



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Intégration des changements climatiques dans les choix sylvicoles en forêts publiques

ClimEssences, Zoom50... de nouveaux outils à
disposition

Forum Forestier Lémanique

10/05/2022

**Les changements climatiques,
des modifications majeures du climat
déjà visibles et à venir**



Quelques conséquences des changements climatiques en France

Impacts constatés



TEMPÉRATURE
+1,5°C

en moyenne en France
métropolitaine
depuis 1900

(source : Météo-France –
Indicateur Onerc)



MONTAGNE
-40 cm

d'enneigement en
30 ans au col de Porte
(Chartreuse, station de ski
de basse altitude)

(source : Météo-France – Onerc)



CULTURES

Après + de

35 ans

de croissance:
stagnation
des rendements
(ex. : blé tendre, Pays de la Loire)

(source : Oracle)

Impacts à venir d'ici 2050



FEUX DE FORÊT
50 %

des forêts métropoli-
taines soumises
au risque incendie
élevé dès 2050

(source : Mission interminis-
térielle Changement climatique
et extension des zones
sensibles aux feux de forêts)



SÉCHERESSE

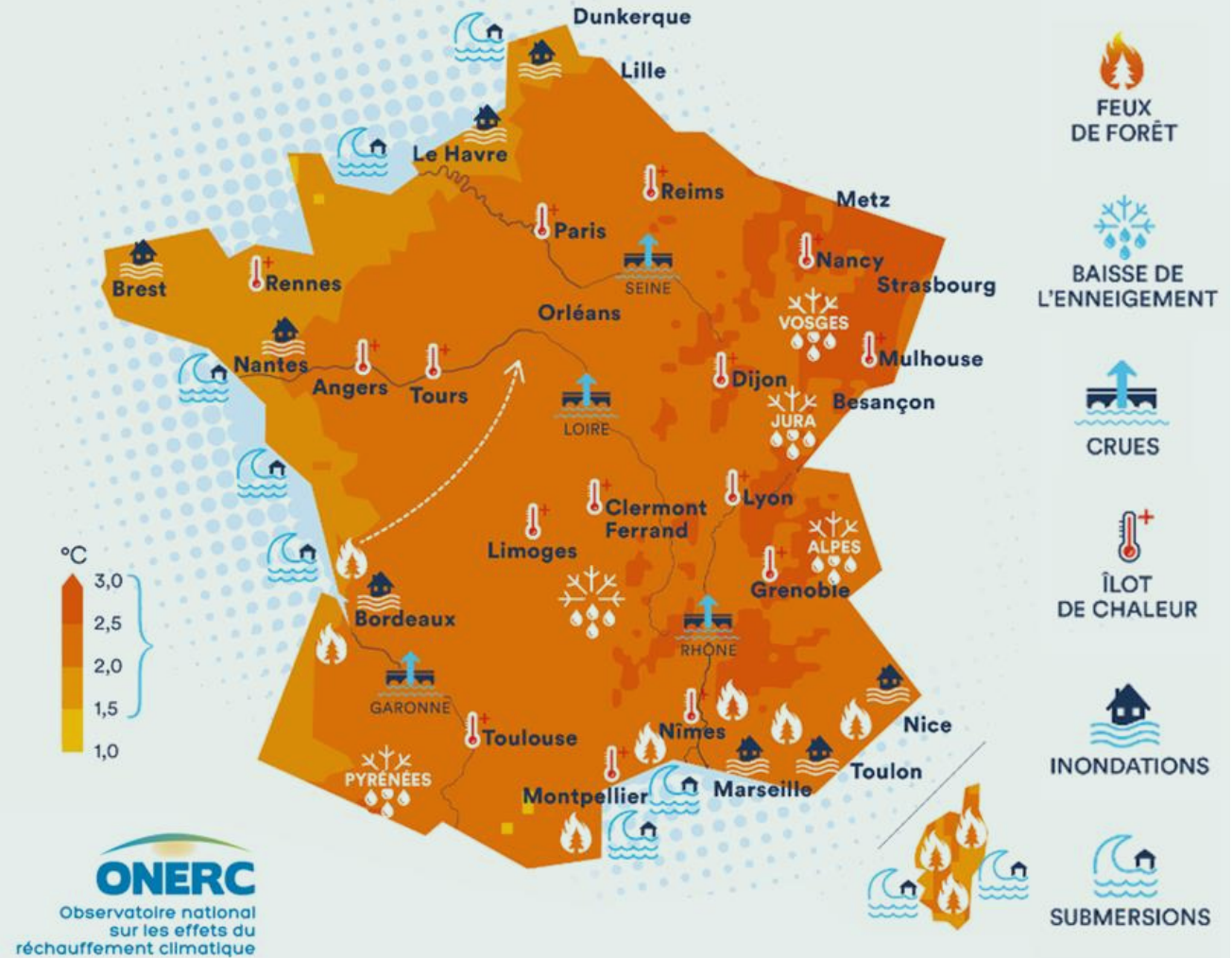
Un manque de

2 Mds de m³

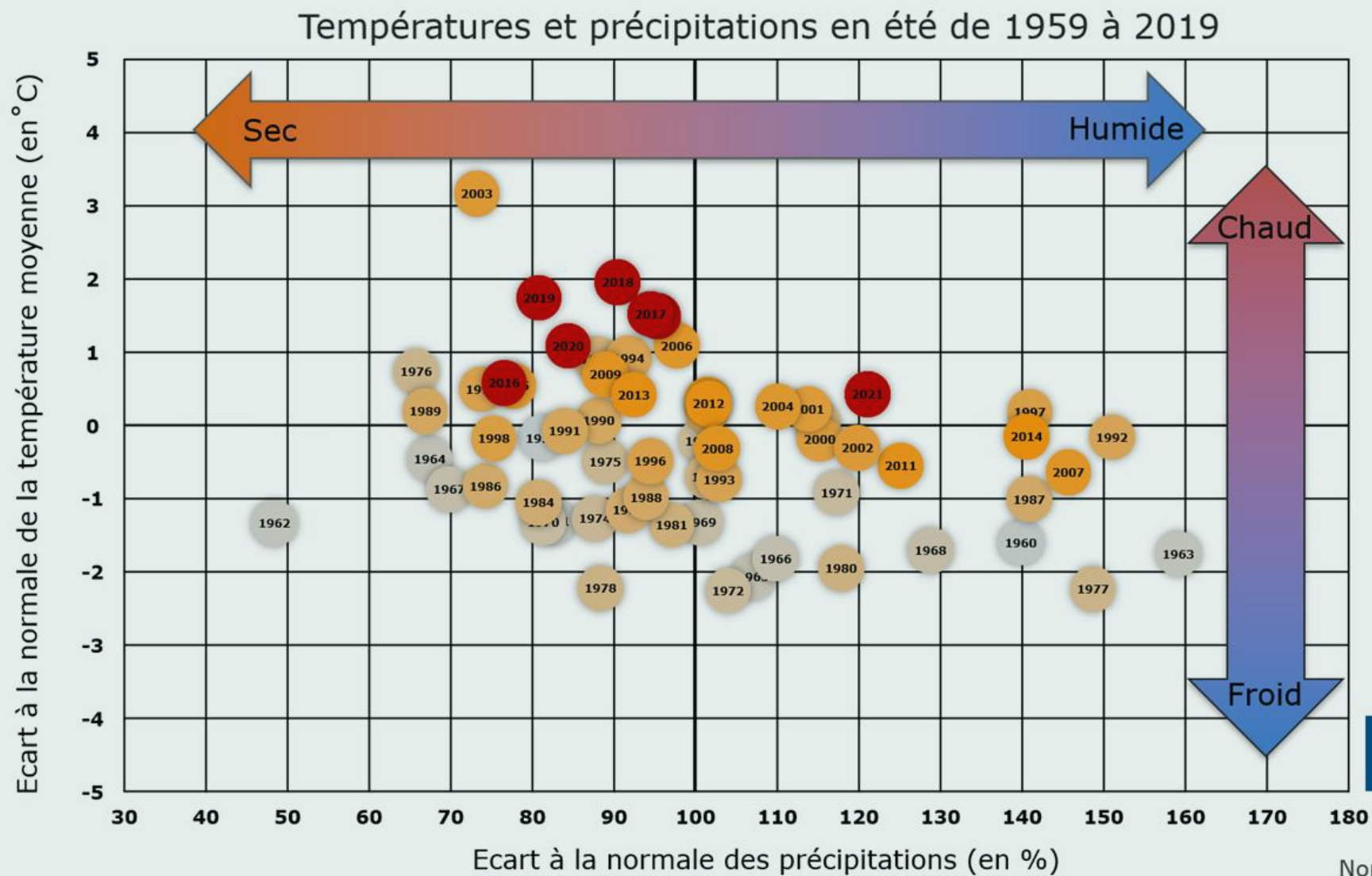
d'eau en 2050

si la demande reste
stable

(source : Groupe de travail
interministériel sur les impacts
du changement climatique,
l'adaptation et les coûts associés)

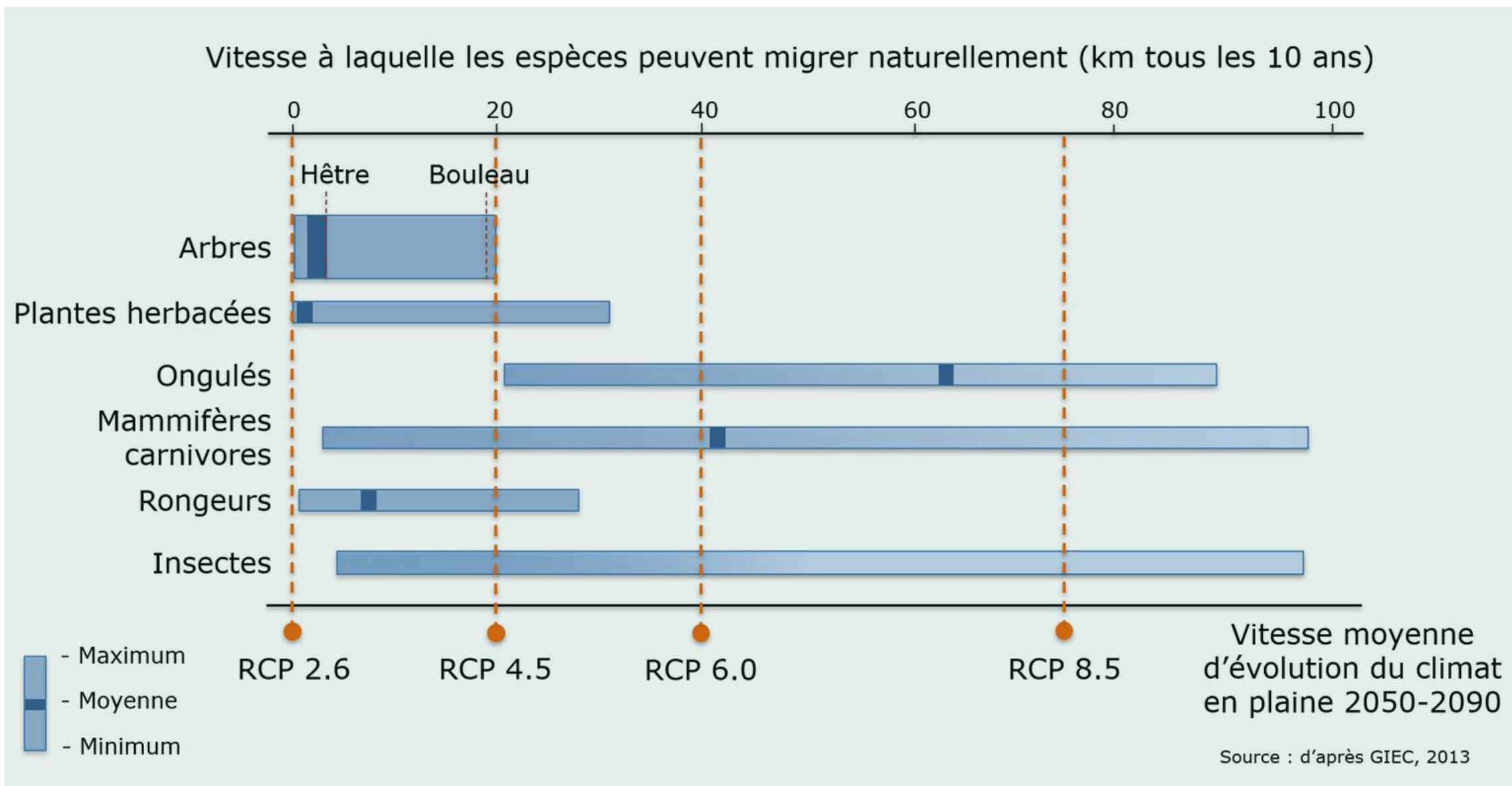


Des étés plus chauds et plus secs



Normales calculées sur la période 1981 - 2010

Migration : les arbres face au climat, une course perdue d'avance

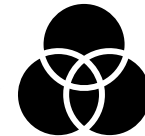


Des diagnostics au cœur de la prise en compte des changements climatiques dans les choix sylvicoles !



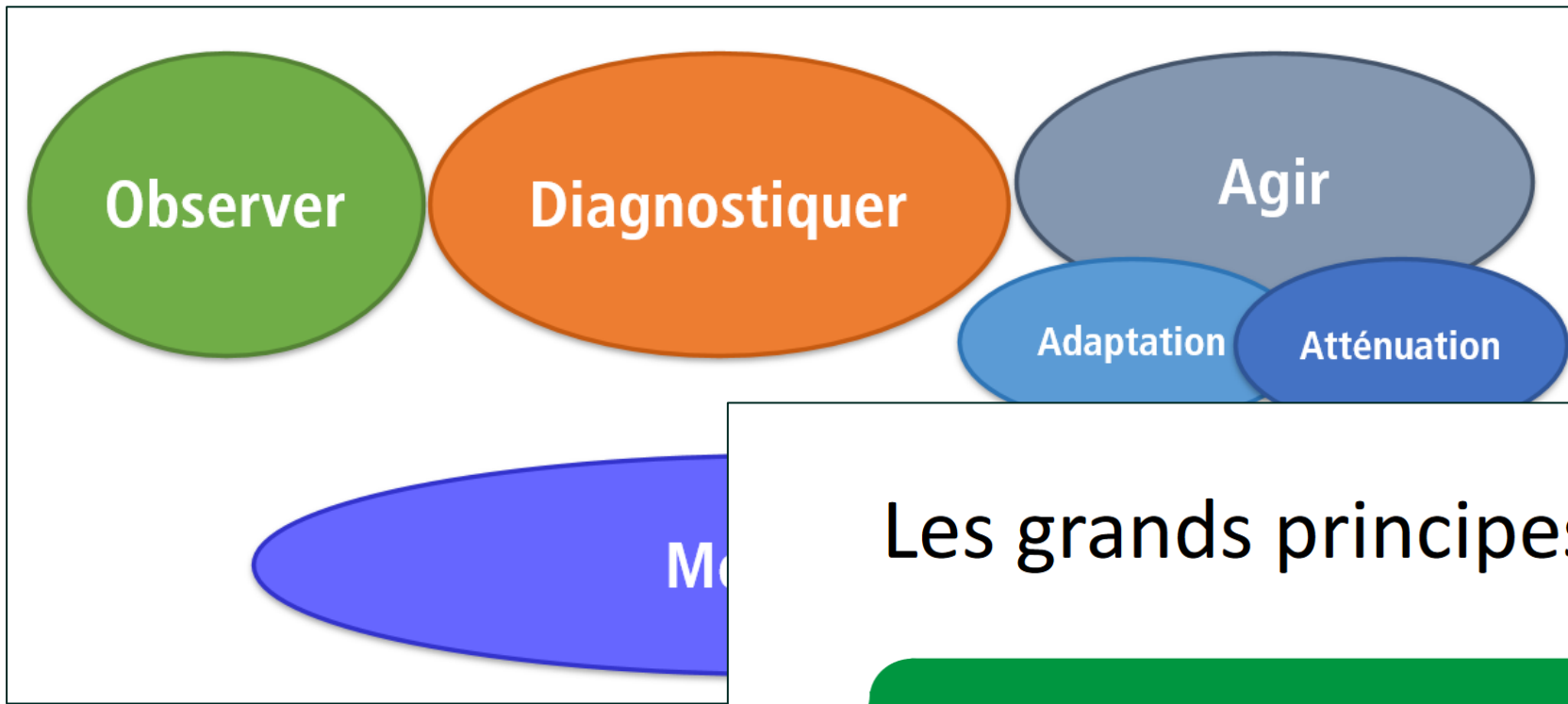
CHOIX SYLVICOLES EN FORÊTS PUBLIQUES ?

- S'INSCRIT DANS UN PLAN D'ACTION
- DES GRANDES ORIENTATIONS
- DES DIAGNOSTICS



**DES DIAGNOSTICS AU CŒUR DE CHOIX SYLVICOLES
DIVERSIFIÉS**





Les grands principes

- ☐ S'INSCRIRE DANS UNE DÉMARCHE D'ADAPTATION AUX ÉVOLUTIONS CLIMATIQUES
- ☐ DIVERSIFIER LES APPROCHES
- ☐ LAISSER S'EXPRIMER LA DYNAMIQUE NATURELLE
- ☐ FAVORISER LE MÉLANGE D'ESSENCE
- ☐ VEILLER À LA PROTECTION DES SOLS
- ☐ ÉVALUER L'ÉQUILIBRE SYLVO-CYNÉGÉTIQUE
- ☐ INTÉGRER LES ENJEUX DE LA MULTIFONCTIONNALITÉS



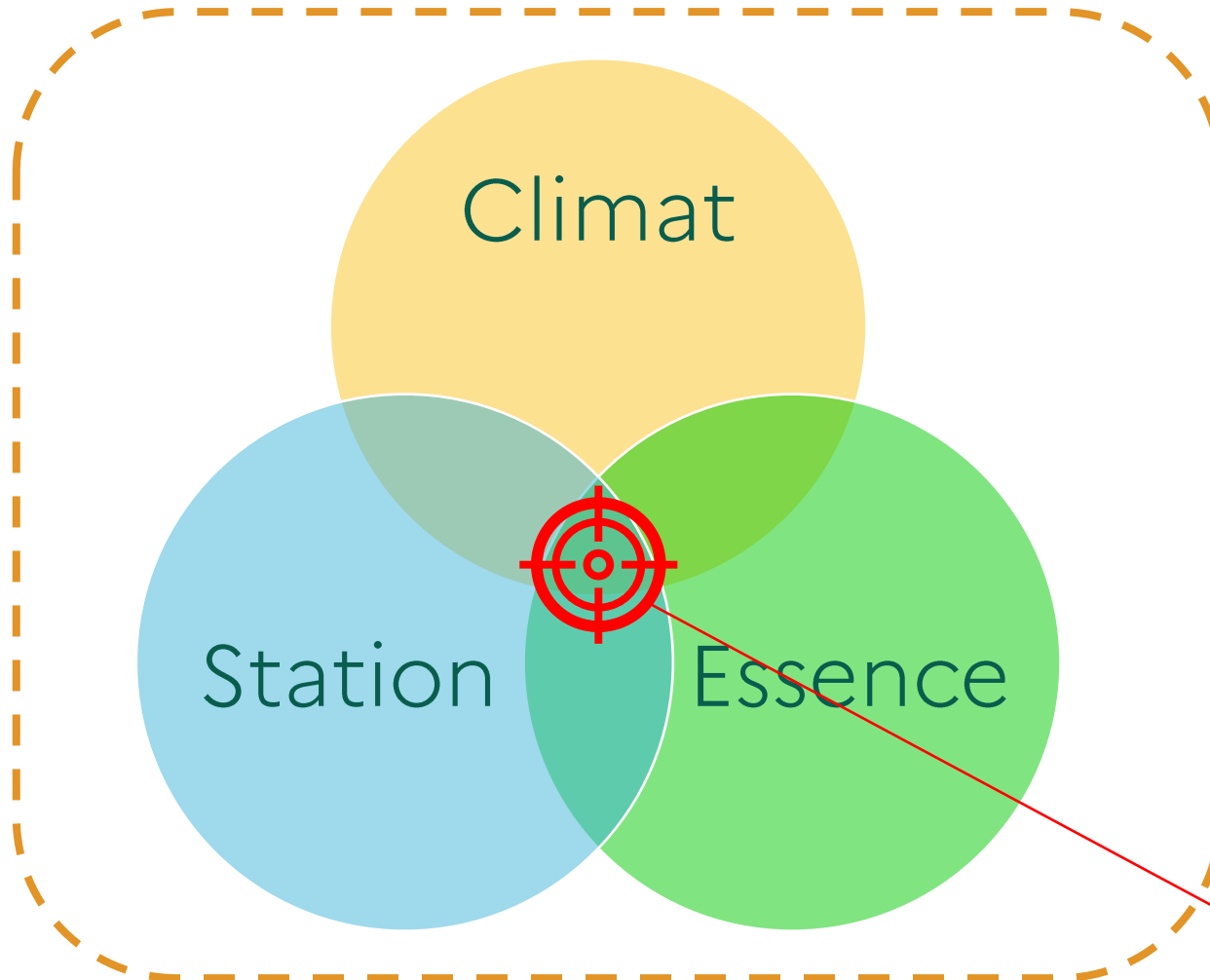
De nombreuses questions pour le forestier :

- Vulnérabilité des essences en place dans leur contexte pédoclimatique ?
- Quelles essences résistantes aux futures conditions climatiques
- Quelles itinéraires sylvicoles (régé nat / plantation (quelles modalités), rythme de coupes, traitement...)
- ... beaucoup d'autres questions (forêts gérées vs forêts naturelles, contribution de la forêts aux efforts d'atténuation : séquestration / stockage / substitution)

➤ **Besoin d'outiller et de progresser dans les diagnostics**

En renouvellement comme en conduite de peuplements, le choix des essences à favoriser ou introduire = **une étape clé dans le processus d'adaptation des forêts aux CC**

Face aux incertitudes, croiser les éléments de diagnostics pour permettre un/des choix argumenté(s) et raisonné(s) .



