

Les forêts face au Changement Climatique Global

Généralités et zoom sur le haut Jura

E. LIERDEMAN – 28 janvier 2026 – SHNPR



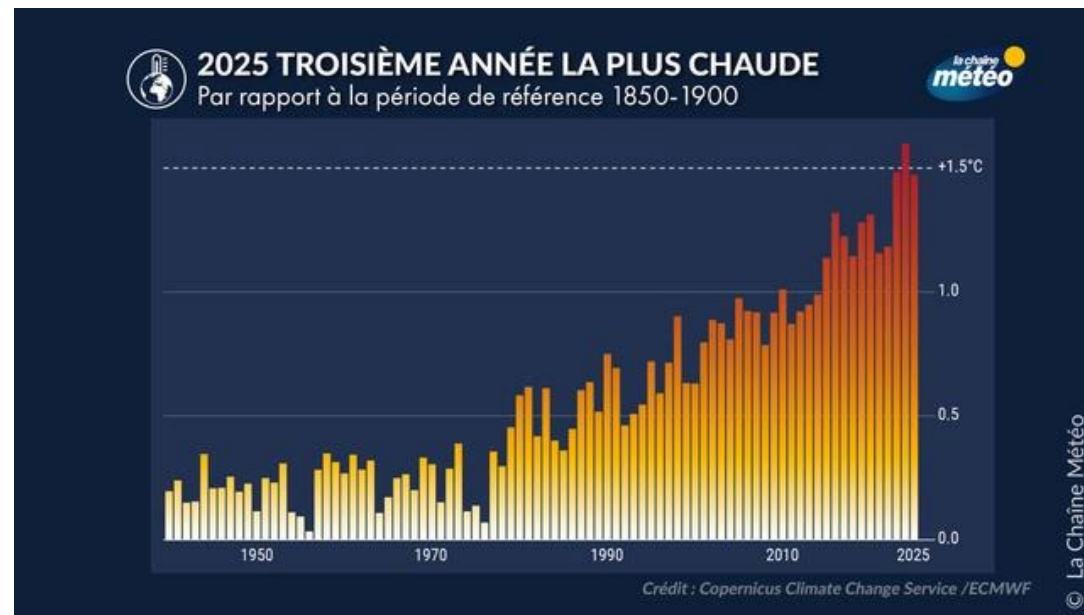
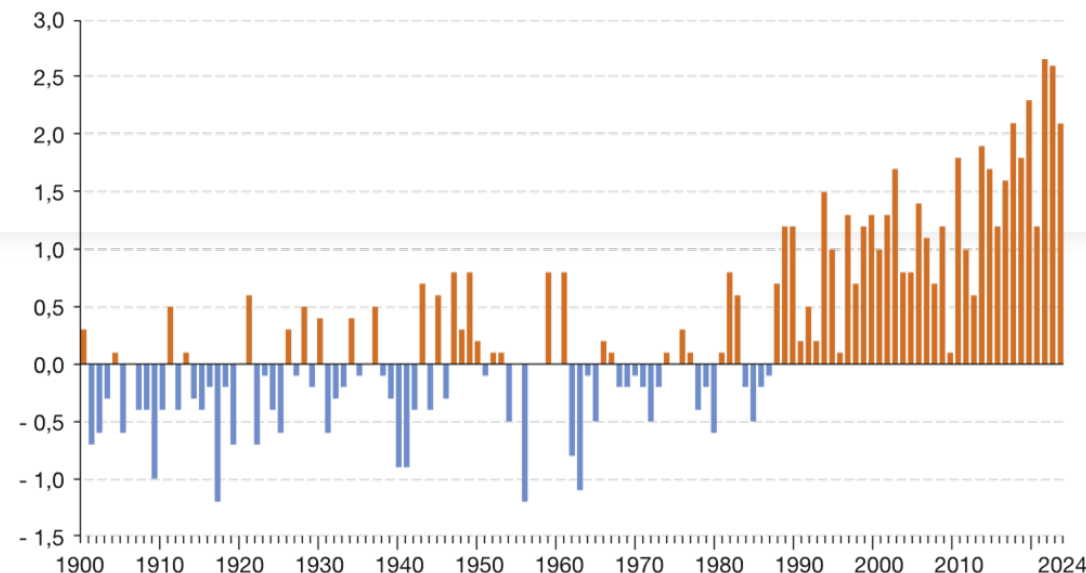
Climat, définitions :

Météorologie : étude du **temps** dans l'atmosphère à court terme et dans des zones ponctuelles.

Climat : «**synthèse des conditions météorologiques dans une région donnée, caractérisée par les statistiques à long terme des variables de l'état de l'atmosphère**», selon OMM.

Cela inclut les valeurs moyennes et les variations de paramètres comme la température et les précipitations sur une période de référence de **30 ans standardisée** (ex.: 1871-1900) = «*Normale*».

Écart par rapport à la normale 1961-1990, en °C

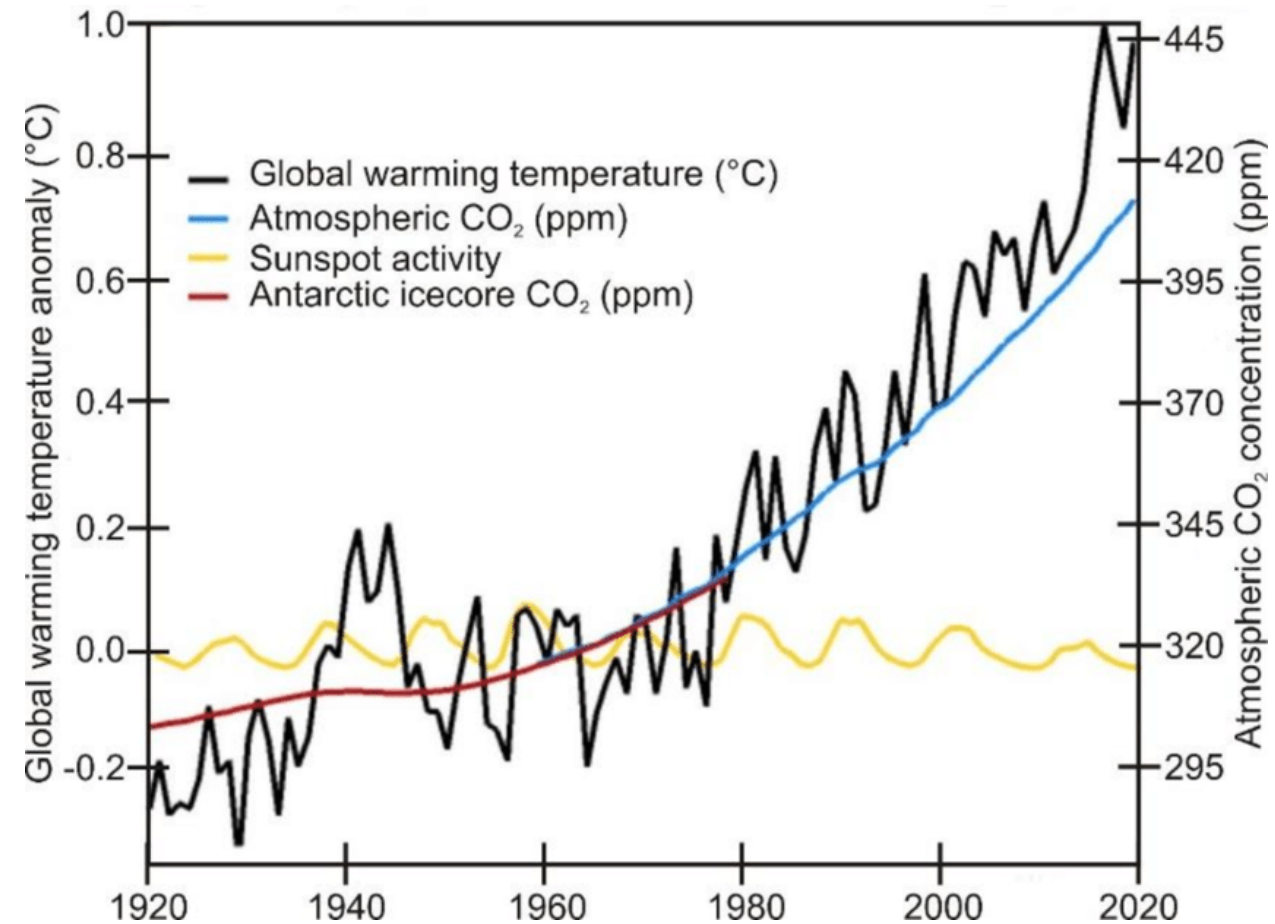
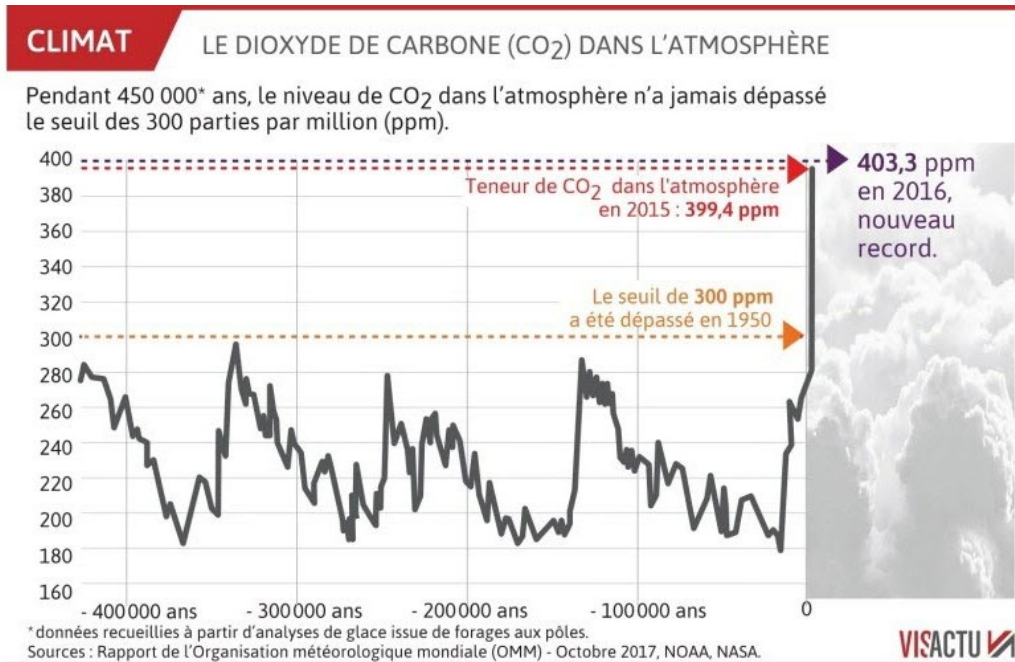


Changement Climatique Global

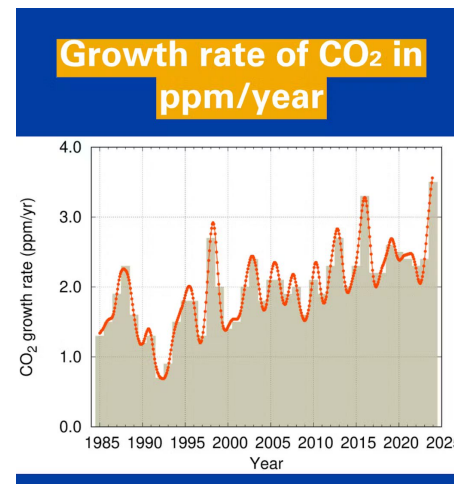
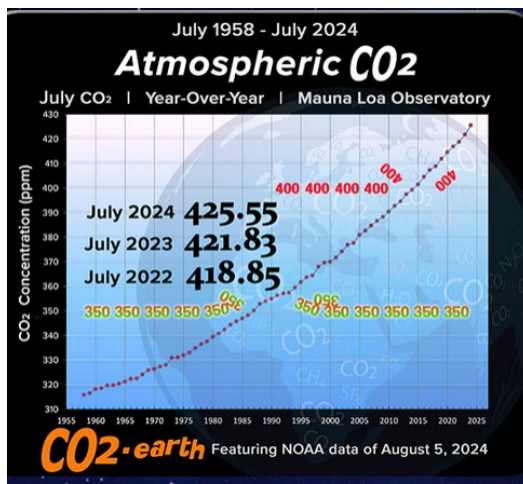
2025 : +1,56°C

26.01.2026 : 428,41 ppm

à gauche : Monde depuis l'an 1000 (source : Wikipédia et <https://fr.co2.earth/>)



[https://www.researchgate.net/figure/Evolution-of-global-temperature-black-atmospheric-CO₂-concentration-blue-CO₂_fig2_348167043](https://www.researchgate.net/figure/Evolution-of-global-temperature-black-atmospheric-CO2-concentration-blue-CO2_fig2_348167043)



D'après Météo Suisse et Météo France-CNRS

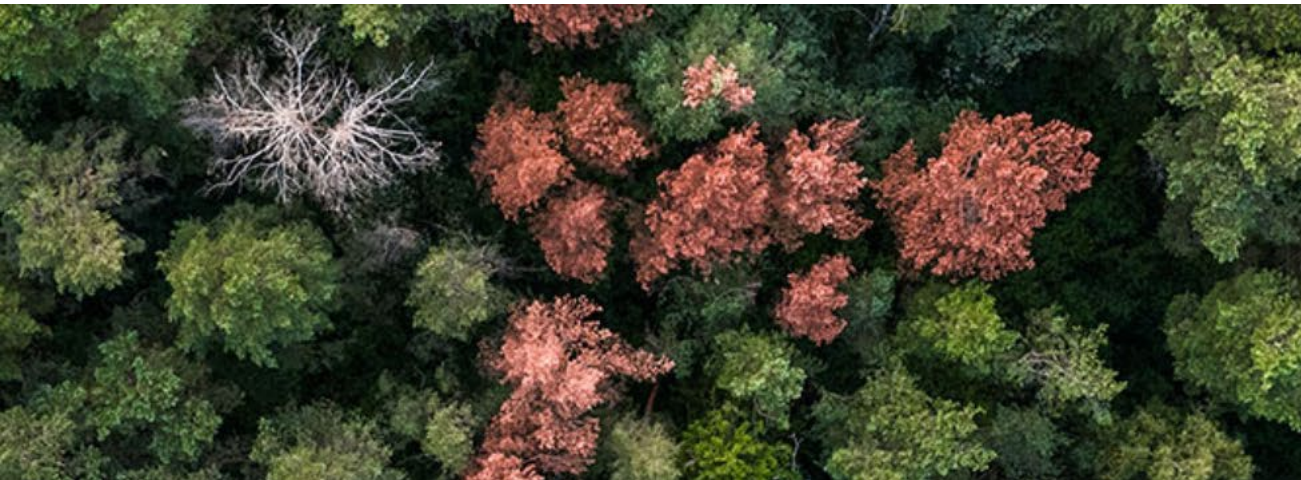
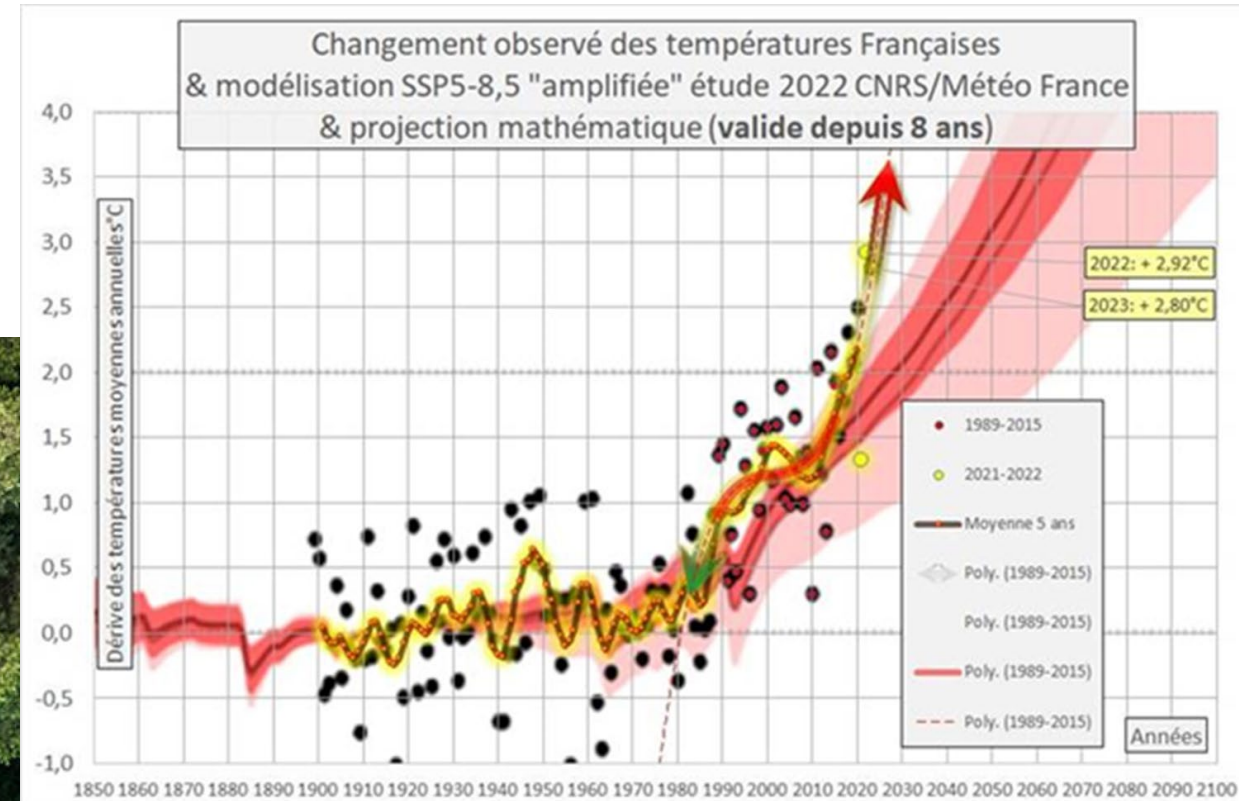
En incluant **2025**, les **11 dernières années** sont les **plus chaudes depuis 1870 ! (monde)**

Les **3 dernières** sont au dessus de **+1,5, (monde)**.

