

– [03-01 Fiche séance 3 : Quels sont les effets directs et indirects de ces bouleversements climatiques ?](#)

Consigne : Identifier quelques conséquences du changement climatique.

[Ressources :](#)

- [Document : L'évolution des types de climats en France Elev.pdf\(Fiche 1\)](#)

- [Points clés du rapport CITEP 2022](#)

- [KMZ à utiliser avec GoogleEarth : Quelques conséquences du changement climatique\(Chenille processionnaire du pin\)](#)

- [Tuto simuler la hausse du niveau des mers Doc : La fonte des glaces continentales fait varier le niveau de la mer d'environ 100 m \(-120 m lors du dernier maximum glaciaire, +80 m si Groenland et Antarctique fondaient\). \(Fiche 3\)](#)

- [Document : Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt + Vidéo\(Fiche 2\)](#)

- [Document : Formule dissolution CO2 dans l'eau](#)

La concentration atmosphérique de dioxyde de carbone (CO₂) a augmenté de 42 % depuis le début de l'ère industrielle à cause des émissions provenant de l'exploitation des combustibles fossiles, de la production de ciment et des changements d'affectation des terres (Bulletin de l'OMM sur les gaz à effet de serre, N° 10). En 2010, on estime que les océans du globe avaient déjà absorbé 155 ± 30 pétagrammes (Pg) (1 pétagramme = 10¹⁵ g) de CO₂ anthropique (Khatiwala et al., 2013), soit 28 % des émissions totales de CO₂. Ce phénomène a limité la hausse de la concentration atmosphérique de CO₂ et a ainsi contribué à réduire le changement climatique, mais il pourrait en revanche avoir de très graves conséquences sur la chimie et la biologie des océans. Depuis le début de l'ère industrielle, l'activité humaine a provoqué l'apport dans les océans d'une quantité moyenne de 4 kg de CO₂ par jour et par personne. Ce CO₂ anthropique réagit avec l'eau pour former un acide. À mesure que les concentrations de CO₂ atmosphérique augmentent, les quantités de ce gaz absorbées par les océans augmentent également, et ce phénomène réduit le pH de l'eau (le pH, ou potentiel hydrogène, est une mesure de l'acidité; une baisse de la valeur du pH d'un liquide indique une augmentation de son acidité) en vertu d'un processus qu'on appelle «acidification des océans».

Cette hausse de l'acidité de l'eau (augmentation de la concentration en ions hydrogène (H⁺)) s'accompagne d'une diminution simultanée de la concentration en ions carbonate (CO₃²⁻) qui réduit la capacité chimique des océans à absorber le CO₂ tout en dégradant l'aptitude de certains organismes marins à fabriquer et à entretenir leur coquille ou leur exosquelette(revoir la fiche 2 de la séance précédente...). On peut mettre le taux actuel d'augmentation en perspective en le comparant aux relevés paléoclimatiques. Le rythme des changements actuels semble être le plus rapide enregistré depuis au moins 300 millions d'années, et le phénomène d'acidification naturelle le plus rapide de l'histoire, intervenu il y a 55 millions d'années, était probablement dix fois plus lent.

Pour répondre à ce problème, vous devrez:

- Synthétiser les informations des documents en rapport avec la consigne
- Utiliser GoogleEarth pour visualiser l'effet de la hausse du niveau des mer(il faut choisir des zones précises(Lagos, Hong Kong...))
- Utiliser GoogleEarth pour visualiser l'évolution des chenilles processionnaires en France.

Fiche 1 : Evolution des types de climat en France [SOURCE](#)

L'objectif de cet article est de présenter de manière simplifiée la manière dont s'opère le changement climatique en France entre 1950 et 2100. On utilise pour cela la classification des climats de Köppen afin de représenter la manière dont évolue le climat moyen pour 40 villes françaises représentatives. La même méthode est utilisée pour caractériser chacune des années prises individuellement afin de tenir compte de la variabilité interannuelle du climat et l'aborder en termes de fréquences.

Les données retenues portent sur les périodes 1958-1987 et 1988-2017 d'une part, et d'autre part, sur les projections extraites du portail Drias : un seul modèle est utilisé ici, celui du CNRM avec le scénario RCP4.5 pour les périodes 2021-2050 (horizon proche), 2041-2070 (horizon moyen) et 2071-2100 (horizon lointain) ; pour cette dernière période, les données du scénario RCP8.5 sont également utilisées.