Les éléments de diagnostic :

- **Le climat** présent et futur prédit à différentes échéances et selon différents scénarios et à l'aide de plusieurs modèles.
- **La station** qui apportent des éléments de description du sol, la topographie, l'exposition, l'altitude.
- **Les essences** en place ou celles envisagées en introduction et leurs autécologies.
- **Les enjeux environnementaux et sociaux**

Choix argumenté(s) et raisonné(s)

**ClimEssences,
prévoir les conséquences
des changements climatiques
sur les forêts**



Le site ClimEssences

- Mise à disposition d'informations sur de nombreuses espèces d'arbres, sur l'évolution du climat et sur les conséquences de ces évolutions sur les arbres
- Porté par le RMT AFORCE, regroupant des instituts de recherche (INRAE, AgroParisTech, ...) et des gestionnaires forestiers (ONF CNPF, ...)
- En libre consultation à l'adresse <https://climessences.fr>



Les fiches espèces

Résumé

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

Résineux

Présentation

Latin

Nom

autre nom vernaculaire

Taxonomie de GRIN

Classification Hillier



Bernard Petit - CRPF PACA © CNPFR

1 Facteurs limitants climatiques

1.1 Résistance juvénile aux fortes sécheresses

Semis très sensibles aux fortes sécheresses (de la sécheresse de 2003).

Note **B**

1.2 Résistance adultes aux fortes sécheresses

Supporte les fortes sécheresses s'il y a une réserve en eau.

Note **A**

1.3 Adaptation aux climats de montagne

Bien adapté aux climats à étés secs.

Note **A**

1.4 Résistance aux fortes chaleurs

Supporte les fortes chaleurs (jusqu'à 40°C).

Note **A**

1.5 Résistance aux grands froids

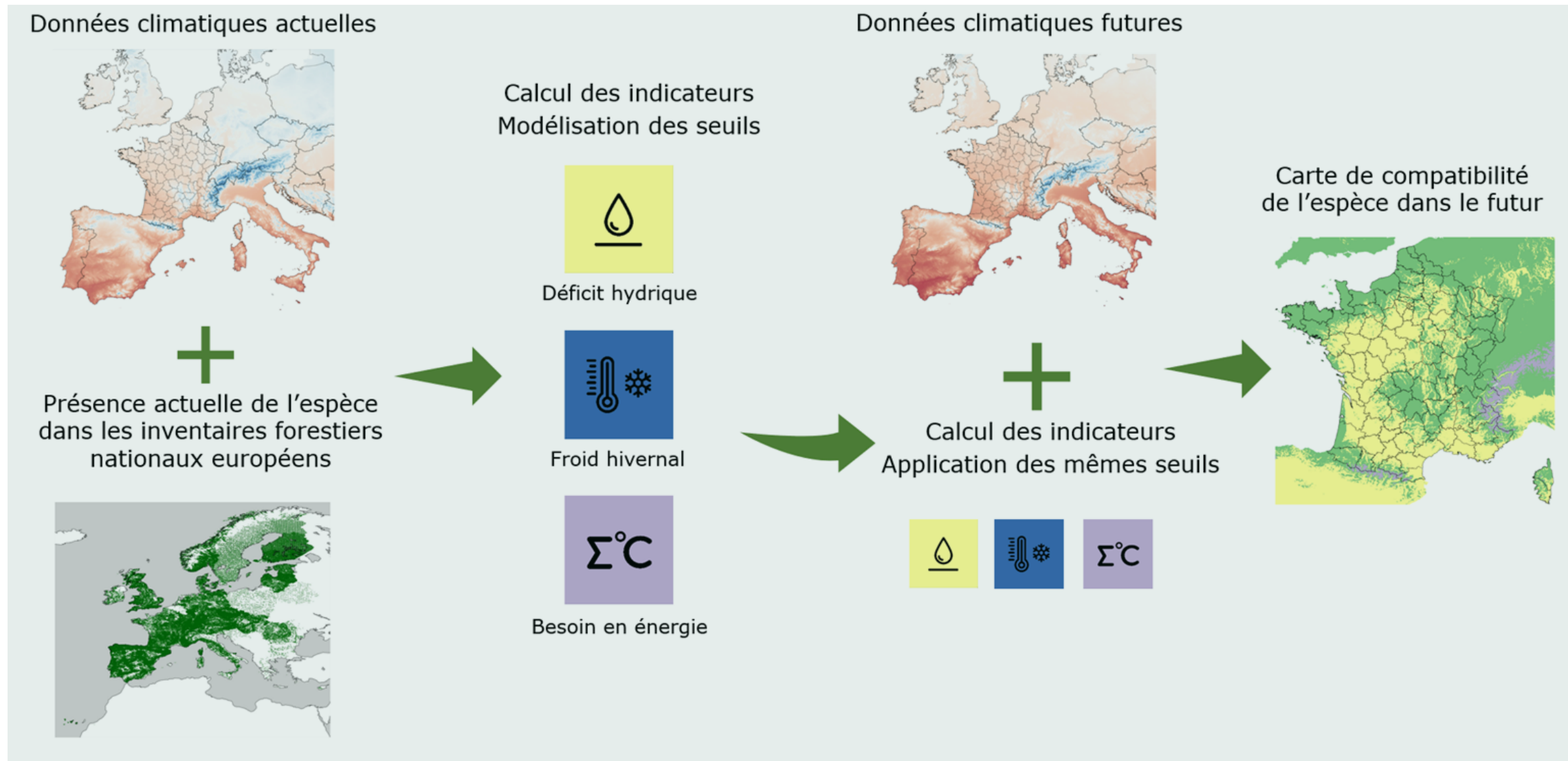
Craint les grands froids prolongés (à -20°C).

Note **B**

Ajouter aux favoris

Essences	Compatibilité	1.1 - Résistance juvénile aux fortes sécheresses	1.2 - Résistance adulte aux fortes sécheresses	1.5 - Résistance aux grands froids	1.7 - Résistance aux gels tardifs
Allier torminal	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Erable champêtre	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Pin de Salzmann	●●●●○	A Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Pin des Appalaches	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Pin noir d'Autriche	●●●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○
Pin sylvestre	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○
Robinier faux-acacia	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○
Sapin de Bornmuller	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Sorblier domestique	●●●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○
Tilleul à petites feuilles	●●●●○	B Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○	A Fiabilité ●●○	B Fiabilité ●●○

Le fonctionnement du modèle IKS

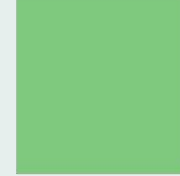
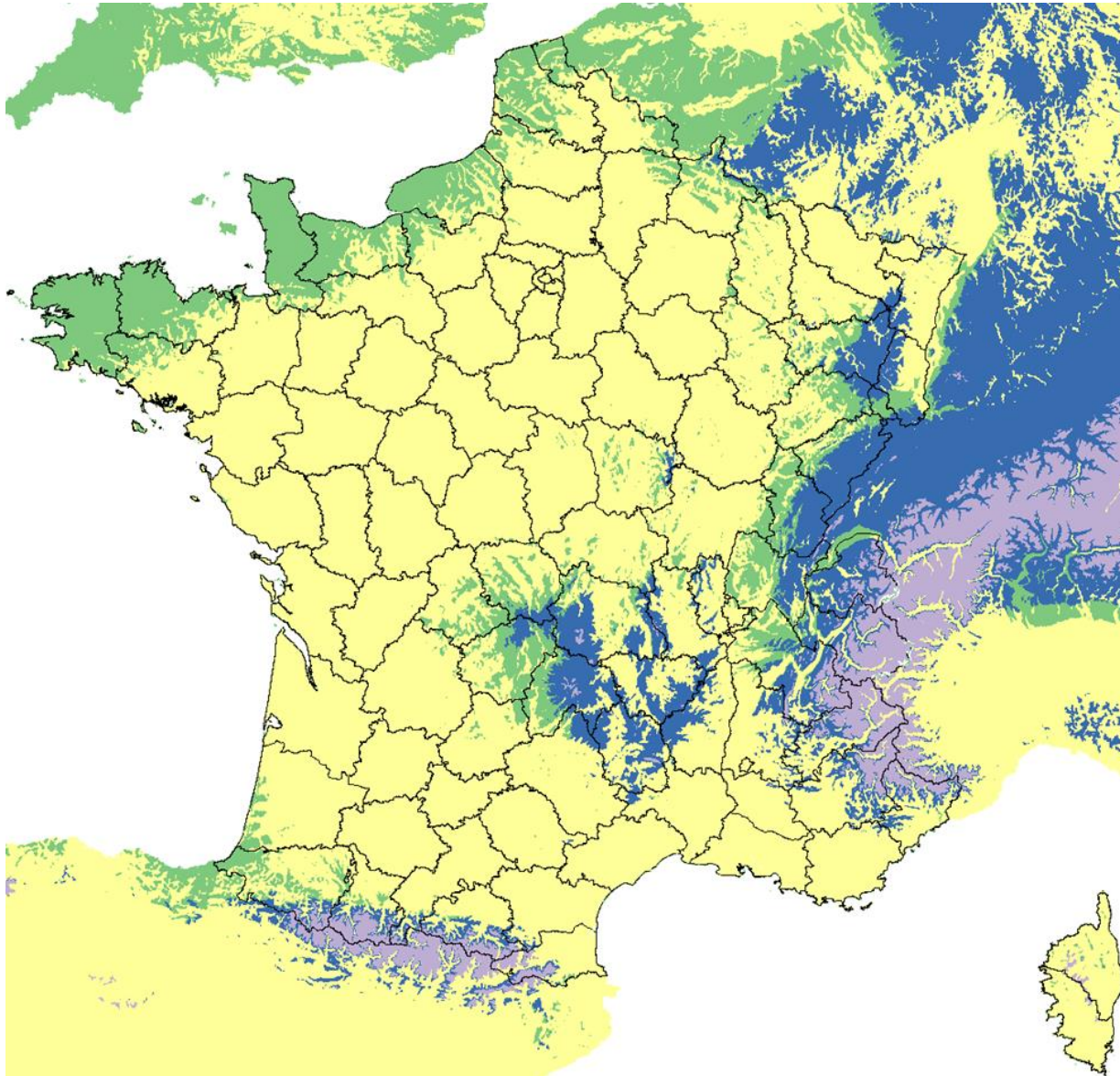


La compatibilité climatique

Quelle répartition potentielle des essences dans le futur ?