Moyenne climatique Normale actuelle déjà **2,8 °C au-dessus de la moyenne préindustrielle 1871-1900** (Météo Suisse ; + 3° dans le Jura).

Années **2022 à 2025** : **+3°C à +3,5°** par rapport à la normale **1871-1900** (Fr. et CH)

Source : Ribes A., « An updated assessment of past and future warming over France based on a regional observational constraint », *Copernicus*, 4 octobre 2022

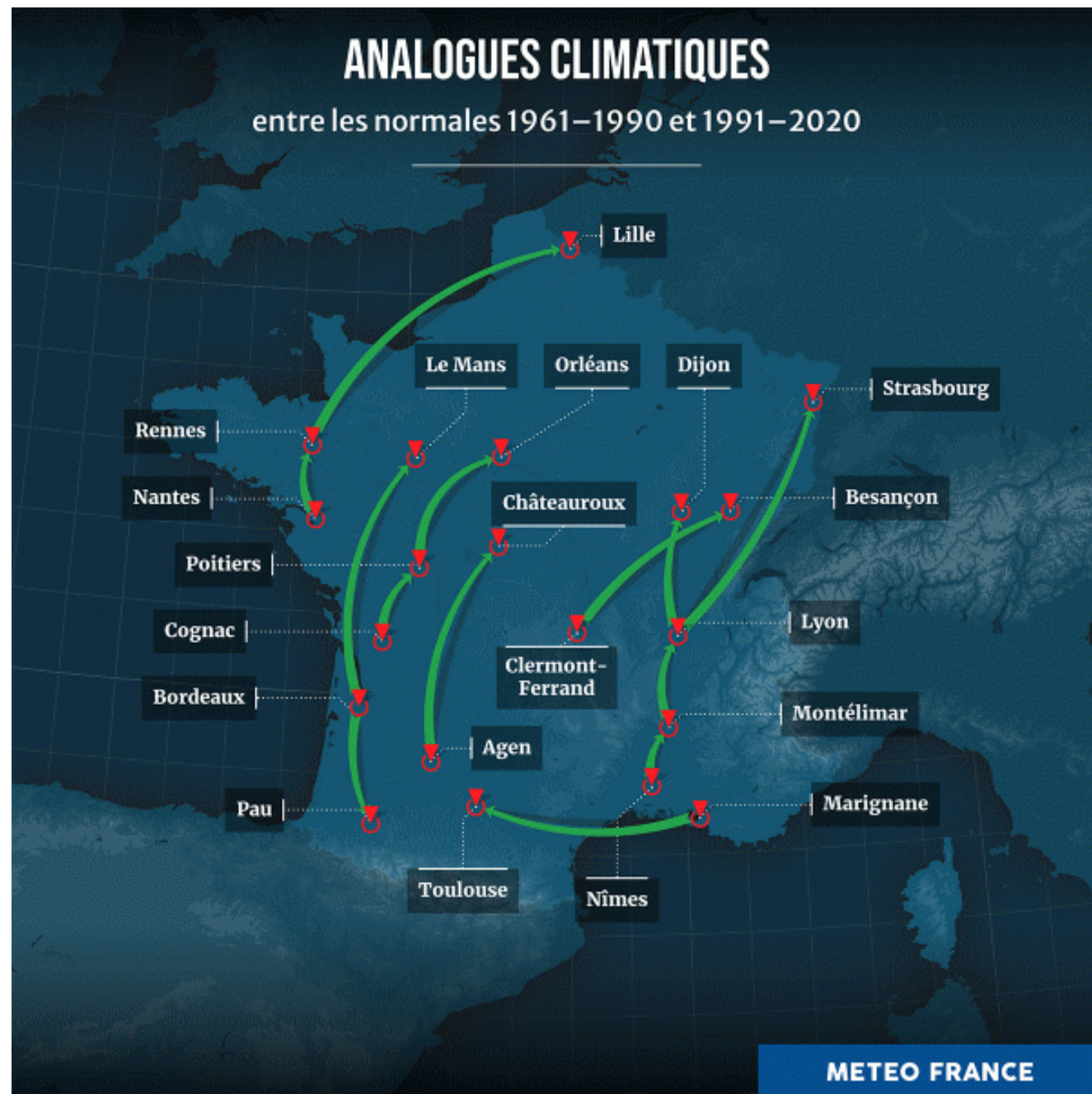




A droite : analogues climatiques ;
données Météo France des
normales 1961-1990 et 1991-2020.
 $+1^{\circ}\text{C} \Rightarrow +200 \text{ à } 300 \text{ km vers Nord}$.

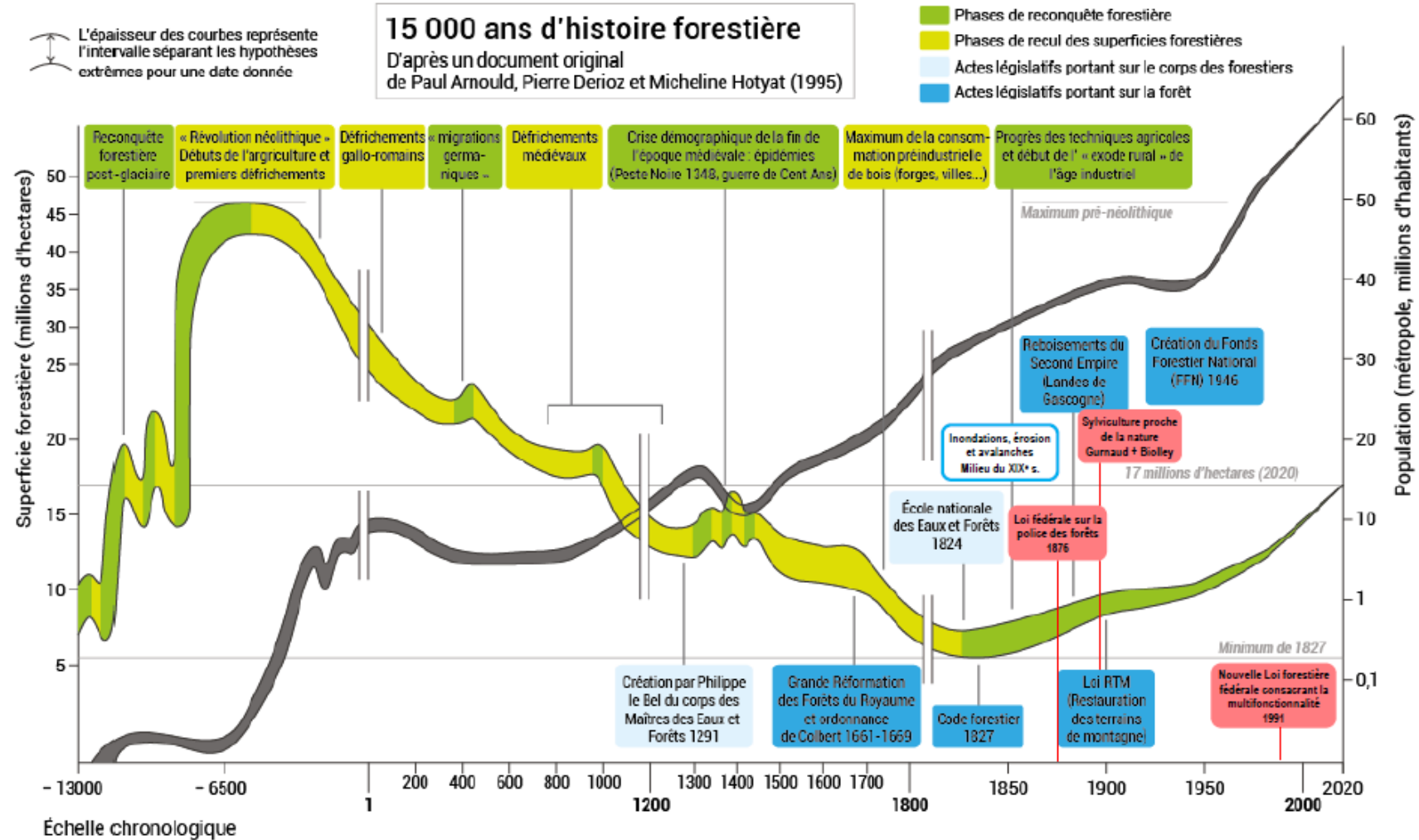
(Et $+160 \text{ m}$ en altitude, en moyenne)

*Bien distinguer sécheresse et chaleur,
même si la chaleur accroît l'ETP, et
donc le risque de stress hydrique.*



Evolution de la superficie forestière

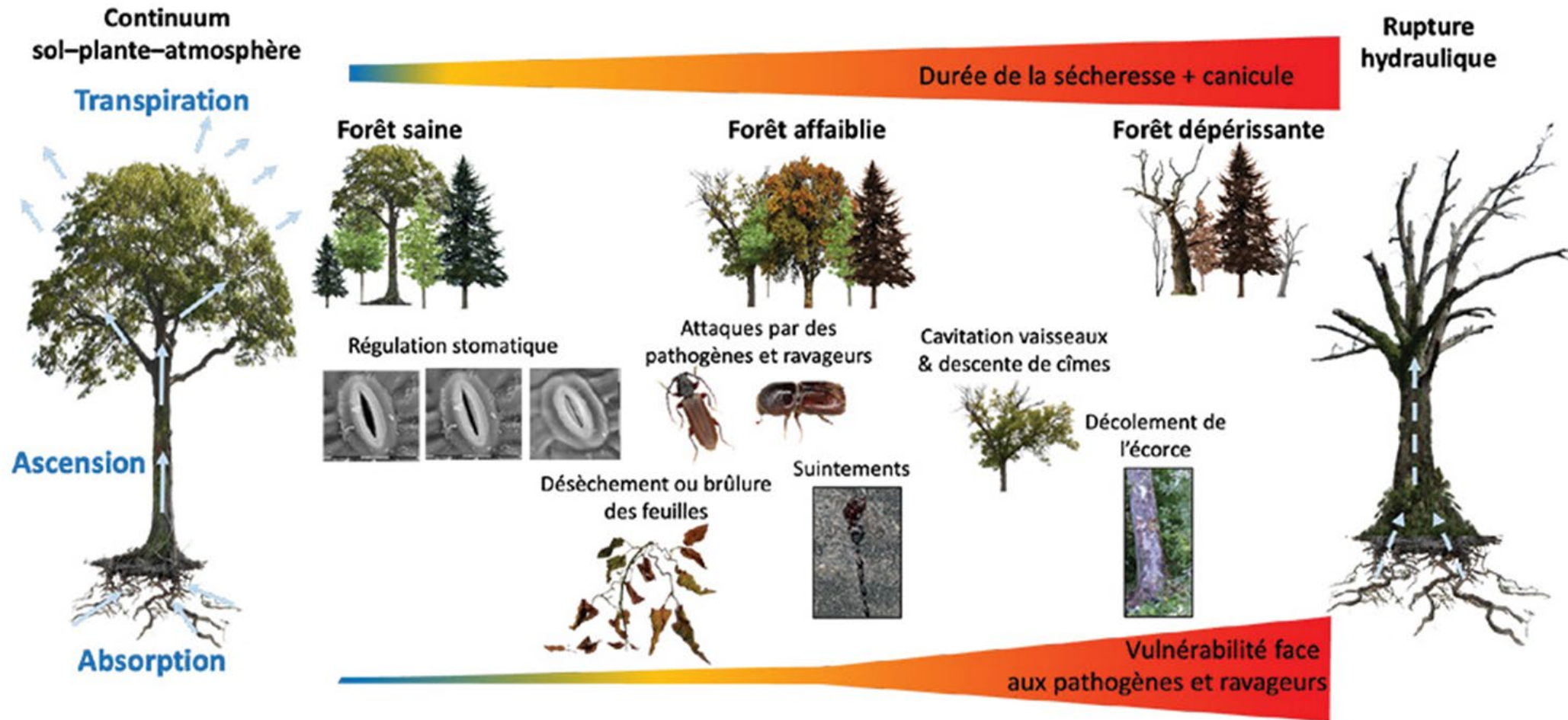
(NB : les forêts existent depuis 350 M d'années)






Source de l'original : Arnould Paul, Derioz Pierre, et Hotyat Micheline, « Chapitre 3. La forêt », in Brunet Roger et Auriac Franck (dir.), *Atlas de France, vol. 5 : Milieux et Ressources*, 1995. GIP Reclus / La Documentation Française, p. 53-72.
Chiffres 2020 : INSEE et Inventaire forestier de l'IGN.
Adaptation : JBB, Géoconfluences, 2021

Chaleur et sécheresse => dépérissement

NB : en moyenne, les précipitations ne devraient pas baisser, mais 1) la répartition dans l'année évolue et 2) l'évapotranspiration (ETP) augmente avec la température => stress hydrique !



Le changement climatique global, au-delà du «réchauffement moyen»

-  **T° estivale** + importante => **parasites !**
-  **T° hivernale** + importante => **parasites !**
+ pb de **levée de dormance** des bourgeons et graines
- **Gel «tardif» de printemps** / phénologie + précoce (hiver doux) => mort des premières feuilles / aiguilles et microphyllie (ex.: hêtre)
- Changement de **régime des précipitations**, de moins en moins «océanique»
(ex: stress hydrique estival, neiges lourdes de printemps...)
-  **fréquence et de l'intensité des évènements** extrêmes : canicules, inondations, tempêtes, ...
Ex. : +2° de moyenne augmente la fréquence des +8° !



Deux indicateurs, depuis 40 ans

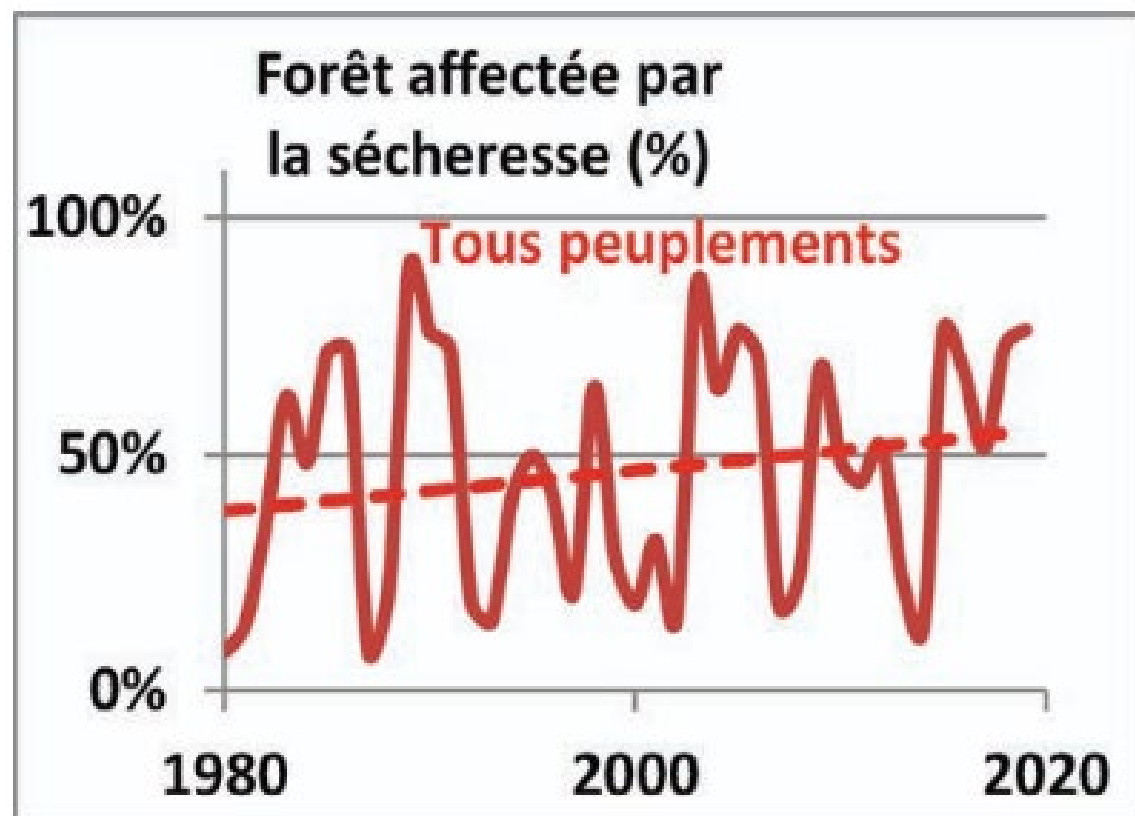


Figure 21

Sources : Inrae

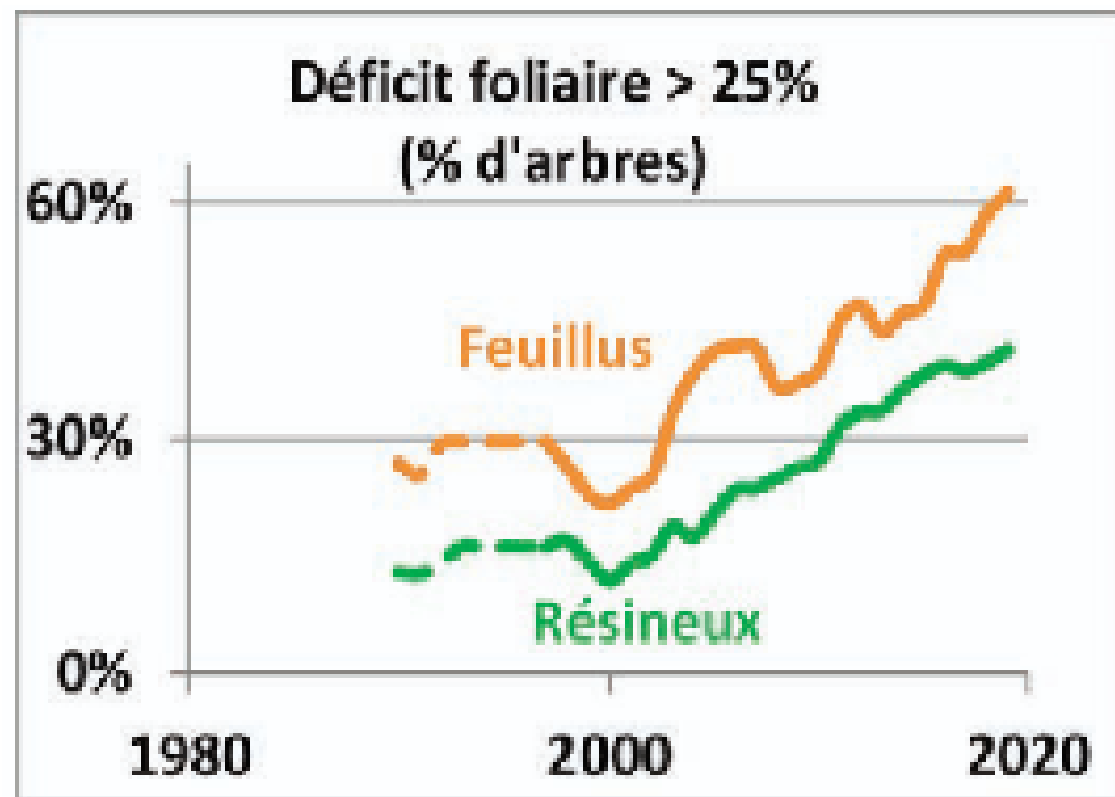


Figure 22

Source : DSE

Conséquences sur la forêt

- De 1950 à 2010 : **augmentation de la durée de végétation**, avec **accroissement de la productivité** (= accroissement) (T et CO₂ + autres causes : CO₂, sols restaurés, ...)
- Depuis 2010 (environ) :
augmentation de mortalité ou d'affaiblissement (*y.c. fermeture des stomates*)
⇒ **baisse de productivité biologique** (= accroissement) + **augmentation de la récolte**
+ déstockage du C du sol en cas de coupe rase.
=> **baisse de la fonction «Puits de C» depuis les années 2010.**

