

La forêt hyperconnectée:

Intelligence, sensibilité et communication chez les arbres



Francis Martin

INRAE





La forêt

Ressource

Naturalité

Biodiversité

Réseaux d'interactions

Conflits & coopération

Changement climatique

Maladies émergentes

Futur incertain

La forêt

un haut-lieu de biodiversité

17,3 millions d'hectares

(30% du territoire métropolitain)

9,5 millions d'hectares en 1830

11,3 milliards d'arbres

67 % de feuillus

21 % de conifères

12 % mixte

72 % de la flore métropolitaine

190 espèces d'arbres

70 espèces de mammifères

120 espèces d'oiseaux

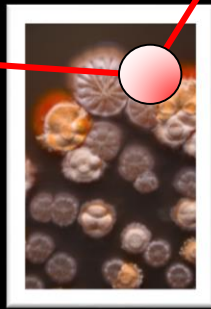
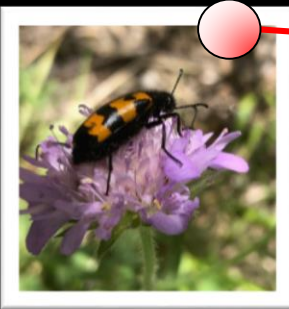
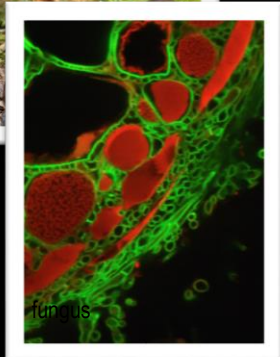
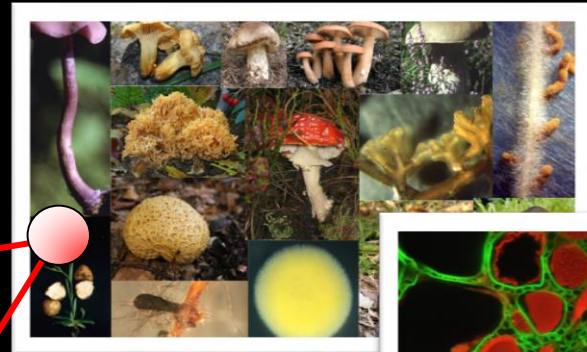
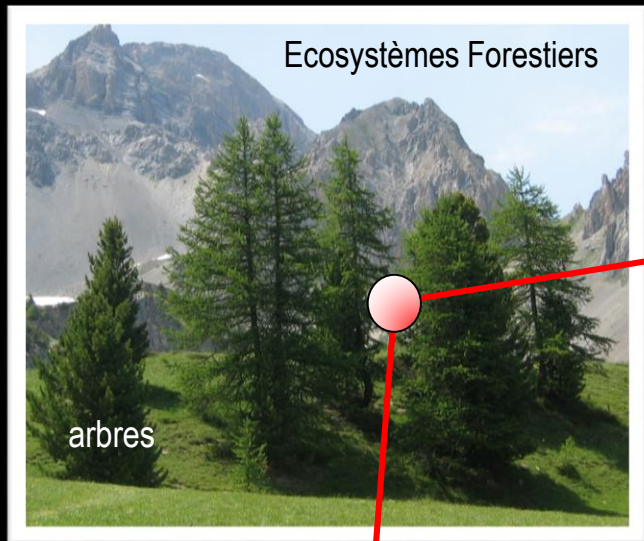
30 000 espèces d'insectes

30 000 espèces de champignons

interdépendances

un stock de 1,3 milliard de tonnes de carbone

La forêt hyperconnectée



Interfaces – Interactions

La recherche en écologie forestière :
décrire, décrypter et interpréter
ces réseaux complexes d'interactions

L'arbre monde

L'arbre sensible & communicant

L'arbre qui souffre

L'Arbre-Monde, un méta-organisme

2300 espèces sont hébergées par un chêne, dont 326 dépendent de cet arbre pour leur survie
(716 lichens, 108 champignons, 1178 invertébrés, oiseaux, chauves-souris, papillons ...)