Méthodologie

La méthodologie retenue consiste à appliquer la méthode de classification des climats de Köppen sur les moyennes des températures et précipitations de 40 villes françaises pour les 6 périodes : 1958-1987 et 1988-2017 (observations), RCP4.5 2021-2050, 2041-2070, 2071-2100 et RCP8.5 2071-2100 (modélisations - DRIAS-2020).

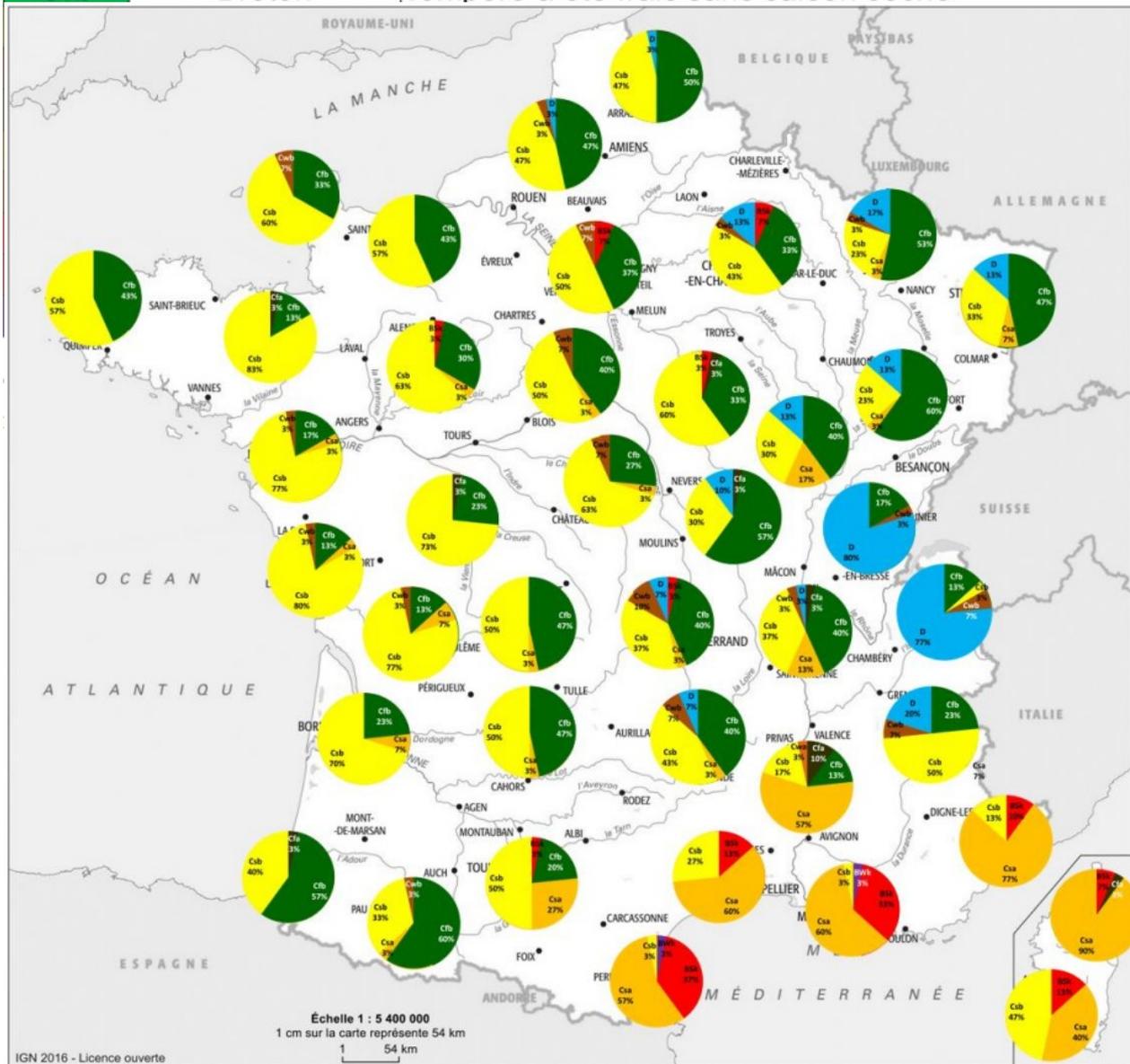
On définit ainsi un «Type de Climat Annuel» (TCA) pour chaque année considérée (Brisse et al., 1982). Dans un second temps, un calcul de fréquence permet de préciser pour chaque ville la proportion de TCA sur chacune des périodes.

