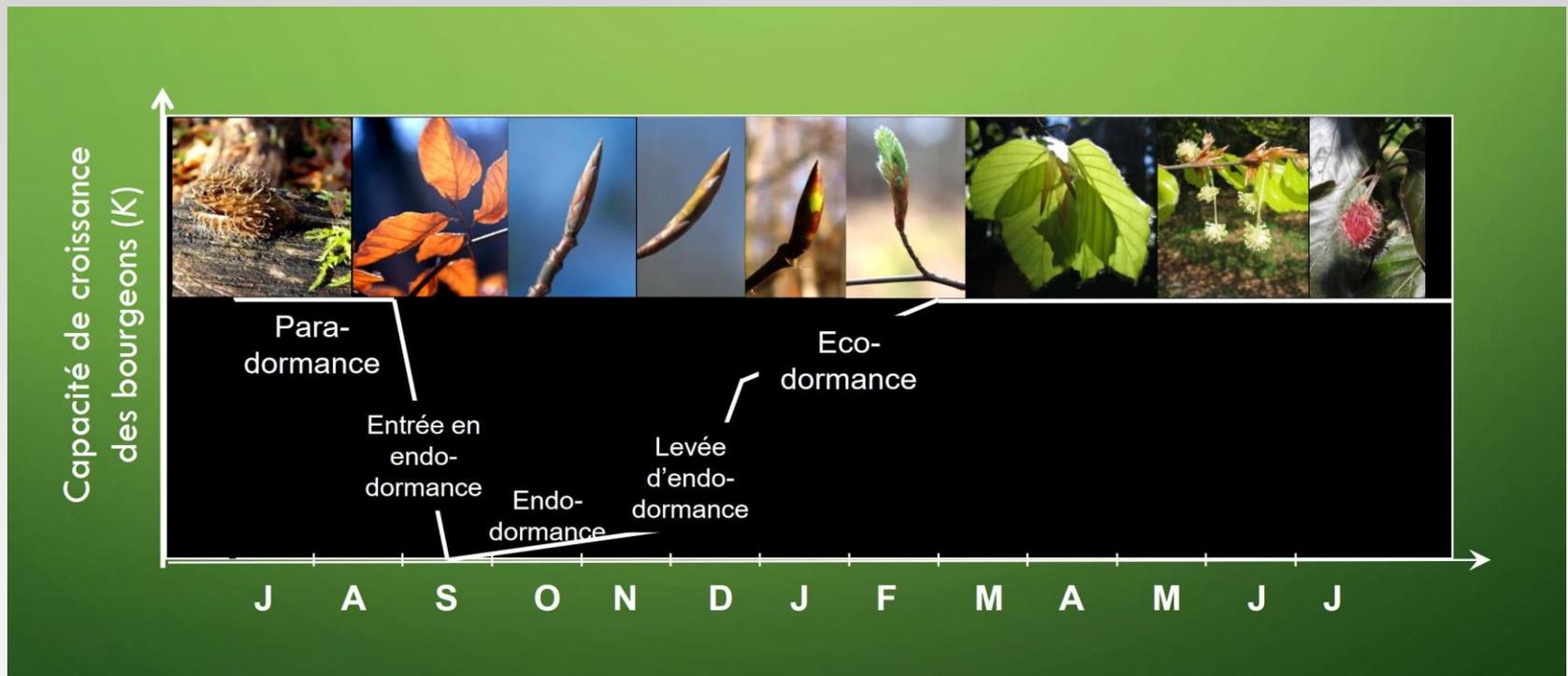
Les arbres survivants se croisent entre eux. Si les caractères de résistance sont transmis génétiquement, les descendants sont résistants : la nouvelle forêt est plus résistante