Le fonctionnement du modèle IKS



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

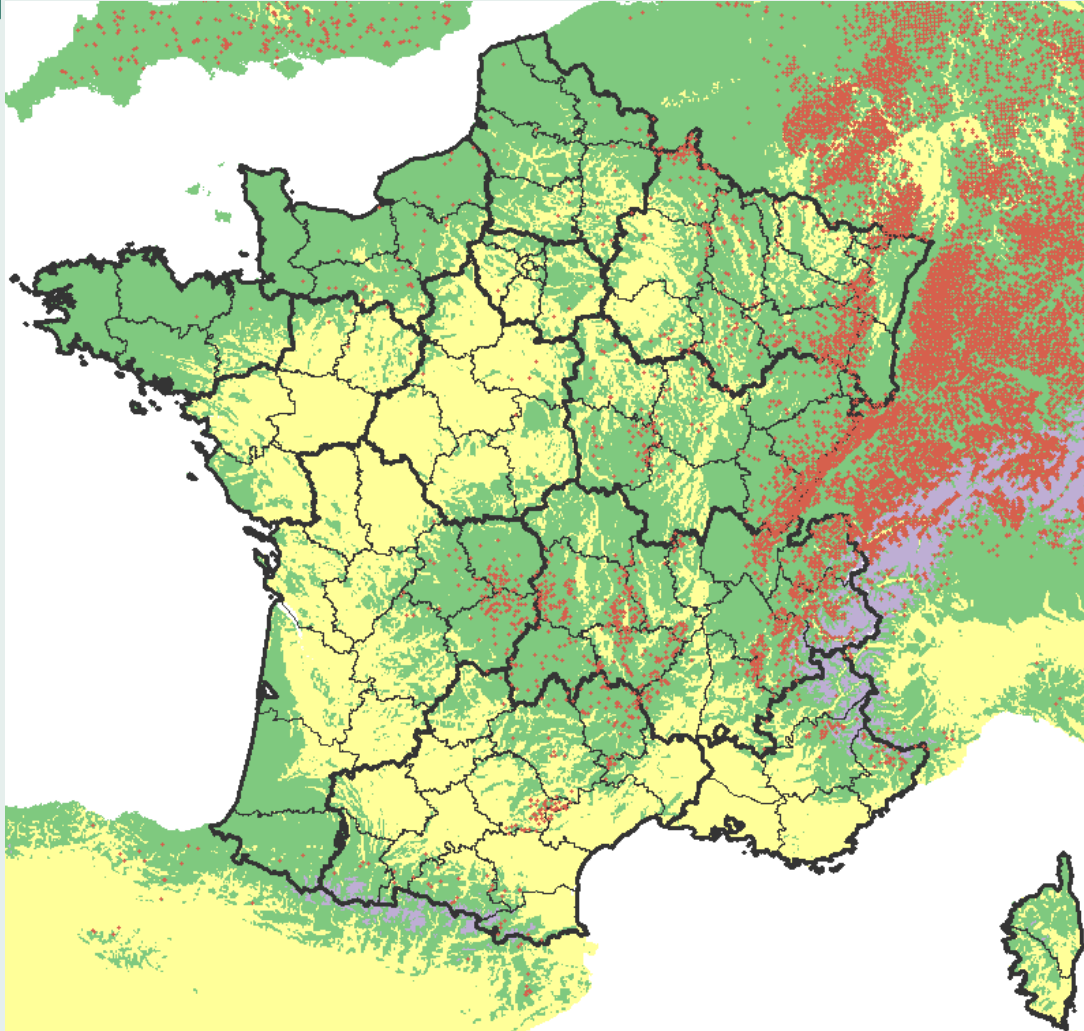


Incompatible
besoin en énergie

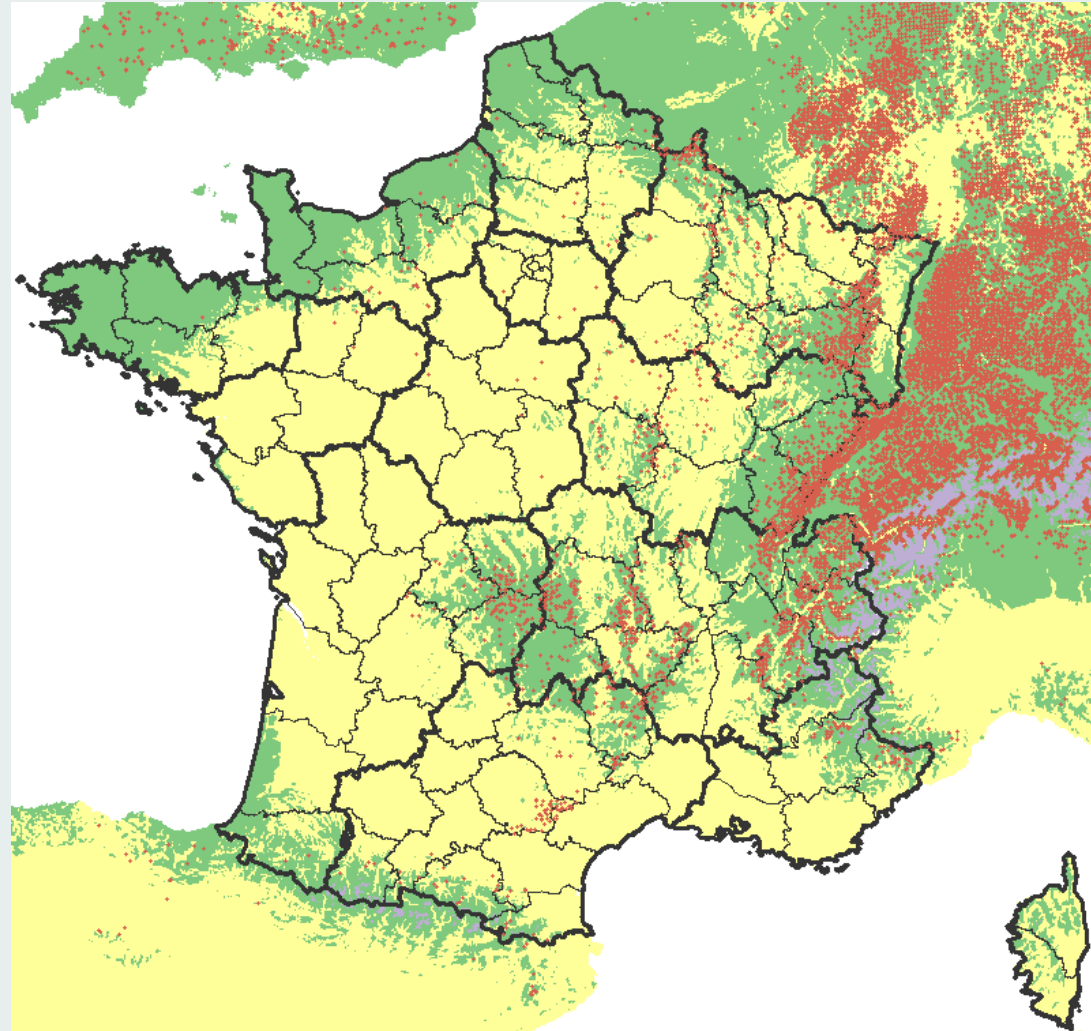


Compatibilité climatique – épicéa – présence inventaires forestiers

Actuel



Horizon 2050 – RCP 4.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



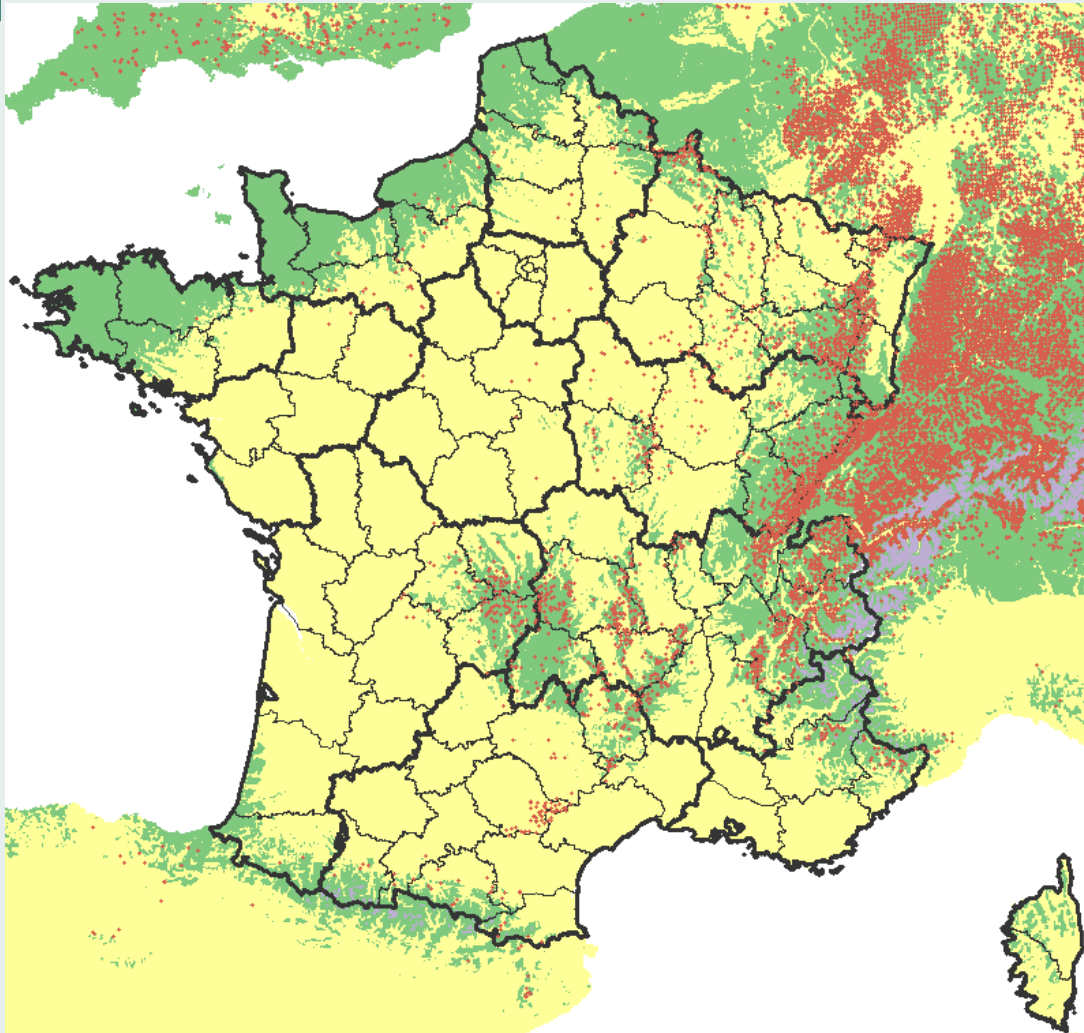
Incompatible
froid hivernal



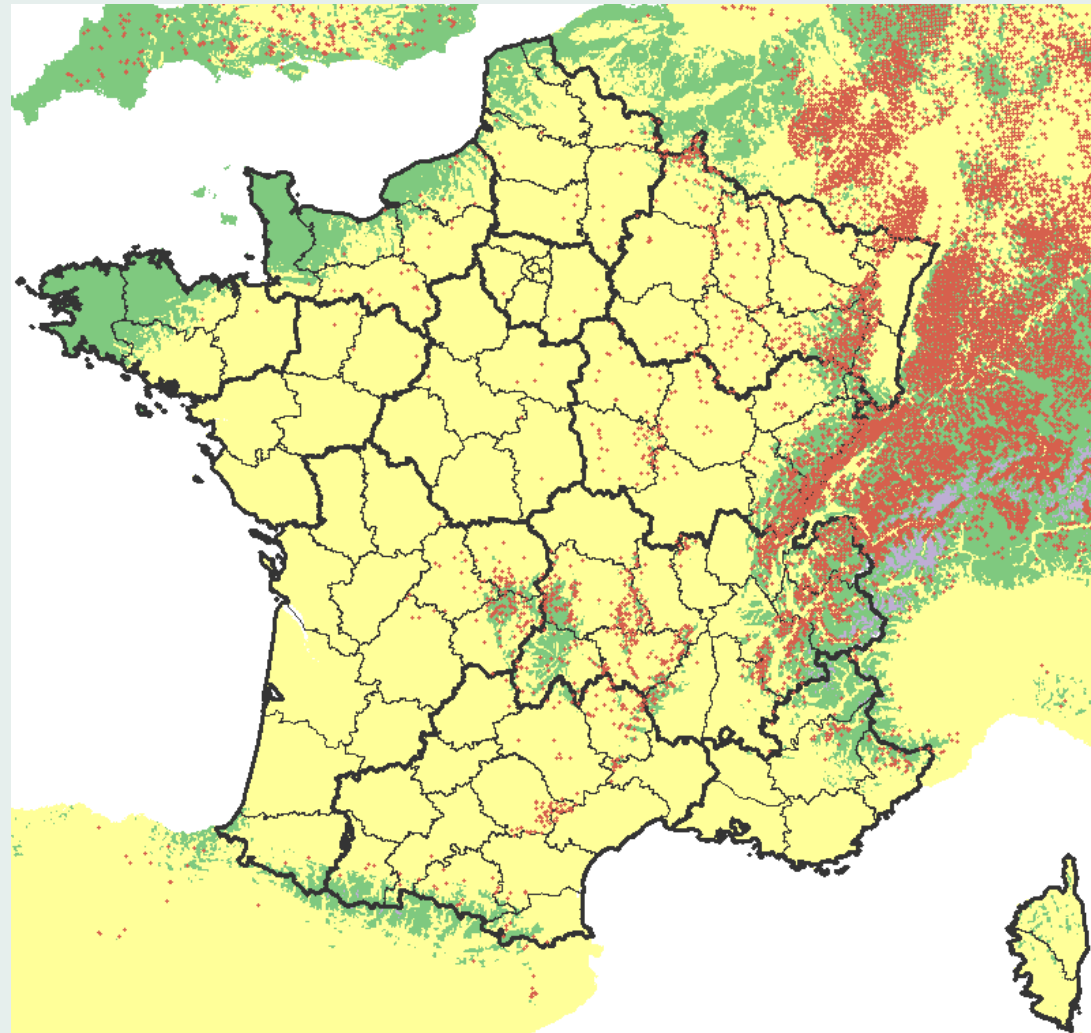
Incompatible
besoin en énergie

Compatibilité climatique – épicéa – présence inventaires forestiers

Horizon 2070 – RCP 4.5 (moyen)



Horizon 2070 – RCP 8.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



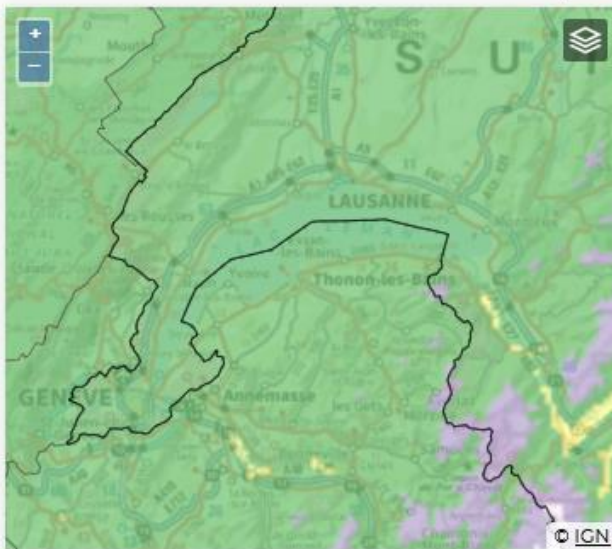
Incompatible
froid hivernal



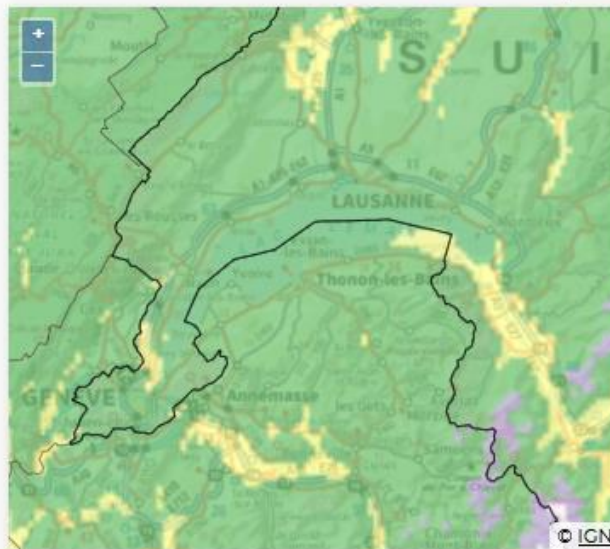
Incompatible
besoin en énergie

Compatibilité climatique – épicéa commun – Chablais

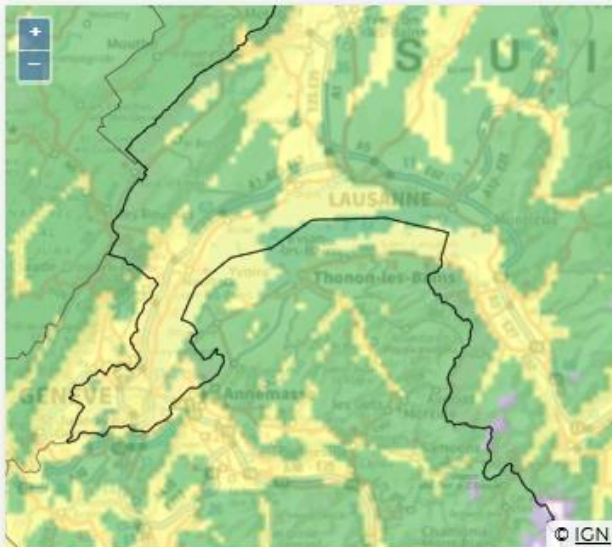
Actuel



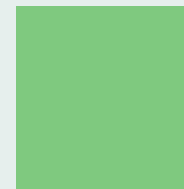
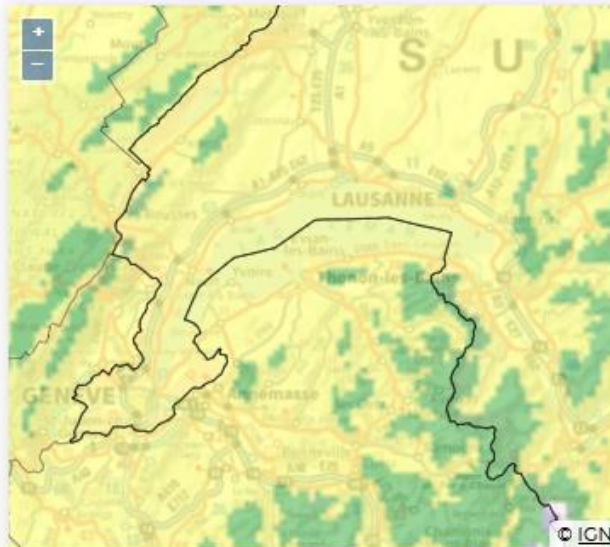
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



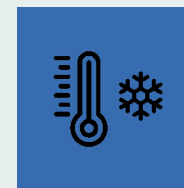
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



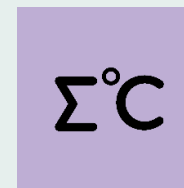
Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