On peut ainsi différencier des villes où le type de climat annuel est souvent le même et d'autres où il varie fortement d'une année à l'autre. On peut également comparer la fréquence des TCA entre les deux périodes ce qui permet de souligner le changement climatique tout en conservant l'information de la variabilité interannuelle du climat. Les seuils définis pour les TCA sont les mêmes que ceux proposés originellement dans la classification de Köppen et reposent sur les données de température et précipitations observées pour chaque mois et chaque année (Kottek et al., 2006). Le détail de la classification, ses limites et critiques peuvent être consultées dans Geiger (1954), Eveno et al (2016), Dubreuil et al (2019).

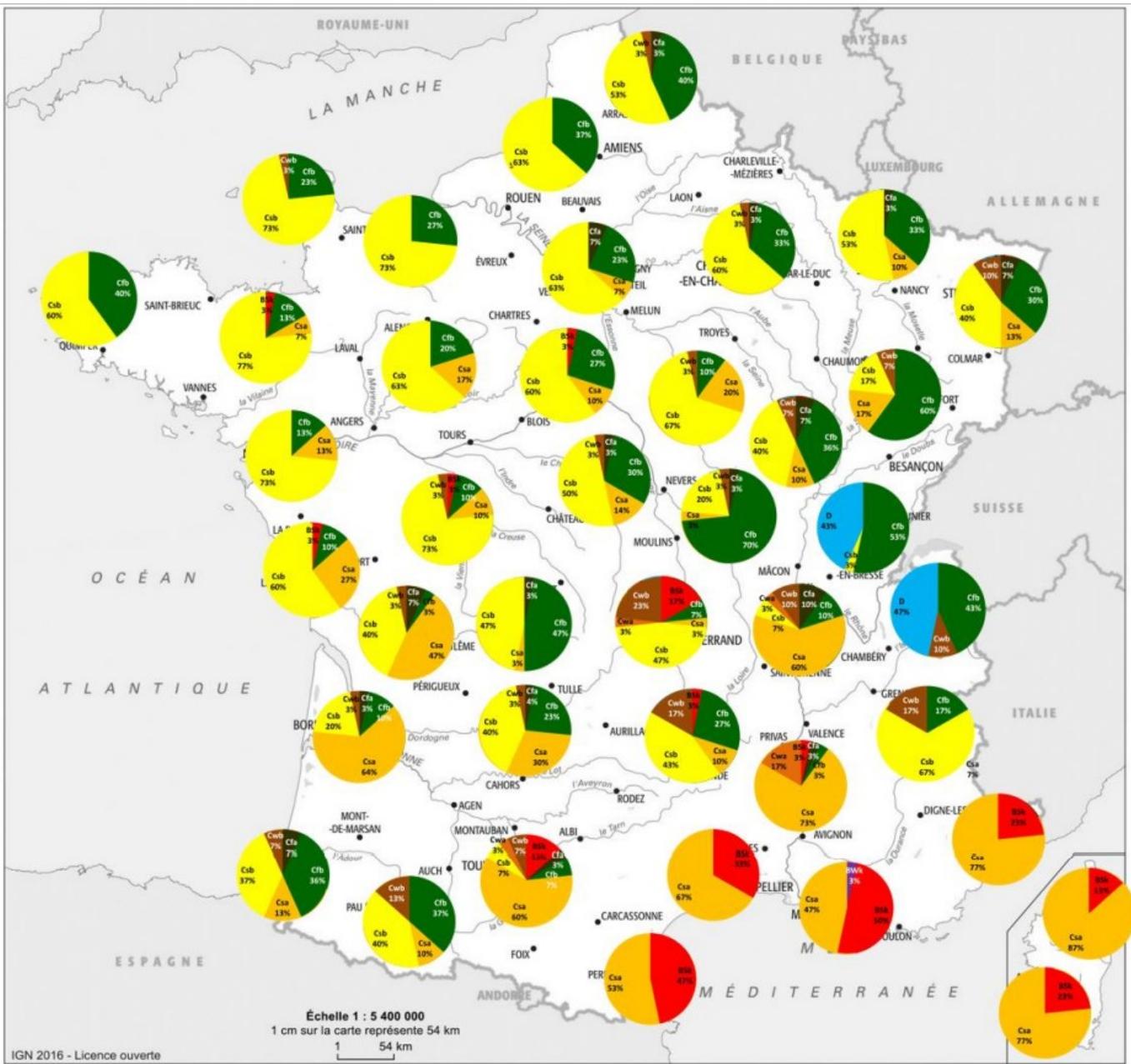
Pour simplifier la lecture, le tableau 1 rappelle les principaux types observés en France (parmi les 30 types de la classification mondiale) : en plus du code de Köppen, on propose une appellation générique qui renvoie à une région française ou voisine de la France où le type en question peut être observé actuellement (Viers, 1968) : là aussi, ces choix sont arbitraires et visent simplement à rendre plus didactique la présentation. Noter que tous les types de climats D ont été rassemblés dans une seule et même classe.

