



# Adapter les forêts françaises au changement climatique

Meriem Fournier et Myriam Legay

AG FRANSYLVA  
19 octobre 2021

**AFORCE**  
RMT Adaptation des forêts  
au changement climatique

# A QUOI FAUT-IL S'ADAPTER ?



## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EST UNE RÉALITÉ

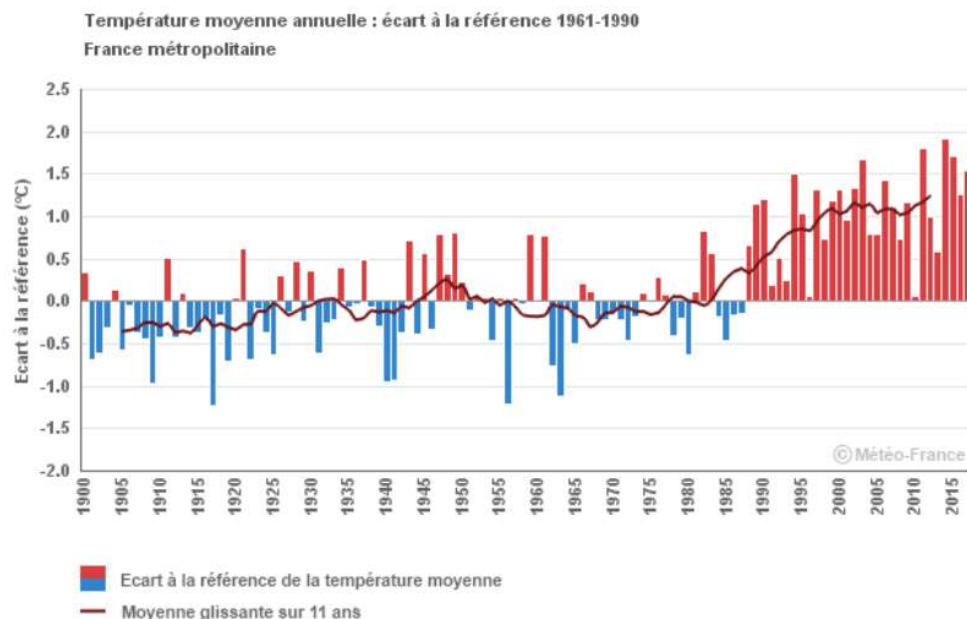


Figure 1 : L'histogramme représente l'écart à la référence (moyenne sur la période 1961-1990) de la moyenne annuelle des températures moyennes quotidiennes observées. La courbe représente la moyenne glissante sur 11 ans.

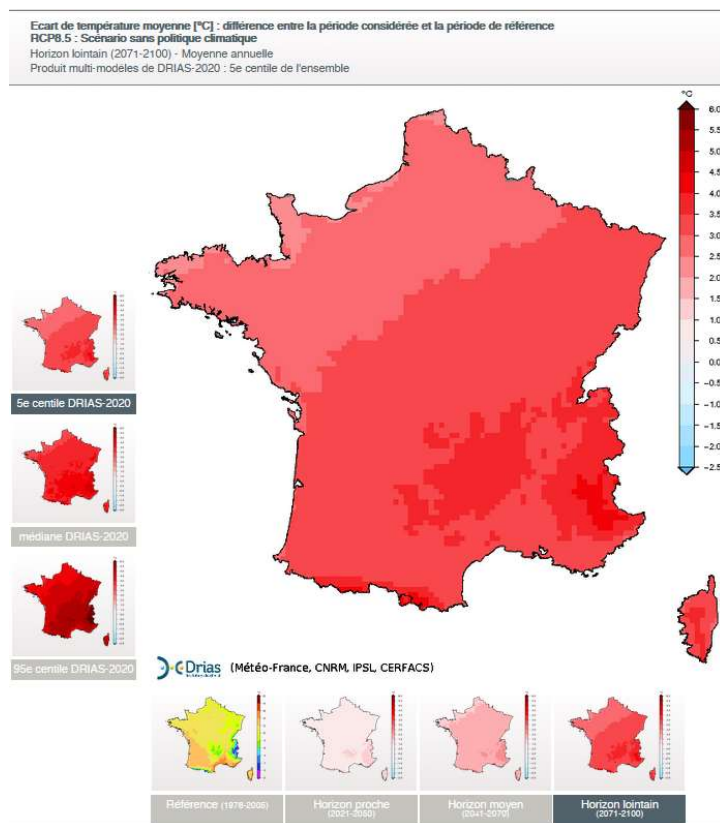
Et aussi

- ↗ Nombre de jours >25°C
- ↘ Nombre de jours de gel
- ↗ Vagues de chaleur
- ↗ Intensité des sécheresses
- ↗ Assèchement du sol

...

Source  
Direction de la Climatologie et des  
Services Climatiques, Météo-France

## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : ET APRÈS ? SIMULATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE



Tendance moyenne : réchauffement et assèchement du climat

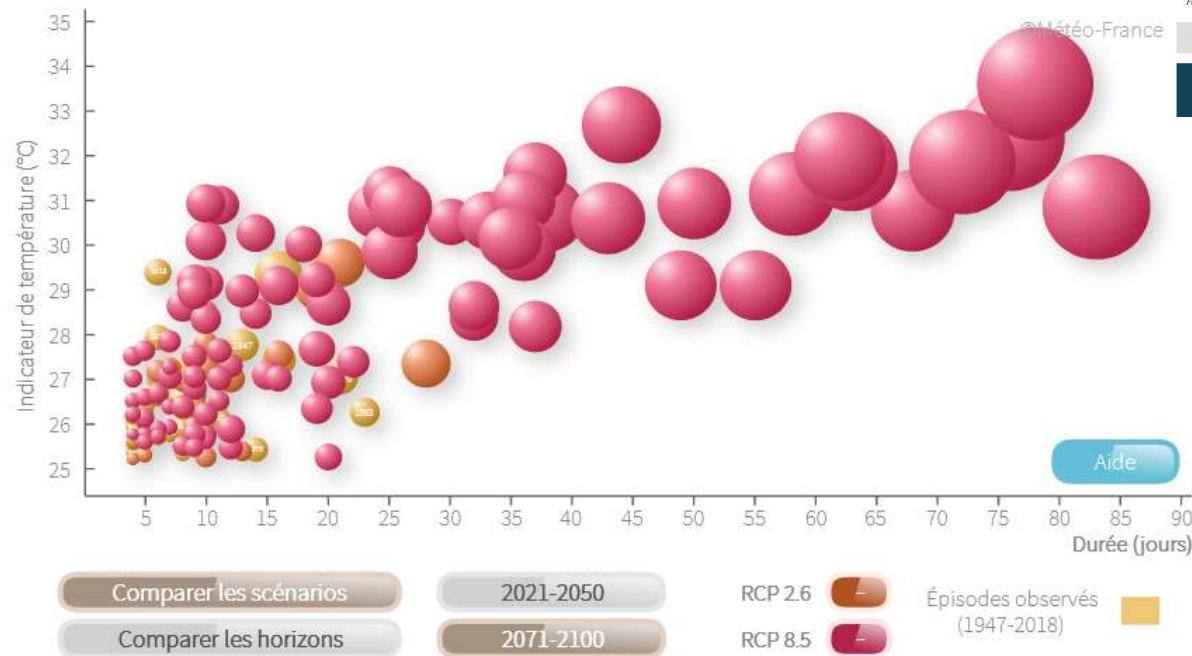
Plus chaud, plus sec en été

Conduisant à des sols plus secs en été

**...mais cela dépendra beaucoup  
des mesures que nous prendrons  
ou pas pour limiter (vite et fort)  
nos émissions**

## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : ET APRÈS ? SIMULATIONS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE

Vagues de chaleur : simulations pour différents scénarios et différents horizons



Logo République Française (Liberté, Égalité, Fraternité) et Météo France.

### Comprendre

Tout savoir sur la météo, le climat et Météo-France

Actualités | La météo de A à Z | **Le climat** | La recherche | Qui sommes-nous ? | Publications

Climat passé | Climat futur

Autres informations  
interactives sur le site  
Climathd

<http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/climathd>

**Si on ne fait pas d'effort, 2003 deviendra un été frais par rapport aux étés de la fin du siècle...**

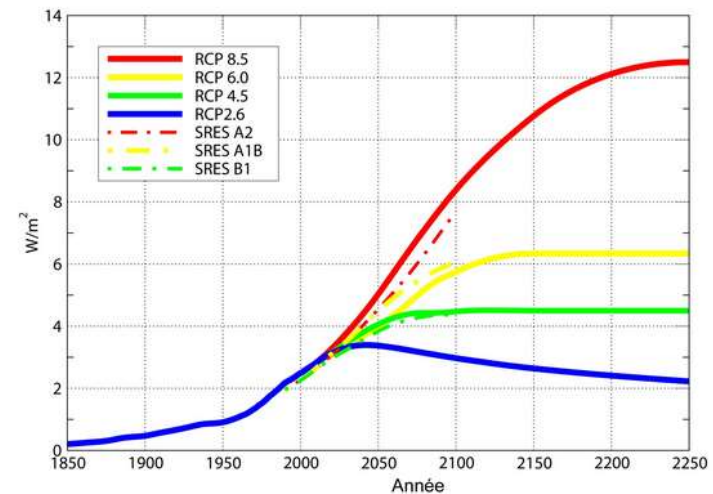
## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : TOUT DÉPEND DU SCÉNARIO

Les scénarios socioéconomiques  
SRES [Second Report on Emission Scenario](#)

Scénario	Population	Economie	Environ.	Equité	Technologie	Mondial.
A1FI	↘	↗	↘	↗	↗	↗
A1B	↘	↗	↗	↗	↗	↗
A1T	↘	↗	↗	↗	↗	↗
B1	↘	↗	↗	↗	↗	↗
A2	↗	↗	↘	↘	↗	↘
B2	↗	↗	↗	↗	↗	↘

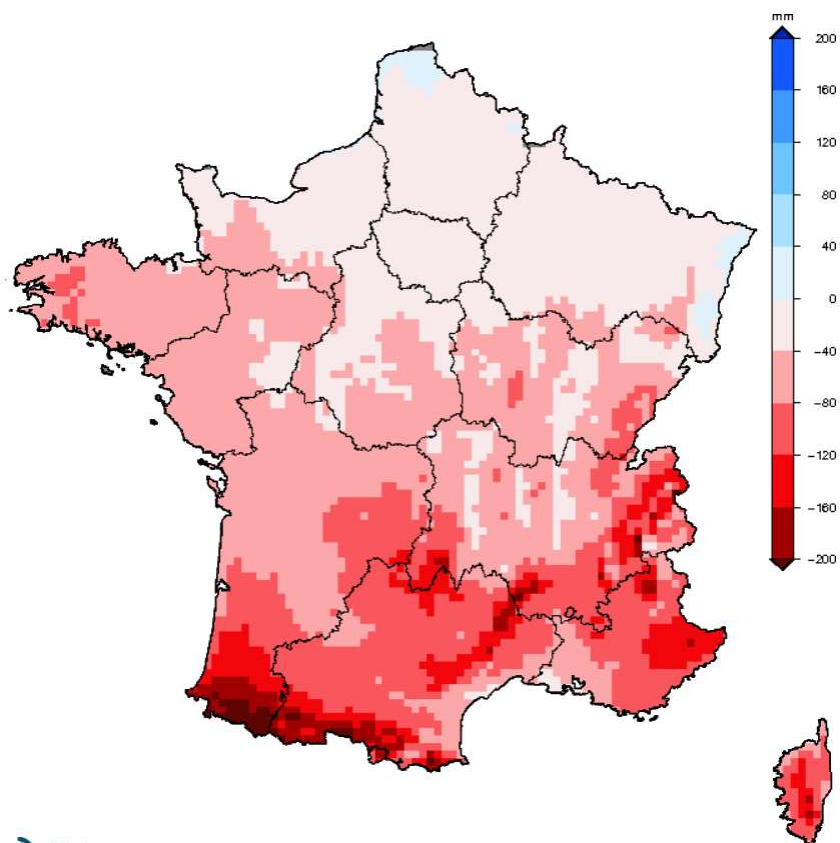
Site DRIAS

Les scénarios basés sur le forçage radiatif  
RCP pour *Representative Concentration Pathway*.