À droite : dépérissement en forêt de feuillus (Compiègne)



Evolution de la forêt française (métré) en 40 ans ; quelques courbes

(source : IGN, in https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf)

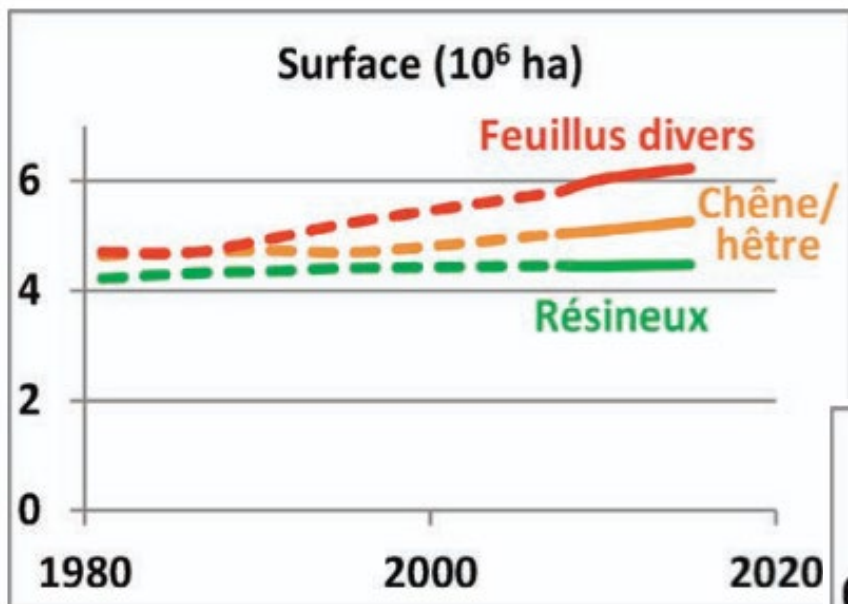


Figure 3
Source : IGN

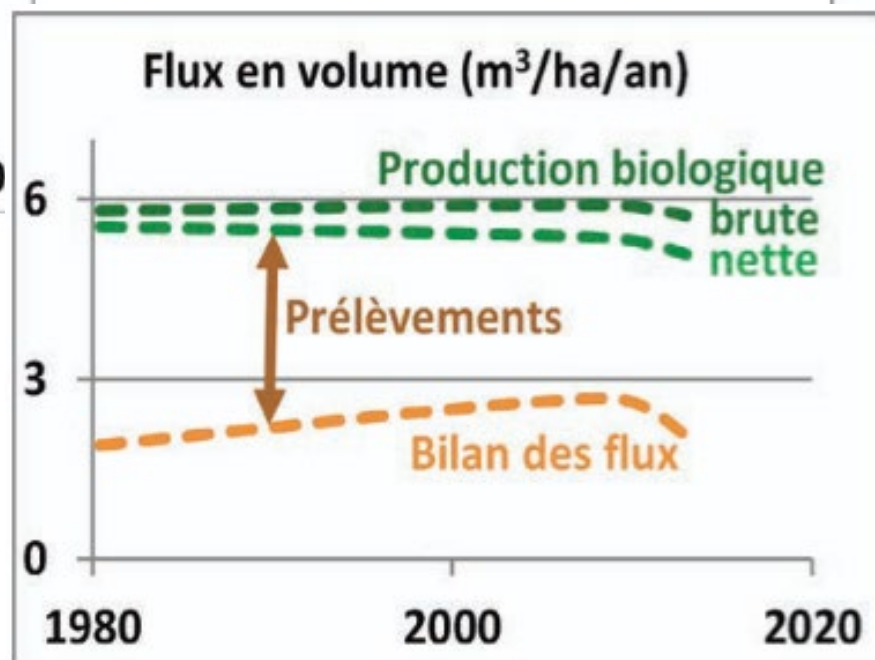


Figure 6
Sources : IGN, IFN

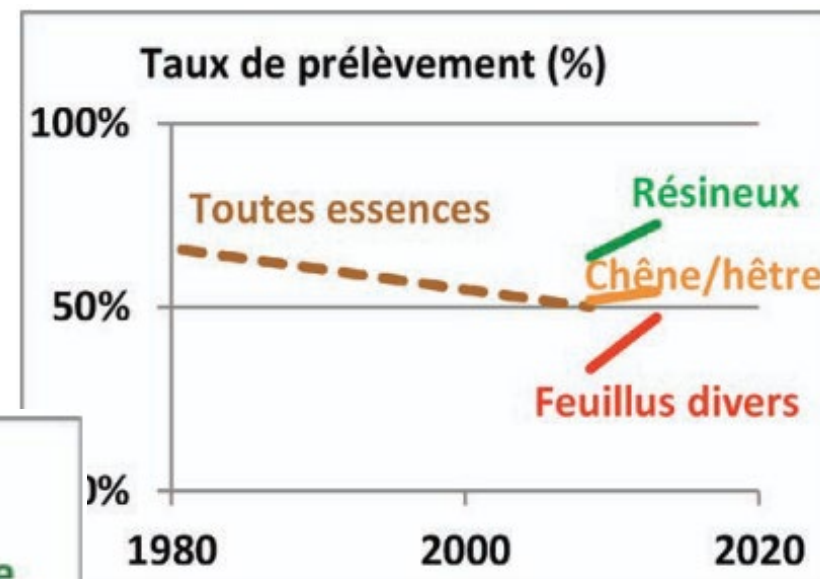


Figure 8
Sources : IGN

Et depuis 1830 ?

Superficie forestière (France métro) doublée depuis 1830 : 9 => 17,6 M. ha (= 176.000 km²), soit **17% à 32% de la superficie de la France métropolitaine.**

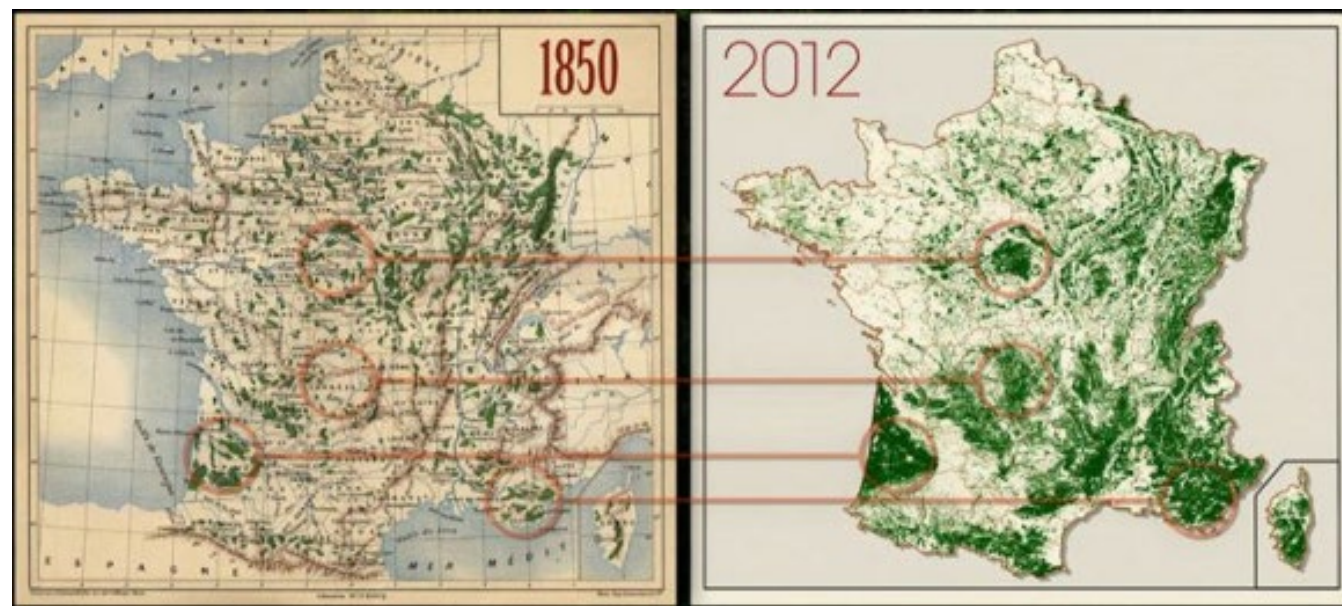
Augmente encore de + 88.000 ha/an (+21% depuis 1985) (déprise, ...)

L'augmentation en Volume de bois (stock de C) est encore bien plus forte (arrêt du pâturage en forêt, conversion taillis en futaie...).

La productivité biologique a augmenté jusque dans les années 2000 (diverses causes), puis a commencé à diminuer dans les années 2010.

Figure 3 Évolution du couvert forestier de 1850 à 2012

Source : <http://profsvt71.e-monsite.com/pages/cycle-4-5-4-3/la-terre-environnement-action-humaine/l-homme-exploite-un-ressource-naturelle-5.html>



Bilan net de la filière forêt-bois : (moyenne 2015-2020)

10,8 Mt C stocké/an, soit 39,6 Mt CO₂ (x3,66)

(contre 63 Mt la décennie précédente)

Source : https://academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf

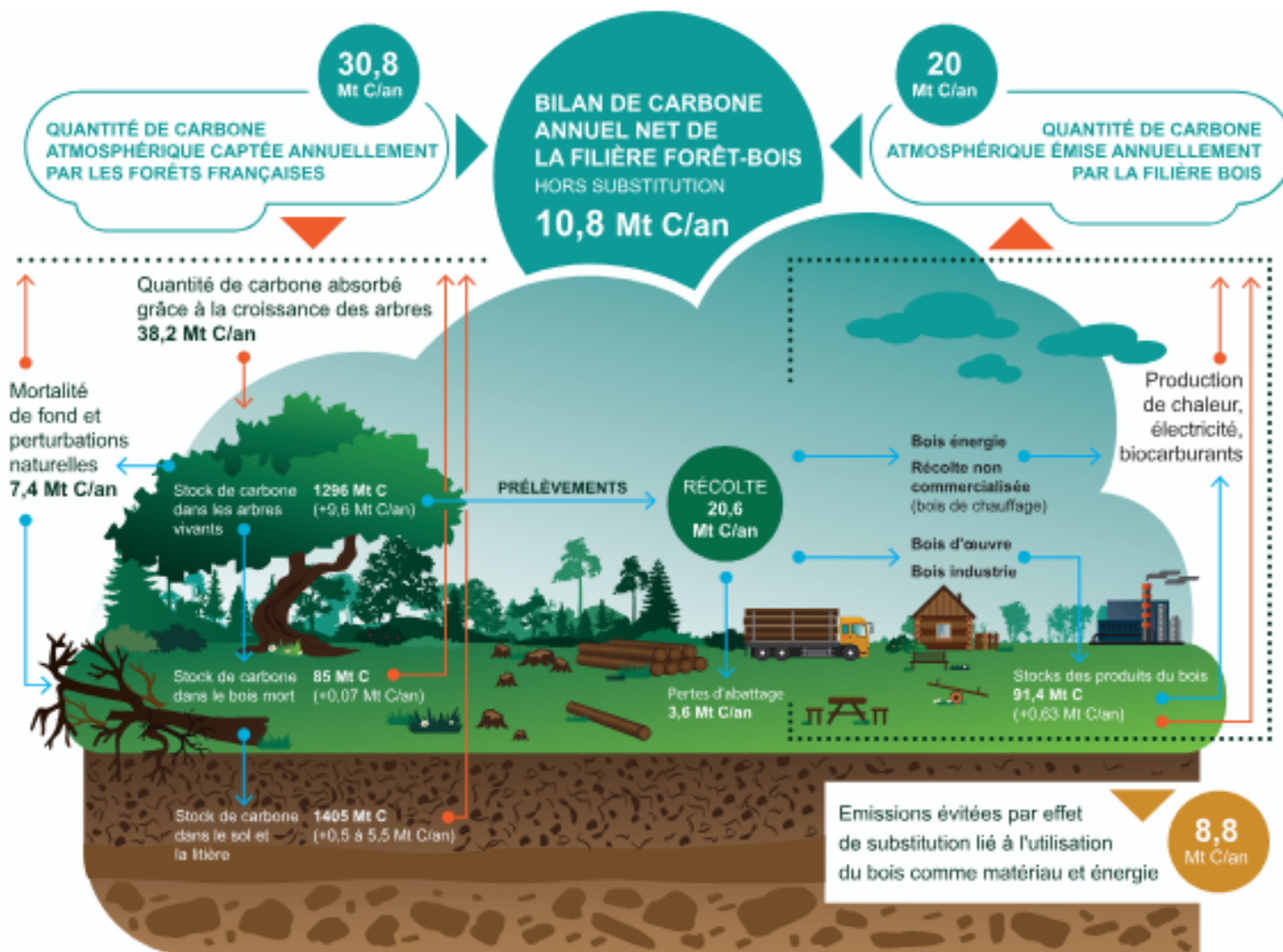
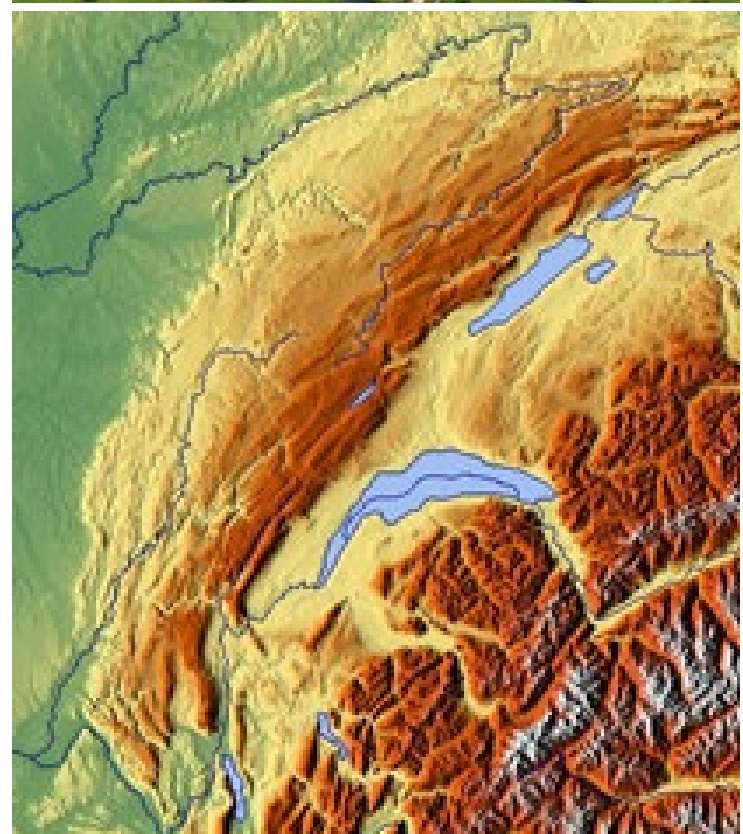


Figure 4. Bilan de carbone des écosystèmes forestiers (à gauche) et des produits du bois (à droite) pour le territoire métropolitain. Les flux et les stocks sont exprimés en Mt C/an. Une variation annuelle de stock de 1 t C / an correspond à 3,664 t CO₂/an. La forêt a séquestré de façon nette, en moyenne sur 2015-2020, 10,2 Mt C/an (30,8 Mt C captés par la croissance moins 20,6 Mt C récolté) soit 37,4 Mt CO₂/an. L'ensemble de la filière forêt et bois a séquestré de façon nette 10,8 Mt C/an (10,2 Mt C dans la forêt et 0,6 Mt C dans les produits bois) soit 39,6 Mt CO₂/an. Rouge : Flux de carbone

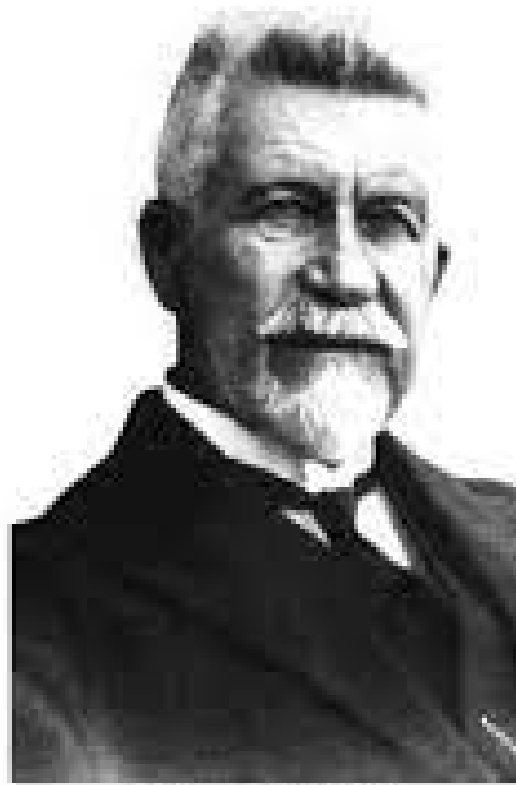
Zoom sur le haut Jura



Le haut jura, berceau de la futaie jardinée



Adolphe Gurnaud



Henri Biolley

« La forêt m'apparaît comme un vaste triptyque, un tableau à trois parties dont aucune n'a de valeur, ne s'explique et ne se comprend sans les autres ; ces trois parties sont : le sol, l'atmosphère, le peuplement. »