[Pour plus d'information sur les types de climats mondiaux selon Köppen](#)

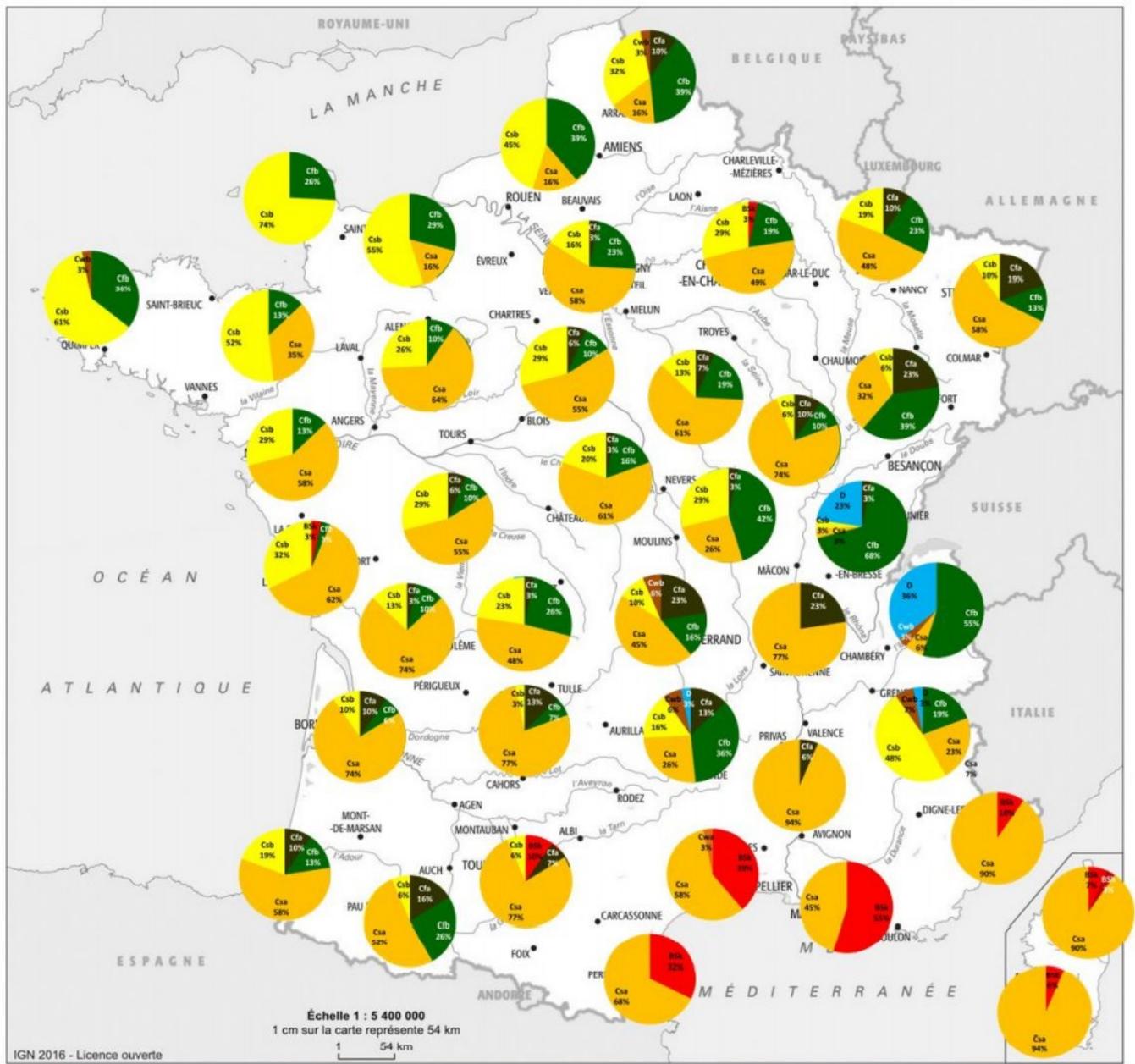
Type	Nom (indicatif)	Caractéristiques
D	Montagnard	Tempéré à hiver froid (influences continentales)
Cfb	Breton	Tempéré à été frais sans saison sèche