Comparaison des scénarios RCP (traits pleins) et SRES (tirets).

## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : TOUT DÉPEND DE LÀ OÙ ON SE TROUVE



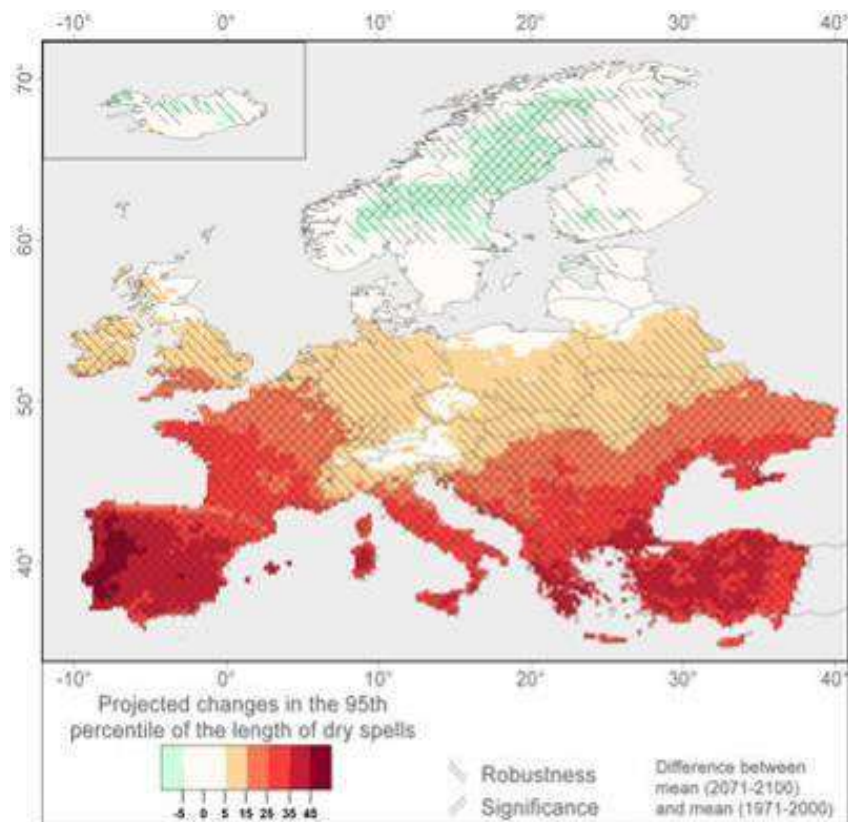
Ecart du cumul de précipitations  
entre avril et octobre

entre la période lointaine 2085 et  
la période actuelle

Scénario RCP8.5 (sans politique  
climatique)

Produit multimodèles DRIAS 2020, médiane de  
l'ensemble

## CE QUE LES CLIMATOLOGUES NOUS DISENT : TOUT DÉPEND DE LÀ OÙ ON SE TROUVE



**Variation de la durée annuelle cumulée des sécheresses en 2071-2100 comparé à 1971-2000**

**Sécheresse** : au moins 5 jours consécutifs avec des précipitations journalières inférieures à 1 mm

Repris de Caquet et Bréda 2015



ADAPTER LA FORÊT

# QUE VONT DEVENIR LES FORÊTS ?



## PAS SIMPLE POUR LES SYLVICULTEURS

- Pas de forêt si trop sec (ou trop froid)
- Les arbres poussent lentement, le climat change vite avec de fortes incertitudes
- La gamme des espèces adaptées à un milieu n'est pas si grande
- La sylviculture ne transforme pas le milieu mais elle s'y adapte
- Des méthodes empiriques, éprouvées depuis des siècles, mais le climat ne changeait pas si vite

-> de nombreuses espèces ne seront plus adaptées et vont mourir là où elles sont actuellement et même si elles ont été « en station »

**La station forestière :  
la bonne essence  
au bon endroit**

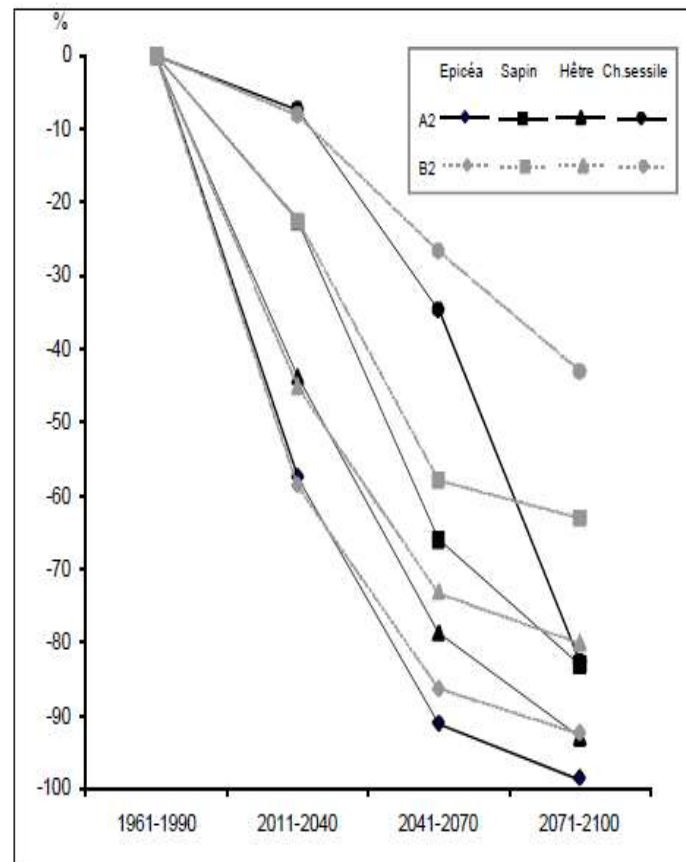
La station forestière est l'élément fondamental de la gestion forestière. A partir de son identification, le forestier peut installer ou favoriser des essences adaptées au sol et au climat de sa forêt. Grâce à une sylviculture dynamique, il augmente ses chances de produire des bois de qualité, de diminuer les coûts de production et de valoriser son patrimoine.