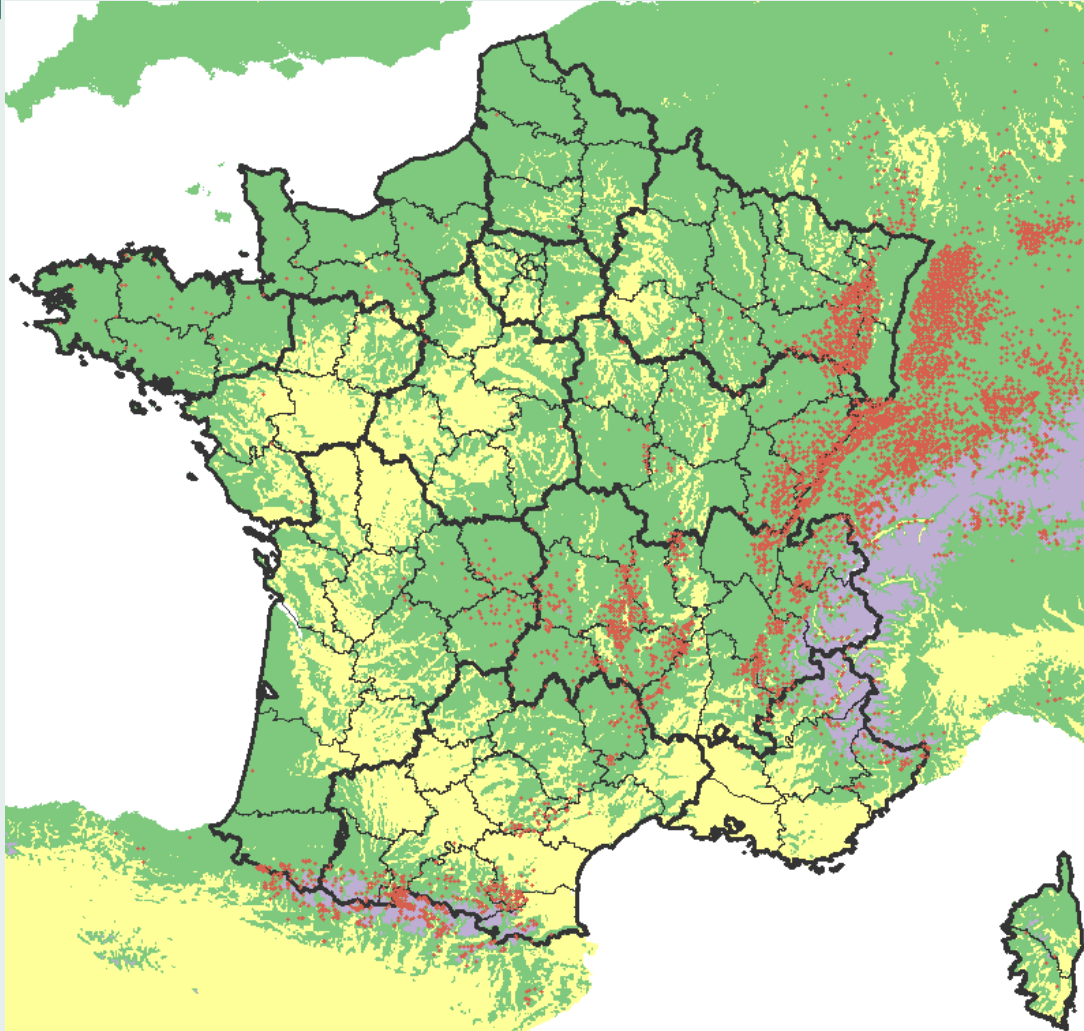


Incompatible
besoin en énergie

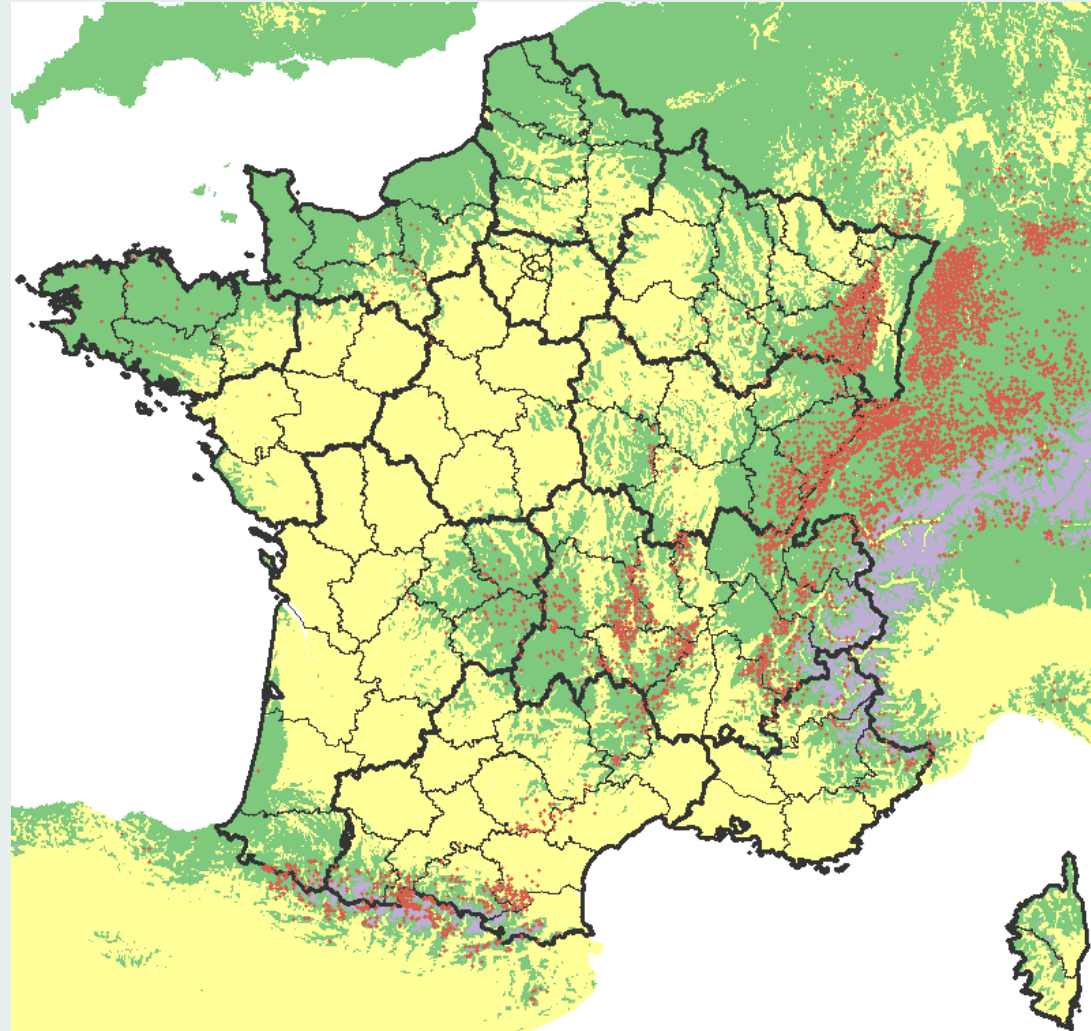


Compatibilité climatique – sapin – présence inventaires forestiers

Actuel



Horizon 2050 – RCP 4.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



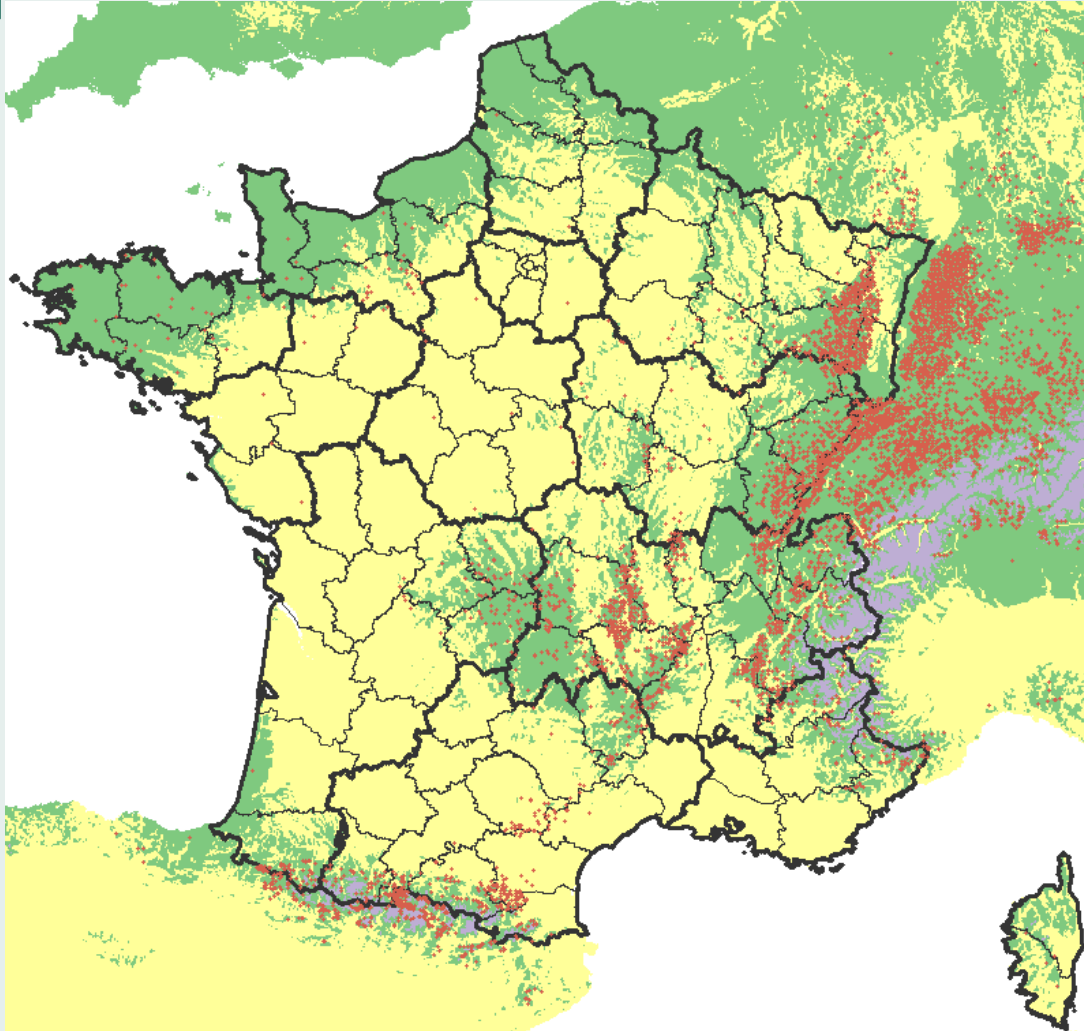
Incompatible
froid hivernal



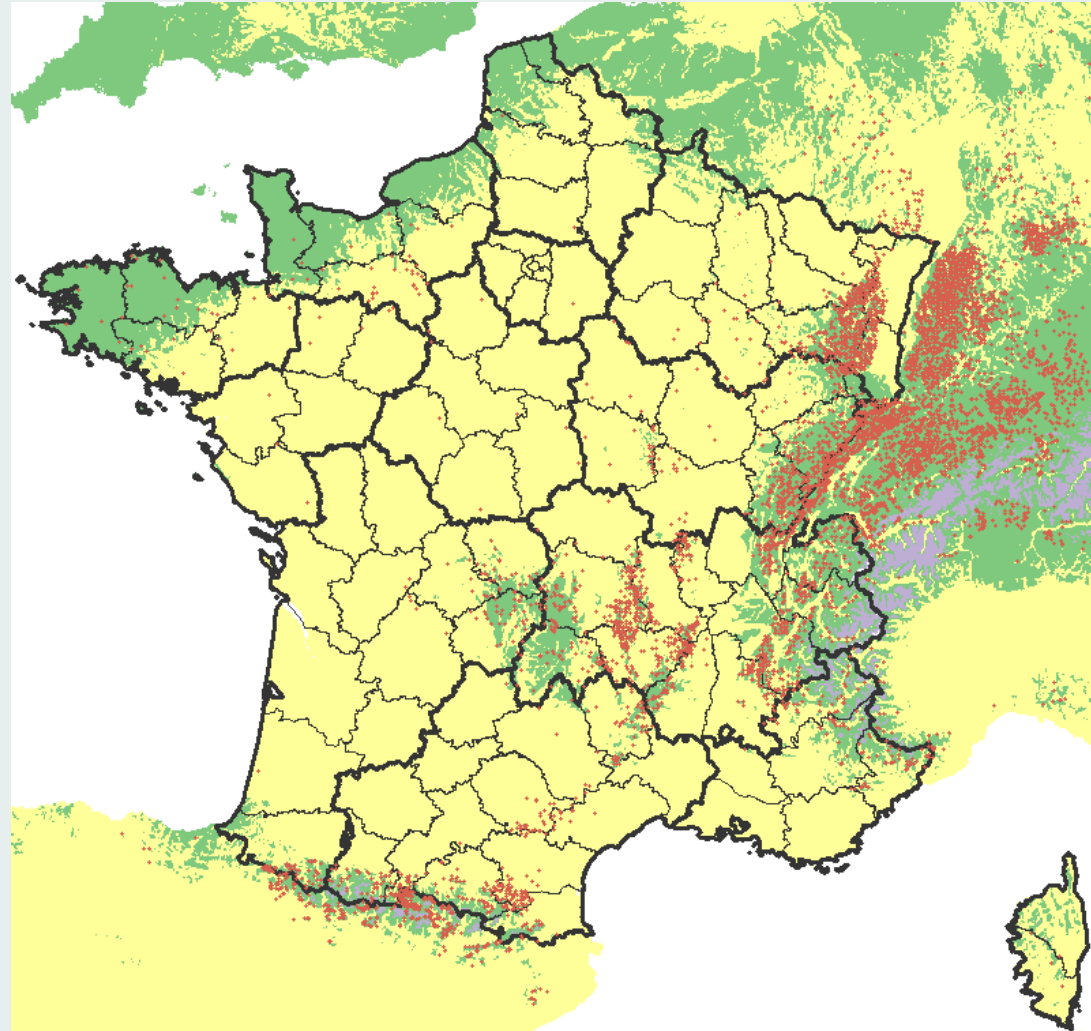
Incompatible
besoin en énergie

Compatibilité climatique – sapin – présence inventaires forestiers

Horizon 2070 – RCP 4.5 (moyen)



Horizon 2070 – RCP 8.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

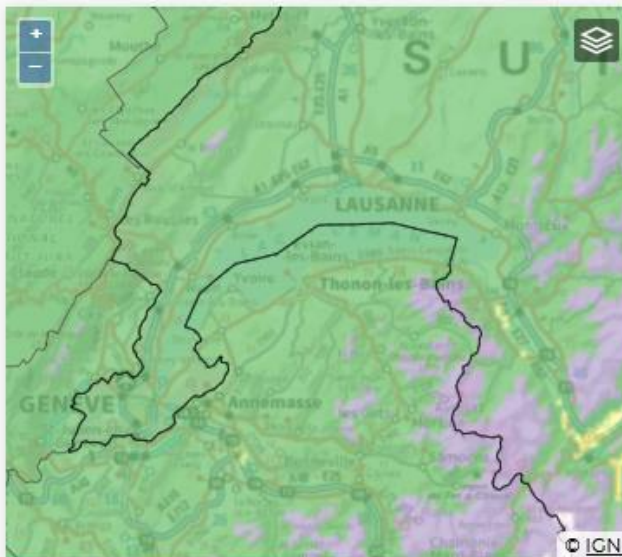


Incompatible
besoin en énergie

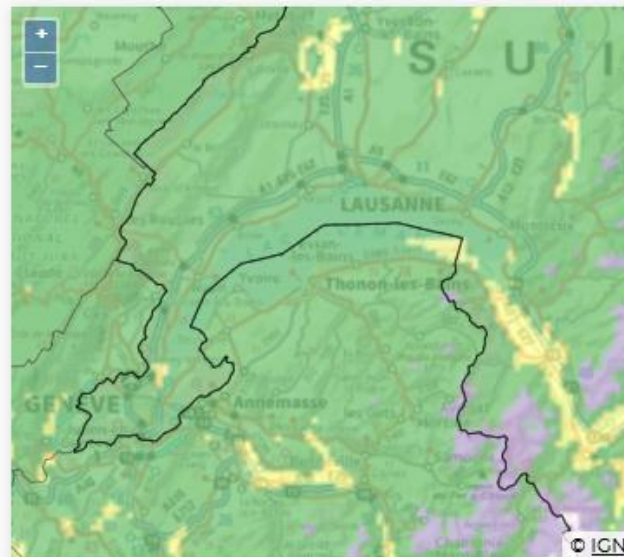


Compatibilité climatique – sapin pectiné – Chablais

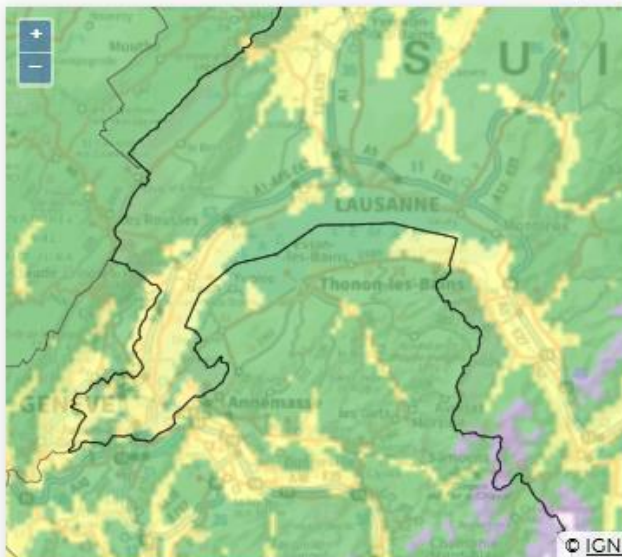
Actuel



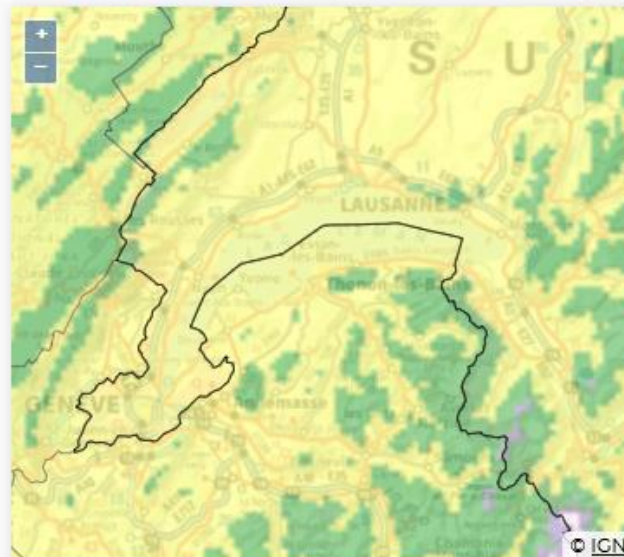
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



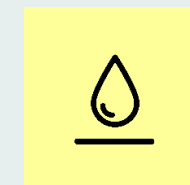
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



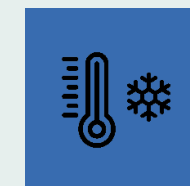
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