1958-1987



1988-2017



Période 2041-2070 (RCP4.5)

Fiche 2 : Effets attendus du changement climatique sur l'arbre et la forêt

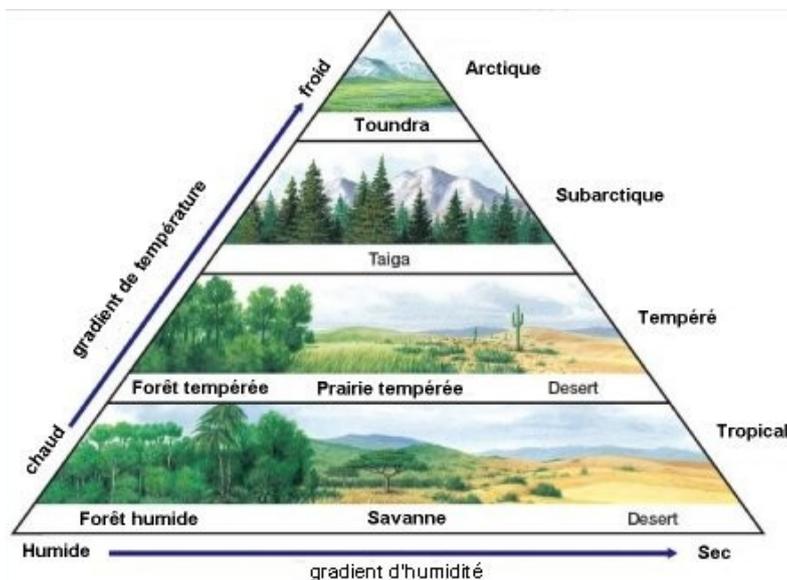
La vie des végétaux est d'abord conditionnée par le climat. Elle est donc potentiellement sensible au changement climatique. D'où la nécessité de bien comprendre les mécanismes impliqués afin de pouvoir anticiper et nous adapter.

Le climat, principal facteur limitant des forêts

La température, liée à l'énergie solaire reçue, varie de l'équateur aux pôles et détermine, à l'échelle mondiale, l'ordonnement en bandes parallèles des grands types de végétation : équatoriale, tropicale, tempérée, boréale. Le froid devient un facteur limitant prépondérant lorsque la latitude augmente. Sur les reliefs, on constate un étagement de la végétation qui s'explique également par un gradient thermique directement lié à l'altitude.

Le besoin en eau d'une plante dépend de la température, mais aussi du rayonnement, de l'humidité de l'air et du vent. Les précipitations ne répondent pas toujours à ce besoin, notamment en été. Il y a alors un déficit hydrique.

Besoins en chaleur, tolérance au froid et au déficit hydrique : chaque espèce d'arbre a ses exigences propres. Un climat approprié est une condition nécessaire pour permettre la présence durable d'une essence.



Le changement climatique perturbe le fonctionnement des arbres et des écosystèmes

L'augmentation des températures induit un allongement de la saison de végétation (voir aussi la page « Le changement climatique, péril ou opportunités pour les forêts ? ») de plusieurs jours par décennie : débourrement plus précoce, senescence des feuilles plus tardive. La production des forêts tempérées s'en est trouvée augmentée. Cependant, cela augmente aussi les besoins en eau donc le stress hydrique sur les marges méridionales des espèces. À plus long terme, les hivers trop doux devraient perturber la levée de dormance des bourgeons et des graines.