CRPF  
Nord-Pas de Calais  
Picardie

états  
Nord-Pas de Calais

PICARDIE  
LA RÉGION

## LES TRAVAUX DE RECHERCHE PRÉDISENT LE PIRE DEPUIS 10 ANS



Piedallu C et co-auteurs. Impact potentiel du changement climatique sur la distribution de l'Epicéa, du Sapin, du Hêtre et du Chêne sessile en France. Revue Forestière Française, 2009, LXI (6), pp.567-593.

## ET DEPUIS DEUX ANS ON COMMENCE À OBSERVER LE PIRE



Reportage 2019 dans le Haut Rhin

## SUIVRE ET ANTICIPER LES EFFETS

- Observation et suivi en continu de l'état des

**Les arbres**

- Etat de santé, pathologies
- Croissance
- Dates d'apparition puis de chute des feuilles
- Nutrition minérale
- Retombée de litière et de fruits au sol

**Diversité des espèces**

- Composition de la flore
- Inventaire des charnignons supérieurs

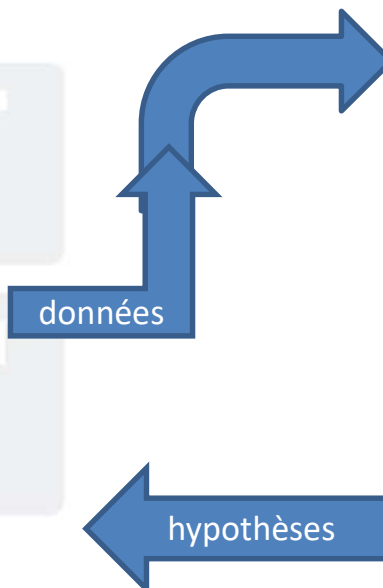


**Atmosphère**

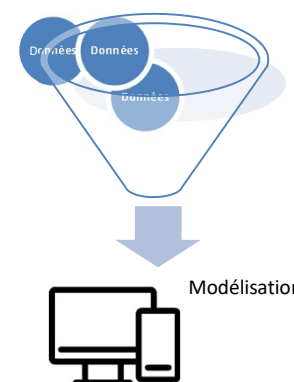
- Météorologie
- Dépôts atmosphériques
- Concentration en ozone

**Sol : terre et eau**

- Acidité
- Contenu en nutriments
- Contenu en carbone



- Travaux de recherche



Simulations des effets possibles sur la croissance des arbres, la répartition des espèces...

Reférents CRPF IDF , DSF

## ACCUMULER LES SAVOIRS ET LES RETOURS D'EXPÉRIENCE

# AFORCE

RMT Adaptation des forêts  
au changement climatique

- > Accélérer la diffusion des connaissances
- > Fournir des outils d'aide à la décision
- > Encadrer les initiatives d'adaptation
- > Informer, échanger et expérimenter

Un réseau pour accompagner  
les forestiers dans la préparation  
des forêts au changement climatique

### Partenaires

AFORCE regroupe des organismes impliqués dans le transfert des connaissances vers les gestionnaires.

#### Recherche et enseignement supérieur



#### Développement, gestion et enseignement technique



[www.reseau-aforce.fr](http://www.reseau-aforce.fr)

## CONNAITRE LA VULNÉRABILITÉ DE LA FORÊT ET ANTICIPER LES ESSENCES DU FUTUR -> LES OUTILS DU SITE CLIMESSENCES DU RMT AFORCE



<https://climesseces.fr>

Ouvert en 2021

Documenter de façon organisée et systématique l'autécologie des essences selon une liste de 37 critères (projet Caravaniks)

Mieux connaître les scénarios climatiques et modéliser la zone de compatibilité climatique des essences (projet IKSMAPS)

# LES FICHES ESSENCES DU SITE CLIMESSENCES DU RMT AFORCE



Documentation

Fr

Meriem Fournier  
Mode Standard

Fiches espèces

Variables climatiques

Analogie climatique

Compatibilités climatiques

Consulter les fiches espèces et les comparer

Fiches espèces

Comparaison d'espèces (tous les critères)

Comparaison pour une sélection de critères



Aulne de Corse

*Alnus cordata*

Feuille

Caravane



Aulne glutineux

*Alnus glutinosa*

Feuille

Caravane



Gestion d



FRANSYVA  
FORESTIERS PRIVÉS DE FRANCE



# LES FICHES ESSENCES DU SITE CLIMESSENCES DU RMT AFORCE

🏠 > Liste des espèces > Castanea sativa Mill. - Châtaignier commun

## Présentation

1. Facteurs limitants climatiques
  2. Facteurs limitants édaphiques
  3. Connaissance de la diversité génétique
  4. Croissance et production de bois
  5. Autres services écosystémiques
  6. Mise en œuvre sylvicole
  7. Vulnérabilité aux risques biotiques
  8. Vulnérabilité aux risques abiotiques
- Recommandation
- Bibliographie

## 1 Facteurs limitants climatiques

### 1.1 Résistance juvénile aux fortes sécheresses

Plants de 2-3 ans sensibles à la sécheresse.