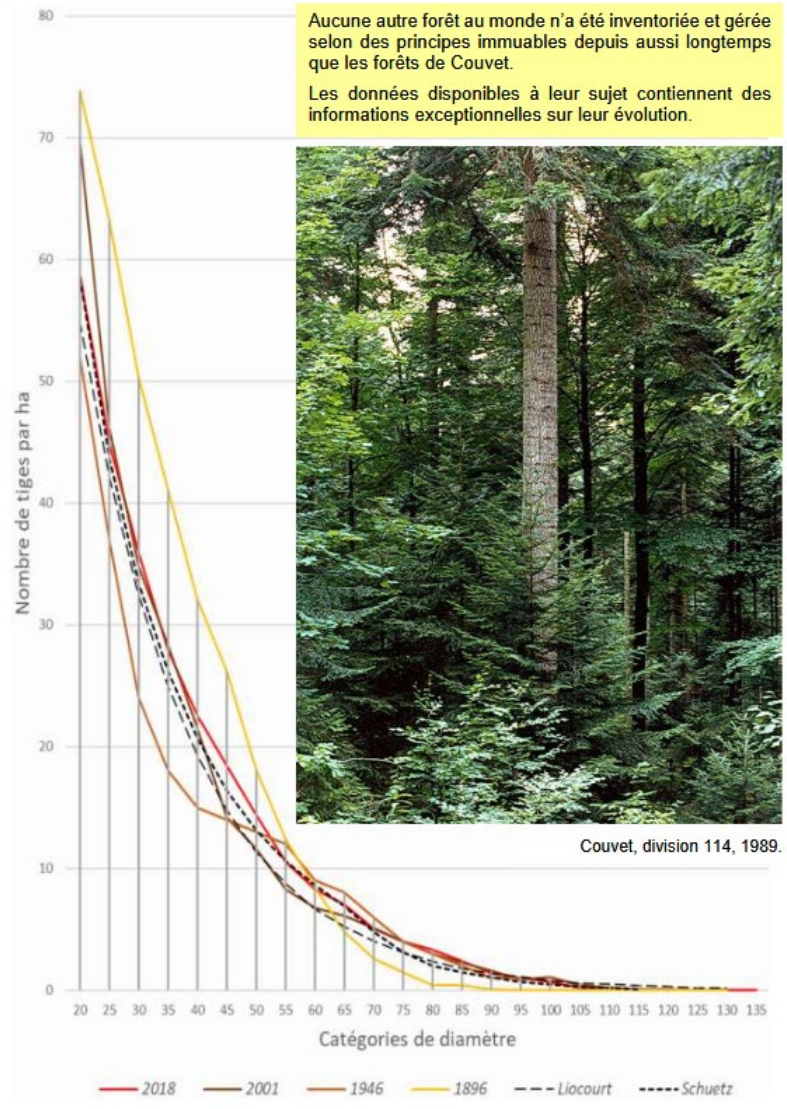
H. Biolley, 1917



PRO SILVA HELVETICA

Portrait de la forêt jardinée de l'Envers à Couvet / NE

Harmonie durable entre utilités et beauté



Aucune autre forêt au monde n'a été inventoriée et gérée selon des principes immuables depuis aussi longtemps que les forêts de Couvet.
 Les données disponibles à leur sujet contiennent des informations exceptionnelles sur leur évolution.



Couvet, division 114, 1989.



Couvet, division¹ 113, mai 2009.

Evolution de la courbe de distribution des tiges en 1896, 1946, 2001 et 2018, comparée à deux modèles théoriques idéales.

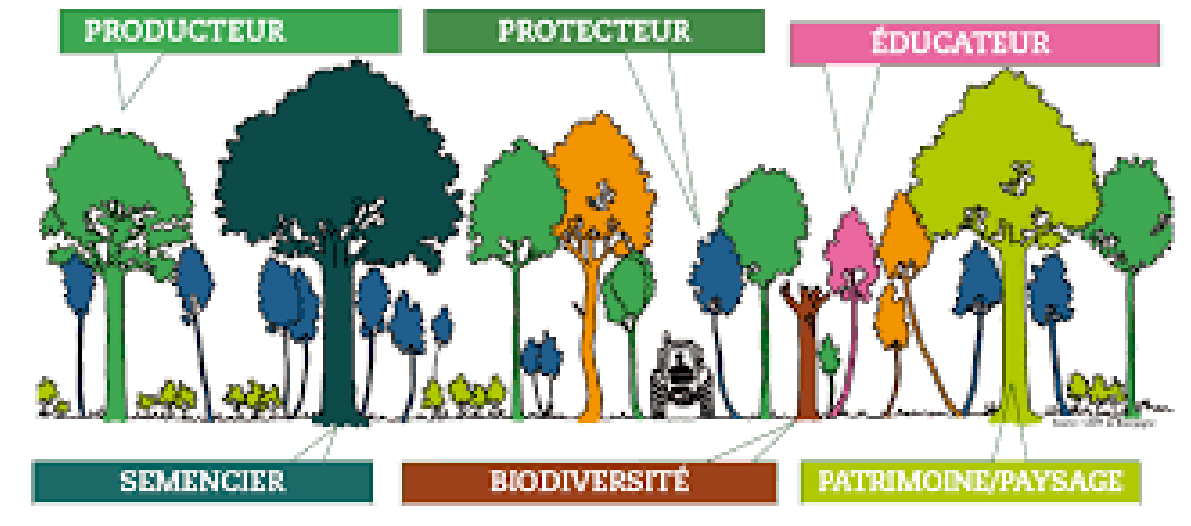
« Cette forêt produit et agit parce qu'elle dure ; étant vivante et forte, elle est belle ; et le forestier qui la traite se trouve jour du rare privilège d'atteindre le beau en recherchant l'utile, et de faire œuvre utile en faisant œuvre de beauté... ».

H. Biolley, 1920



Pro Silva France Prosilva.fr

Gérer les bois et forêts sans coupes rases avec la Sylviculture Mélangée à Couvert Continu

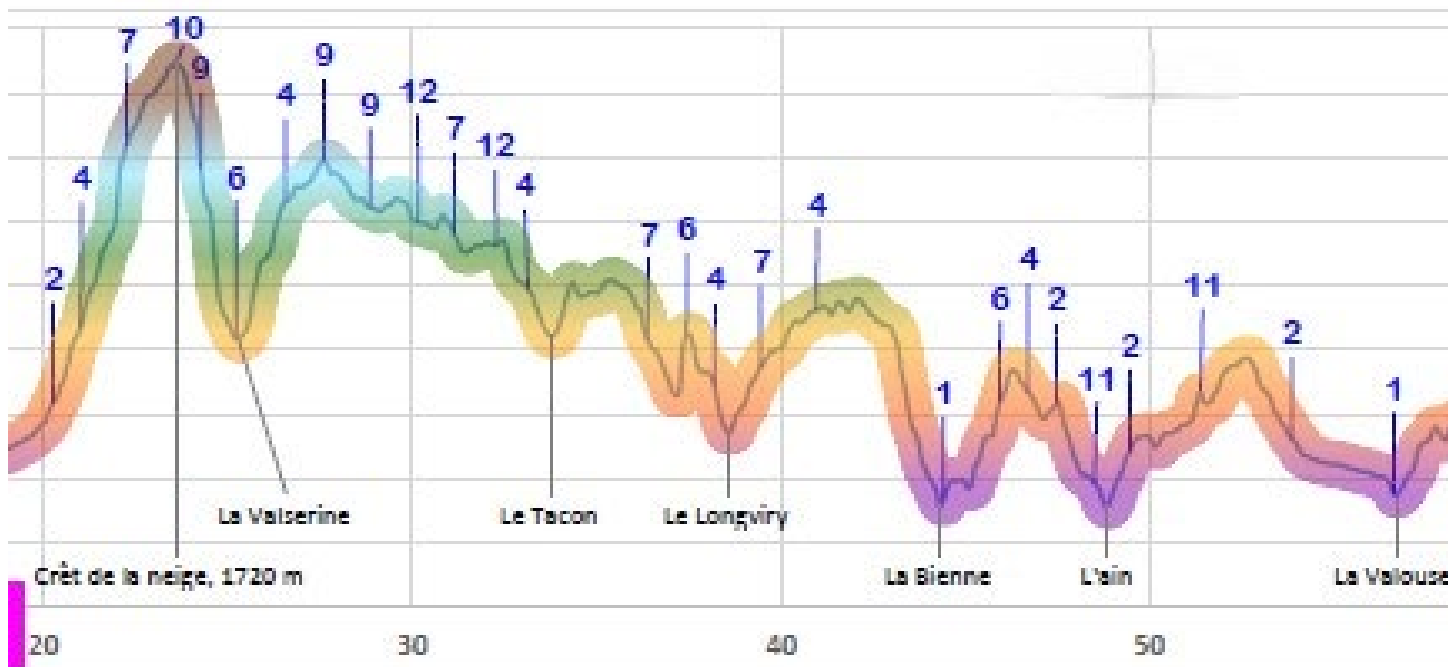


Les étages de végétation du Jura

Étages de végétation actuels (étages qui prévalaient durant les 20 derniers siècles *)

Forêt naturelle, stations principales :

1400 - 1720 m	subalpin	10 Pinède sommitale	
1200 - 1500 m	haut-montagnard	8 Hêtraie à Erable	
900 - 1300 m	montagnard supérieur	7 Hêtraie à Sapin	
700 - 1000 m	montagnard inférieur	4 Hêtraie quasi pure	
500 - 800 m	submontagnard	3 Hêtraie chaude	
250 - 600 m	collinéen	2 Chênaie mélangée	



Pessière jurassienne

L'Epicéa règne en maître et seigneur sur des sols composés de gros blocs calcaires. Pas facile de se mouvoir dans de telles forêts !

Photo : Eric Grossenbacher

Forêts d'épicéa ? Pas d'étage de végétation «pessière», seulement des pessières sur tourbe (*Sphagno-piceetum*) ou sur bloc (*Asplenio-piceetum*).

L'épicéa a été doublement favorisé :

- *par le passé pastoral (forêts pâturées)*
- *par les forestiers,*

De grands massifs forestiers à très forte dominante d'épicéa (parfois 90 à 95%) :

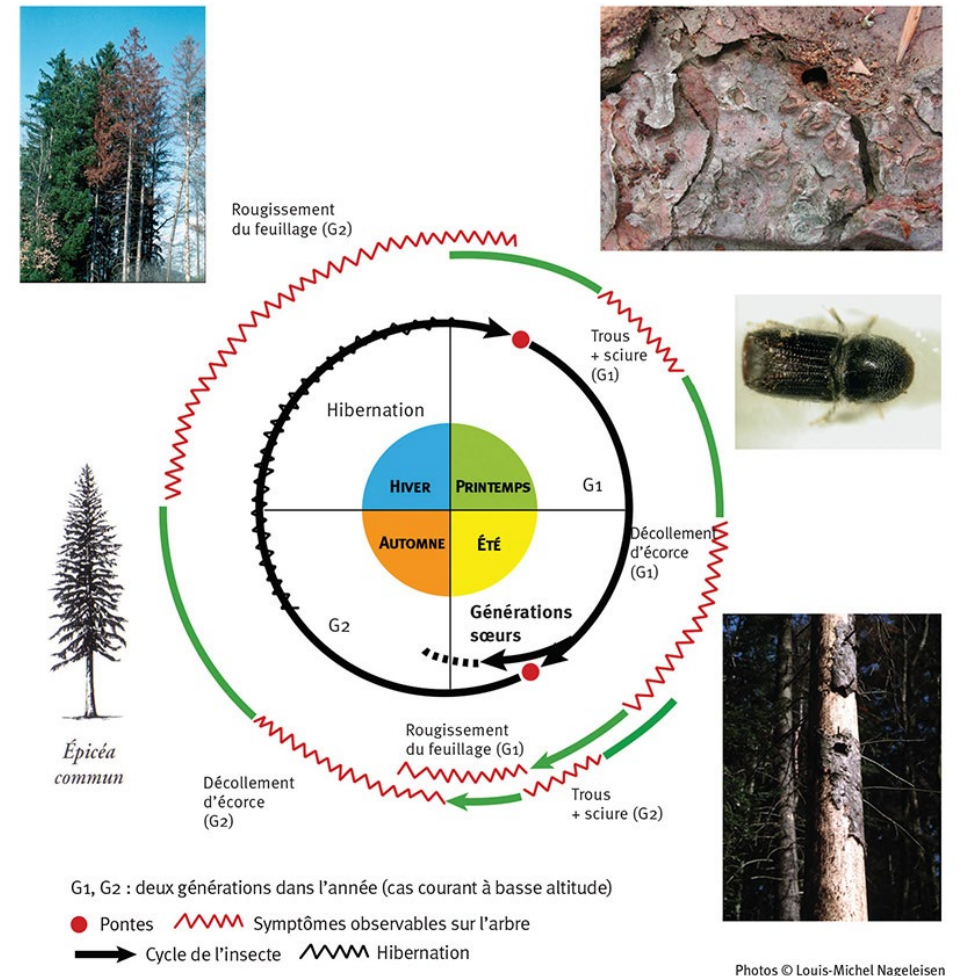
Forêts du Massacre, du Risoux, du Risol, ...

Plantations d'épicéa et «pessières de substitution»



Le scolyte *Ips typographus*

Les scolytes, particulièrement *Ips typographus*, ont un boulevard devant eux !
Jusqu'à 3 générations/an.



Le scolyte

Ips typographus

Une pelle et une brosse...

Photo : U.Schmidt, wikimedia

<https://www.cra.wallonie.be/>

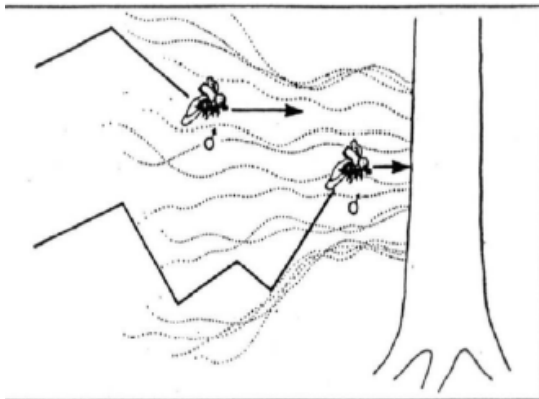


4 mm



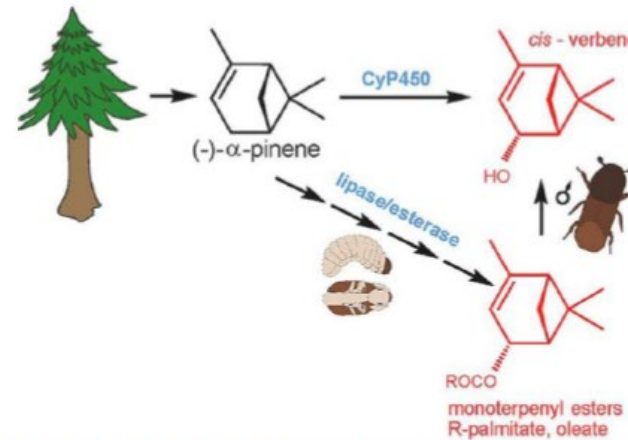
Premières colonisations...

D'après L-M. Nageleisen, DSF



- Le repérage s'effectue par des individus pionniers, il mélange un **repérage actif** (réponse à des signaux=stimuli) et un **repérage passif** (essais au hasard)

Un insecte qui manie la lutte chimique...