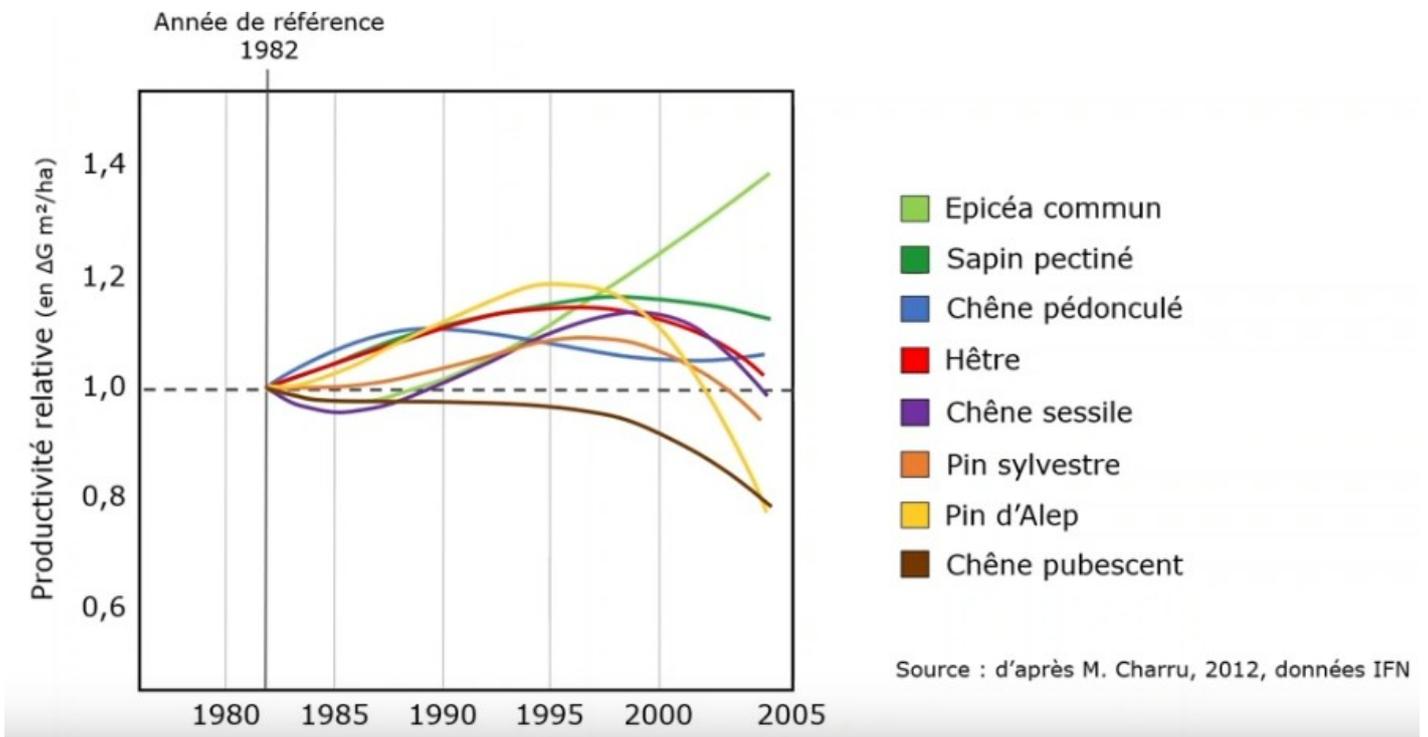
Par ailleurs, les compétitions entre espèces, de même que les cycles des champignons pathogènes et des insectes ravageurs, sont également modifiés, avec des conséquences en chaîne sur la composition et le fonctionnement des écosystèmes forestiers.