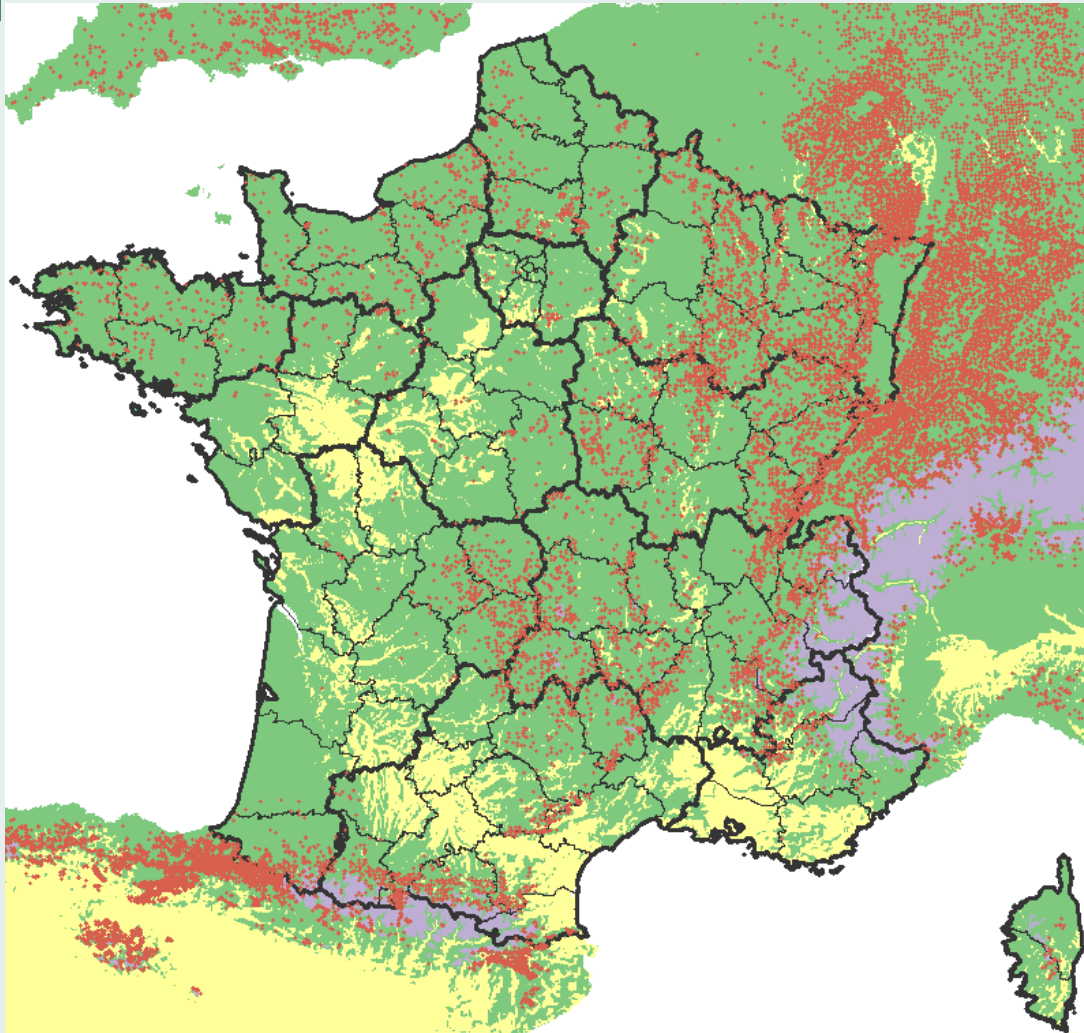


Incompatible
besoin en énergie

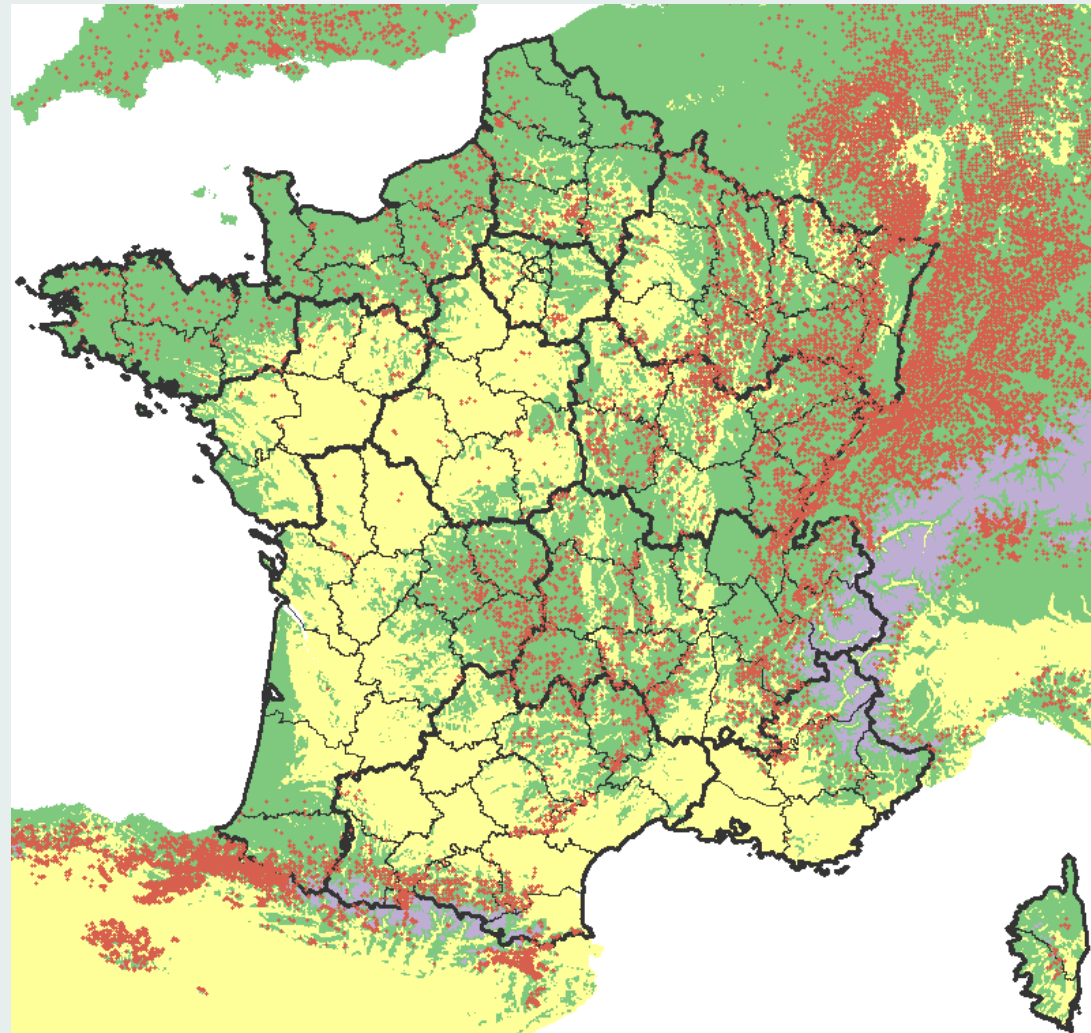


Compatibilité climatique – hêtre – présence inventaires forestiers

Actuel



Horizon 2050 – RCP 4.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



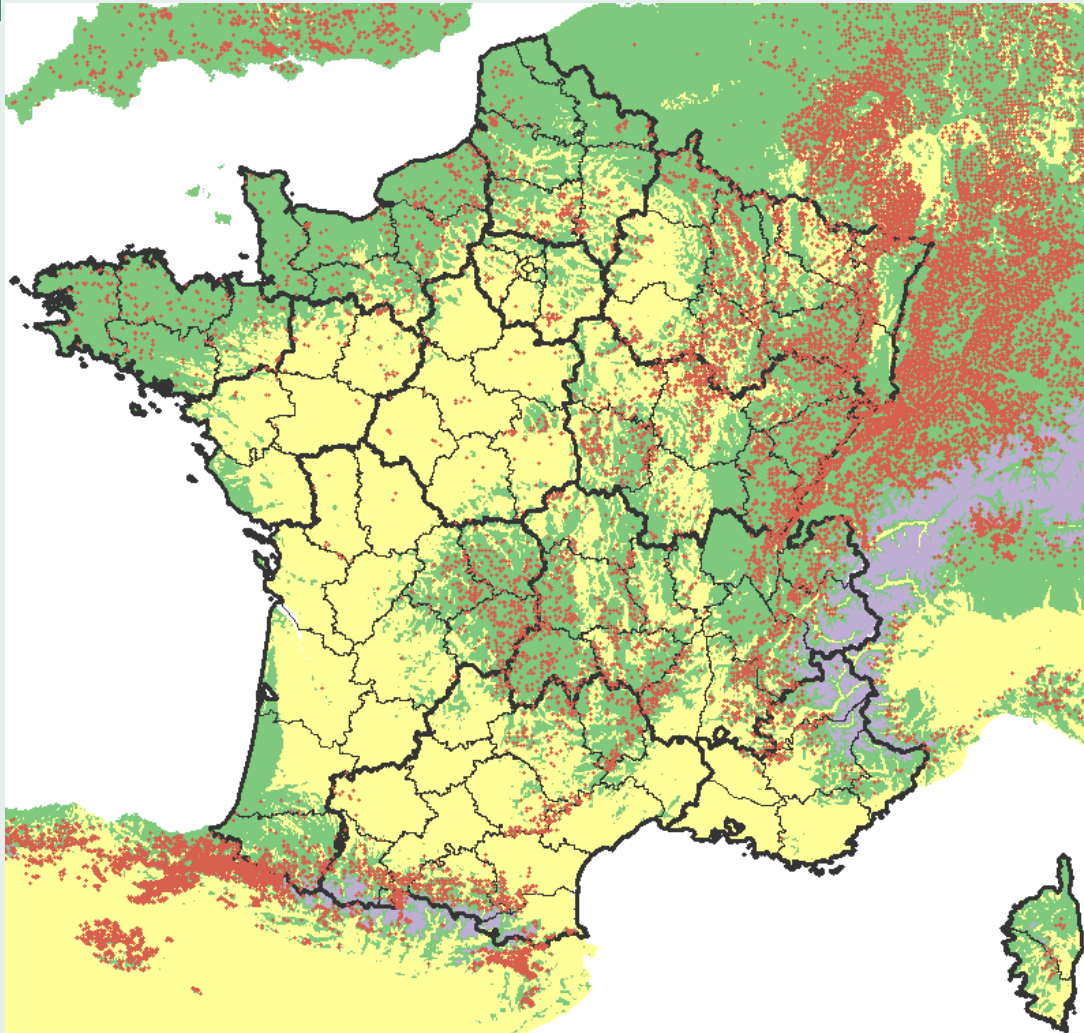
Incompatible
froid hivernal



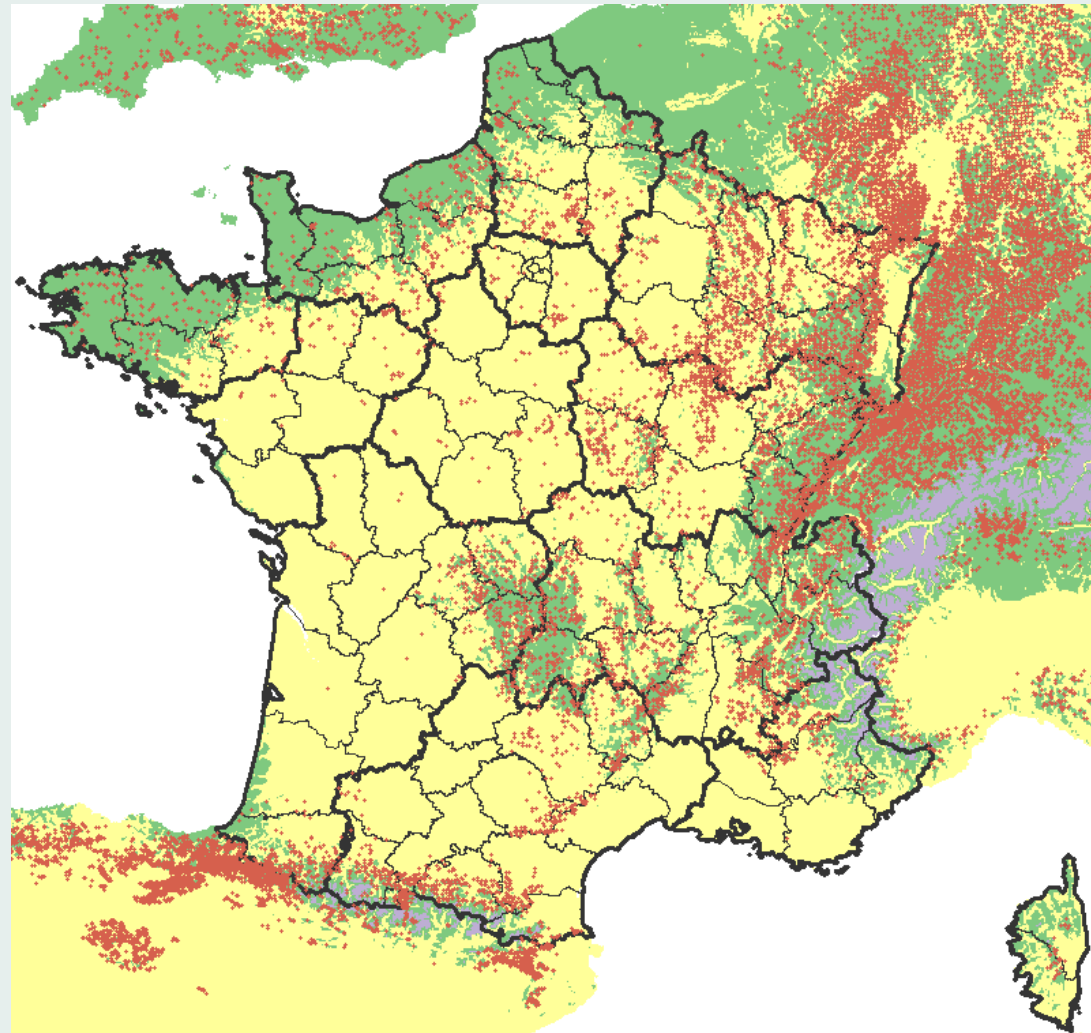
Incompatible
besoin en énergie

Compatibilité climatique – hêtre – présence inventaires forestiers

Horizon 2070 – RCP 4.5 (moyen)



Horizon 2070 – RCP 8.5 (moyen)



- Point de présence dans les inventaires forestiers nationaux



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

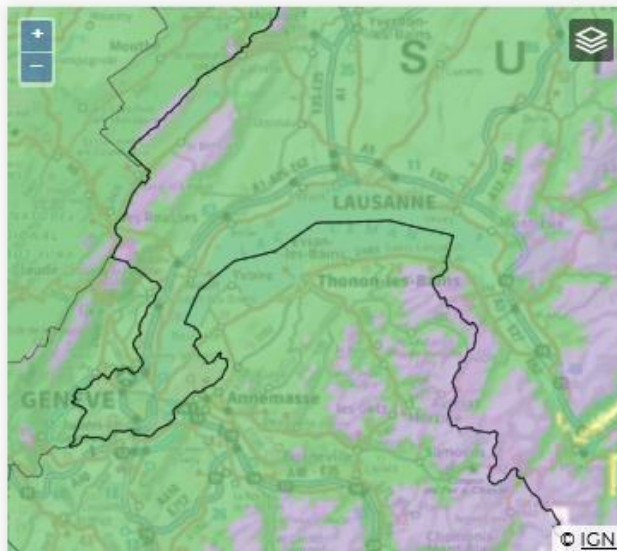


Incompatible
besoin en énergie

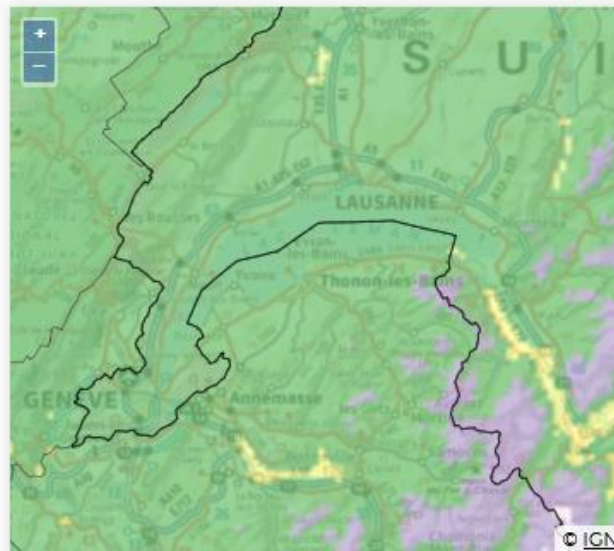


Compatibilité climatique – Hêtre – Chablais

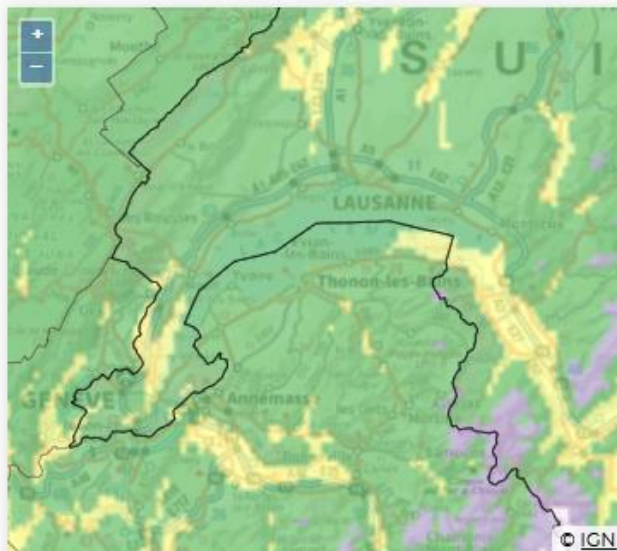
Actuel



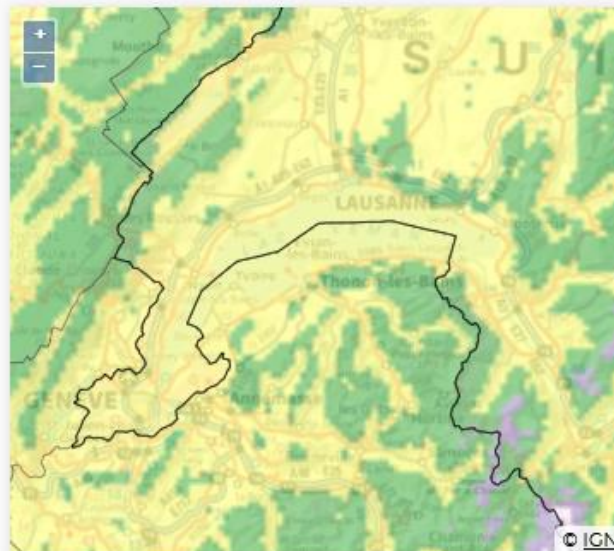
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



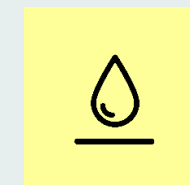
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



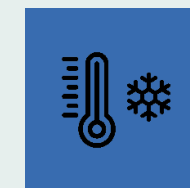
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

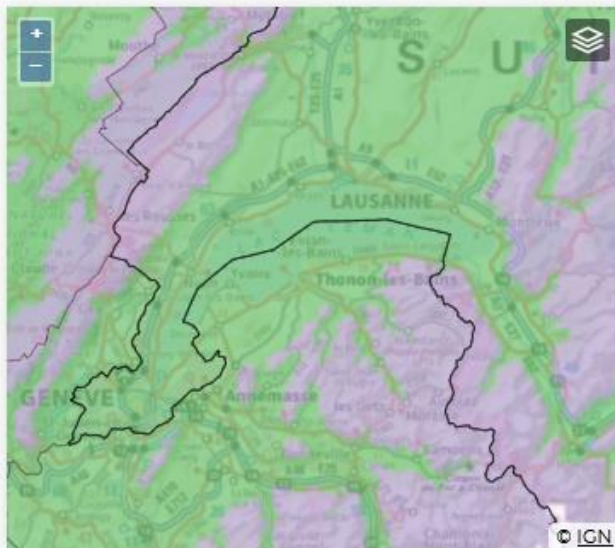


Incompatible
besoin en énergie

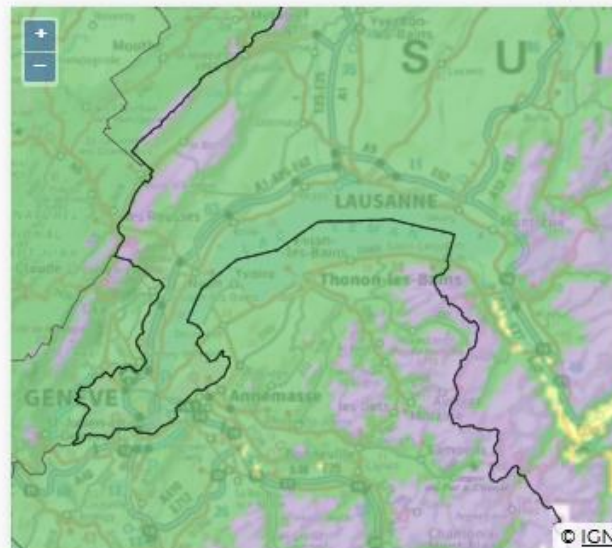


Compatibilité climatique – Chêne sessile – Chablais

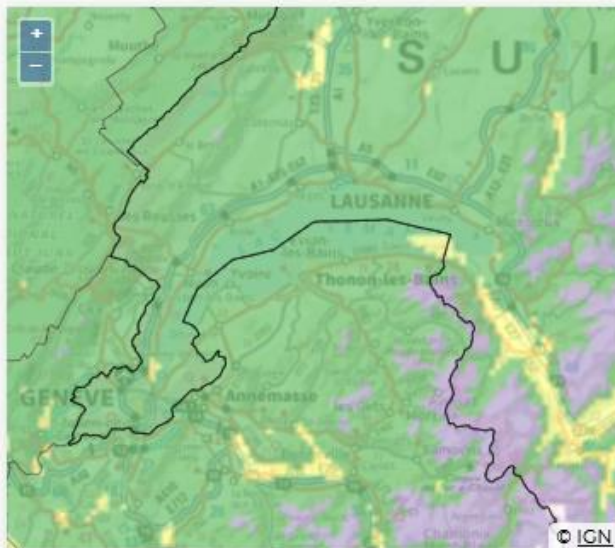
Actuel



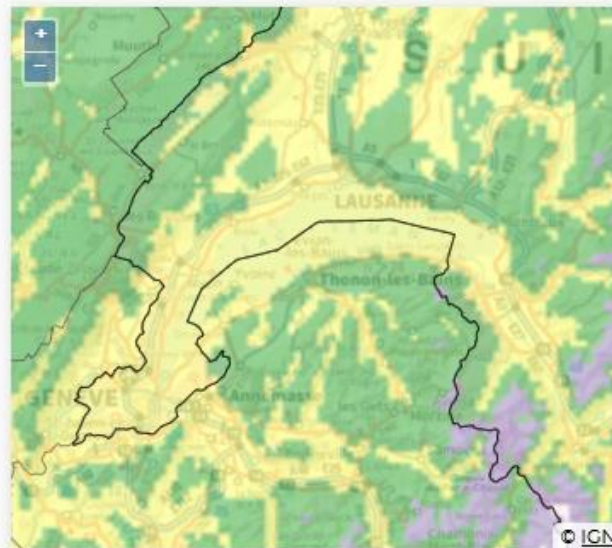
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



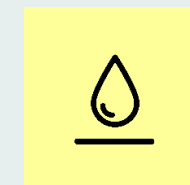
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



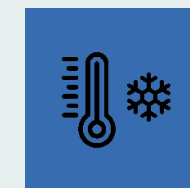
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

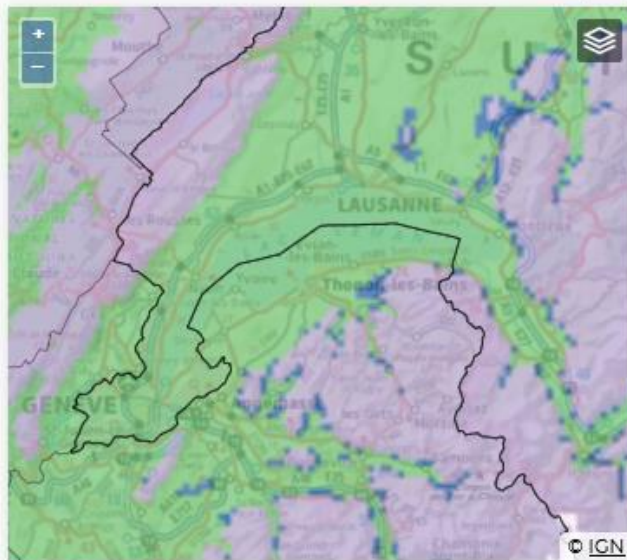


Incompatible
besoin en énergie

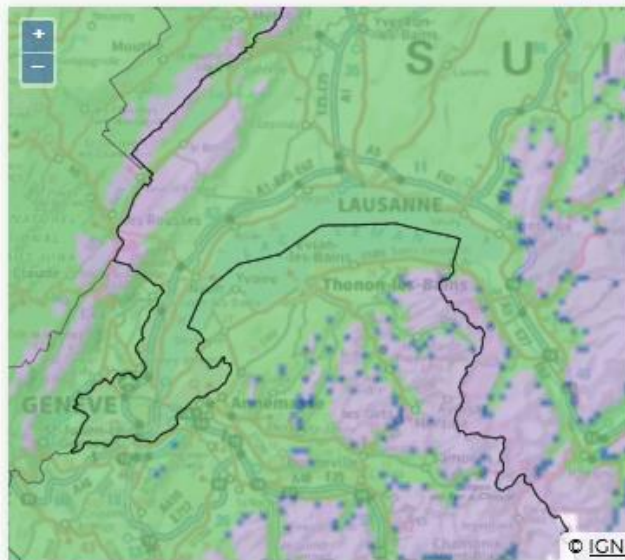


Compatibilité climatique – Cèdre de l'Atlas – Chablais

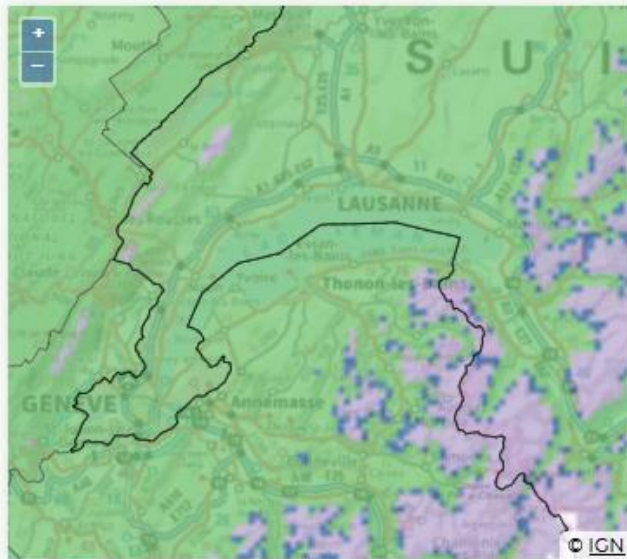
Actuel



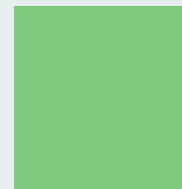
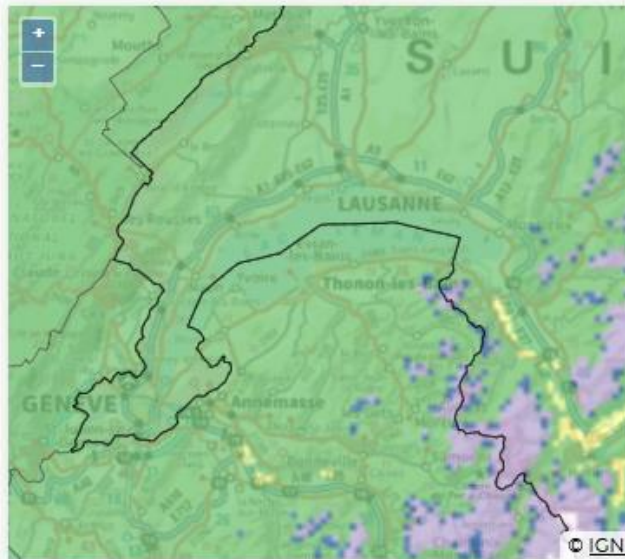
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