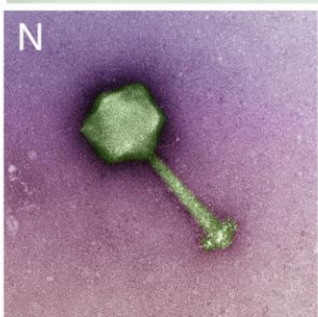
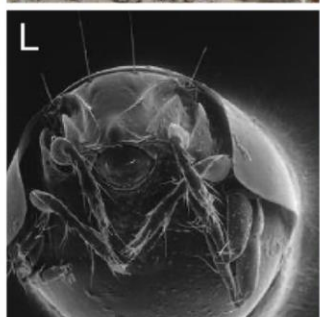
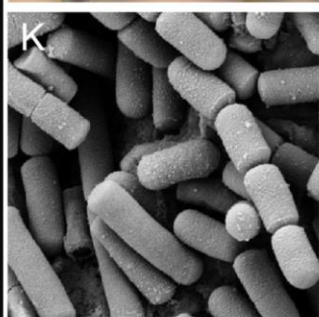
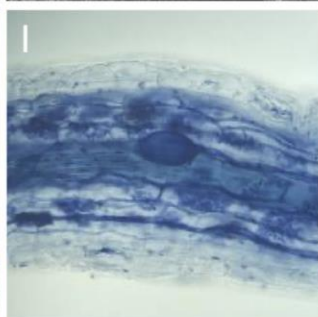
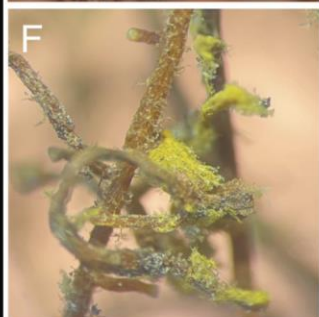
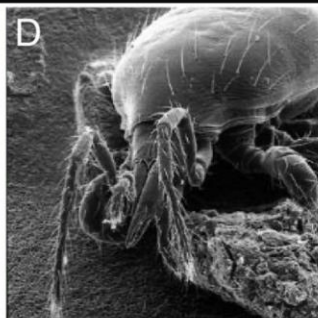
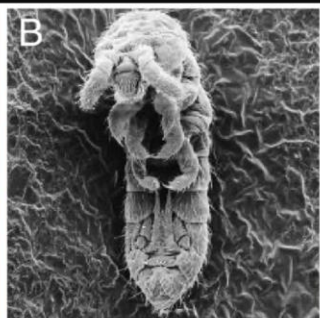