Note **D** Fiabilité    Terrain    Expert    Bibliographie : **8**

### 1.2 Résistance adultes aux fortes sécheresses

A priori peu sensible aux sécheresses à l'âge adulte mais dépérissements inquiétants observés en moitié sud sur stations difficiles suite aux épisodes secs postérieurs à 2003.

Note **B** Fiabilité    Terrain    Expert    Bibliographie : **2,8**

### 1.3 Adaptation aux climats déficitaires en eau

Risque de dépérissement élevé lorsque le déficit hydrique estival dépasse 220 mm.

Note **C** Fiabilité    Terrain    Expert    Bibliographie : **2**

### 1.4 Résistance aux fortes chaleurs (canicules)

A priori résistant aux canicules jusqu'à 40°C mais sensible aux coups de soleil à l'état isolé jusqu'à 30 ans.

Note **B** Fiabilité    Terrain    Expert    Bibliographie : **2,8**

## LES CARTES DE COMPATIBILITÉ CLIMATIQUE DU SITE CLIMESSENCES

Projet IKSMAPS :

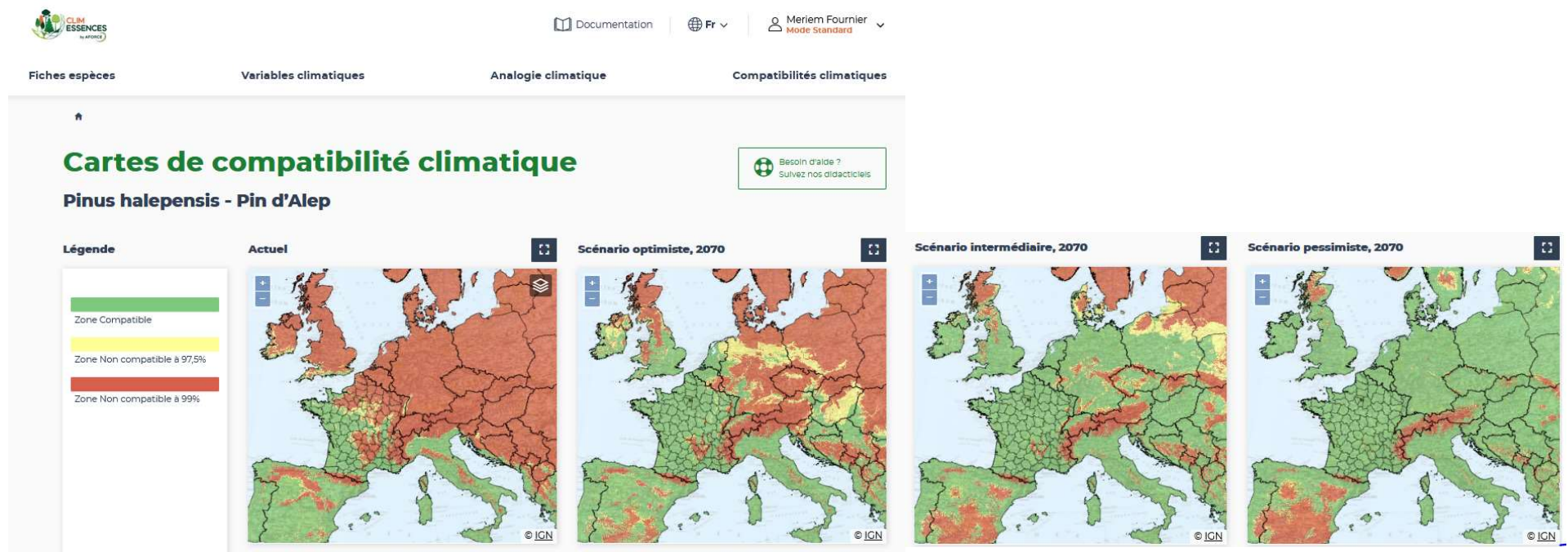
on sait où est l'espèce (**jeu de données EU-Forest**, inventaires forestiers de 21 pays européens) et cela permet de caractériser ses préférences dans le climat actuel par rapport à 3 indicateurs climatiques



# LES CARTES DE COMPATIBILITÉ CLIMATIQUE DU SITE CLIMESSENCES

Projet IKSMAPS :

On projette le climat et on regarde point par point (1km<sup>2</sup>) si l'espèce est adaptée / trois indicateurs.



## LES CARTES DE COMPATIBILITÉ CLIMATIQUE DU SITE CLIMESSENCES

Projet IKSMAPS :

On projette le climat et on regarde point par point (1km<sup>2</sup>) si l'espèce est adaptée / trois indicateurs.