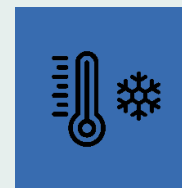
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



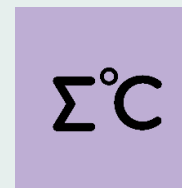
Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal

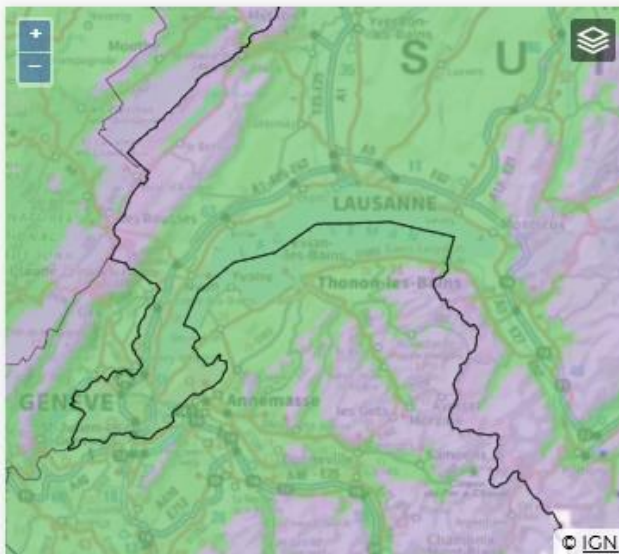


Incompatible
besoin en énergie

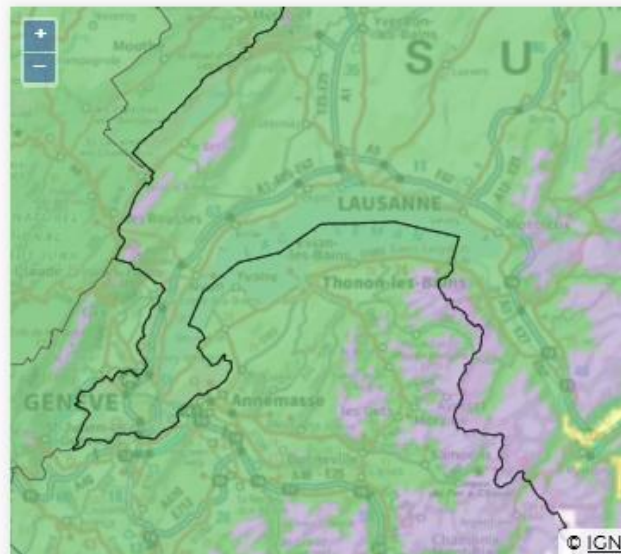


Compatibilité climatique – Pin noir d'Autriche – Chablais

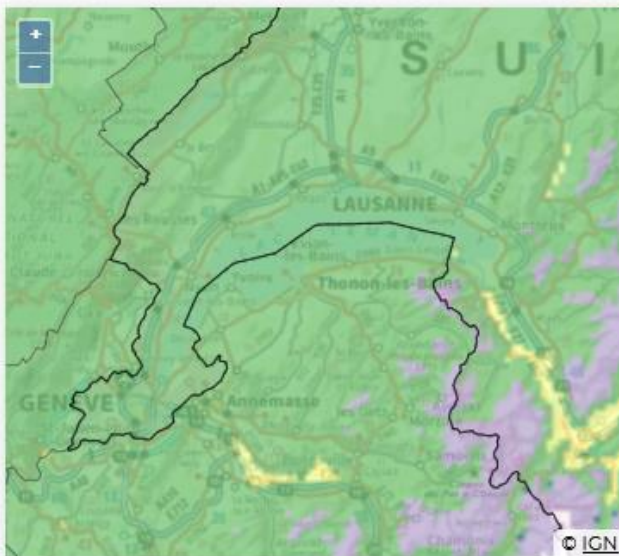
Actuel



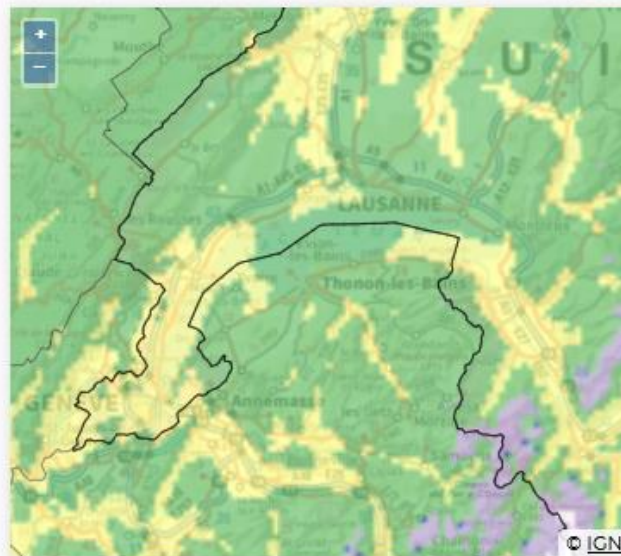
Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



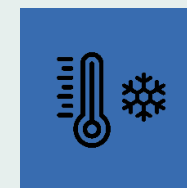
Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



Compatible



Incompatible
déficit hydrique



Incompatible
froid hivernal



Incompatible
besoin en énergie



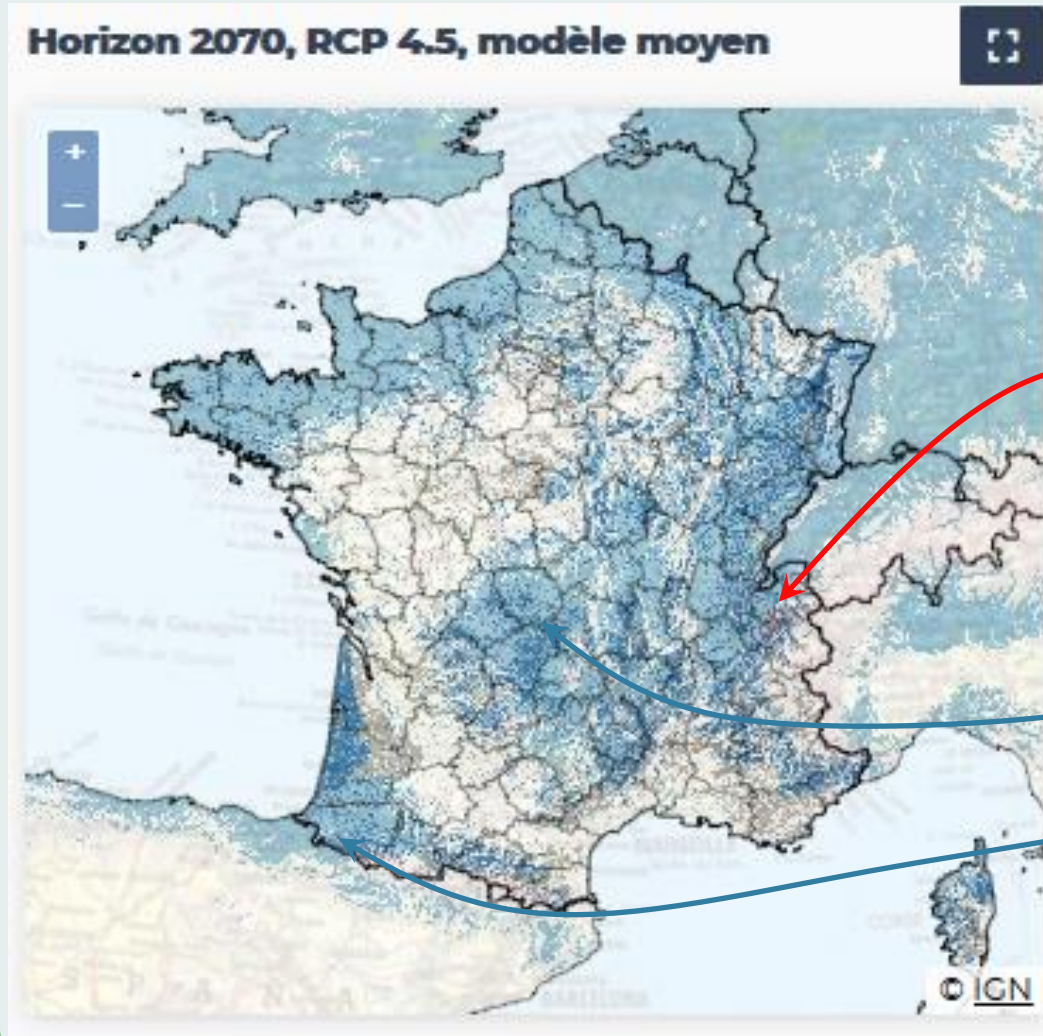
L'analogie climatique

Où se situe aujourd'hui mon climat de demain ?



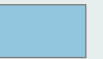
Analogie climatique – exemple de lecture – Plaine de la Saône

Horizon 2070 – RCP 4.5



A l'horizon 2070,
avec un scénario optimiste RCP 4.5,
le climat de la **région forestière**
Bauges serait similaire
en terme de **déficit hydrique**
à celui que l'on connaît actuellement
En moyenne montagne et sur les
littoraux atlantiques

Climat :



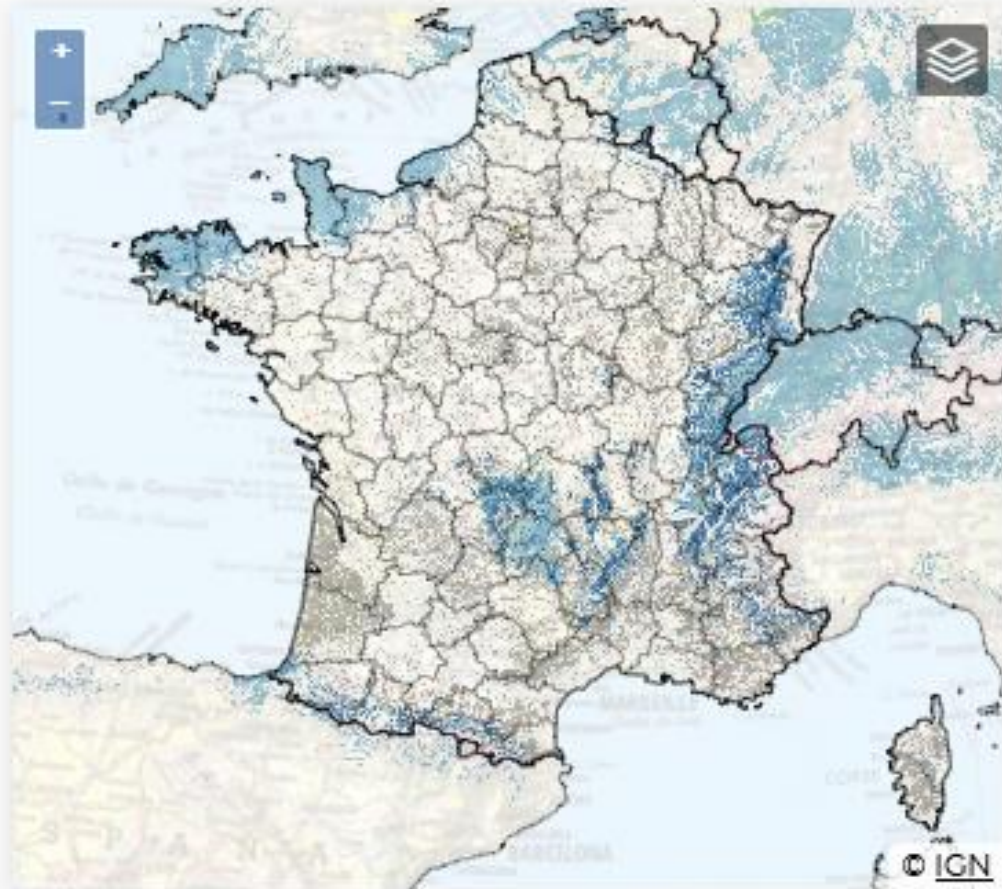
Analogue



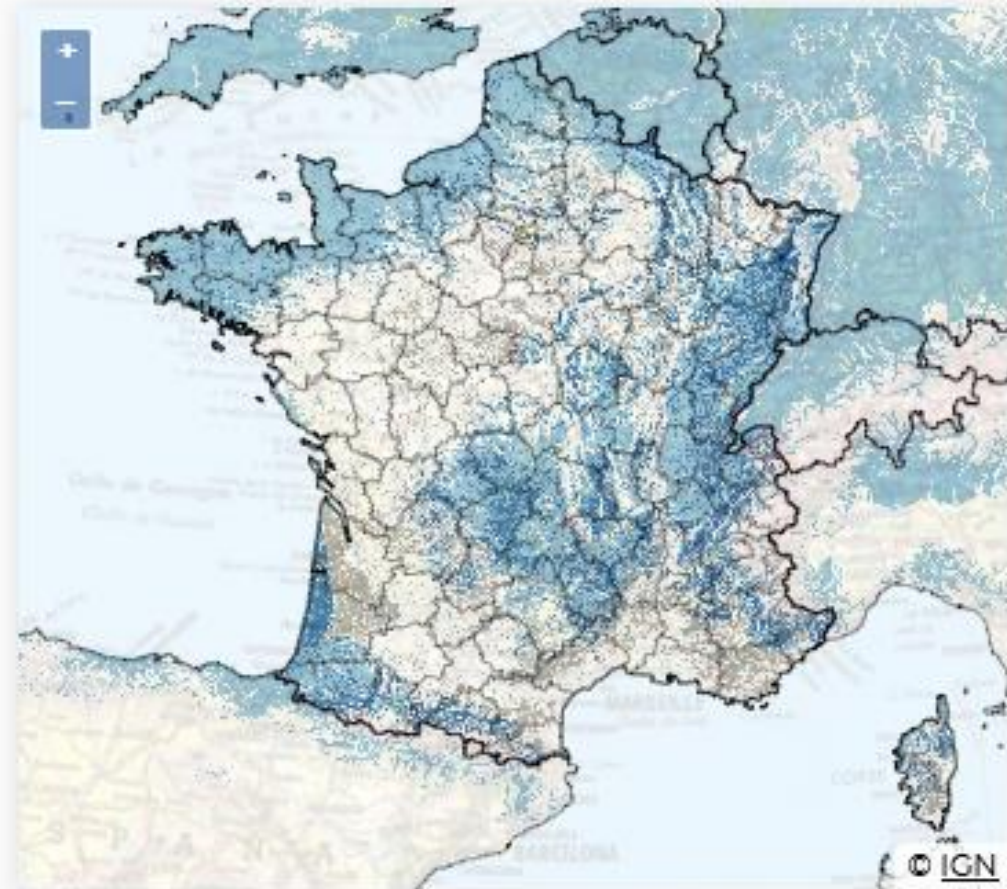
Non analogue

Analogie climatique – Chablais

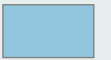
Actuel



Horizon 2070, RCP 4.5, modèle moyen



Climat :