Quelles conséquences pour les principales essences françaises

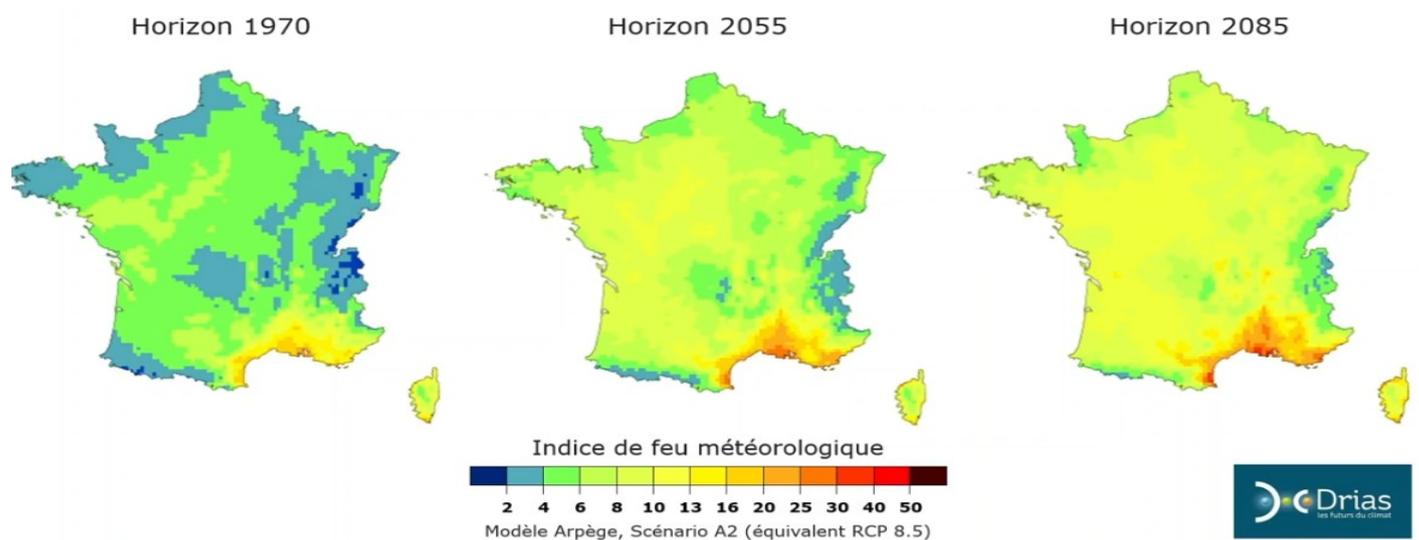
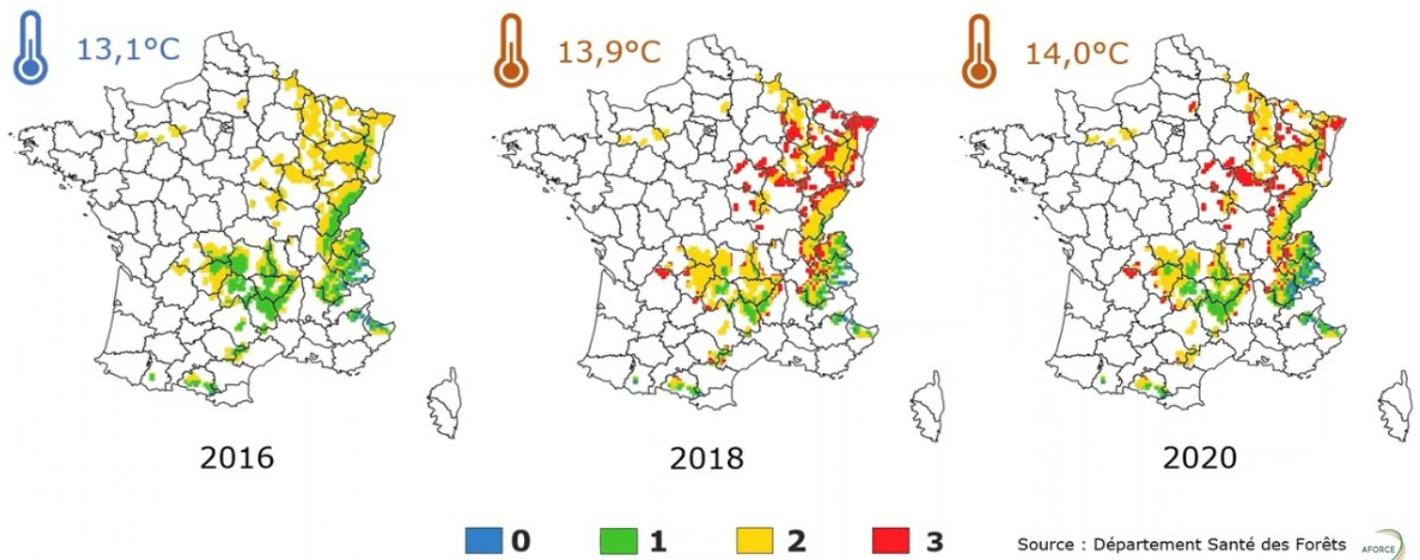
L'évolution des forêts françaises est suivie, entre autres, grâce à l'Inventaire Forestier National (intégré à l'IGN), aux signalements de problèmes sanitaires collectés par le département santé des forêts (DSF).

Les observations réalisées depuis quelques décennies viennent globalement confirmer les modèles de fonctionnement ou de répartition évoqués plus haut. Les incertitudes restent importantes, tant sur pour l'évolution du climat que pour la réaction des espèces d'arbres. Cependant, les tendances sont claires.