Phéromone d'aggrégation :
Attraction des « collègues »

Rajarajan Ramakrishnan *et al.*, 2022

Actualité Santé des Forêts 2024 (DSF, DRAF BFC)

Une année considérée comme **très arrosée (excédent de plus de 30%)**

- sans épisode marqué des sècheresse et de canicule, vécue comme «fraiche», mais la **4^{ème} année la plus chaude** depuis le début des relevés, notamment en altitude ;

- **Février le + chaud depuis**

1947 (+4° / 1991 – 2020)

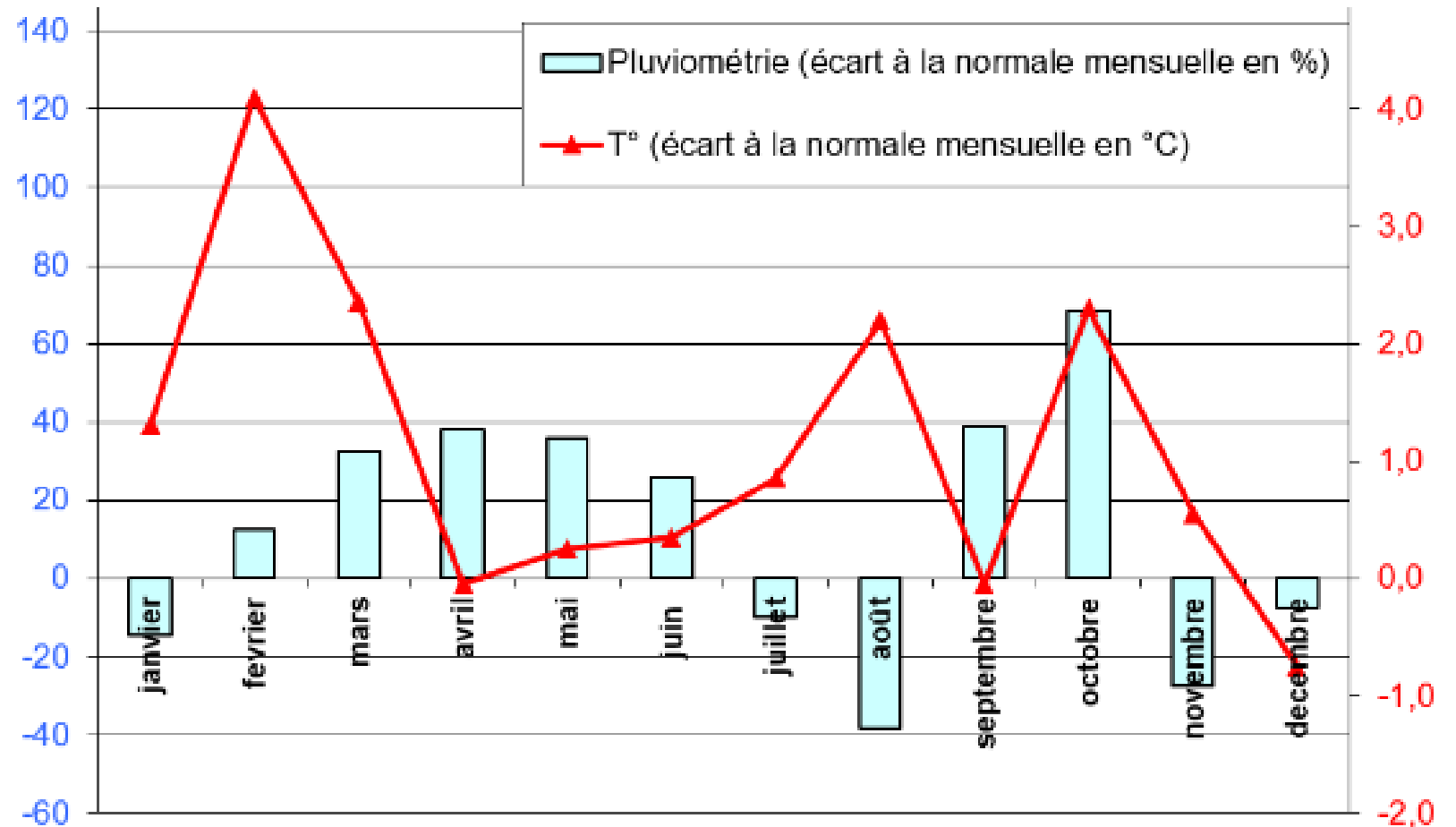
- avec **gelées «tardives»...**

Fig. : Météorologie 2024 à Besançon –

Ecarts aux normales* mensuelles en
température et pluviométrie

• normales 1991-2020

(source de données Météo-France)



Dégâts dus au gel tardif

sur sapin (à droite)
sur Hêtre (ci-dessous)



Fig.3 Dégâts importants dus au gel d'avril sur hêtres adultes dans le massif vosgien (Ter. de Belfort, F. Kilque, CO-DSF, ONF) et dans le massif jurassien à 1300 mètres d'altitude (Doubs, N. Bourgoïn, CO-DSF, DDT 25)
Dégâts encore visibles à la mi-juillet révélant la mortalité de nombreuses pousses apicales (Jura, M. Mirabel, DSF)



Synthèse du DSF pour 2024 (p.p.)

**2024 : année pluvieuse et ressentie comme «fraiche»
mais néanmoins chaude (+ 3 ° !)**

- **Pluie abondante (+ 30%)** globalement favorable aux peuplements forestiers ;
- **Manque de froid en hiver**
=> l' «épidémie» de scolyte sur Epicéa continue !
- **Pluie + chaleur => favorable aux champignons ;**
- **Augmentation continue (exponentielle !) des bioagresseurs exotiques**
// augmentation des échanges mondiaux, en volume et en rapidité.

Conclusion «Epicéa» du DSF

Depuis 2018, la majorité des années sont à **+3°** par rapport à la normale 1871-1900, soit l'équivalent d'une **élévation d'altitude de 500m**.

L'optimum écologique de l'épicéa n'existe déjà plus dans le massif jurassien !



Les étages prennent l'ascenseur... trop lentement.

De 1976 à 2006 : T \nearrow + 60m /décennie (0,33°),

mais la végétation \nearrow de seulement + 30 m,

et les arbres \nearrow seulement + 9 m.

\Rightarrow notion de **dette climatique**...

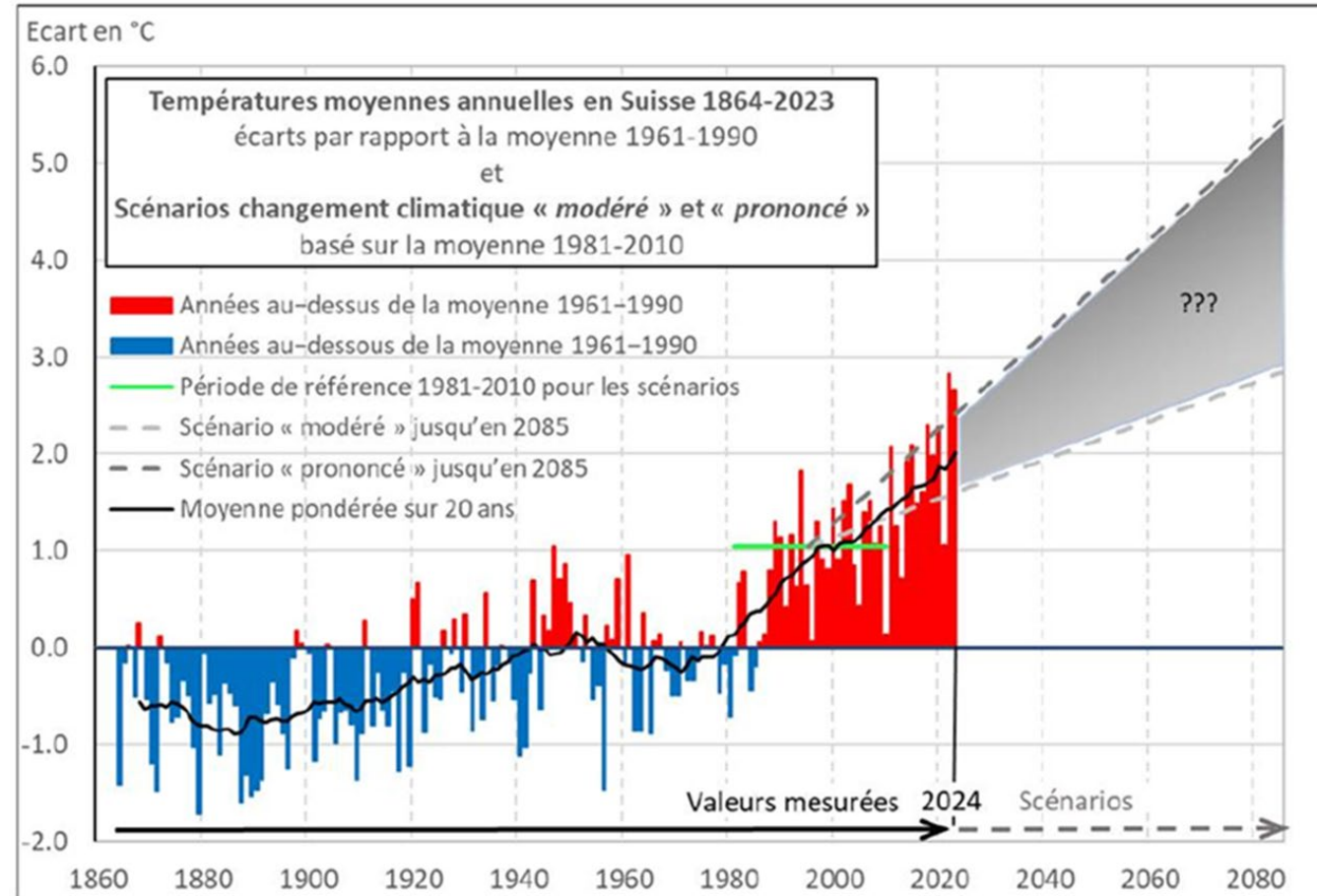
(Lenoir 2009. Lenoir et Gégout 2010)

En 2023, on est déjà à + 3°

depuis 1880-1910 ! (Météo Suisse)

Soit environ **500 m en altitude !**

> un étage de végétation 😞



Températures moyennes annuelles en Suisse de 1864 à 2023 (écarts à la moyenne 1961-1990) et scénarios climatiques CH2018 « modéré » et « prononcé » (période de référence : 1981-2010) jusqu'en 2085 (source : [MétéoSuisse](#)). De 1880 à 2023, une augmentation d'environ 3,0°C a été mesurée.

+ 3 ° = + 500 m en altitude > un étage de végétation !

Les étages de végétation ne peuvent pas monter à cette vitesse

=> devenir des résineux ?

1'200 - 1'500 m	haut-montagnard	8 Hêtraie à Erable	
900 - 1'300 m	montagnard supérieur	7 Hêtraie à Sapin	
700 - 1'000 m	montagnard inférieur	4 Hêtraie quasi pure	
500 - 800 m	submontagnard	3 Hêtraie chaude	
250 - 600 m	collinéen	2 Chênaie mélangée	

Germination de chêne sessile
à 1200 m d'altitude.



«Pessières de substitution» = Hêtraies-sapinière (à Epicéa) => hêtraies «chaude» et chênaie-hêtraies à charme ?

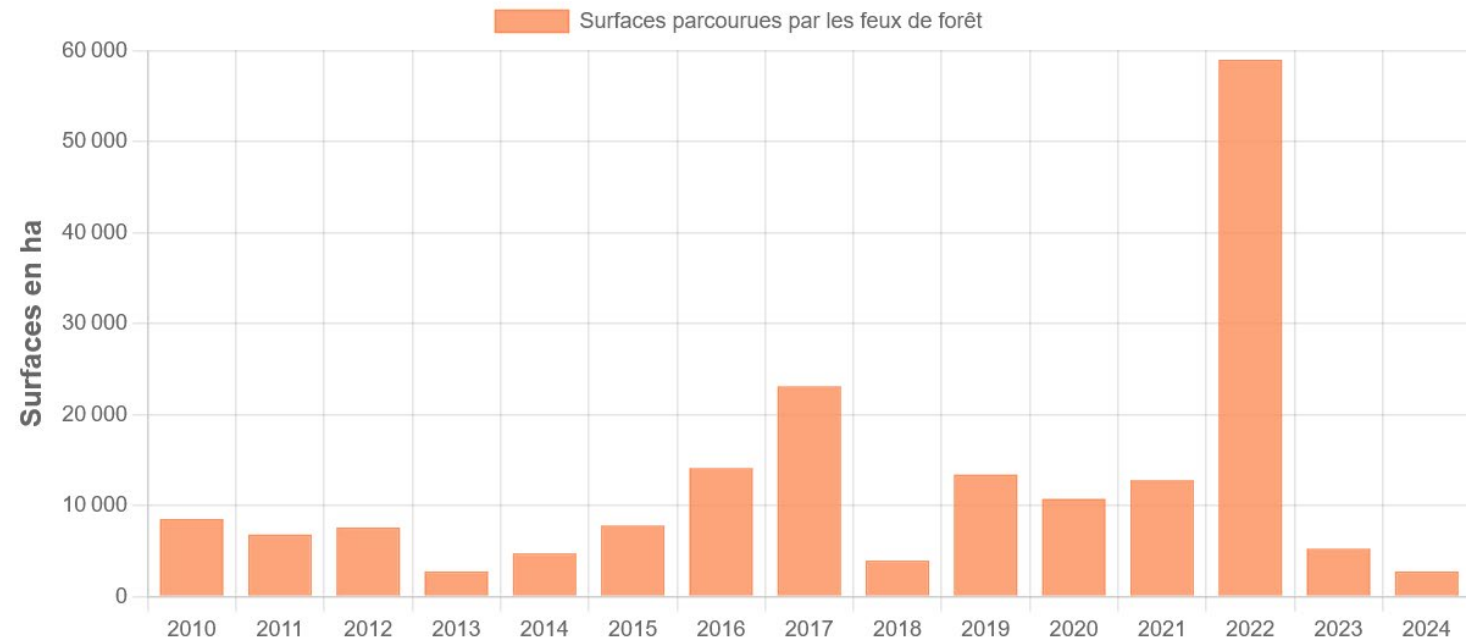
- Bouleversement des peuplements végétaux
- Régression forte des espèces liées aux résineux et/ou arctico-alpines ; exemples :
 - Oiseaux : Grand tétras, Chevêchette, pic tridactyle, passereaux (Bec-croisé, Mésanges noire et huppée, Merle à plastron, Cassenoix moucheté, etc...)
 - Arthropodes, dont fourmis des bois
(dont *Formica lugubris* et *F. paralugubris*)
- Extension d'espèces liées aux hêtraies et chênaies :
Pic mar, nombreux passereaux, Lucane, Rosalie alpine, ...



**Autre conséquence : risque d'incendie croissant,
au-delà de la région méditerranéenne et du sud-ouest.
=> aménagements DFCI => conséquences sur les milieux.**



Surfaces parcourues par les feux de forêt pour la France hexagonale et la Corse 2010 - 2024



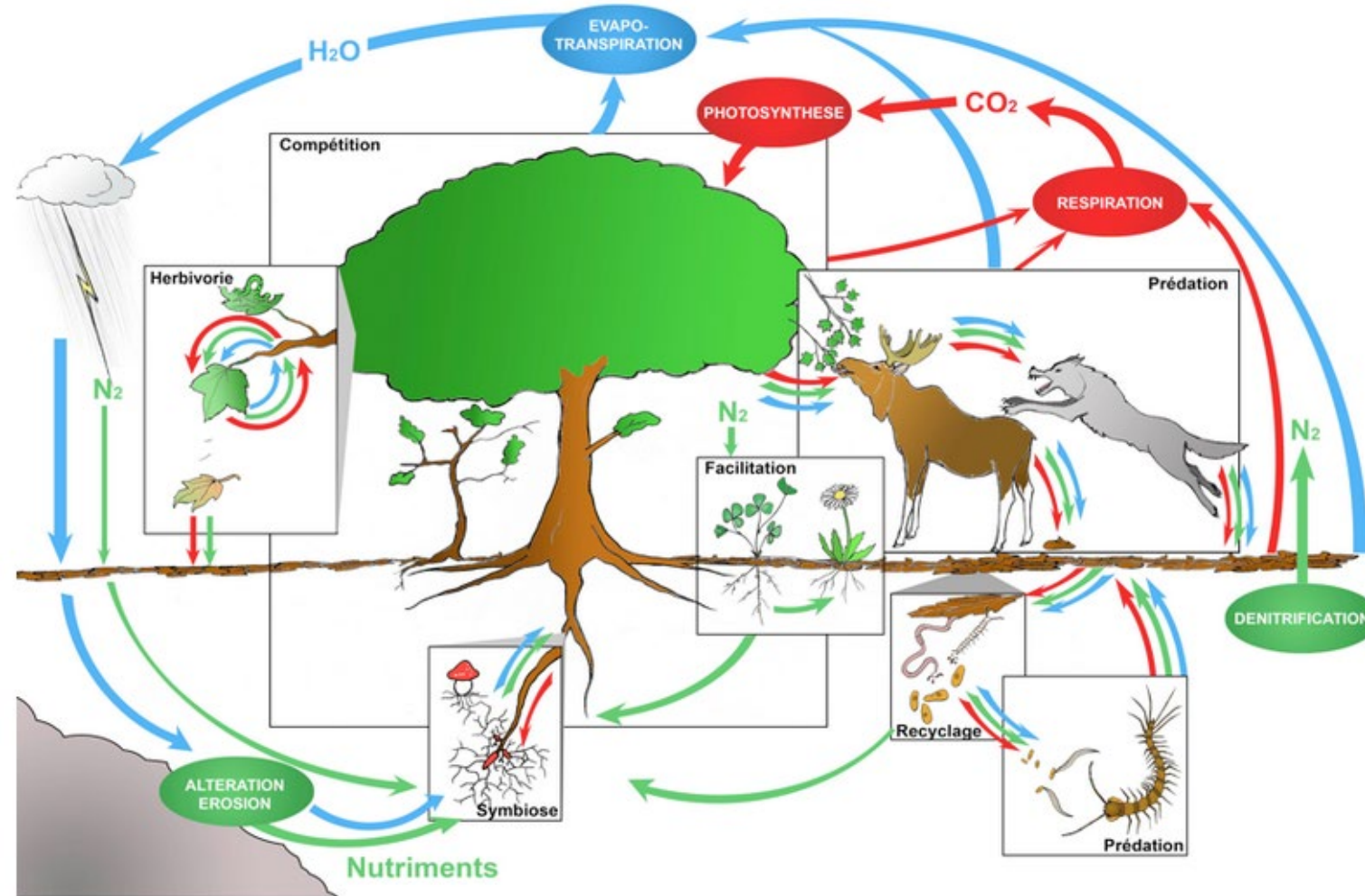


Le pire est-il certain ?