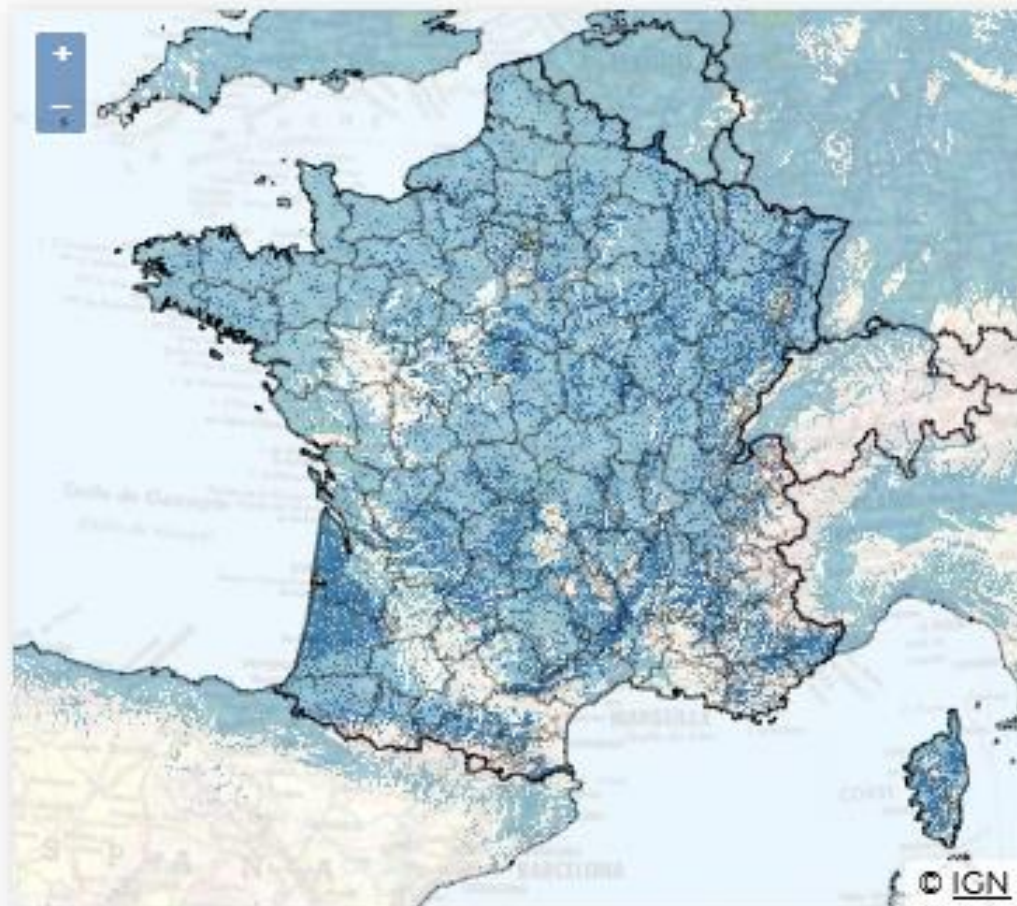
Analogue



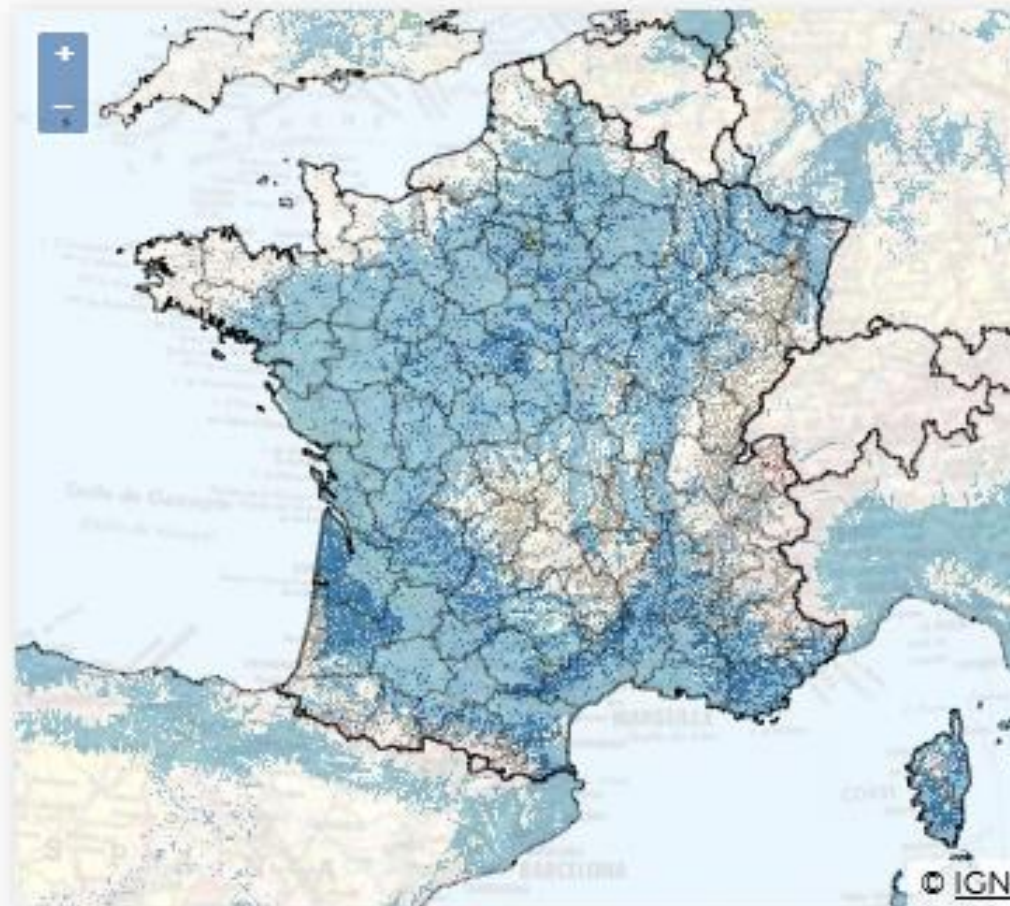
Non analogue

Analogie climatique – Chablais

Horizon 2070, RCP 8.5, modèle moyen



Horizon 2070, RCP 8.5, modèle pessimiste



Climat :



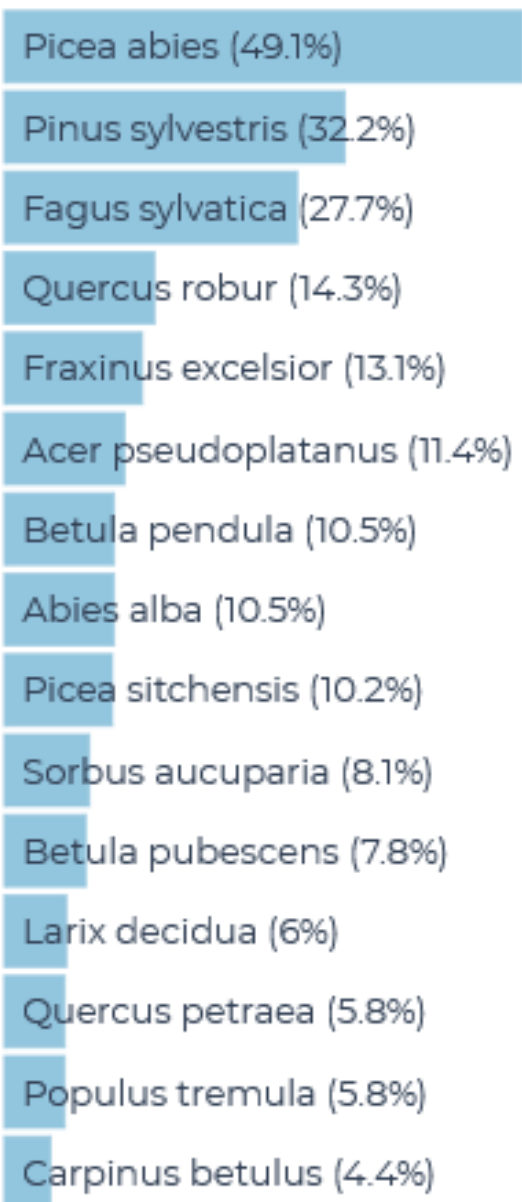
Analogue



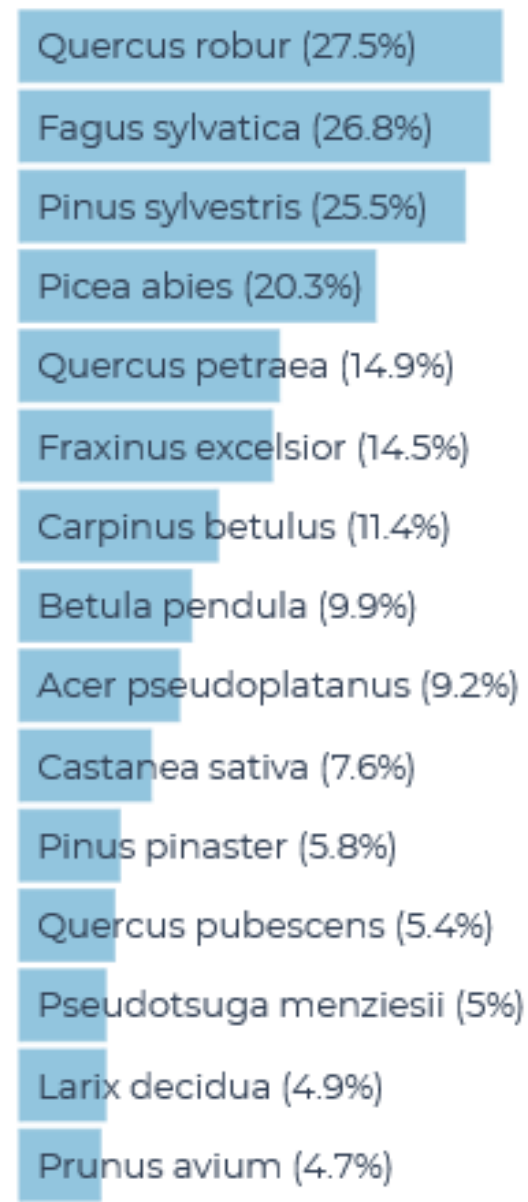
Non analogue

Analogie climatique – Chablais – Taux de présence des espèces

Actuel (dans
zones analogues)



Horizon 2070 – RCP 8.5
moyen
(dans zones analogues)



Limites et Précautions d'utilisation

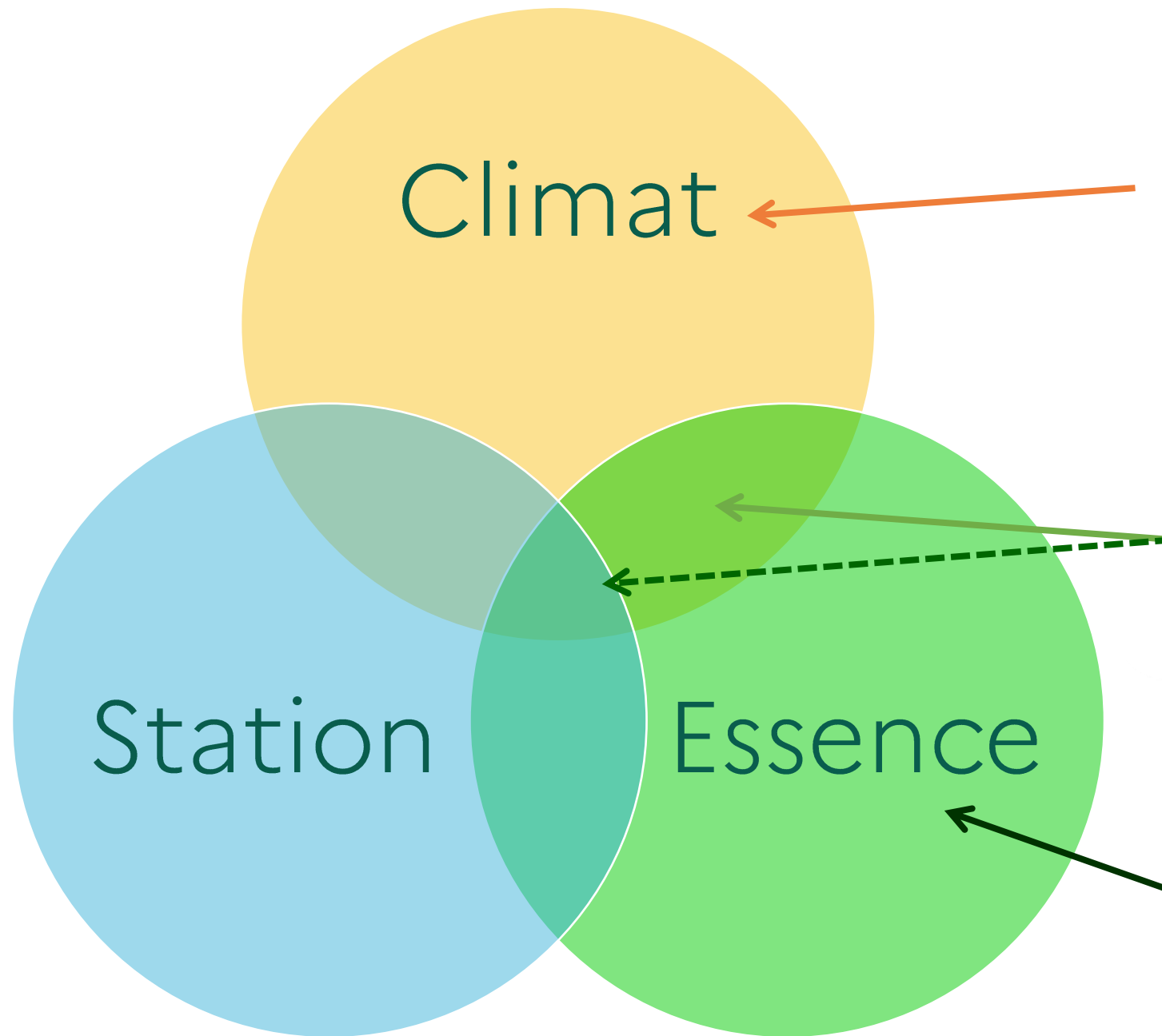


Le fonctionnement du modèle IKS

Les principales limites du modèle IKS

- Les résultats sont à moyen terme : 30 à 50 ans, au regard de la vie d'un arbre
- Les facteurs limitants du sol (calcaire, engorgement, ...) ne sont pas pris en compte
- L'impact des ravageurs et des parasites n'est pas pris en compte
- IKS modélise le climat à une résolution de 1 km², et ne prend donc pas en compte le microclimat
- Pour chaque espèce, c'est l'ensemble des provenances à l'échelle de l'Europe qui est prise en compte, ce sont les populations les plus exposées à la sécheresse ou au froid qui fixent les limites pour l'espèce
- Ces cartes ne traitent que de la présence de l'espèce, être en zone compatible ne signifie pas qu'une production de bois d'œuvre est possible, ou qu'un peuplement sain puisse se développer





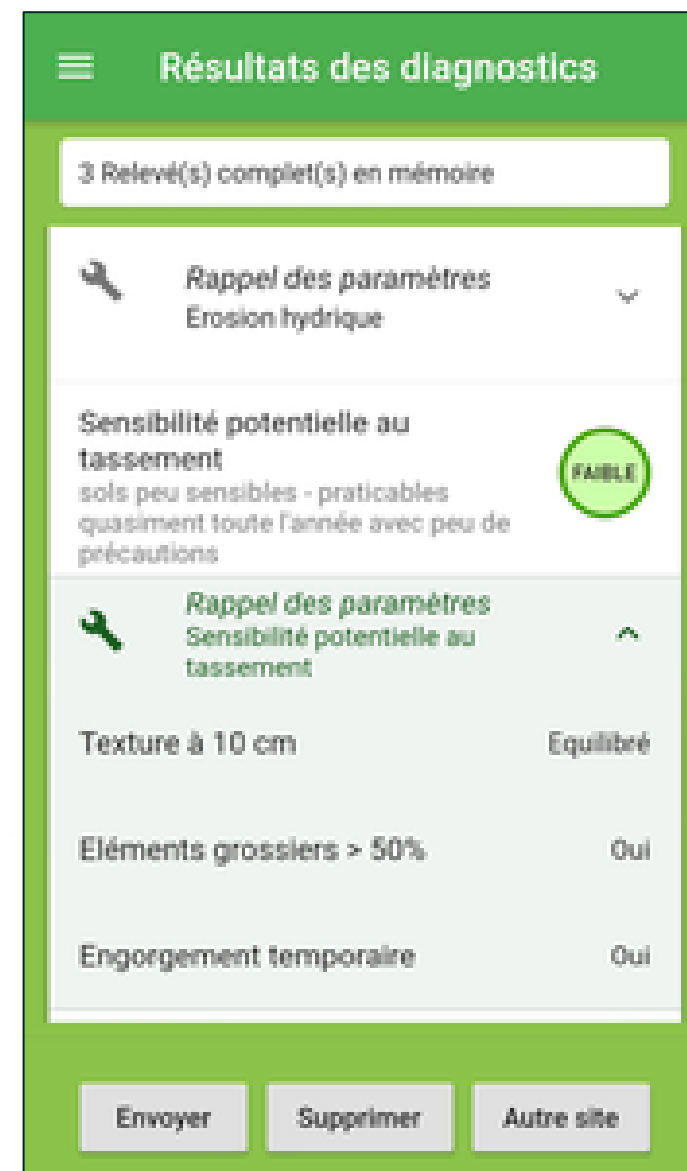
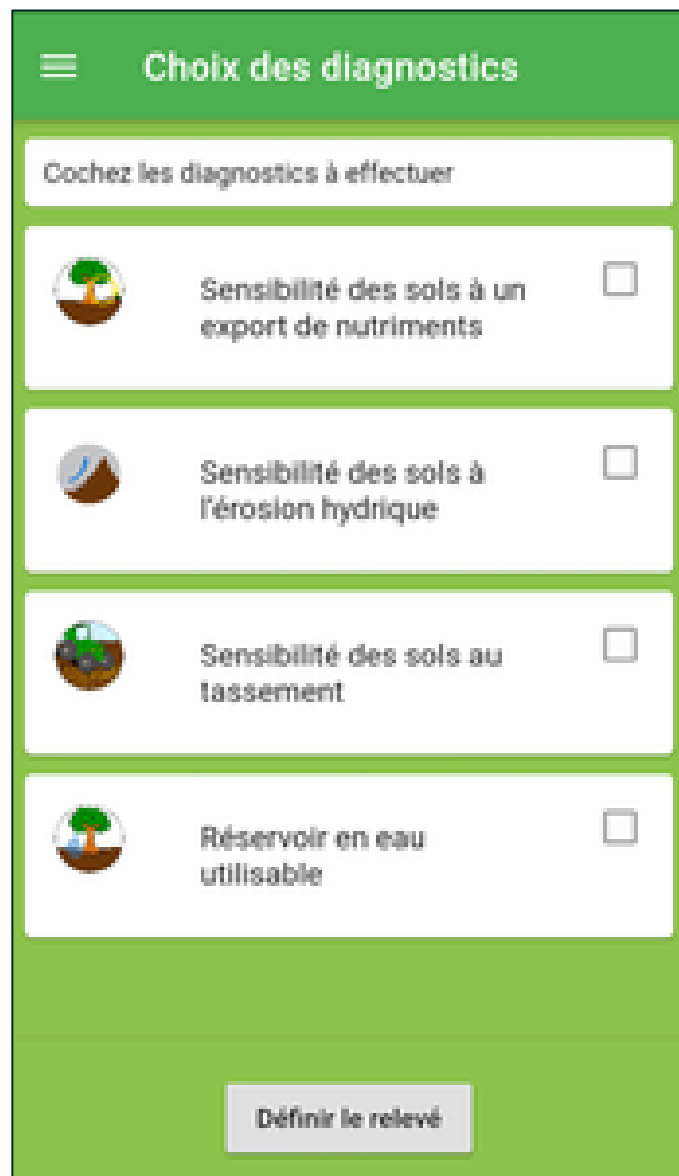
● ClimEssences - Module
« Variables climatiques »
(climats présents et
futurs)

● ClimEssences -
Modules « Analogie
climatique » et
« Compatibilités
climatiques » (dont
notion de RUM)

● ClimEssences - Module
« Fiches-espèces »
(descriptions +
autécologie)

**ForEval,
Aide à la description des sols forestiers –
évaluation de la sensibilité des sols
forestiers français (RU, Tassement export
minéral, Erosion)**





**Zoom50,
pour une utilisation du modèle IKS à
l'échelle « parcelle forestière »**



Le fonctionnement de Zoom50

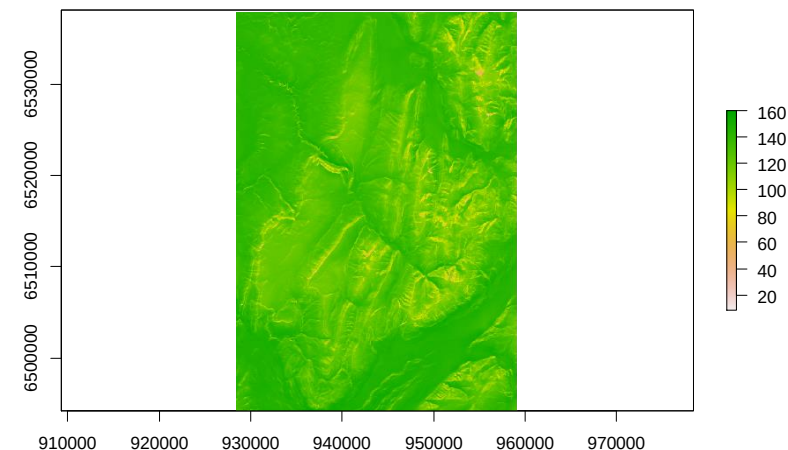
Données climatiques
(pixel 50m / pixel 1km
pour ClimEssences)