[LIEN VERS UNE VIDEO....](#)



Nombre de générations potentielles de scolytes typographiques au 1^{er} octobre et température moyenne annuelle pour la France



D'un côté, l'augmentation des températures permet aux essences de s'installer plus au nord, vers l'intérieur du pays ou plus haut en altitude. Ainsi, le **Chêne vert**, qui est cantonné actuellement à la zone méditerranéenne et à une mince frange atlantique, à la faveur de climats suffisamment doux, s'étend en Aquitaine, et le réchauffement lui ouvre potentiellement de nouveaux espaces dans l'Ouest en général.

Mais c'est sur la marge méridionale ou inférieure de leur aire de répartition que leur régression sera rapide à cause de l'accroissement du déficit hydrique. Déjà, les dépérissements et mortalités constatés rendent compte d'un fort impact des dernières anomalies climatiques. C'est notamment le cas pour le **Pin sylvestre**, dont l'état de santé des populations s'est fortement dégradé dans le Valais suisse et les Alpes du Sud.

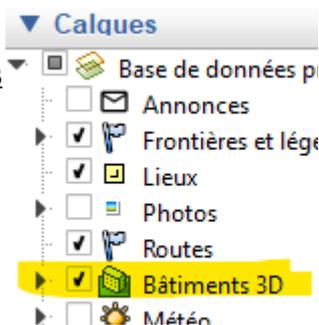
Imaginons, pour les principales essences françaises, une évolution plausible selon un scénario médian à l'horizon 2050 :

- Considérés ensemble, les **Chênes sessile et pédonculé**, qui constituent la première essence de la forêt métropolitaine verraient un tiers de leur aire actuelle devenir inhospitalière.
- Le retrait du **Hêtre**, qui couvre 15 % de la surface forestière de production, pourrait concerner les deux tiers de son aire actuelle, avec un repli vers les massifs montagneux et le nord-est de la France.
- Le **Sapin**, essence montagnarde à affinité méditerranéenne, pourrait subir un recul l'ordre de 60 %, sur ses marges méridionales et à basse ou moyenne altitude.
- L'**Épicéa**, devrait se replier dans l'étage subalpin, sur seulement un dixième de la surface qu'il occupe actuellement, de dévastatrices attaques de scolytes venant amplifier les effets directs du changement climatique.
- Le **Pin maritime**, surtout présent en Aquitaine et en région méditerranéenne, voit son extension et sa productivité potentielle stimulées par le réchauffement dans la moitié nord de la France, tandis qu'elle se maintiendrait dans le Sud à moyen terme. Son avenir est cependant menacé par la probable arrivée en France du nématode du pin.

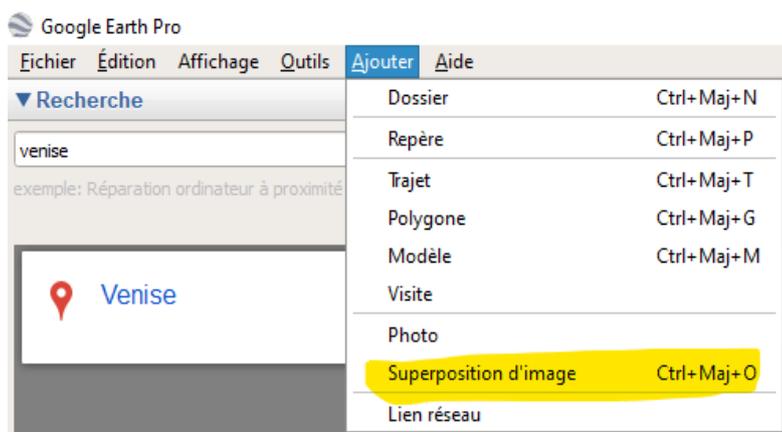
Source : AFORCE/ Réseau français pour l'adaptation des forêts au changement climatique.

Fiche 3 : Tutoriel : simuler l'effet d'une hausse de niveau marin avec Google earth.

- 1- obtenir un **image Jpeg bleue genre apparence de la surface de la mer.**
- 2- Ouvrir **Googleearth**, **centrer sur une zone de préférence avec bâtiments en 3D**



3- **Ajouter l'image de mer en mode superposition d'image**



- 4- Grâce à l'**onglet altitude**, en mode **altitude absolue**, placer l'image/ plan/ niveau de la mer **à l'altitude que vous voulez....**
L'effet sera hyper-réaliste !!