- Sylviculture
- Amélioration génétique

Modifications des rythmes de croissance

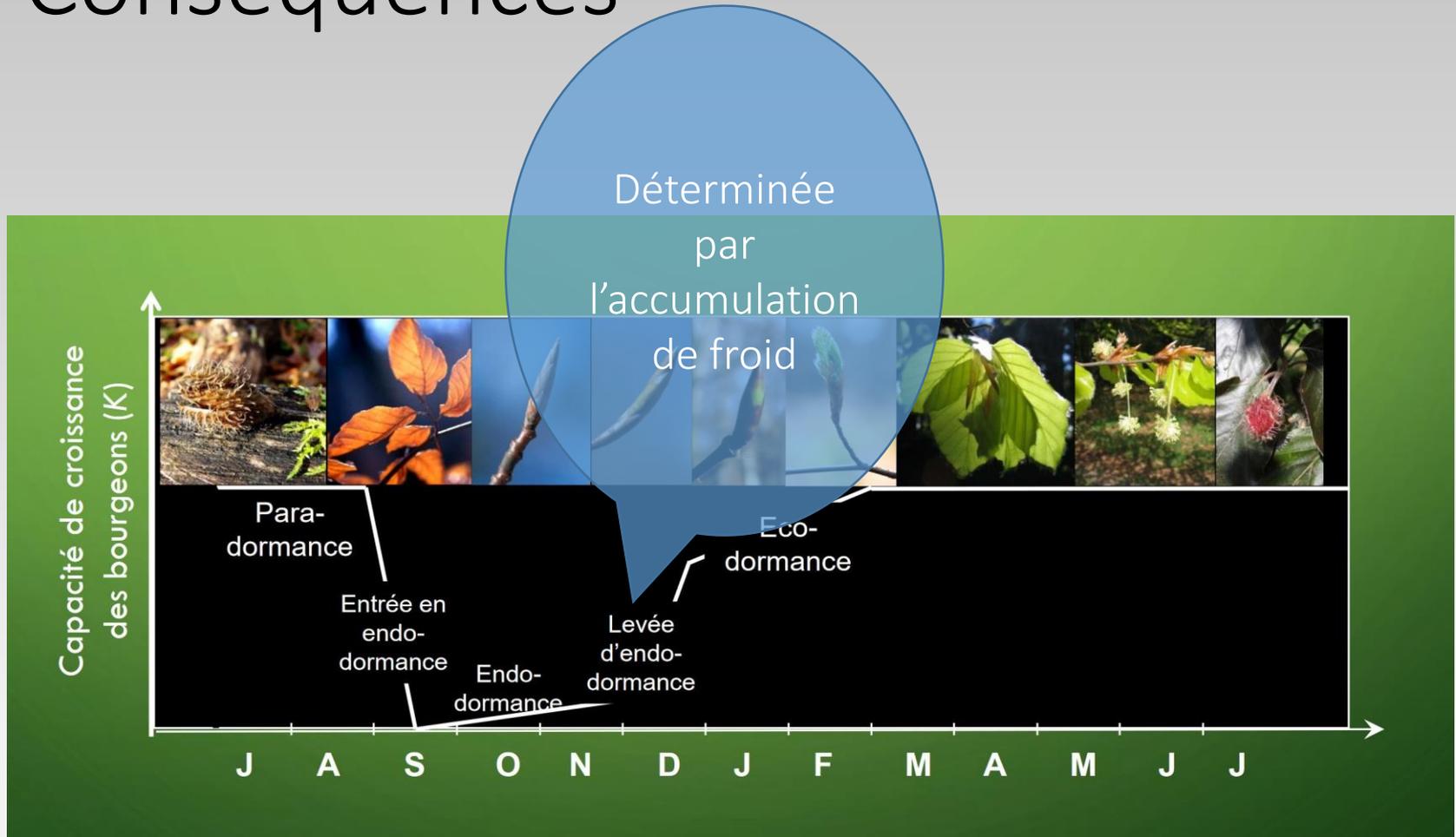
- Température plus élevée =
 - Saisons de végétations plus chaudes
 - Hivers moins froids