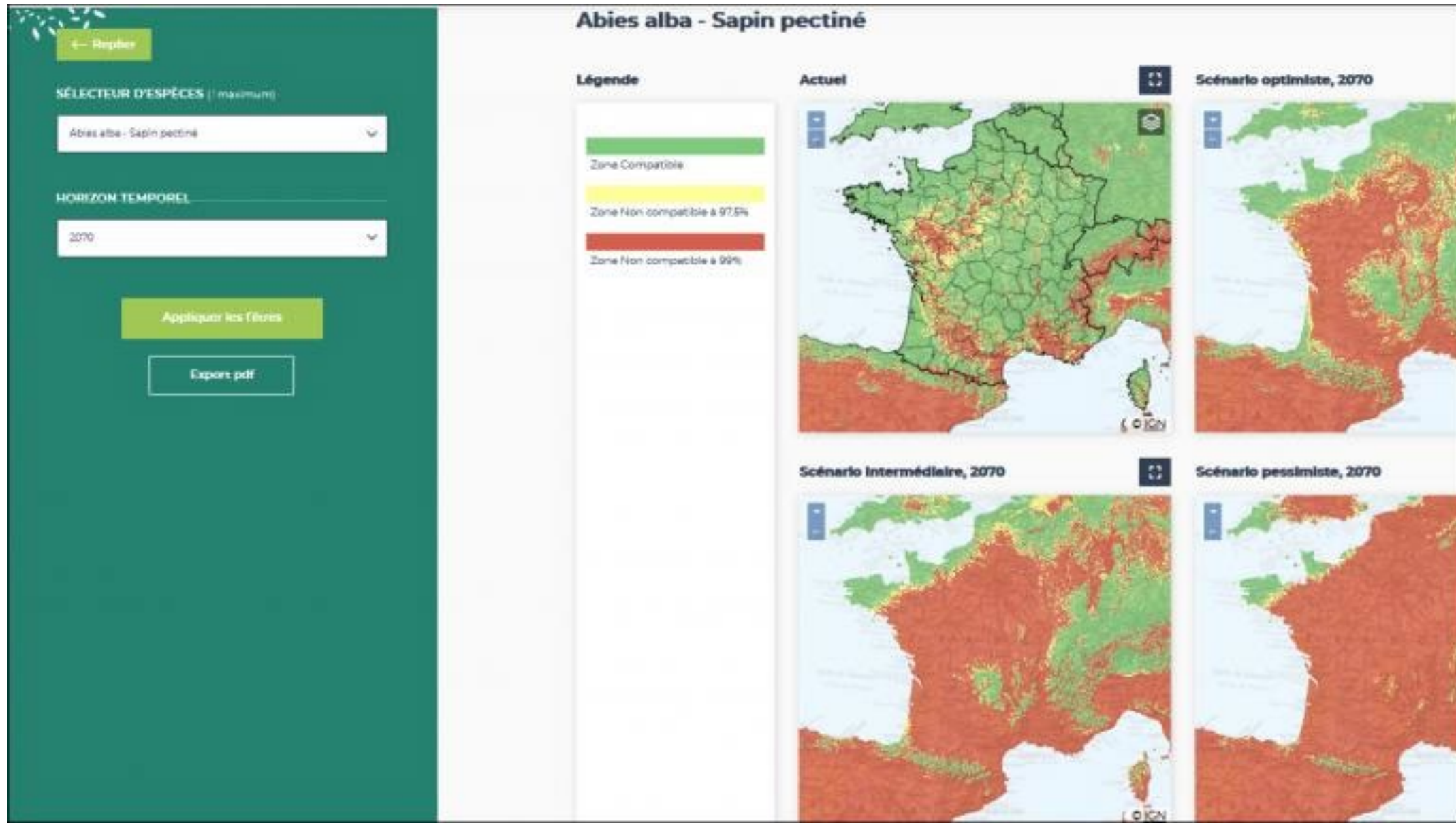
Ou peut-on faire confiance au vivant ?

Revenons aux forêts : non pas des «champs d'arbres», mais des écosystèmes aux propriétés émergentes



Source :
<https://sfecologie.org/regard/regards-3-mouquet/>

ClimEssence : modèle basé sur l'autoécologie des sp., leur répartition actuelle, l'analogie climatique et la compatibilité climatique.





=> Pronostics complexes dans un avenir incertain

(source : Lagarde Cl. Et al., 2023)

- 1) Augmentation CO₂ favorable mais sécheresse et T défavorables
- 2) Augmentation dépôts atm. azotés *a priori* favorables à la croissance, mais défavorables aux symbioses mycorhiziennes (pH, /P, ...)
- 3) **Relations interspécifiques** (= interactions biotiques) évoluent dans des directions peu prévisibles :
- 4) **Réactions et évolutions des phytobiomes...**

=> *Dias suivantes.*

Un bel exemple de relation interspécifique : le Chêne et le Geai

Source : <https://www.ornithomedia.com/magazine/interviews/pierre-loic-deragne-quercus-et-garrulus-sappuyer-sur-les-geais-des-chenes-pour-semer-des-glands/>



Fig. 2. Le geai oublie une partie des quelque 4000 glands qu'il a enterrés en automne comme provision hivernale, ou ne les retrouve plus. Les cachettes soigneusement sélectionnées offrent des conditions favorables à la germination des glands et à la croissance des plantules.

Exemples d'interactions biotiques

Prédateurs, parasitoïdes et pathogènes.

A gauche : Clairon des fourmis, prédateur d'*Ips typographus*.

A droite (haut et bas) :

- Hyméno. Ichneumonidé, parasitoïde
- Champignon pathogène.

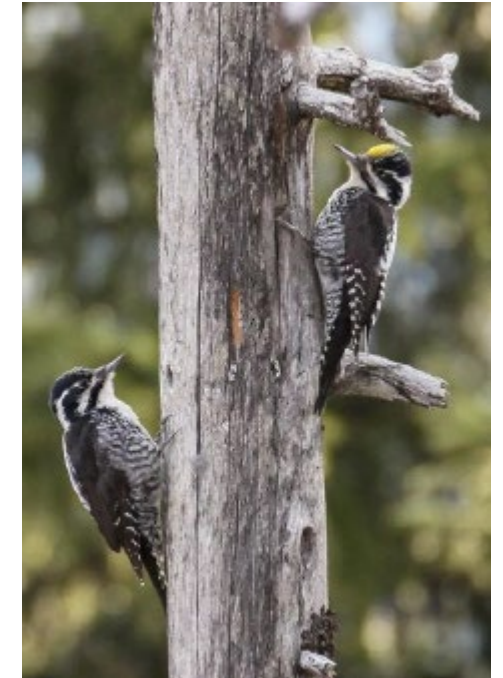


Le scolyte *Ips typographus*



Favoriser les prédateurs, parasites et parasitoides

Tomicobia seitneri (Ruschka), Hymenoptera Pteromalidae



Photos : U.Schmidt, wikimedia



Thanasimus formicarius

Tomicobia seitneri, B. Wermelinger - WSL

• Lonchaeidae



Fig. 12: *Lonchaea seitneri* Hend., une espèce de mouche de 5 mm.

• Dolichopodidae



Medetera sp. Source : Zootaxa



Medetera sp. J.Hulcr, bugwood



Capacité naturelle d'adaptation des arbres ?

Encore mal connue, mais :

- des **génomomes de très grande taille** (8 à 10 x génome humain)
- des génomes avec une **très grande diversité génétique** (hétérozygotie)
- De **grandes populations** animées de **hauts flux de gènes** par le transport de pollen et de graines.
- la plupart sont **allogames** => brassage génétique.
- une **très grande fécondité**
- des **agrégats** (*P. nigra*) et des **hybridations** ou **introgressions**(ex.: *Quercus sp.*, *Acer sp.*)
- une **grande plasticité phénotypique**
(= accommodation), sans modification de l'ADN.

Ex.: *Pinus sylvestris*



Quercus sp.

Kremer, A., Plomion, C., Leroy, T., Hermine, A., Truffaut, L., Delzon, S., ... Wagner, S. (2020). Évolution passée et contemporaine des chênes. *Revue forestière française*, 72(4), 297–318.

<https://doi.org/10.20870/revforfr.2020.5331>

- Processus évolutifs génétiques qui résultent des migrations, hybridations interspécifiques, introgressions adaptatives, ...
- Modifications plastiques (morphologie et comportement) en partie liées aux mutations somatiques (=> «arbres mosaïques») très importantes chez les espèces longévives (petit âge glaciaire).

«pour survivre, il vaut mieux être nombreux, diversifié, prolifique et capable de disperser ses gènes.»

In <https://fr.kremer-antoine.com/quercus-sapiens>

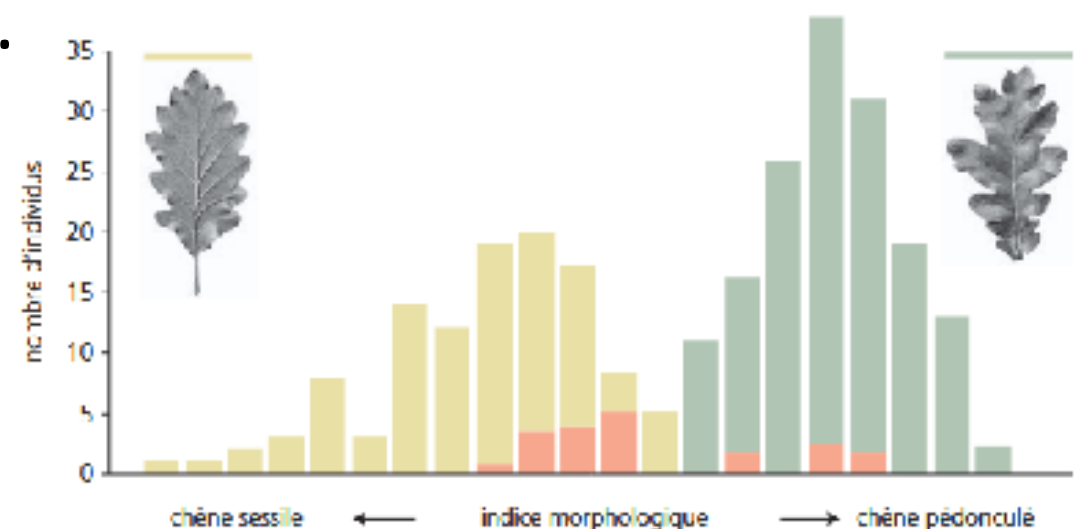


Fig. 4. Détermination de l'espèce d'après des caractéristiques morphologiques et génétiques. L'indice morphologique (colonnes) et les études génétiques (couleurs) indiquent l'appartenance au type «chêne sessile» et «chêne pédonculé», et en rouge au type «hybride» (modifié d'après LEWIS 2008).

Encore mal connue, mais :



Épigénétique.

Ex. : Les graines de pin maritime gardent la mémoire du climat

Protocole : graines chauffées à 18°, 23° et 28° => Mémoire épigénétique !

Référence : Trontin J.-F. et al. (2024).

Epigenetic memory of temperature sensed during somatic embryo maturation in 2-year-old maritime pine trees. *Plant Physiology* DOI : [10.1093/plphys/kiae600](https://doi.org/10.1093/plphys/kiae600)

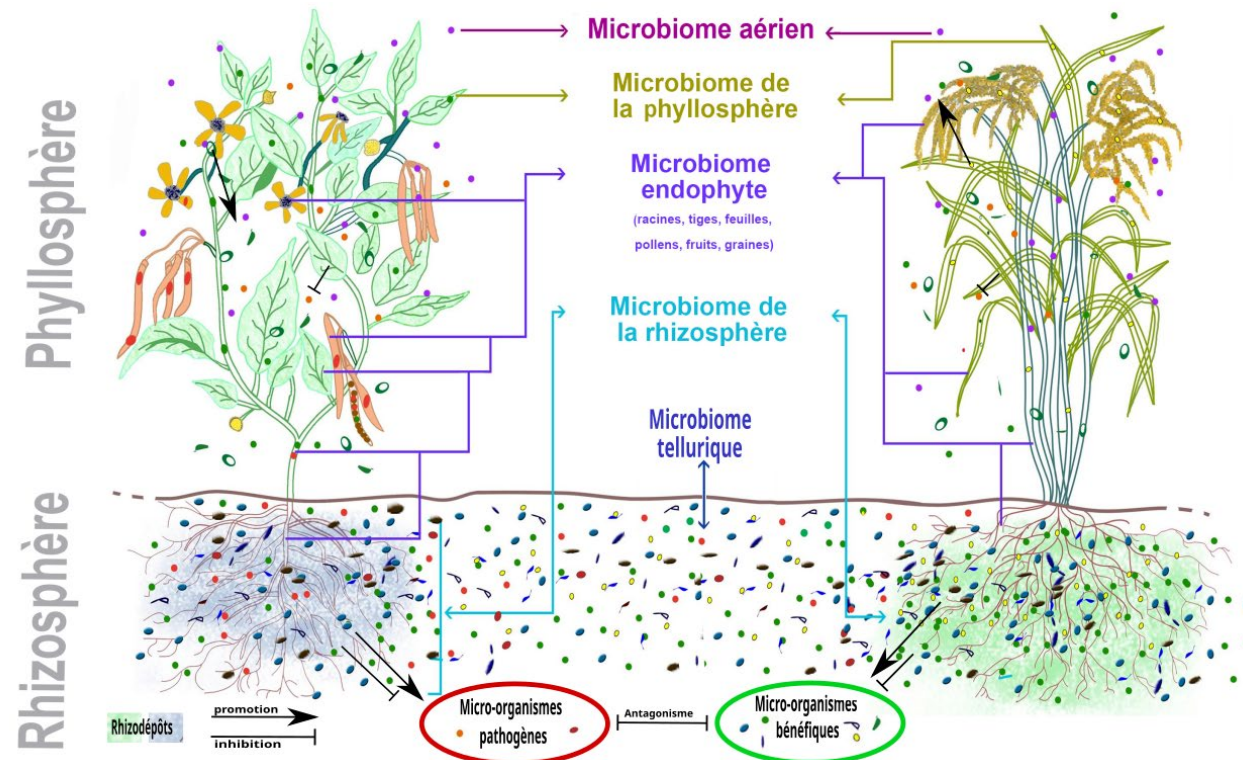
Des holobiontes, super-organismes

Source de la figure : https://fr.wikipedia.org/wiki/Microbiote_des_plantes

Comme nous et tous les organismes vivants, un arbre n'est pas seulement un individu isolé d'une espèce mais un **holobionte**, ou **supra-organisme** (= hôte + son microbiome interne et externe) :

Assemblage d'espèces hôtes (animales, végétales, fongiques, ...) avec microorganismes (champignons, bactéries, virus...) vivant à l'intérieur de cet organisme, sur son enveloppe ou à proximité ;

(découverte 2025 : Un arbre abrite 10^{12} bactéries dans son bois !)



L'auto-élagage
repose sur des
microorganismes
biotrophes puis
nécrotrophes et
saprotrophes.

Autre exemple :
endosymbioses
bactériennes
aériennes
fixatrices d'azote
chez pins, aulnes,
...



Microclimat forestier

Rôle homéostatique du couvert forestier :

Variations verticales de la température de l'air observées en mi-journée pendant une canicule, au-dessus et à l'intérieur de divers couverts végétaux de taille et densité différentes.

Plus le couvert est haut et dense, plus l'air du sous-bois est frais. **Figure : -4,8° un jour de canicule**

Dans certains secteurs, les écarts sont encore plus forts, avec **jusqu'à -10 °C en été et +12 °C en hiver.**

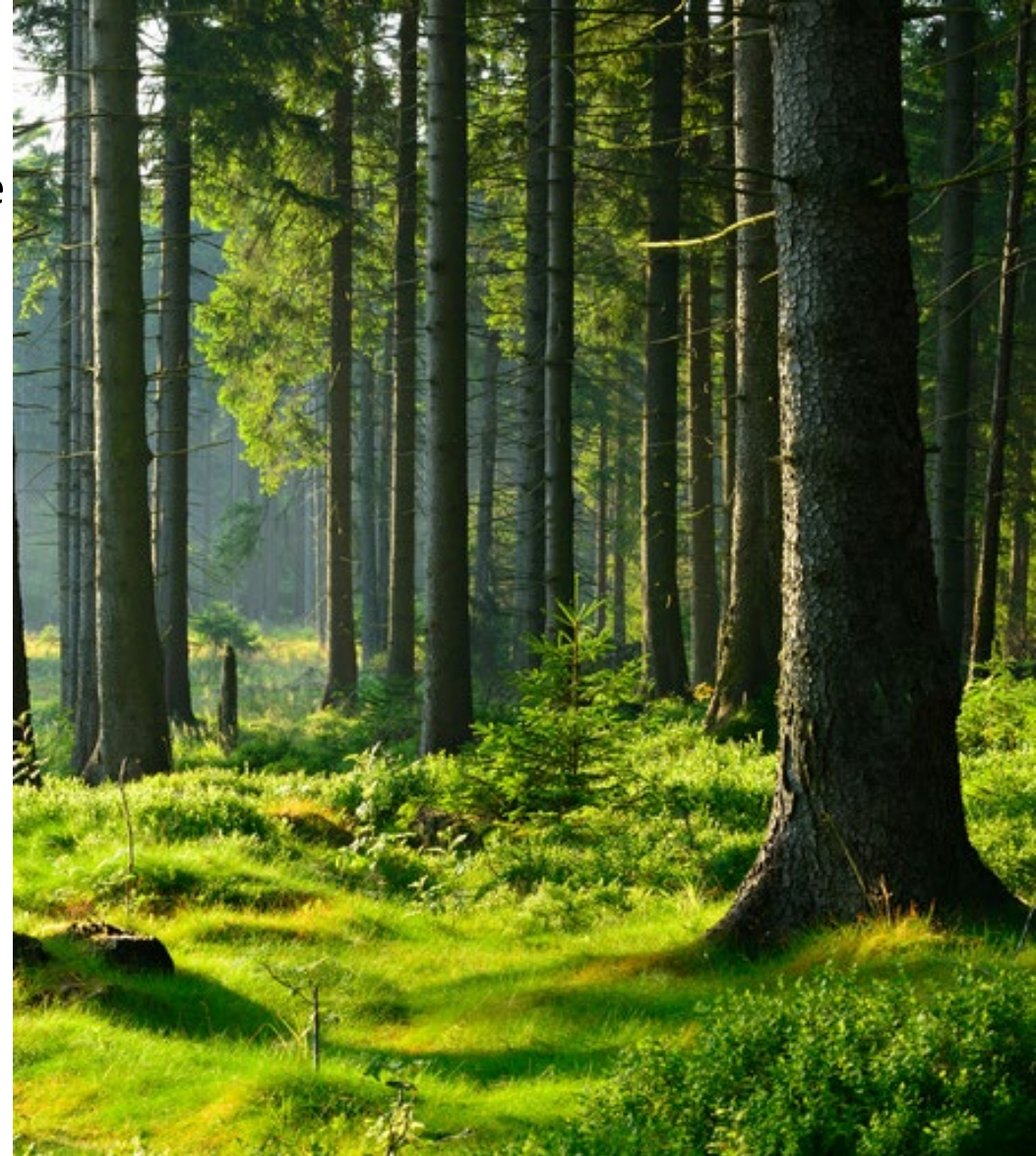
Jérôme Ogée, [CC BY-NC-SA](#)

In <https://theconversation.com/climat-especes-et-adaptation-le-role-de-la-gestion-forestiere-147112>

Microclimat forestier + **frais en été** et **moins froid en hiver**

⇒ risque de spirale négative en contexte de mortalité.