### Cartes de compatibilité climatique

*Pinus halepensis* - Pin d'Alep

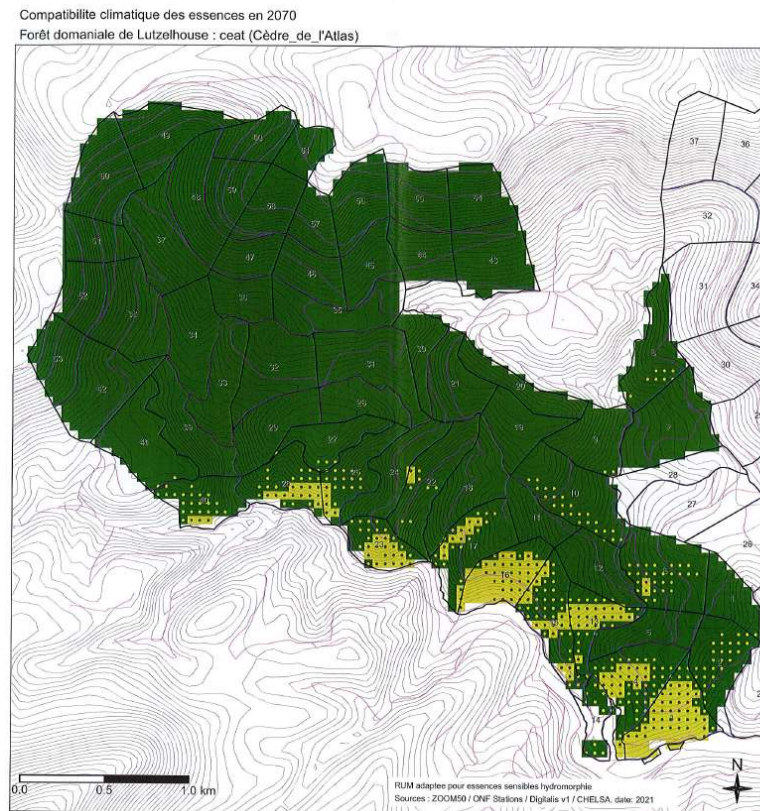
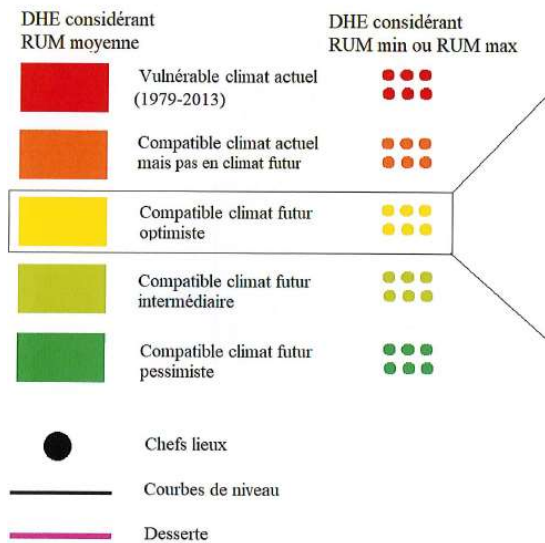


# POSSIBILITÉ DE DIAGNOSTIC SPATIALEMENT PLUS FIN, A L'ÉCHELLE D'UNE FORÊT

Exemple de travaux conduits par l'ONF (Rodolphe Pierrat, Noémie Pousse) et l'UMR Silva (Christian Piédallu) en forêt publique. Mission apprentissage ingénieur Romain Bonnefon (2021)

## Compatibilité des essences avec le climat de 2070

Compatibilité de l'essence selon le déficit hydrique édaphique (DHE) du climat futur considéré



# POSSIBILITÉ DE DIAGNOSTIC SPATIALEMENT PLUS FIN, A L'ÉCHELLE D'UNE FORÊT

06 80 36 43 10 

 FORESTYS  
CARTOGRAPHIE DÉCISION FORESTIÈRE

Enjeux forestiers    Savoir faire    **Prestations**    Société    Blog

Essences pour une station    **Essences pour une forêt**    Cartes de risque climatique    Carte de défoliation    Cartes d'inventaire lidar    Carte des écoulements

## Choix des essences pour une forêt

### CONTEXTE

Le gestionnaire forestier lance un projet de plantation ou de régénération naturelle sur une forêt comportant plusieurs stations : différences d'altitude ou d'exposition, nature ou épaisseur de sol variables, niveau d'engorgement hétérogène. Dans le cas d'une station homogène la prestation "[Choix des essences sur une station](#)" suffit.

Pour minimiser le risque de perte dans les premières décennies de croissance le gestionnaire veut **choisir des essences compatibles avec le stress climatique actuel et futur sur toutes les stations de la forêt.**

[Plus sur le risque climatique.](#)

### PRESTATION DE FORESTYS

En tout point de la forêt FORESTYS évalue le stress auquel sont exposées les différentes essences par la fréquence pédoclimatique actuelle et future.



*Forêt mixte exposée au changement climatique. Mont Ventoux. (C) INRA*

# QUE FAIRE POUR RENOUVELER LA FORÊT ?



## ADAPTER LA SYLVICULTURE



- En accélérant l'adaptation des espèces
  - Spontanée *in situ*, en régénération naturelle
  - Active, par changement d'essence



- Mais aussi par l'ensemble de l'itinéraire sylvicole, par exemple en recherchant des peuplements moins denses, qui consomment moins d'eau

*Des expérimentations au long court permettent d'étudier les effets de différentes densités sur la croissance des peuplements (Ici, essai du GIS Coopérative de données à Spincourt)*