L'arbre, grand pourvoyeur de carbone



C







Trois guildes majeures de champignons sylvicoles



Trametes versicolor

Caries blanches



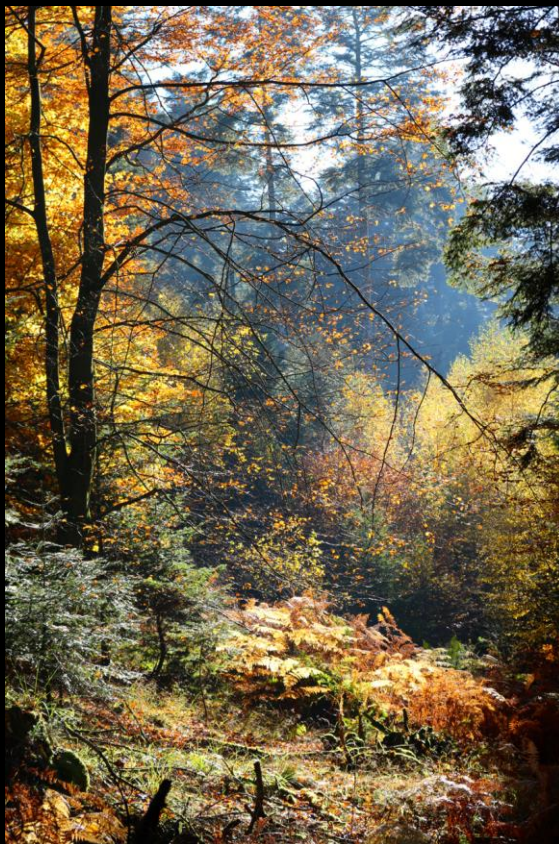
Fomitopsis pinicola

Caries brunes



Lepista nuda

Décomposeurs de litière



Ectomycorrhiziens



Amanita muscaria

Symbiotrophes

Endomycorrhiziens



Gigaspora



Lichens

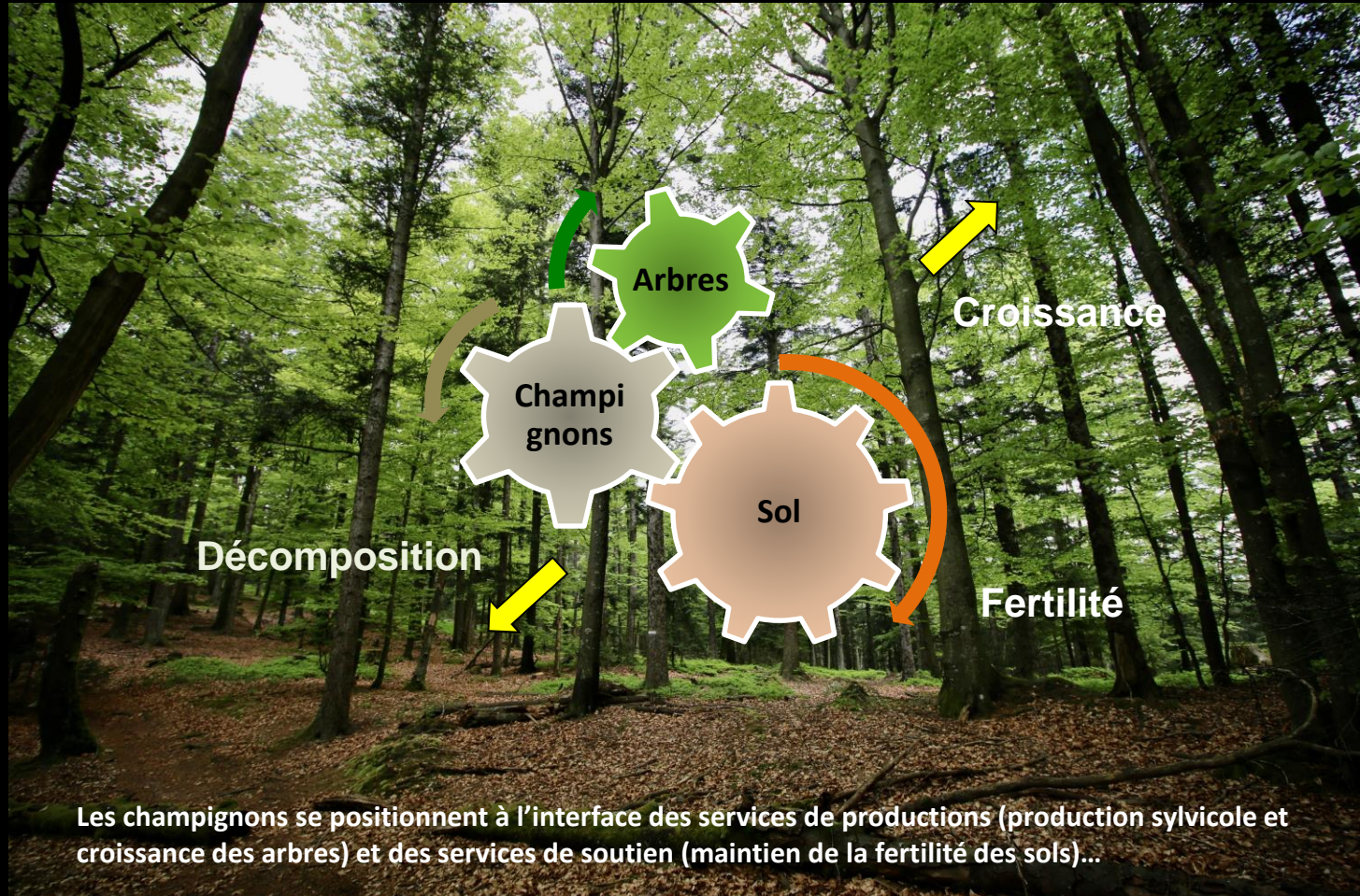


Armillaria

Pathogènes

Saprotrophes

Rôle des communautés fongiques à l'interface SOL - ARBRE

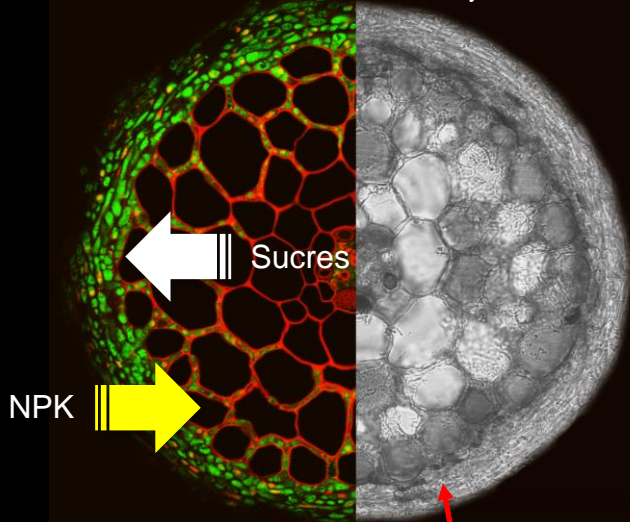




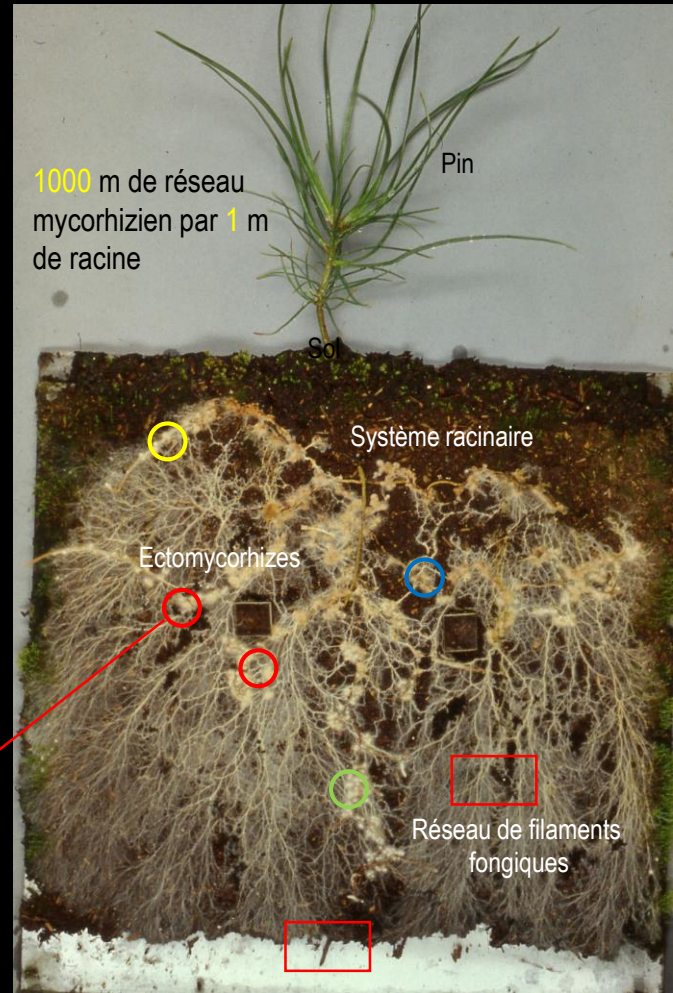


La symbiose ectomycorhizienne

Section transversale d'ectomycorhize



Racine courte ectomycorhizée



La symbiose ectomycorhizienne



Réseaux sociaux mycéliens



L'arbre monde

L'arbre sensible & communicant

L'arbre qui souffre