Conséquences



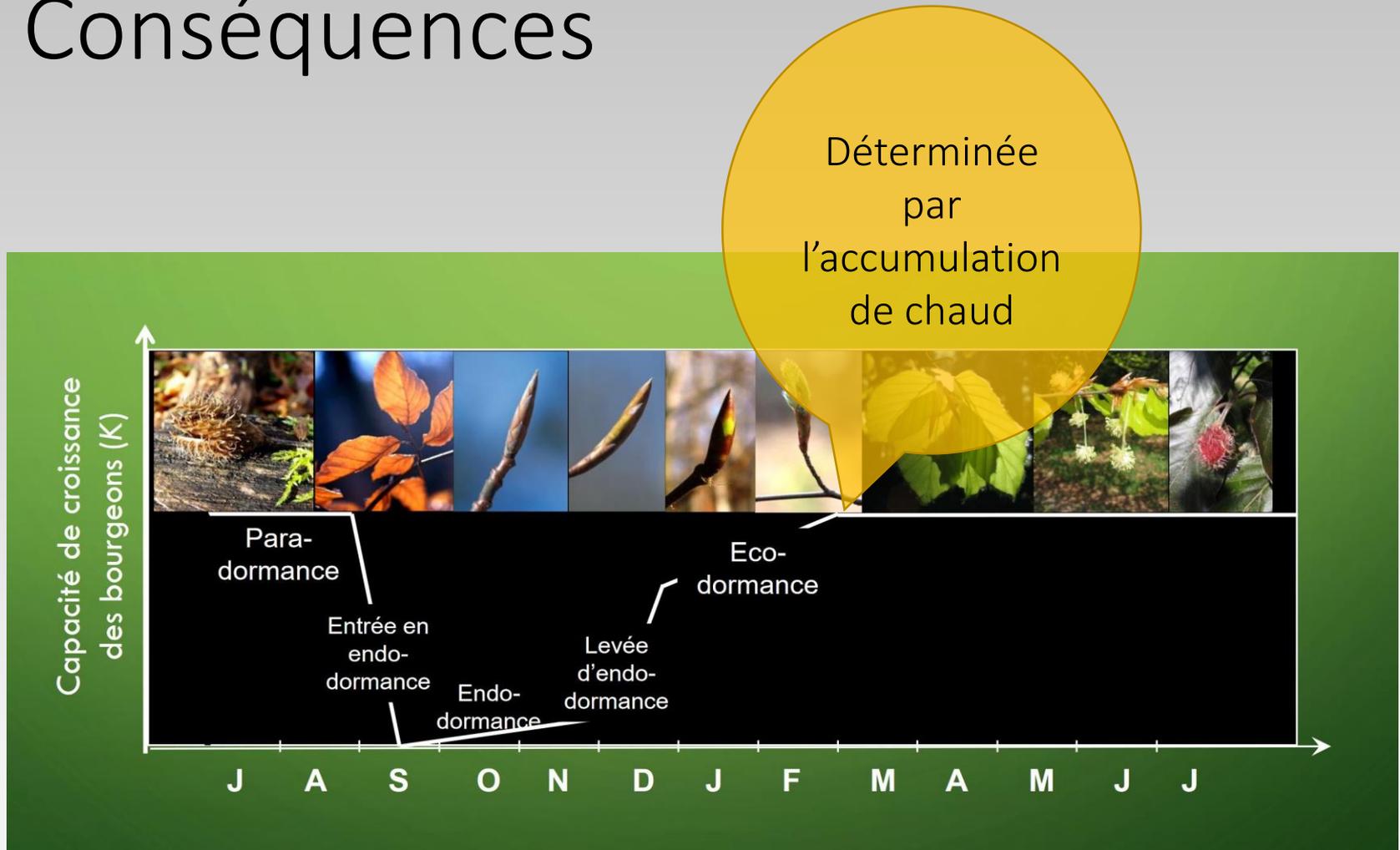
D'après I. Chuine, CEFE, CNRS, Montpellier