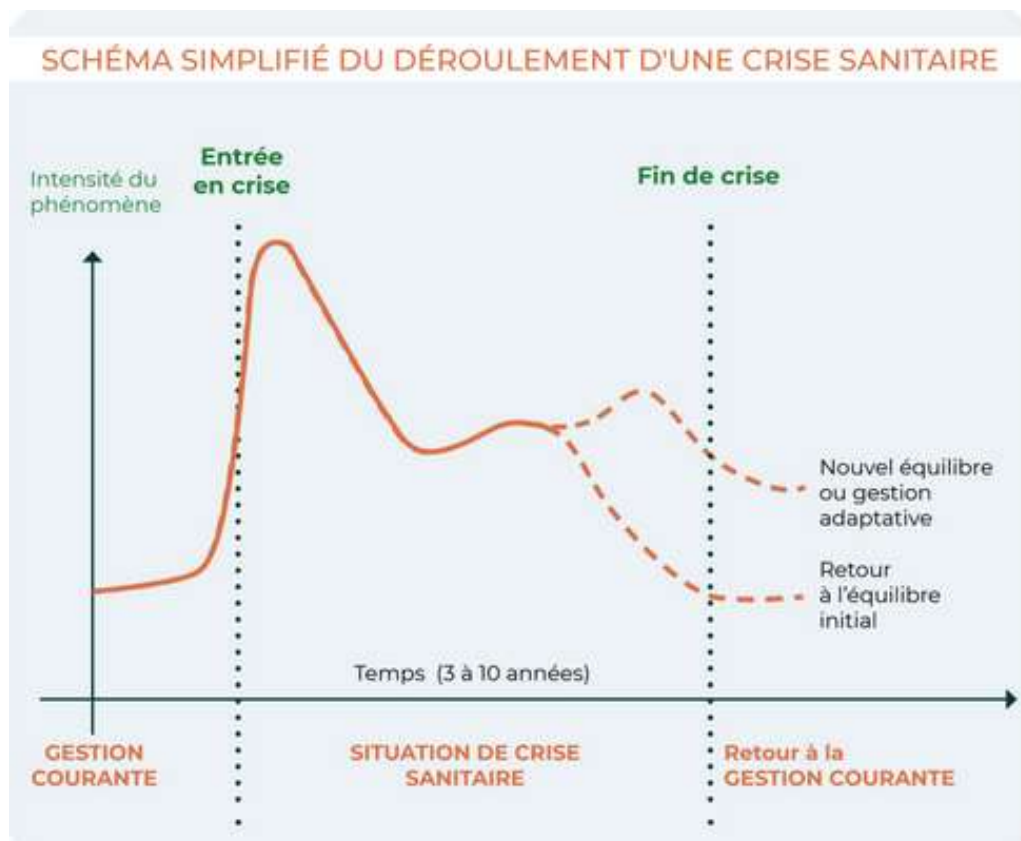


## EVITER LES FACTEURS DE VULNÉRABILITÉ SUPPLÉMENTAIRES

- ⚠ – Tassement des sols
- ⚠ – Appauvrissement des sols
- ⚠ – Peuplements trop purs et trop simplifiés sur de grandes surfaces
- ⚠ – Surdensité de grands animaux
- ⚠ – Introduction accidentelle d'insectes ou de maladies nouvelles



# GÉRER LES CRISES SANITAIRES



## GUIDE DE GESTION DES CRISES SANITAIRES EN FORÊT

2<sup>e</sup> édition

Ouvrage collectif coordonné par :  
Louise Brunier, Frédéric Delpont, Xavier Gauquelin



## ADOPTER UNE GESTION ADAPTATIVE ?

*« La gestion adaptative est une approche de la gestion des systèmes naturels qui s'appuie sur l'apprentissage — qu'il provienne du bon sens, de l'expérience, de l'expérimentation, du suivi... — en adaptant les pratiques en fonction de ce qui a été appris».*

*Bormann et al. (1999) in Cordonnier & Gosselin (2009)*

- Accepter les incertitudes, le climat est incertain et la réponse de la forêt aux actes de gestion n'est pas connue avec certitude
- Accepter de se tromper
- Prendre la gestion comme une hypothèse plutôt que comme une solution qui va forcément marcher
- La gestion adaptative interagit fortement avec la recherche mais la recherche a peu de recul

# RENOUVELER EN PLANTANT DE NOUVELLES ESSENCES OU PROVENANCES ? C'EST TOUTE LA DÉMARCHE QU'IL FAUT RENOUVELER

Etape	Avant	Adaptation au CC
Caractériser les besoins	XXe : Trouver des résineux productifs	Trouver des espèces plus adaptées au climat futur (incertitudes) et aux différentes conditions pédologiques de nos régions
Rechercher des essences candidates	Prospecter les forêts productives, par ex dans l'Ouest des USA	Rechercher des espèces dans des forêts soumises à des climats secs
Tester les performances de ses espèces dans différentes conditions	Installer des tests de comparaison d'espèces et de provenances, les suivre pendant de longues années	Le climat change très vite, il faut parfois prendre des décisions sans recul
Mettre au point des itinéraires de sylviculture et faire connaître les espèces retenues	Installer des plantations de référence, disséminer les connaissances acquises	Le temps manque pour enchaîner les étapes de façon séquentielle

Il va falloir simplifier et prioriser !

On ne s'y est guère intéressé jusqu'ici, et on a pas 50 ans devant nous !

...Sans compter les tensions sur les moyens humains



## DES ILOTS D'AVENIR

Démultiplier les résultats des expérimentations en **testant, en conditions réelles de gestion forestière, de nouvelles essences et provenances** d'arbres dans tout le pays



Dans les Bouches-du-Rhône, la pépinière de Cadarache de l'ONF fournit des plants pour le projet îlots d'avenir, avec d'autres pépinières. - ©ONF

A terme :

Augmenter le panel d'espèces testées

Récolter des graines adaptées aux conditions françaises issues de ces nouvelles essences d'avenir.

## PROJET « ILOTS D'AVENIR » DANS LE GRAND EST



### Référents ONF Grand Est :

- Hubert LOYE référent institutionnel,
- Lilian DUBAND et Hubert SCHMUCK référents techniques