L'arbre, grand pourvoyeur de carbone

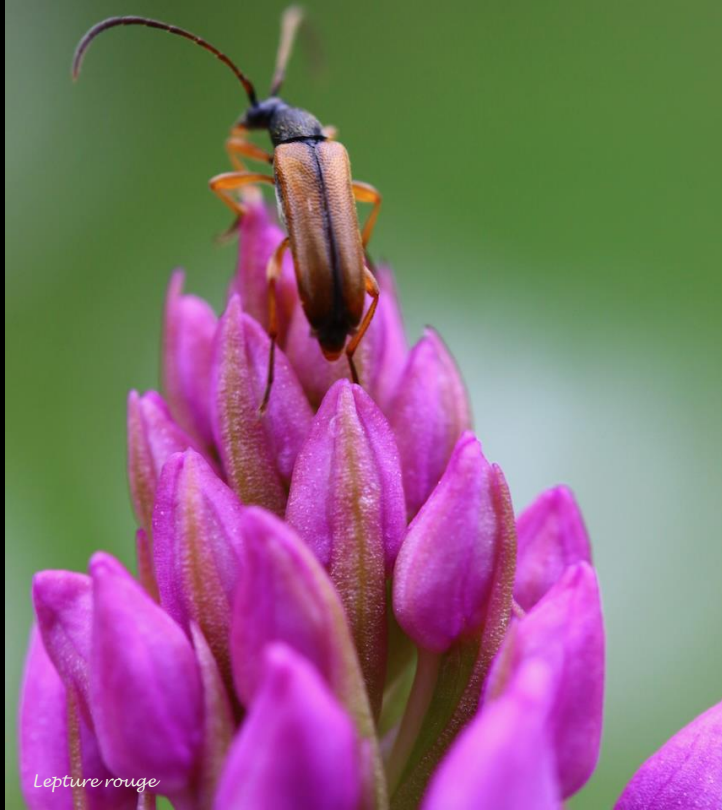


C



La grande dévoration





Lepture rouge



Cétoine dorée



Cardinal

Insectes phytophages



Clyte bélier



Grand Capricorne du Chêne



Livrée des arbres (Malacosoma neustria)

Messages d'alerte

Les messages émis sont des **courants électriques** transmis à l'intérieur de la plante, ou des **substances chimiques** diffusées à d'autres parties de la plante.

Les plus spectaculaires sont les **messages d'alerte** : par exemple lorsqu'une feuille est attaquée par une chenille, une molécule, la **systemine**, est transportée par la sève, et prévient rapidement les autres feuilles qui peuvent mettre en place des réactions de défense, par exemple en produisant des **substances toxiques** pour l'animal (inhibiteurs digestifs).