Conséquences



D'après I. Chuine, CEFE, CNRS, Montpellier

Conséquences



D'après I. Chuine, CEFE, CNRS, Montpellier

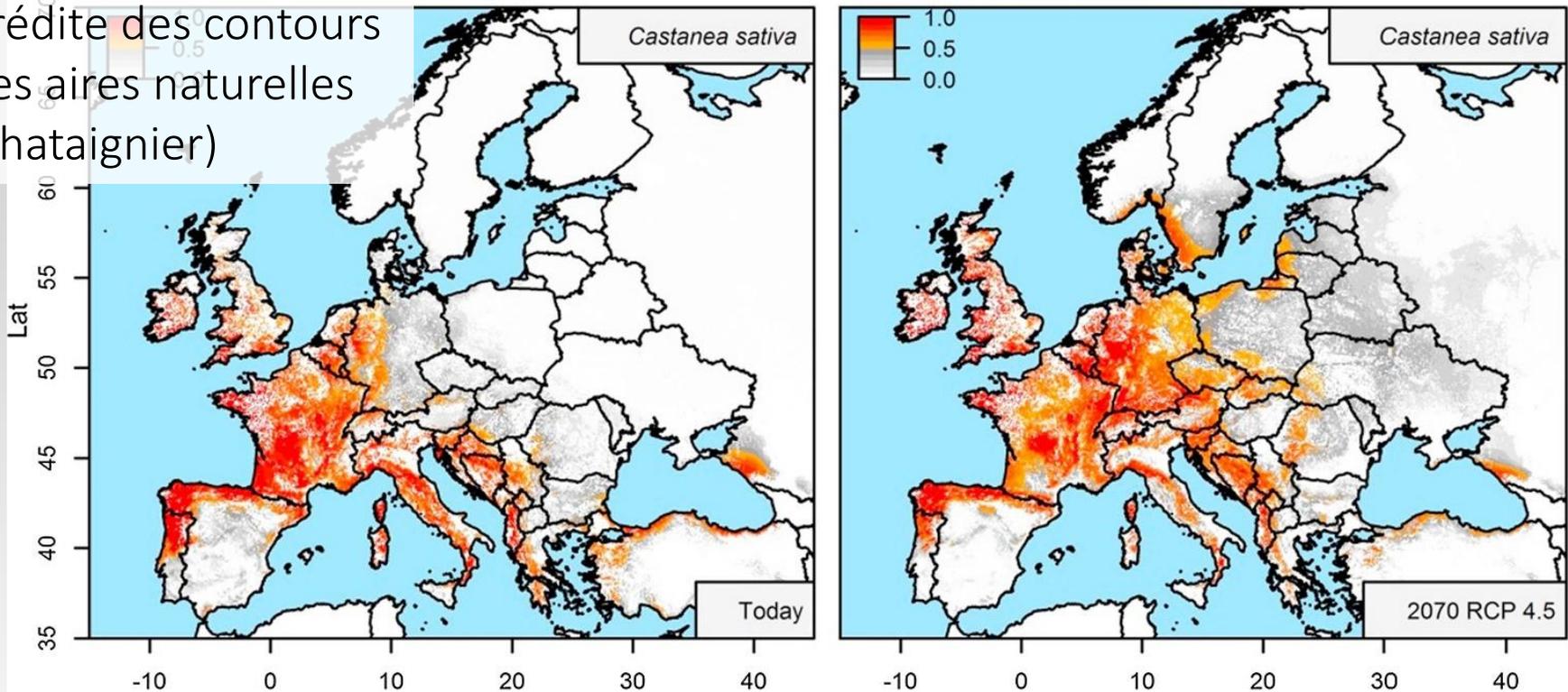
Conséquences

- *Moins de froid* en hiver : endodormance perturbée, date de début de saison de végétation *reculée*
- *Plus de chaud* au printemps : écodormance levée plus tôt, date de début de saison de végétation *avancée*
- Bilan : l'effet *printemps plus chaud* l'emporte, début de saison plus précoce
- + Perturbation de la floraison et de la production de graines

Réchauffement et migrations

...modifications

prédite des contours
des aires naturelles
(chataignier)