### Référents CNPF Grand Est :

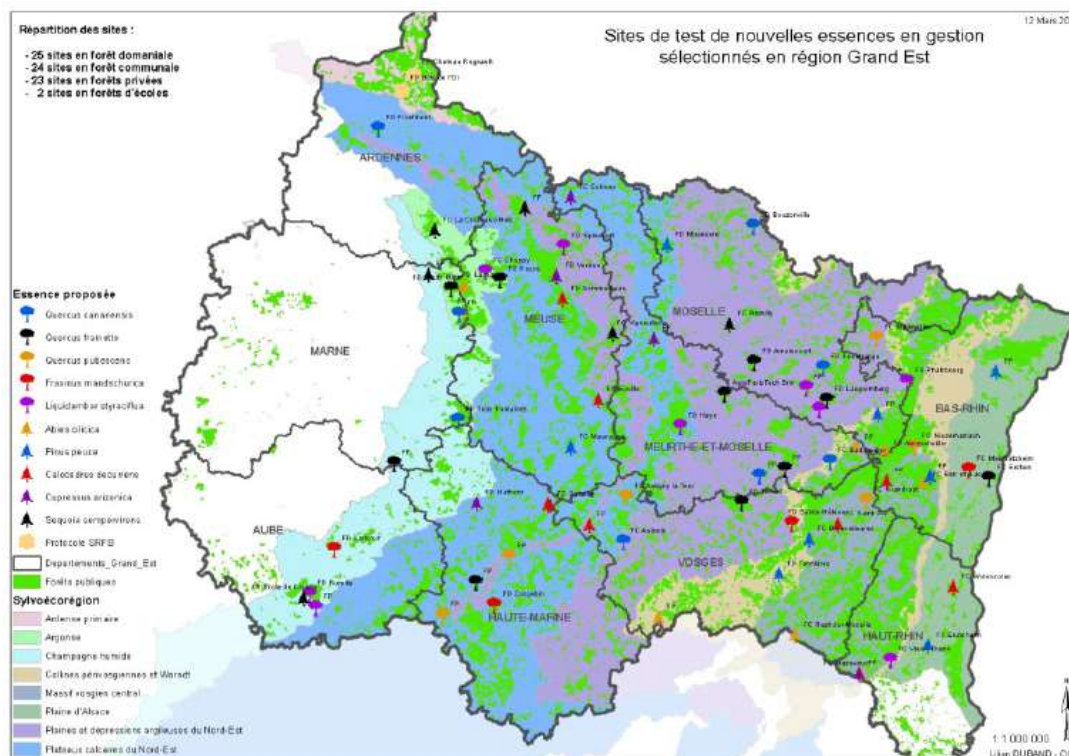
- Cyril VITU, Sylvain GAUDIN et Stéphane ASAËL

### Référente Comité Régional des Communes Forestières Grand Est :

- Delphine NICOLAS


### Référent SRFB :

- Nicolas DASSONVILLE



Ces tests s'appuient sur un réseau de 74 sites de 2 hectares environ, sélectionnés parmi 150 sites potentiels. Ces parcelles sont réparties sur la région, dans tous les types de propriété : 23 sites en forêts privées, 24 en forêts communales, 2 sites d'écoles (AgroParisTech Nancy et lycée forestier de Croigny) et 25 sites en forêts domaniales.

## ESSENCES SÉLECTIONNÉES (PROJET R&D CARAVANE)

Essences	Dimensions maximales	Caractéristiques du bois	Résistance à la sécheresse	Résistance au froid
 ► <b>Chêne zéen</b> <i>Quercus canariensis</i>	35 m de haut 2 m de diamètre	 Parquet Construction Tonnellerie	 Bonne : versants nord Atlas Algérien	 Bonne : 1700 m dans l'Atlas
 ► <b>Chêne de Hongrie</b> <i>Quercus frainetto</i>	40 m de haut 2 m de diamètre	 Proche du chêne sessile	 Bonne : caractère méditerranéen	 Bonne : - 20 C°
 ► <b>Chêne pubescent</b> <i>Quercus pubescens</i>	25 m de haut 1 m de diamètre	 Bois dense Délicat au séchage	 Bonne : espèce méditerranéenne	 Bonne : - 20 C°
 ► <b>Frêne de Mandchourie</b> <i>Fraxinus mandschurica</i>	40 m de haut	 Proche du frêne commun	 Bonne : pluviométrie minimale à 500 mm	 Très bonne : - 40 C°
 ► <b>Copalme d'Amérique</b> <i>Liquidambar styraciflua</i>	40 m de haut 1 m de diamètre	 Très employé aux USA, ameublement, contreplaqué	 Bonne : à condition que les racines aillent en profondeur	 Bonne : - 20 C°
 ► <b>Sapin de Cilicie</b> <i>Abies cilicica</i>	40 m de haut 2 m de diamètre	 Proche du sapin pectiné	 Bonne : espèce méditerranéenne	 Très bonne : - 35 C°
 ► <b>Pin de Macédoine</b> <i>Pinus peuce</i>	40 m de haut 1,5 m de diamètre	 Bon bois de construction	 Bonne : espèce méditerranéenne	 Très bonne : - 35 C°
 ► <b>Calocèdre</b> <i>Calocedrus decurrens</i>	35 m de haut 2 m de diamètre	 Bois très durable Menuiserie extérieure	 Très bonne : enracinement profond et étalé	 Bonne : - 25 C°
 ► <b>Cyprès de l'Arizona</b> <i>Cupressus arizonica</i>	30 m de haut 1 m de diamètre	 Bois durable en extérieur	 Très bonne : pluviométrie minimale 300 mm	 Bonne : - 20 C°
 ► <b>Séquoia toujours-vert</b> <i>Sequoia sempervirens</i>	115 m de haut 9 m de diamètre	 Bois très durable, menuiserie extérieure	 Assez bonne : pluviométrie minimale 650 mm	 Bonne : - 20 C°

Données tirées du projet CARAVANE

## LE CHÊNE DE HONGRIE

(*Quercus frainetto*)



**Dimensions maximales**  
40 m de hauteur – 2 m de diamètre.

### Caractéristiques et usages du bois

Bois proche du chêne sessile, résistance mécanique un peu plus faible.



**Résistance à la sécheresse**  
Bonne à l'âge adulte, caractère méditerranéen.

**Résistance au froid**  
Bonne : - 20 °C.

**Tolérance par rapport au sol**  
Tolérance par rapport au sol non évaluée.

## LE SAPIN DE CILICIE

(*abies cilicica*)



**Dimensions maximales**  
35 m de hauteur – 2 m de diamètre.

### Caractéristiques et usages du bois

Bois de bonne qualité mécanique, semblable au sapin pectiné.



**Résistance à la sécheresse**  
Bonne grâce à un enracinement profond, espèce méditerranéenne.

**Résistance au froid**  
Bonne : - 35 °C.

**Tolérance par rapport au sol**  
Non évaluée.



Merci de votre attention !