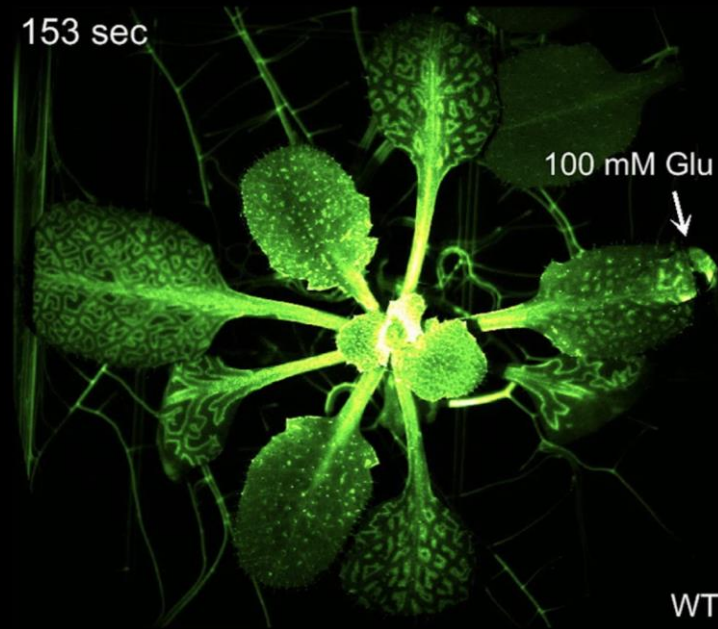


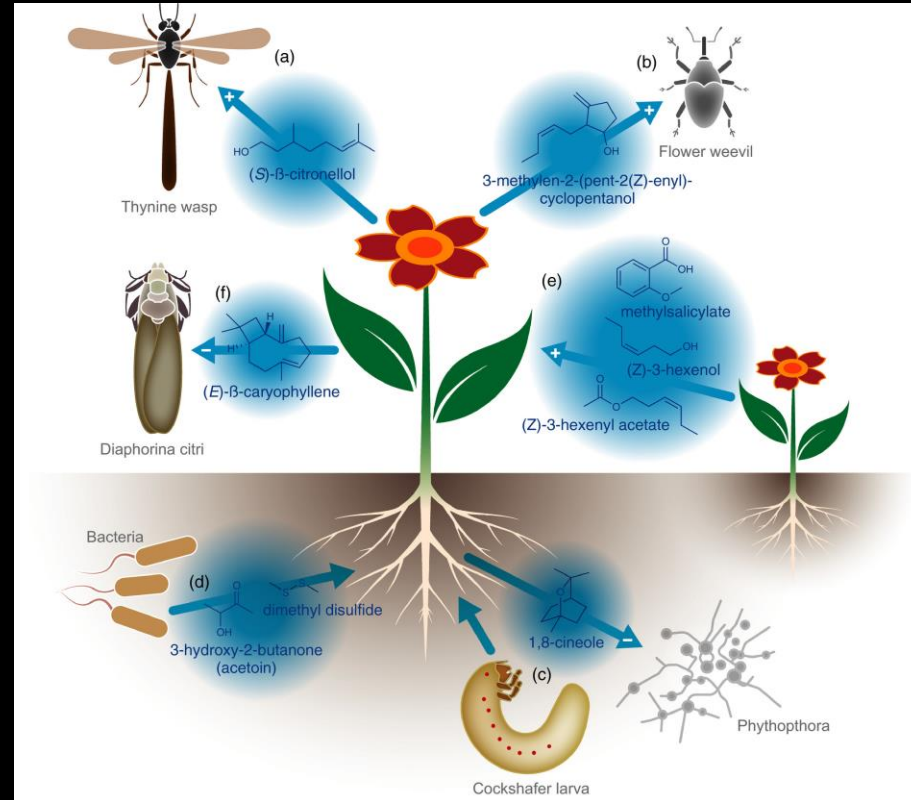
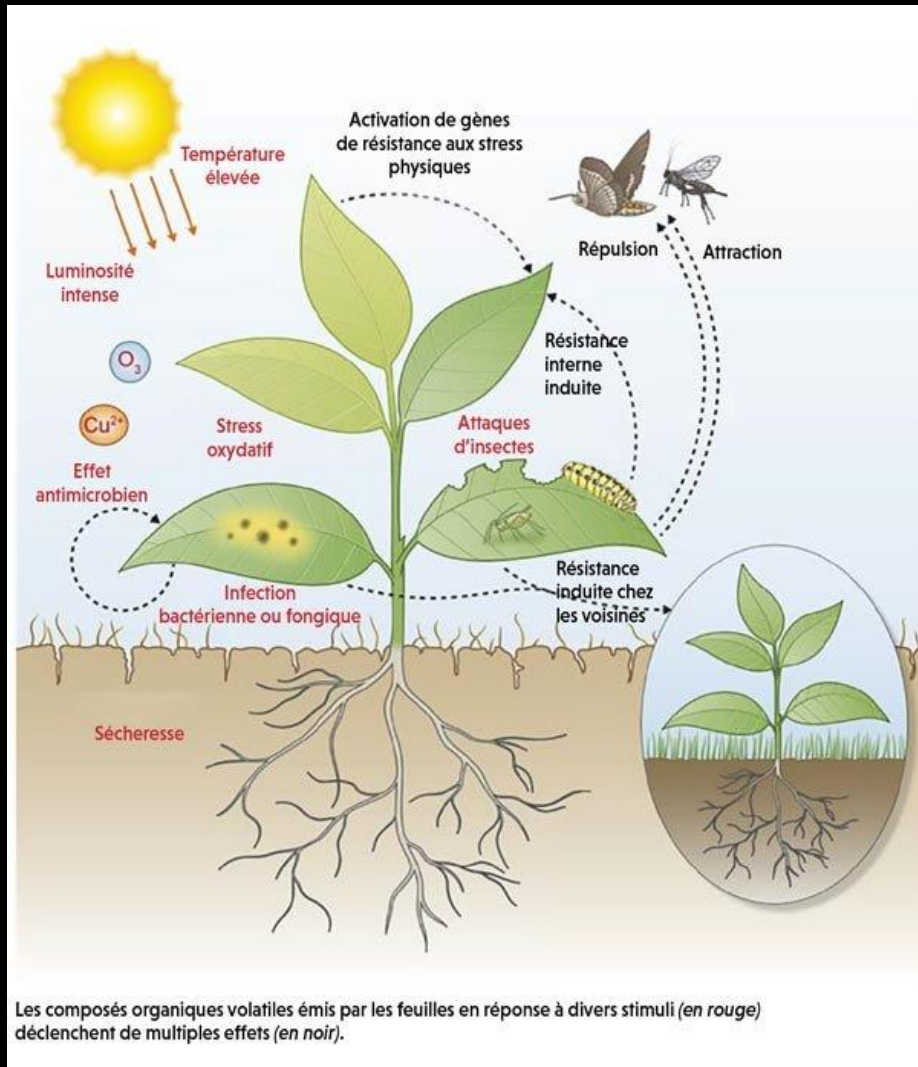
Chenille épineuse du "Paon du jour"
Inachis io