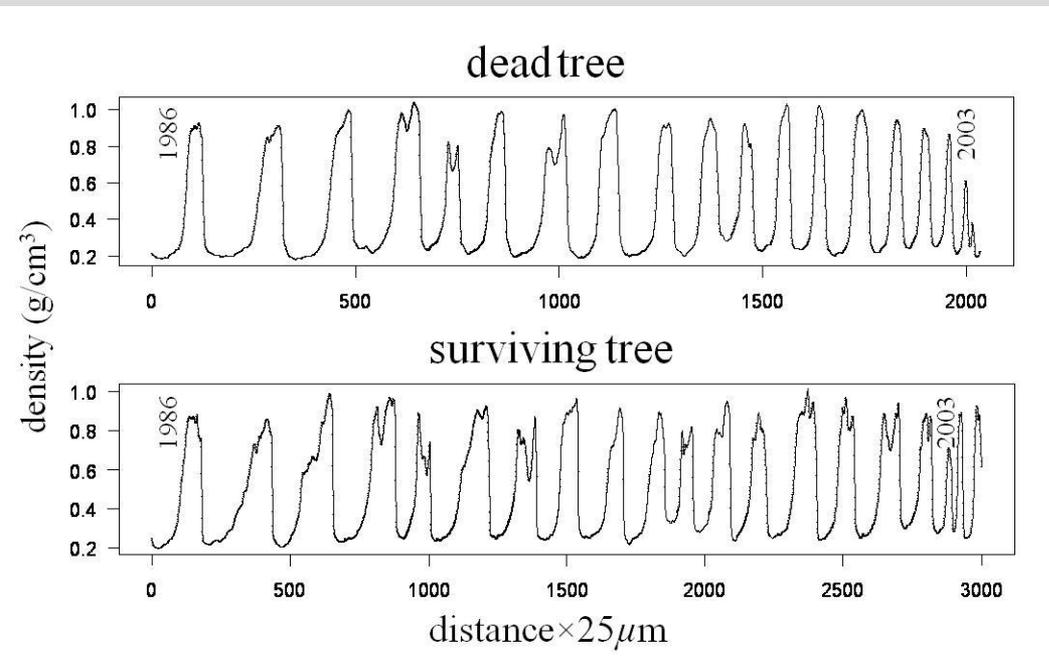
Thurm, Eric Andreas, Laura Hernandez, Andri Baltensweiler, Szegin Ayan, Ervin Rasztovits, Kamil Bielak, Tzvetan Mladenov Zlatanov, et al. 2018. « Alternative tree species under climate warming in managed European forests ». *Forest Ecology and Management* 430 (décembre): 485-97. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.08.028>.

Mais...

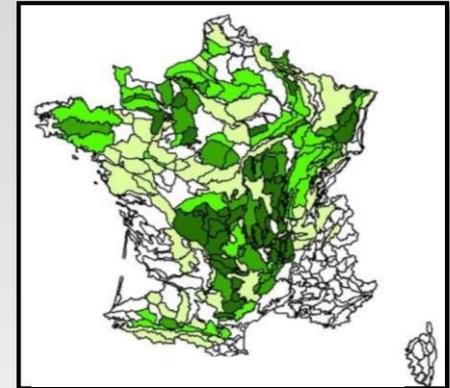
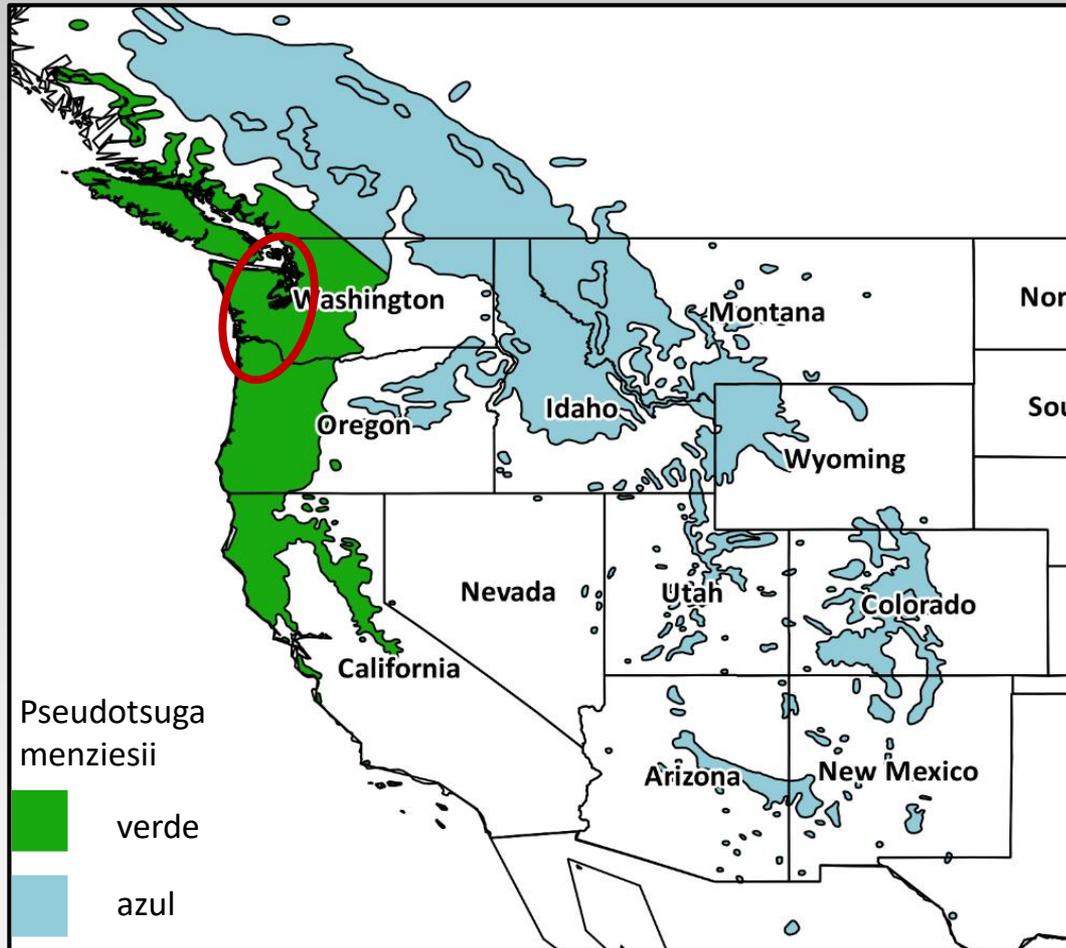
- Pour suivre le réchauffement : 1 à 4 km / 10 ans
- Vitesses de migration constatées : 0,1 à 0,4 km / 10 ans
- Le côté chaud des aires se contracte, mais le côté froid ne peut pas s'étendre naturellement
 - Migrations assistée par l'homme
 - Introduction de variétés ou d'espèces plus adaptées