Sol local : carte station, relevé
For-Eval... / RU pixel 1km dans
ClimEssences



Calcul DHYa selon modèle IKS avec ces
nouvelles données



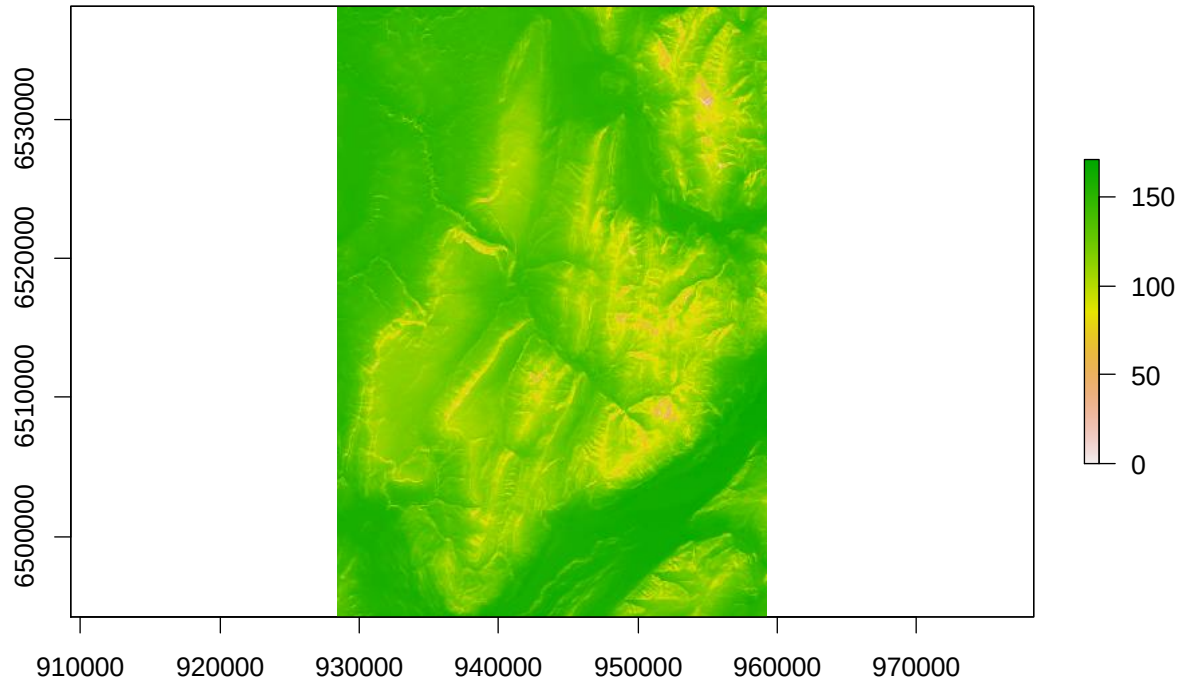
Application du modèle de compatibilité
IKS (application des seuils par essence)

Niveau de compatibilité climatique à
l'échelle parcelle avec meilleurs prise en
compte : de l'exposition, de la
topographie locale, la RU

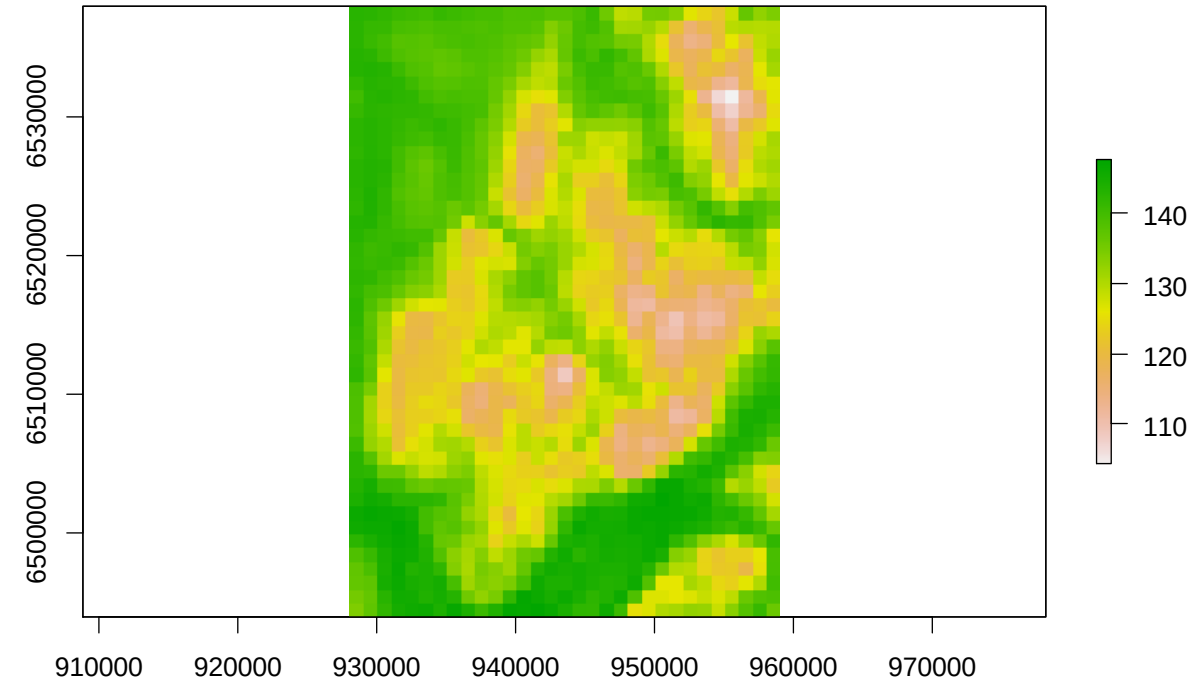
Données climatiques mobilisées



ETP Hargreaves avec relief mois 07
calcul sur digitalis 1961-1990
Résolution 50m



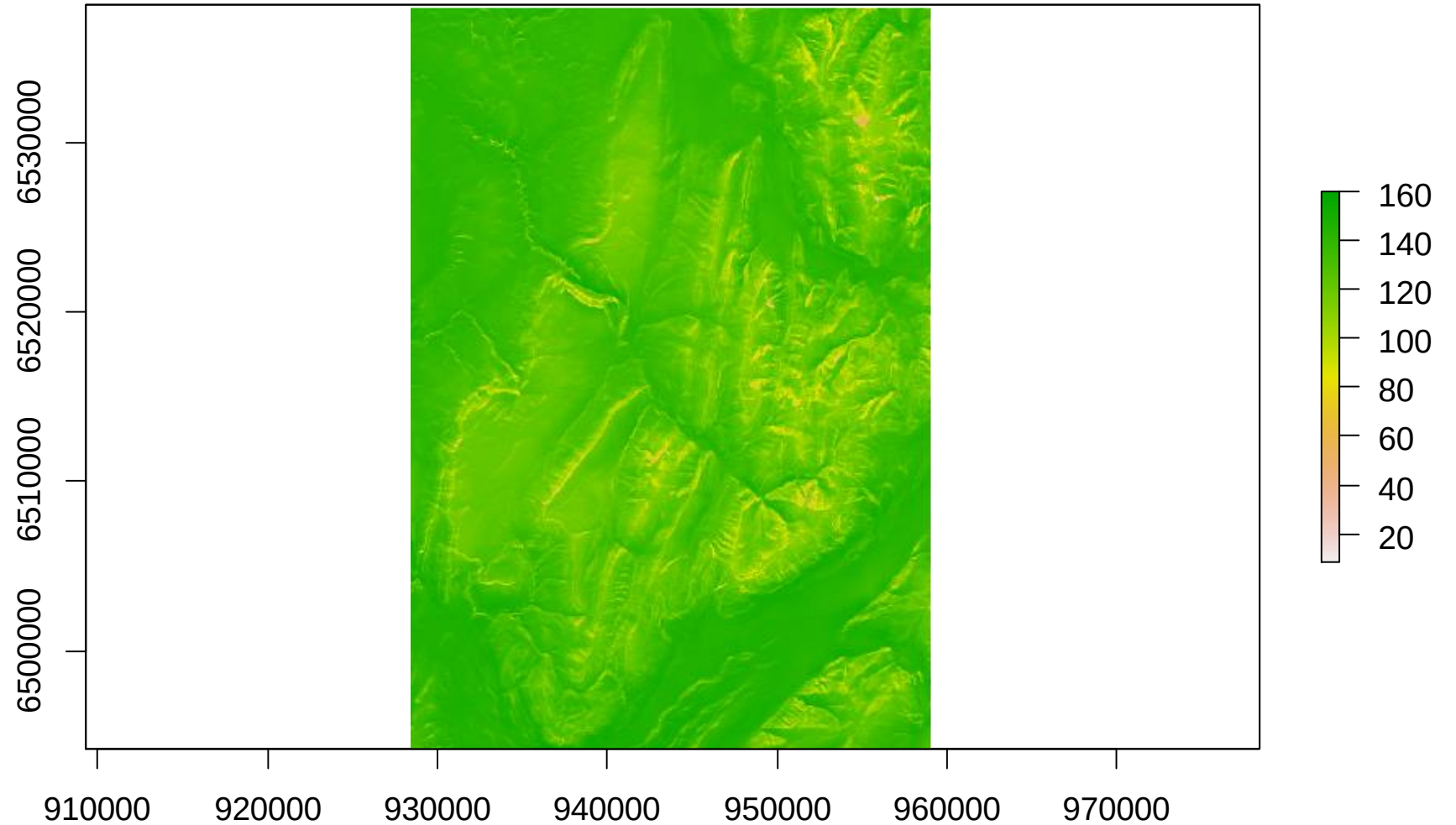
ETP Hargreaves avec relief mois 07
calcul sur chelsa 1961-2013
Résolution 1km



Données climatiques recalées



ETP Hargreaves avec
relief mois 07
Recalé : $\text{etp_50m} + (\text{etp_1km} - \text{etp_50_1km})$
Résolution 50m

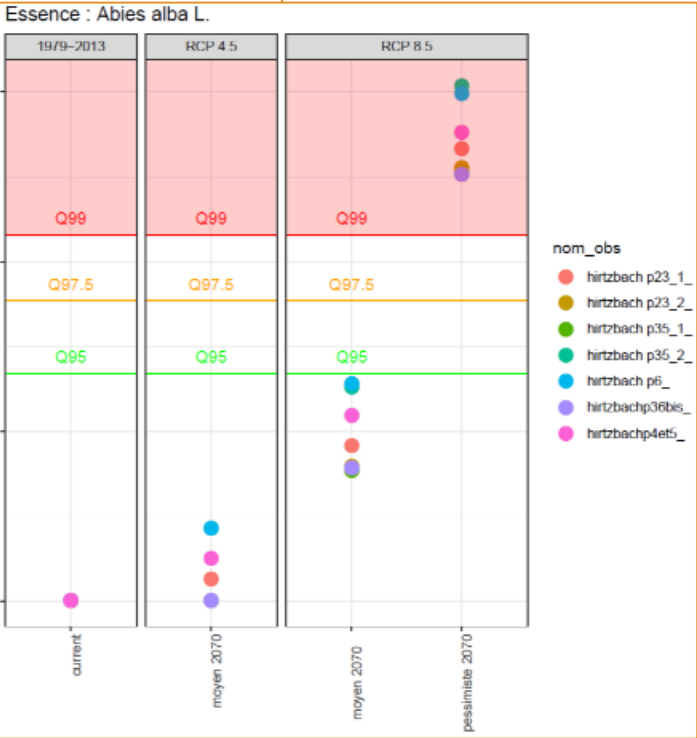
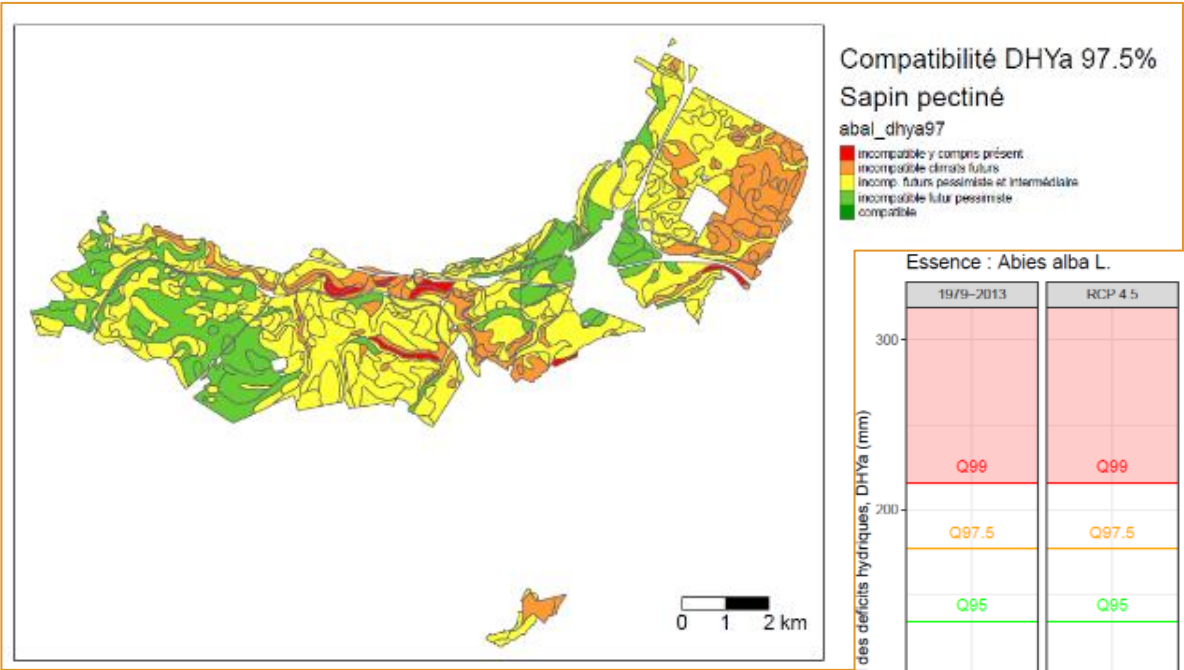


Les sorties de Zoom50 (selon la type de données de RU)

- Catalogue de station  constant

ID_parcelle	Code UT	Code SER	Catalogue station Aménagement	Code station Aménagement	Intitulé station Aménagement	RU	Type RU	Pertinence de la donnée de RU	Abies alba Sapin pectiné	Abies grandis Sapin de Vancouver	Acer campestre Erable champêtre	Acer monspessulanum Erable de Montpellier	Acer negundo Erable negundo	Acer platanoides Erable plane	Acer pseudoplatanus Erable sycomore	Acer tataricum Erable de Tartarie	Betula pendula Bouleau verruqueux	Betula pubescens Bouleau pubescent	Carpinus betulus Charme commun
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.1	Érable à hautes herbes	32,21	min_ext	★											
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.1	Érable à hautes herbes	67,655	moy_ext	★											
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.1	Érable à hautes herbes	103,1	max_ext	★											
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.3	Forêts tourbeuses	163,9	min_ext	★											
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.3	Forêts tourbeuses	169,15	moy_ext	★											
AILLONU_1	882012	H10	ANMA	1.3	Forêts tourbeuses	170,9	max_ext	★											

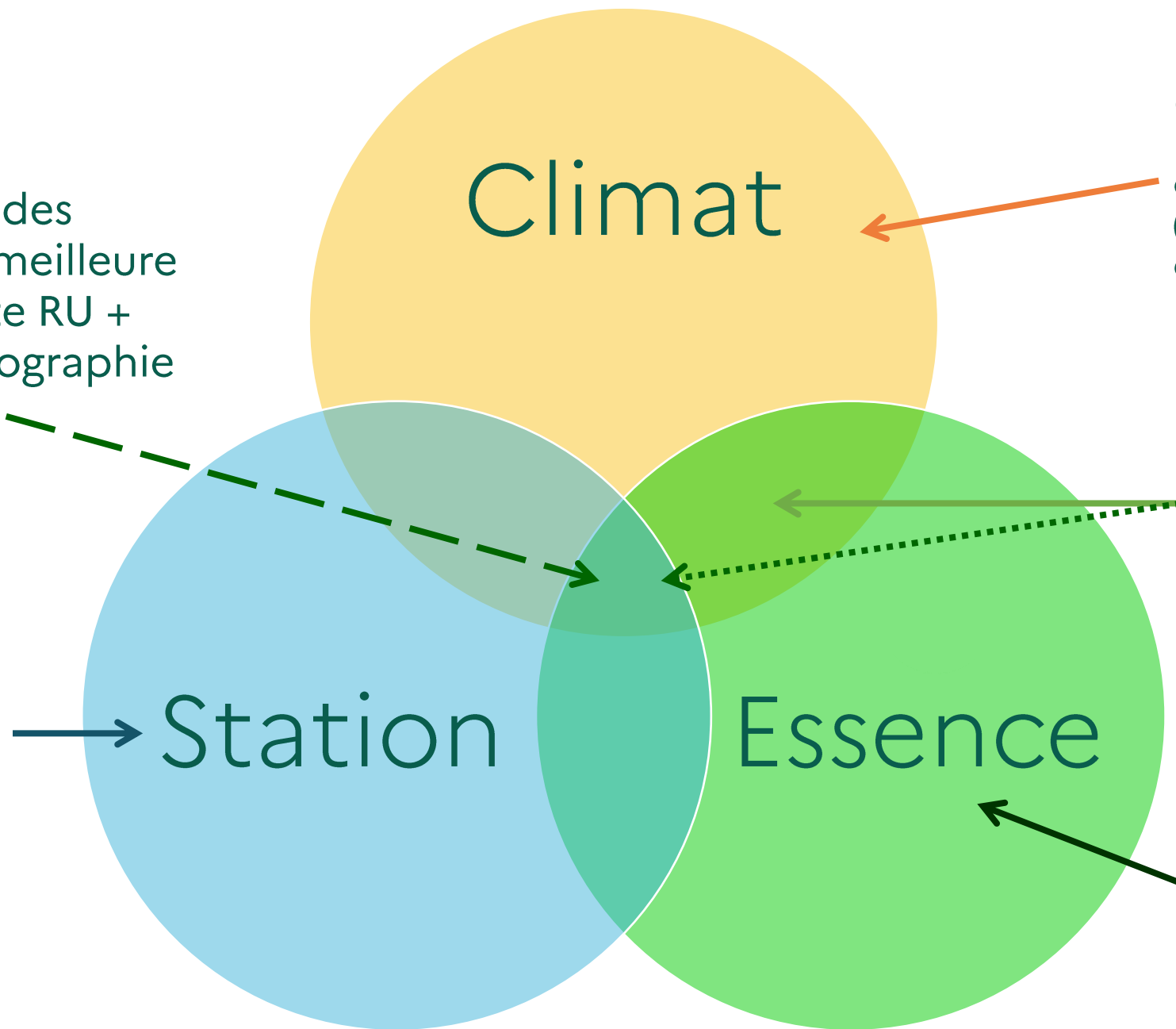
- Carte de station  spatialisé



- Relevé For-Eval  spatialisé

- **Zoom50** -
Compatibilité
climatique IKS des
essences avec meilleure
prise en compte RU +
exposition/topographie

- **For-Eval** -
Description et
sensibilités des
sols , Calcul RU



- ClimEssences -
Module « Variables
climatiques »
(climats présents
et futurs)

- ClimEssences -
Modules « Analogie
climatique » et
« Compatibilités
climatiques » (dont
notion de RUM)

- ClimEssences -
Module « Fiches-
espèces »
(descriptions +
autécologie)



Office National des Forêts

Merci pour votre attention.