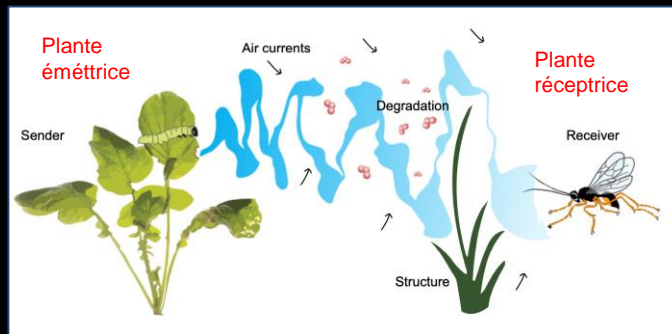
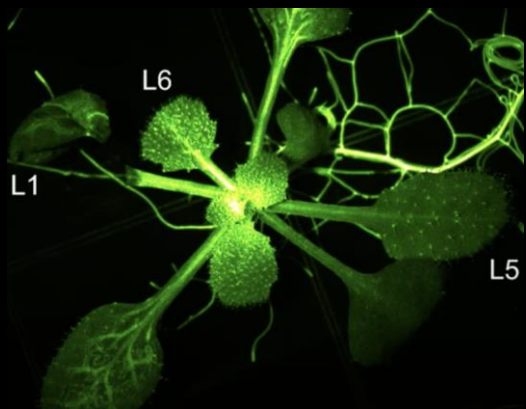
Messages d'alerte

Les messages émis sont des **courants électriques** transmis à l'intérieur de la plante.

153 sec



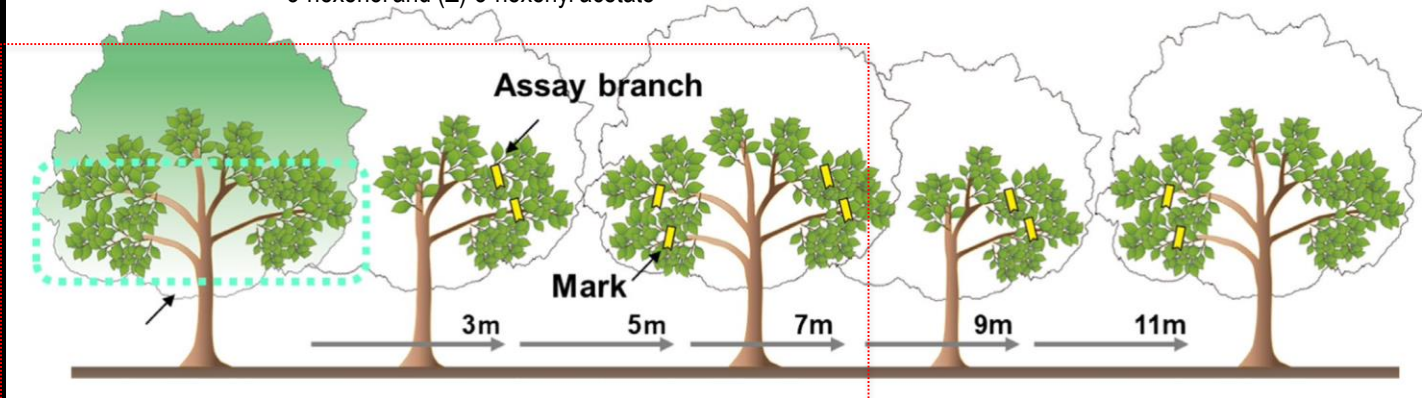




Hêtre blessé

→ Hêtres voisins

3-hexenol and (Z)-3-hexenyl acetate

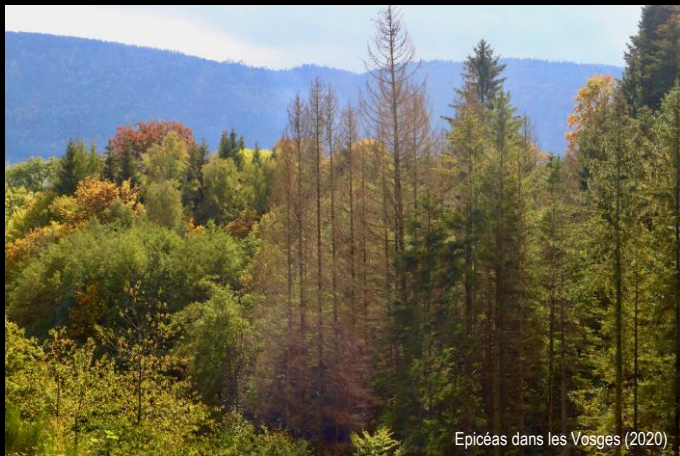


L'arbre monde

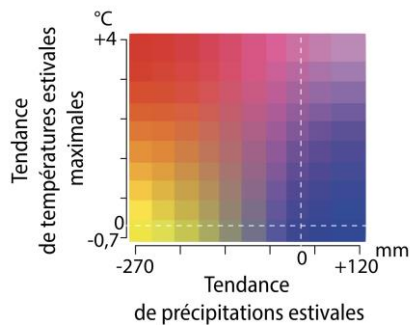
L'arbre sensible & communicant

L'arbre qui souffre

Nos forêts se meurent ...



Pourquoi ?