Potentiel d'adaptation au sein des espèces ?

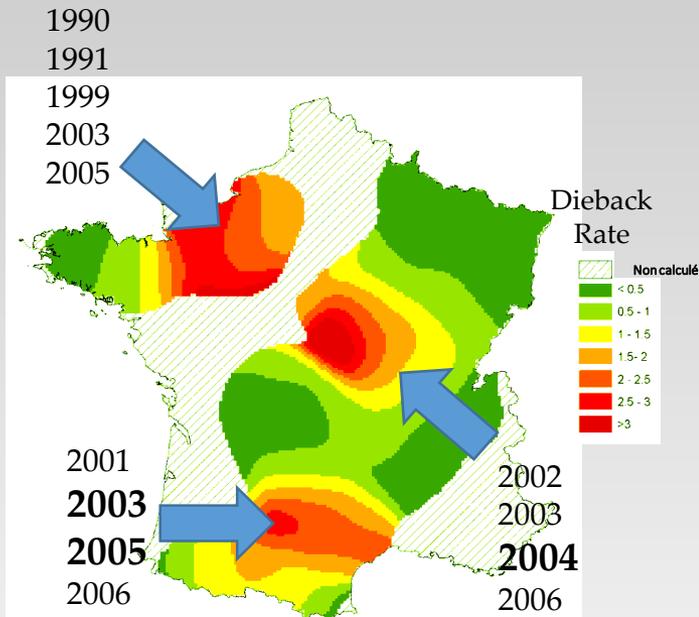
- Cas du douglas
- Résineux introduit avec succès