⇒ + Argument de plus contre les coupes à blanc,
ou excessives (>15% de V)



Importance du bois mort

1) Gros bois mort debout et au sol et arbres sénescents :

principal réservoir de biodiversité en forêt... dont biodiversité «fonctionnelle»

2) Gros bois mort => stock d'humus sur le moyen – long terme (50 ans et plus) => éponge => **RU en eau / périodes de stress hydrique.**



... le pire n'est donc pas certain !

1) ECOSYSTEME FORESTIER \neq somme d'arbres

Synécologie ; holobionte ; *ex. du Hêtre*

2) MICROCLIMAT FORESTIER *versus* CLIMAT REGIONAL

3) DIVERSITE DES ESSENCES FORESTIERES

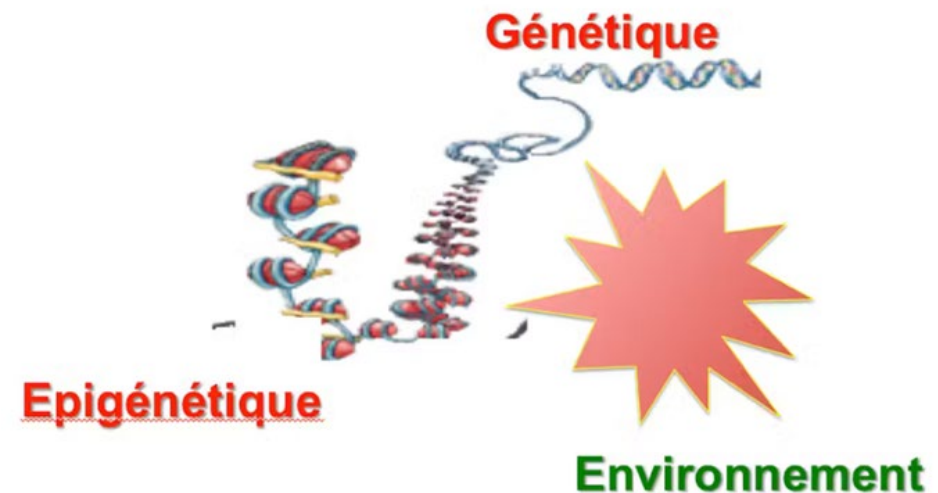
4) DIVERSITE GENETIQUE INTRA-SPECIFIQUE + EPIGENETIQUE

5) MUTATIONS SOMATIQUES ;

6) IMPORTANCE DU BOIS MORT



Ménage à trois



Globalement, et de façon simplifiée : deux processus

1) Evolution d'une population en place => résistance

2) migration des individus

Ces deux phénomènes se combinent, mais les deux sont limités par la superficie des massifs forestiers, la fragmentation des milieux et des modalités de gestion inadaptés

⇒ *Argument pour la «migration assistée ? NON*

⇒ *Argument pour les modèles basés sur l'autoécologie des espèces ? NON*

⇒ *plutôt **conserver / restaurer de vastes écosystèmes fonctionnels** pour offrir le plus de chances possibles aux pools d'espèces / holobiontes **de s'adapter ET de migrer...** même avec retard.*



Leçons à en tirer

FAIRE CONFIANCE AU VIVANT

Càd faire confiance à la BIODIVERSITE et aux PROCESSUS ENDOGENES D'ADAPTATION des ECOSYSTEMES, en conservant un COUVERT CONTINU et en accompagnant les DYNAMIQUES NATURELLES.

=> **Sylviculture Mélangée à Couvert Continu (= SMCC) ; Cf. Pro Silva**

- **Eviter les coupes rases et les plantations «en plein», notamment exotiques,**
- **Préserver la diversité des essences en mélange et la diversité structurelle,** sans dogmatisme : enrichissements ponctuels possibles en essences indigènes...

ET ADAPTER LA FILIERE BOIS aux FEUILLUS,

Et non la FORÊT à l'INDUSTRIE de RESINEUX

Et la «libre évolution» ?



Ce n'est pas la «nature» qui est menacée, ce sont d'abord les conditions de vie sur terre pour l'humanité !

«Il vaudrait mieux que les chênes se préoccupent de la conservation d'Homo sapiens que l'inverse... »

A. Kremer In <https://fr.kremer-antoine.com/quercus-sapiens>



Principales références bibliographiques

- **Données actualisées de l'IFN, novembre 2025 :**
https://geoservices.ign.fr/actualites/2025-11-inventaire-forestier?cldee=pVQmRSnGurAYw2ntUb3CFu6lcM8yQCG9ZScWx7pIHjlg8J0uFz_W4_4hURaJ1CJe&recipientid=contact-c375438462b1ef11b8e8002248a049b5-e20dcadb65d24840a0d32880c1a67b1d&esid=cabf0440-dcc9-f011-bbd3-000d3ab20a6f
- **Les forêts françaises face au changement climatique.** Comité des sciences de l'environnement. Académie des sciences. 2023, 51 p. https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf
- **Forêts et changements climatiques.** Éléments pour une stratégie d'adaptation. Pluess A.R., Augustin S. et Brang P. (eds). Ed. Haupt. 2016, 454 p.
- **Forêt, Biodiversité, Dynamique et Gestion.** Lagarde Cl., Meyer S., Chassany V. et Renard B. Ed. Dunod. 2024, 435 p.
- **Histoire du climat dans les montagnes du Jura : écosystèmes et sociétés face à un avenir incertain.** Magny M. et Richard H. (dir.). Ed. la Belle Étoile. 2023, 304 p.
- **Changements climatiques et forêts : perception et expérience des gestionnaires de terrain.** Finger A. (coord. et synthèse dossier) 2022. Nature et Patrimoine en Pays de Savoie, n° 68. pp. 14-20, Centre de la Nature Montagnarde, Sallanches.



Merci de votre attention,



Des questions ?

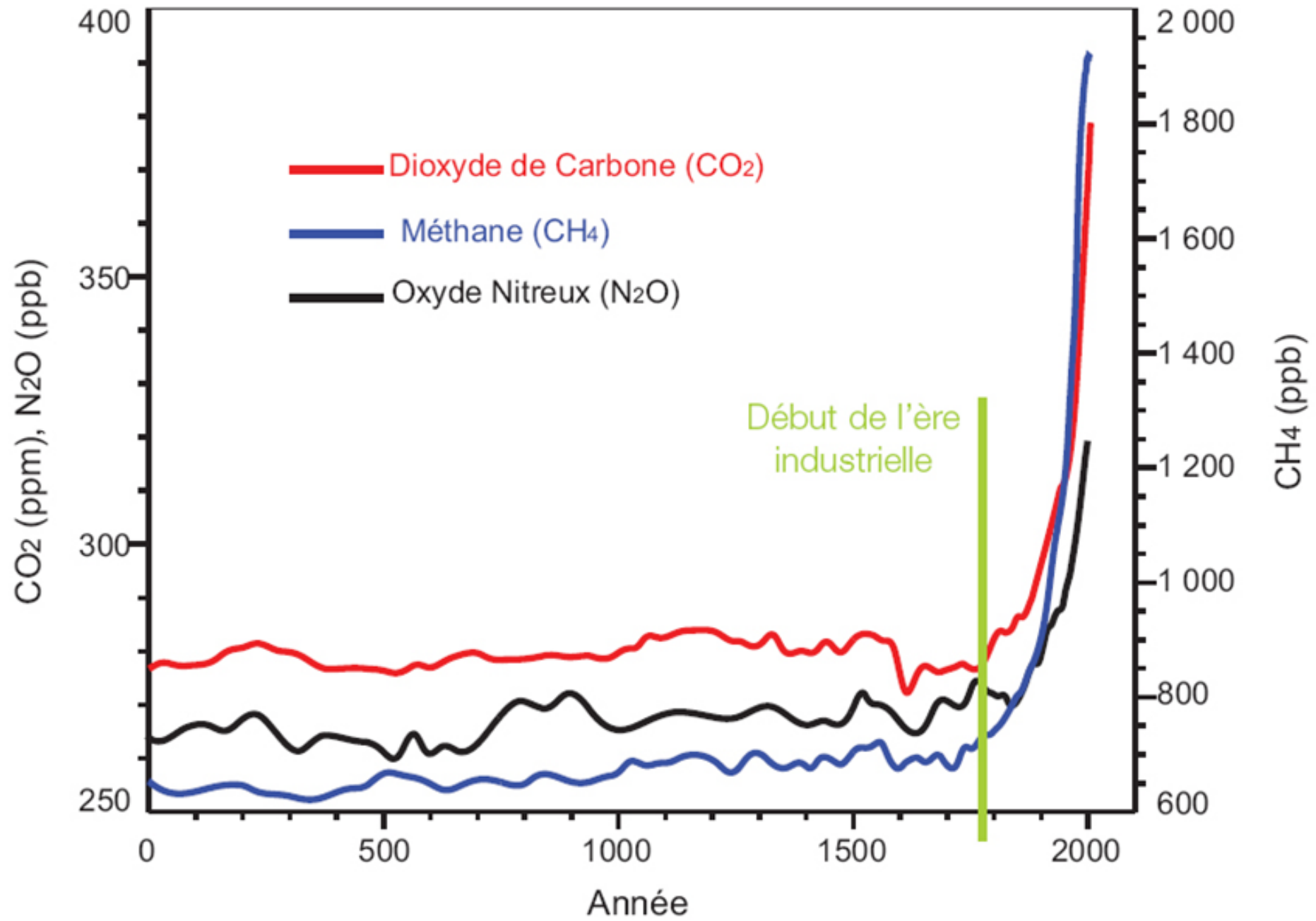
emmanuel.lierdeman@gmail.com

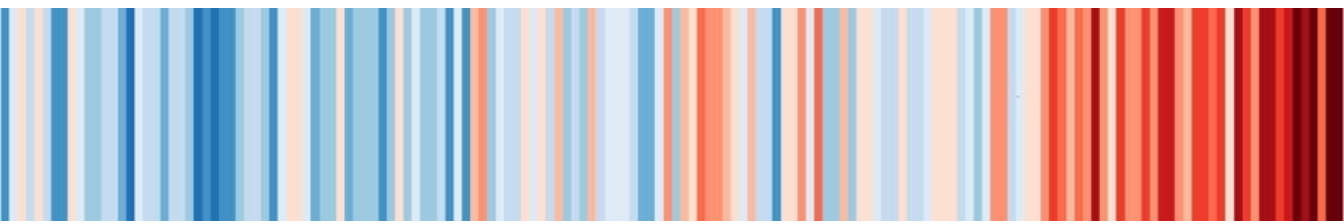
ANNEXES / Dias en RESERVE



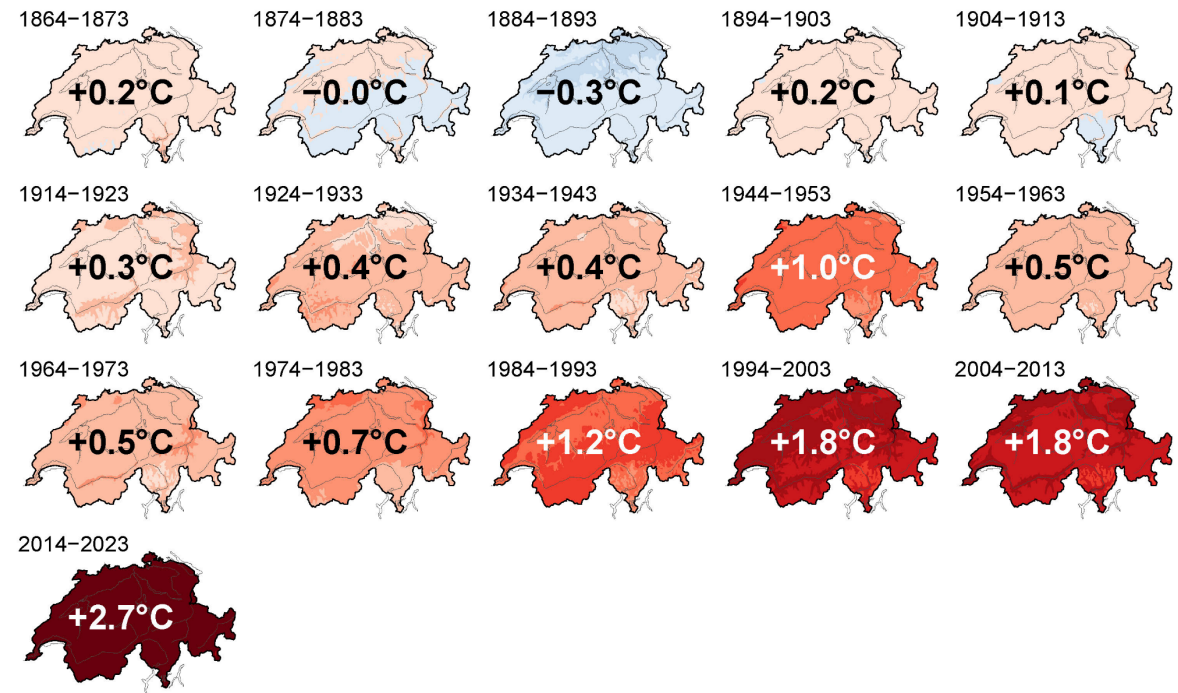
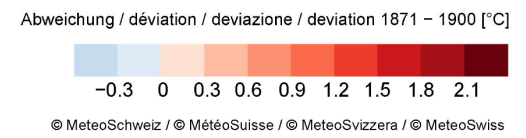
Bibliographie (autres sources)

- Lenoir J. (2009). Impact d'un réchauffement rapide du climat sur la distribution des espèces végétales forestières le long du gradient d'altitude. Nancy : AgroParisTech, 2009 (Thèse en sciences forestières)
- Lenoir J. et Gégout J.-C. (2010). *La remontée de la distribution altitudinale des espèces végétales forestières tempérées en lien avec le réchauffement climatique récent*. Rev. For. Fr., 72(3-4).
- Lenoir J., Gégout J.-C. et al., 2010. Forest plant community changes during 1989-2007 in response to climate warming in the Jura Mountains (France and Switzerland). *Journal of Vegetation Science*. Vol. 21, Issue 5, 949-964.
- Piedallu C. (2024) Impact du changement climatique sur les forêts.
 - Partie 1 : état des lieux et conséquences. Rev. For. FR., 75(4), 289-305.
 - Partie 2 : comment adapter nos forêts aux effets du changement climatique ? Rev. For. FR., 75(4), 289-305.
- Ribes A. (2022). An updated assessment of past and future warming over France based on a regional observational constraint, Copernicus.
- <https://waldschutz.wsl.ch/fr/foret/maladies-nuisibles-perturbations/antagonistes/les-ennemis-naturels-des-scolytes/>
- Sites web pour la SMCC (= SICPN = forêt pérenne) : <https://prosilva.fr/> et <https://www.prosilva.ch/>