Les régions ayant subi un réchauffement et une diminution des précipitations les plus importantes sont dans les tons rouges.

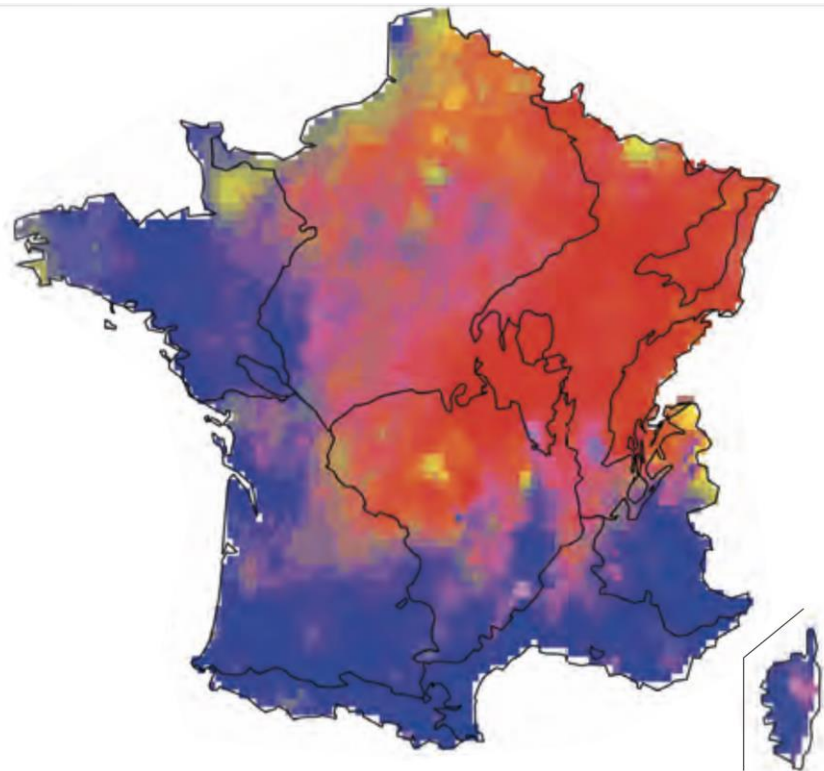


Figure 1 : Tendances estivales des températures maximales et des précipitations, entre 2006 et 2020.
Données source Copernicus ; jeu de données EOBS v 26.0e

Principaux problèmes sanitaires actuels en forêt

Le typographe de l'épicéa

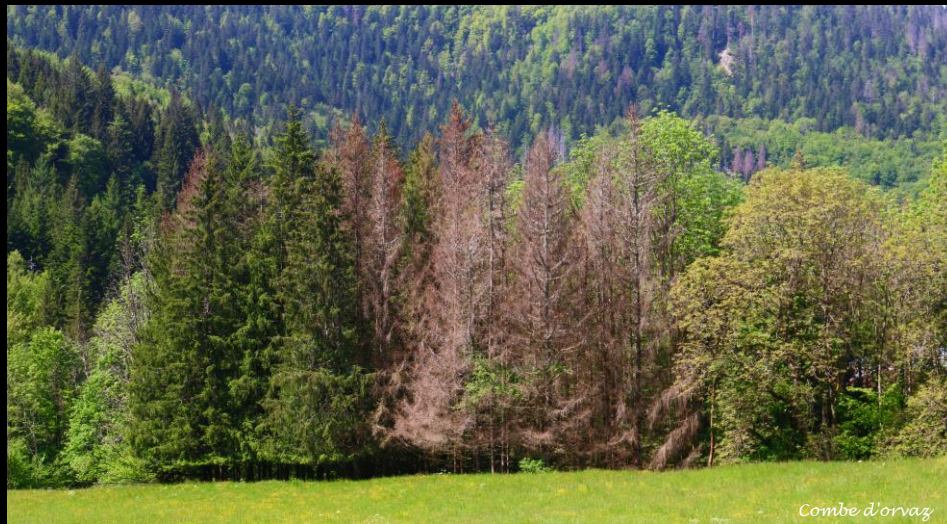
La chalarose du frêne

La processionnaire du chêne

La mouche des aiguilles du douglas

La maladie des bandes rouges des pins

Le hanneton forestier



Traces laissées sous l'écorce par le développement des larves de scolyte de l'épicéa (à gauche, T. Bélouard (DSF)), adulte de scolyte de l'épicéa (à droite, G. San Martin (Creative Commons)).