Le douglas en France

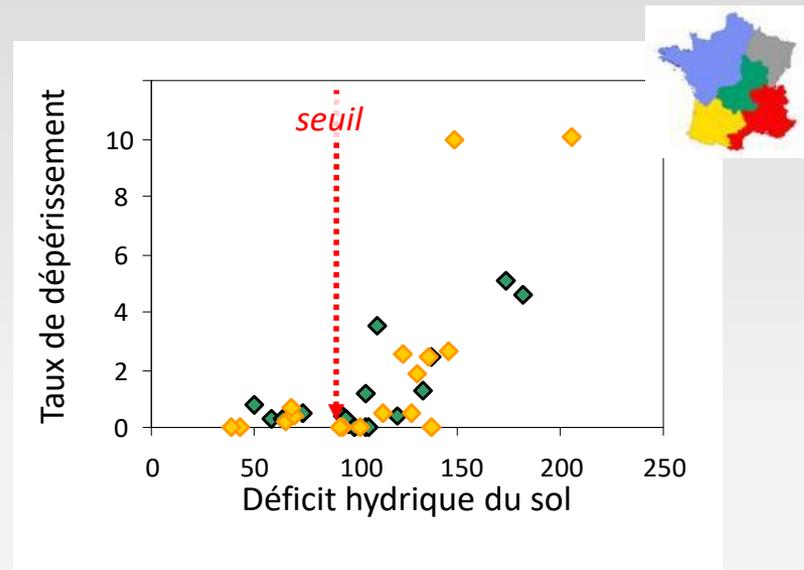


Dépérissements du douglas en France

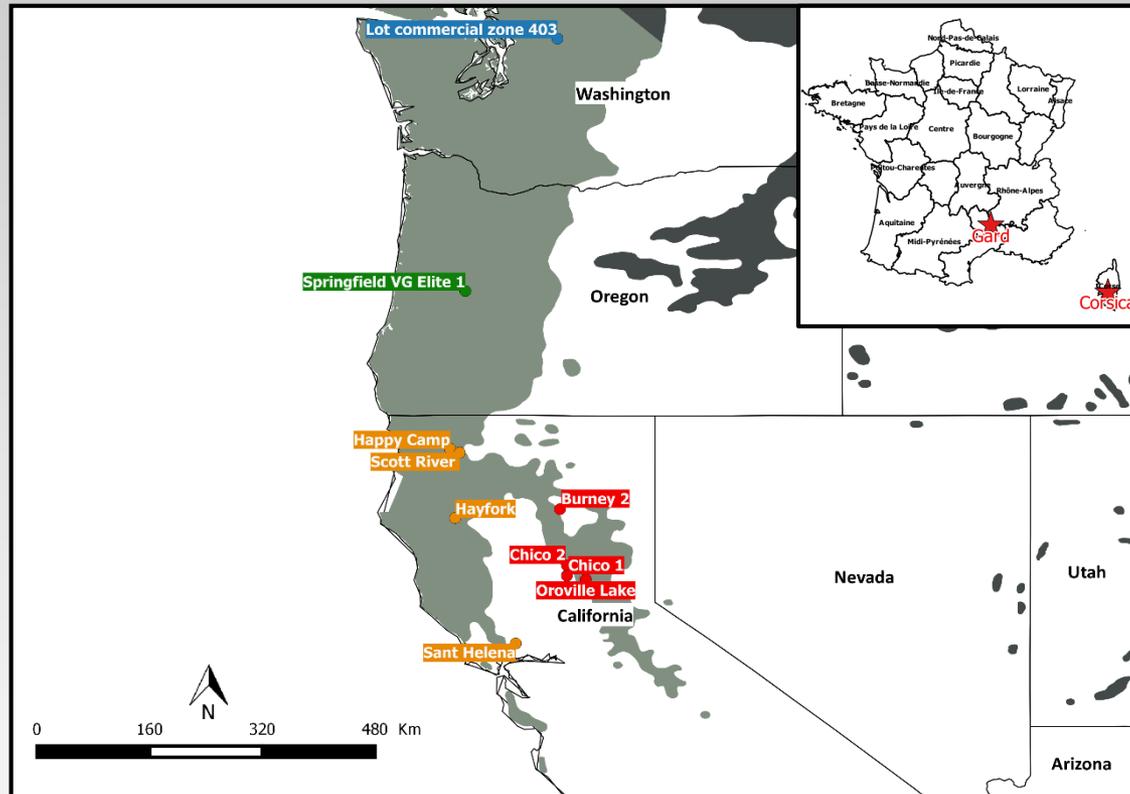


Sergent, Anne-Sophie, Philippe Rozenberg, Nathalie Bréda 2012 « Douglas-Fir Is Vulnerable to Exceptional and Recurrent Drought Episodes and Recovers Less Well on Less Fertile Sites », *Annals of Forest Science*, 1-12.

- Relation avec le déficit hydrique du sol



Provenances de Californie



Deux tests de comparaison de provenances (Corse et Gard)
mesures directes de résistance à la sécheresse (résistance à la cavitation)

Résultats

- Il existe un certain potentiel d'amélioration de la résistance à la sécheresse dans les provenances Washington-Oregon
- Des provenances californiennes sont plus résistantes que les Washington Oregon

Conclusions

- La migration naturelle seule ne suffira pas
- Amélioration *in situ*
- Migration *assistée*
 - Variétés améliorées,
 - Nouvelles espèces
- De loin le plus efficace : limiter l'ampleur du changement climatique et notamment du réchauffement

Merci de votre attention !