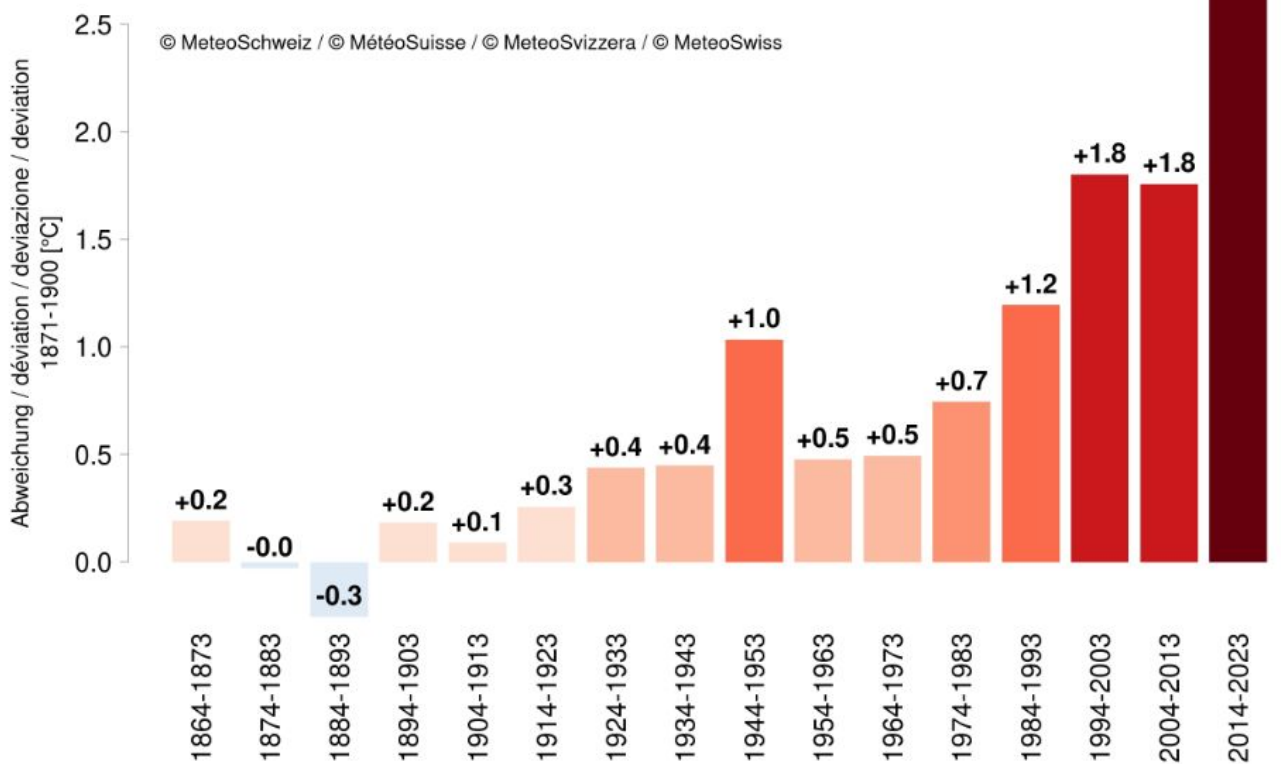




**Temperatur in der Schweiz
Température en Suisse
Temperatura in Svizzera
Temperature in Switzerland**

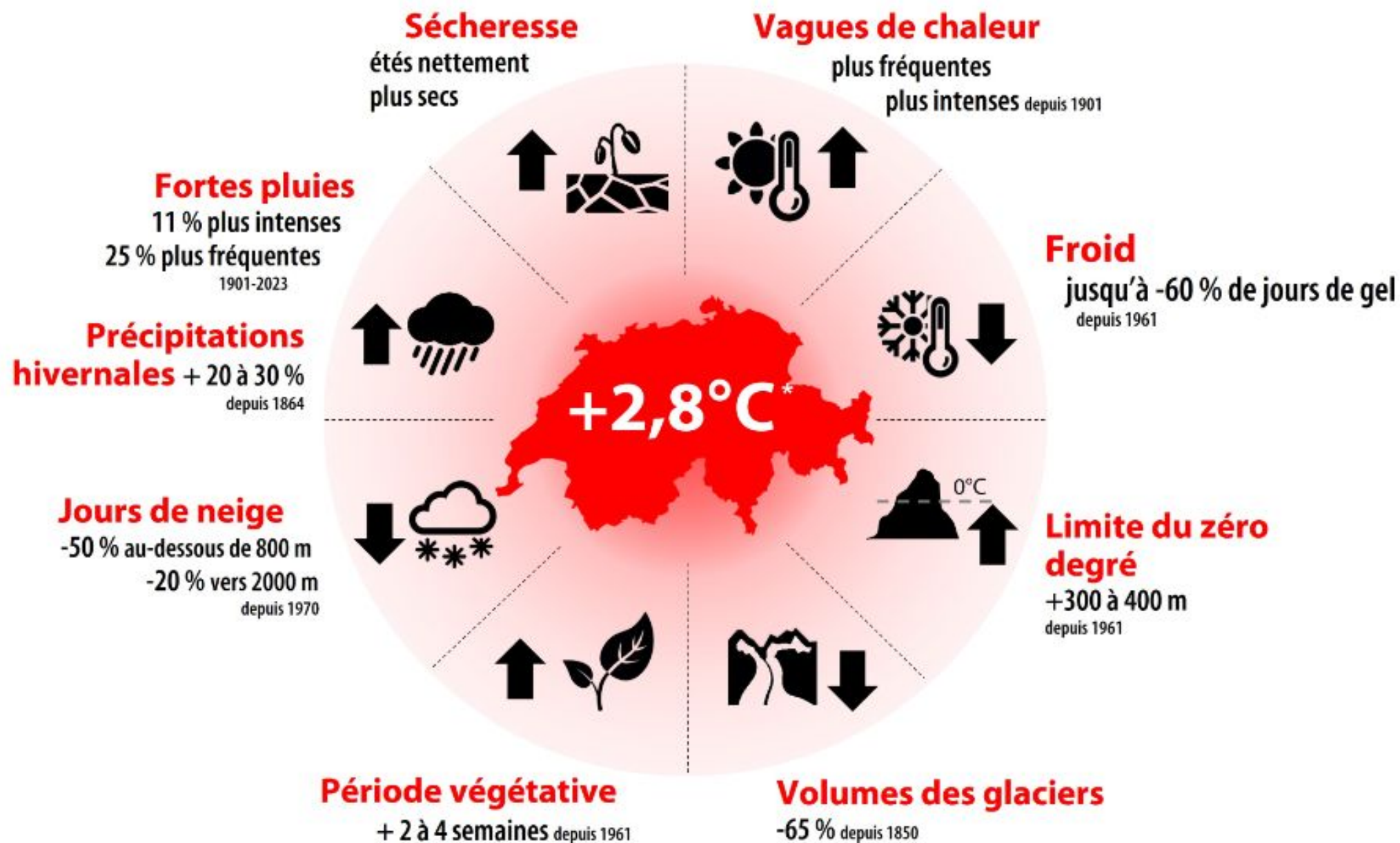


**Temperatur in der Schweiz / Température en Suisse
Temperatura in Svizzera / Temperature in Switzerland**



Klimamittel / moyenne climatique media climatica / climate mean	Schweiz / Suisse Svizzera / Switzerland	global / globale globale / global
aktuelles Klimamittel / moyenne climatique actuelle media climatica attuale / current climate mean (LOESS30*)	2,8	1,3
letzte 10 Jahre / 10 dernières années ultimi 10 anni / last 10 years (2014–2023)	2,7	1,2
letzte 30 Jahre / 30 dernières années ultimi 30 anni / last 30 years (1994–2023)	2,1	1,0
1991–2020	2,0	0,9
1981–2010	1,5	0,7
1961–1990	0,7	0,4

*cf. Scherrer et al. (2024) <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2023.100428>
© MeteoSchweiz / MétéoSuisse / MeteoSvizzera / MeteoSwiss

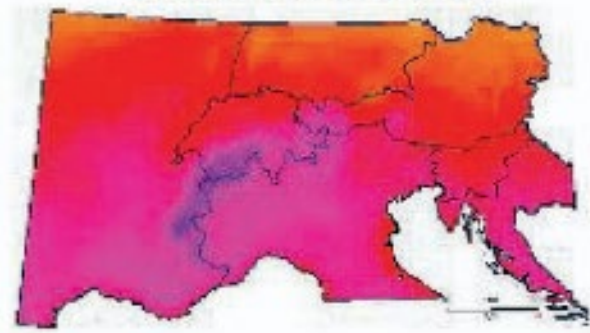
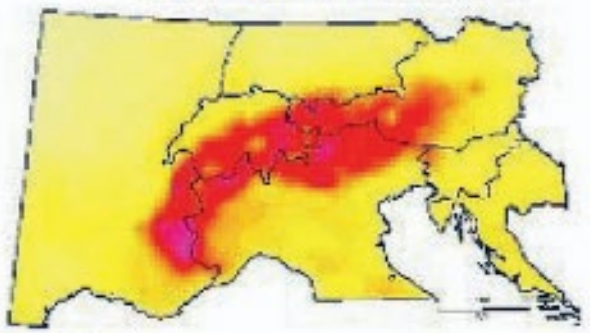


* moyenne climatique actuelle 2023 moins Ø 1871-1900

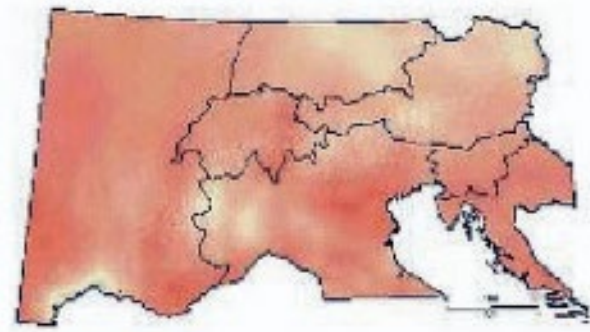
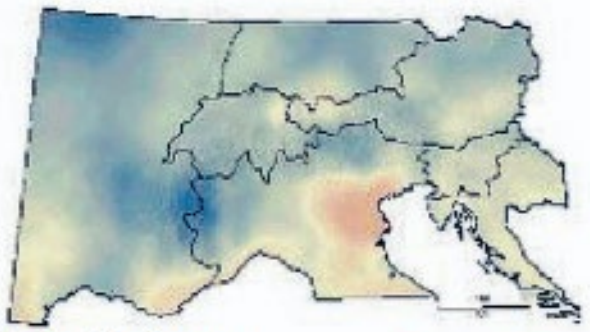
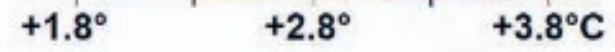


Tendances hivernales

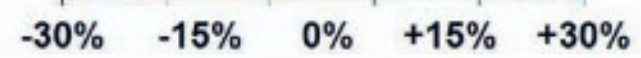
Tendances estivales



Températures



Précipitations



La synthèse de plusieurs modèles climatiques prédit que la hausse des températures sera majeure en montagne relativement aux régions de plaine, notamment en hiver. La répartition des précipitations devrait se décaler vers l'hiver, au détriment de l'été. Source : WSL, tiré de Zimmermann, FFL, 2022.

Le climat de la région de l'arc lémanique (point rouge) en 2100 pourrait correspondre au climat actuellement observé dans les régions en vert. Cette carte a été obtenue à partir des prévisions d'un modèle climatique (modèle HadCM3 développé au Centre Hadley, Royaume-Uni). Tiré de Zimmermann, FFL, 2022.

Bilan de CO₂ de la forêt française (métré)

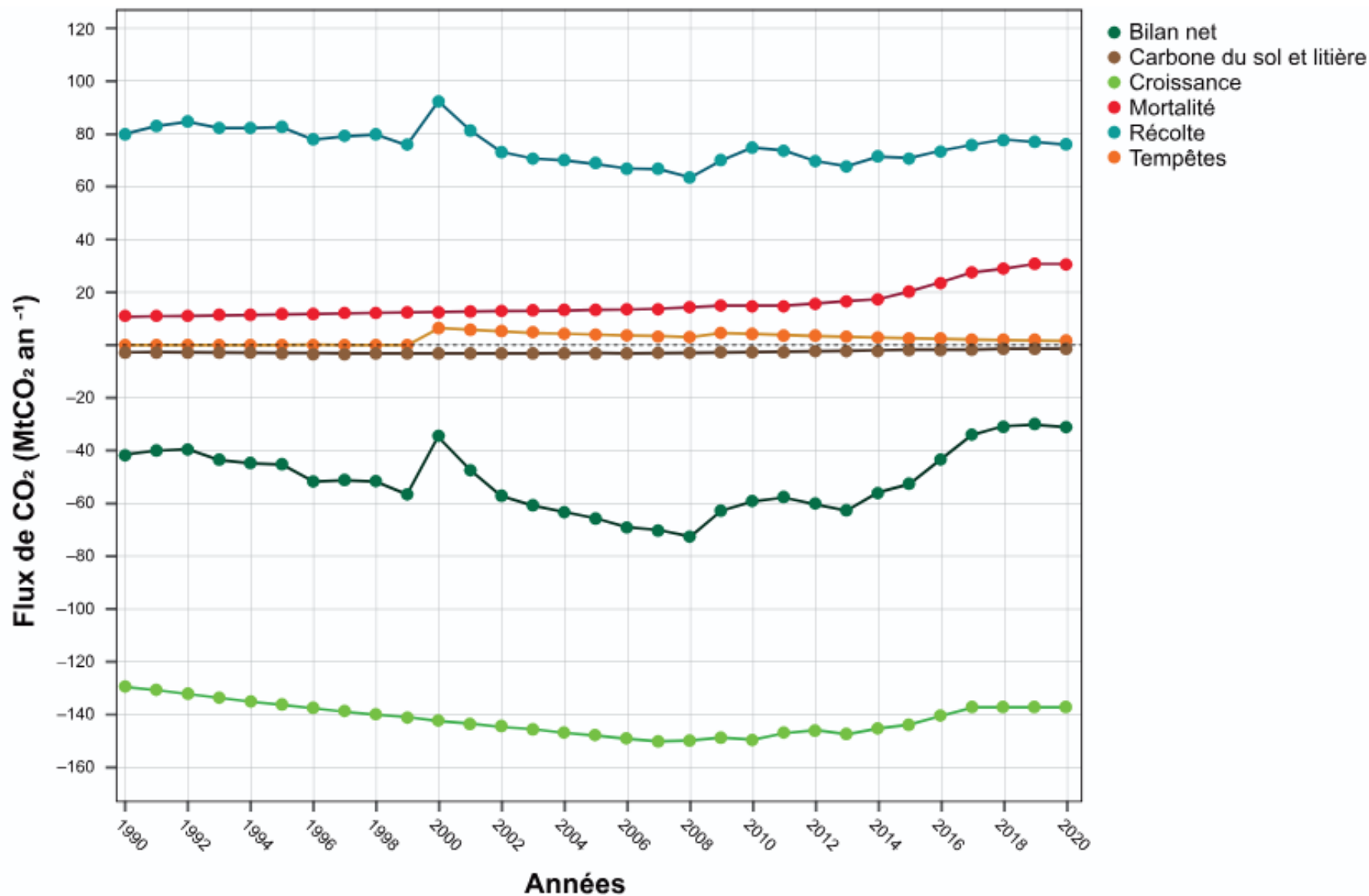


Figure 6. Bilan de CO₂ de la forêt française. Les absorptions nettes de CO₂ sont des flux négatifs et correspondent à la croissance des forêts établies. Les émissions de CO₂ pour la forêt sont des flux positifs et correspondent aux prélèvements de bois, à la mortalité naturelle et aux mortalités exceptionnelles liées aux tempêtes Lothar et Martin (1999) et Klaus (2009). Données CITEPA 2022.

En 2021, une étude* a montré que le **gland de chêne** contient un **échantillon du microbiome parental « diversifié et distribué de manière non aléatoire dans le gland »**.

Mis en culture dans un environnement aseptisé => Composition microbienne (fongique et bactérienne) diversifiée de la phyllosphère, mais beaucoup moins de la rhizosphère.

Source des photos : <https://www.zoom-nature.fr/chene-sessile-versus-pedoncule-si-proches-si-differents/>



Un petit exemple personnel (GFCE)

Cirque des foules, Villard Saint Sauveur (39)

Parcelle située à 500 m, limite collinéen-montagnard, suite coupe à blanc

	Essences arborées (24 recensées en 2023)	Abondance moyenne /(hétérogénéité)	Valeur économique	Autres remarques
1	Charme commun Carpinus betulus	3	+	Très dynamique. A ne préserver que comme essence d'accompagnement.
2	Saule marsault Salix caprea	3	-	Dominant en pionnier, diminue avec le temps (compétition + élimination volontaire)
3	Erable sycomore Acer pseudoplatanus	3	+++	Abondant en pionnier et favorisé par le jardinage.
4	Frêne commun Fraxinus excelsior	2	++	Très abondant initialement puis atteint par la chalarose. Mieux depuis 2023.
5	Tilleul à feuille en cœur Tilia cordata	2	++	Abondant dans les accrus mais n'a de valeur qu'en bois d'œuvre => sélection de quelques sujets exceptionnels
6	Erable champêtre Acer campestre	2	+	Quelques individus sont désignés comme arbres d'avenir, à élaguer.
7	Hêtre Fagus sylvatica	2	++	En augmentation. Devrait regagner du terrain, mais souffre du sec et chaud.
8	Orme de montagne Ulmus glabra	1	+++	Localement abondant et de très belle venue. Privilégié par le jardinage.
9	Sapin blanc Abies alba	1	++	Belle régénération localement. De plus en plus abondant.
10	Epicéa Picea abies	1	+++	Mortalité localement importante

1	Bouleau verruqueux	+	?	Pionnier en régression avec la fermeture du peuplement
1	Betula pendula			
1	Merisier	+	+	Préservé par le jardinage, mais peu de beaux sujets et médiocre à maturité
2	Prunus avium			
1	Sorbier des oiseleurs	+	?	Préservé par le martelage
3	Sorbus aucuparia			
1	Chêne sessile	+	++	Détouré autant que possible, mais vite dépassé...
4	Quercus petraea			
1	If	+	+++	Localement bien présent
5	Taxus baccata			
1	Alisier blanc	r	?	À préserver
6	Sorbus aria			
1	Erable plane	r	++	Encore très rare, à favoriser (CCG)
7	Acer platanoides			
1	Erable à feuille ronde (à f. d'obier)	r	++	Encore très rare, à favoriser (CCG)
8	Acer opalus			
1	Noyer royal	r	++	Subspontané
9	Juglans regia			1 grand individu
2	Pommier	r	+	Pommiers domestiques subspontanés ?
0	Malus pumila (?) Malus sylvestris aggr.			
2	Tremble	r	-	rare
1	Populus tremula			
2	Pin sylvestre	r	?	Quelques individus âgés à proximité mais régénération rare (compétition)
2	Pinus sylvestris			
2	Pin noir d'Autriche	i	?	Il reste 1 individu âgé (sur 2 en 2005) mais pas de régénération
3	Pinus nigra austriaca			1 individu.
2	Saule fragile	i	-	H 6 à 8m.
4	Salix fragilis (?)			Détermination à vérifier

Coupe à blanc «sanitaire» de 11 ha d'épicéas scolytés *trouver l'erreur !*



Différentes stratégies suite à une mortalité massive

- I. Coupe à blanc et replantation (France 2023 😞)
 - A. Fiabilité des modèles type ClimEssence ?
 - B. Sp. Indigènes / Migration assistée ?
 - C. A qui ça profite ?

- II. Attendre au moins 5 ans et observer
 - A. Régénération en profusion
 - 1. Ne rien faire = «libre évolution»
 - 2. commencer à «jardiner» en SMCC
 - B. Génération insuffisante, en recouvrement et/ou en richesse spécifique
 - 1. **Rien**
 - 2. **Enrichissements** en SMCC (nids, placeaux, dispersés, points d'appui...)

Pour militer : Canopée Forêts Vivantes

<https://www.canopee.org/>

sur Youtube, Instagram et autres réseaux sociaux

The image shows the homepage of the Canopée website. The background is a lush green forest. At the top left is the Canopée logo, which includes the text 'CANOPÉE' and 'FORÊTS VIVANTES' next to a circular icon of a tree. To the right of the logo are navigation links: 'Comprendre', 'Agir', 'Nous découvrir', 'Vous êtes ...', and 'Le média'. Further right is a search icon and a yellow button with a heart icon and the text 'Faire un don'. The main heading in the center is 'DÉFENDRE LA FORÊT VIVANTE' in large, bold, white letters. Below this heading is a text box with a vertical line on the left side, containing the text: 'Canopée est une association experte qui agit à la racine des problèmes : faire changer les lois et les pratiques des entreprises pour protéger les forêts en France et dans le monde.' To the right of this text is a video thumbnail showing a person in a white Canopée jacket with a green logo, holding a megaphone and addressing a group of people in a forest. Below the text box is a black button with the white text 'Voici comment'.

CANOPÉE
FORÊTS VIVANTES

Comprendre Agir Nous découvrir Vous êtes ... Le média

🔍

📄 **Faire un don**

DÉFENDRE LA FORÊT VIVANTE

Canopée est une association experte qui agit à la racine des problèmes : faire changer les lois et les pratiques des entreprises pour protéger les forêts en France et dans le monde.

Voici comment