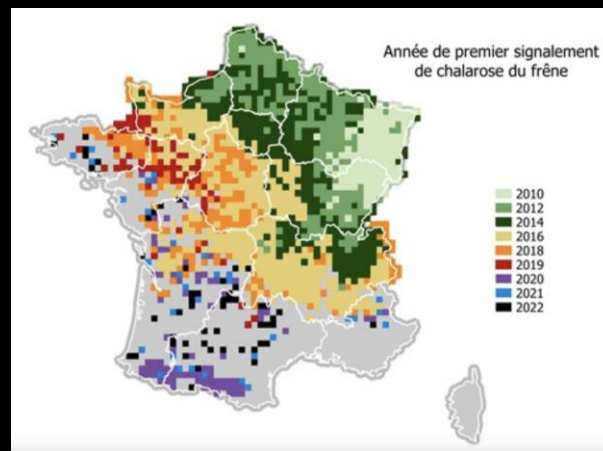


La vallée de Quint, Vercors diois



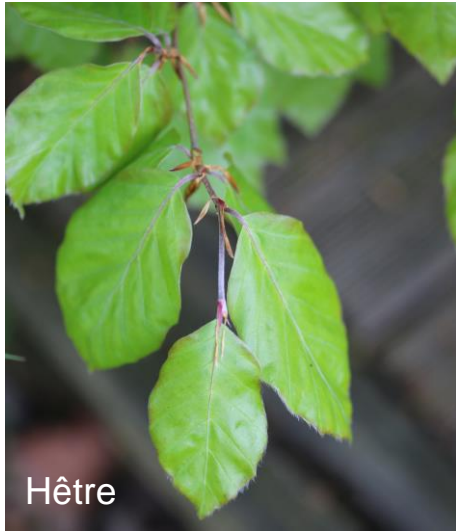
Vercors :
pas de solution contre la pyrale du buis



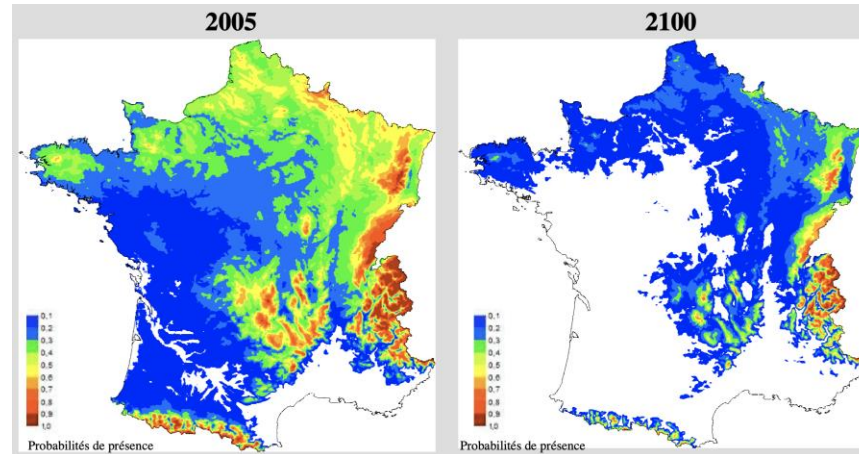




Quel futur pour nos forêts ?

Répartition géographique probable en climat futur

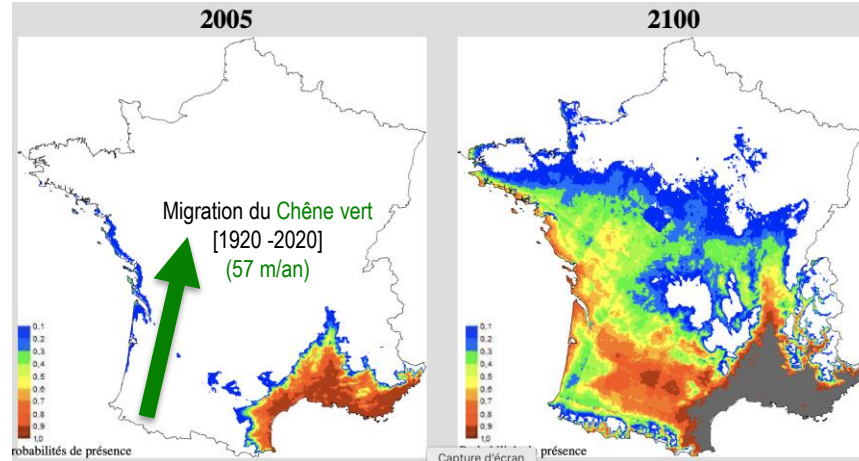
Hêtre



Le retrait du **Hêtre**, qui couvre 15 % de la surface forestière de production, pourrait concerner les 2/3 de son aire actuelle, avec un repli vers les massifs montagneux et le NE de la France.



Chêne vert



Le **Chêne vert** et le **Pin maritime**, surtout présents en Aquitaine et en région méditerranéenne, voient leur extension stimulée par le réchauffement dans la moitié nord de la France, tandis qu'elle se maintiendrait dans le Sud à moyen terme

Vers les cimes ... la Reconquista





Restaurer

Planter des forêts diversifiées
Biodiversité
Réseaux d'interactions



Changement climatique, gestion forestière et biodiversité

Les priorités

- Favoriser la biodiversité avec la forêt mosaïque : diversification des essences via la régénération naturelle.
- Migration assistée : le projet Giono (Plus de 7 000 chênes et hêtres du sud de la France ont ainsi été implantés dans les forêts du Grand-Est).
- Introduire des essences nouvelles pour la forêt de demain avec les « îlots d'avenir » (sapin d'Espagne, calocèdre, séquoia, chêne faginé du Portugal).
- Synthétiser et diffuser les connaissances scientifiques sur les pratiques de gestion favorables à la biodiversité.

Tout cela dans un contexte de changement climatique où les épisodes extrêmes (sécheresses et tempêtes) pèsent déjà sur la fertilité des sols forestiers, le cycle du carbone et la santé des massifs forestiers.