



Colloque « Vulnérabilité des Forêts au changement climatique »
Paris, 17 novembre 2011

Quantification des impacts du changement climatique sur les forêts à l'échelle régionale et identification des sources d'incertitude

Résultats du projet

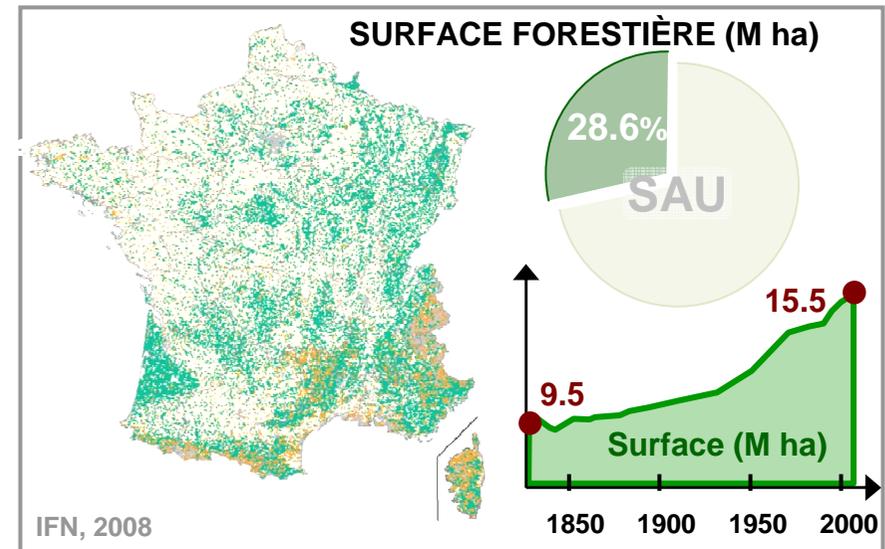


Bosc Alexandre

EPHYSE INRA Bordeaux
Alexandre.bosc@pierroton.inra.fr

Contexte

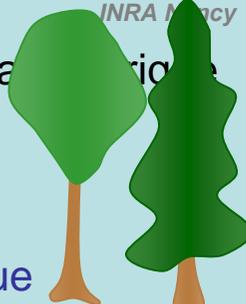
- Le changement climatique et la forêt : une problématique prégnante
- Des recherches engagées depuis plusieurs années au sein de nombreux projets → des modèles éprouvés
- Le projet CLIMATOR offrant la possibilité de :
 - comparer la forêt aux autres types de cultures
 - tester une multitude de scénarii climatiques et de méthodes de régionalisation



Méthodologie CLIMATOR

- Le protocole de simulation (CLIMATOR) :
 - 12 sites, 5 sols
 - 3 scénarii d'émission (B1, A1B, A2), 3 méthodes de régionalisation
 - 3 fenêtres temporelles 1970-2000 , 2020-2050, 2070-2100
- Un trio de modèles de forêt complémentaires

BILJOU © INRA Nancy
Un modèle de bilan hydrique



→ Confort hydrique
→ Restitution d'eau au milieu

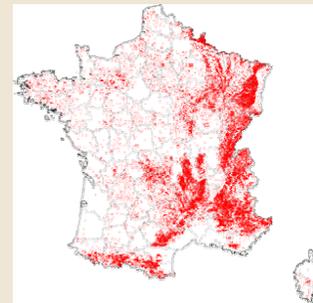
GRAECO INRA Bordeaux
Bilans intégrés eau, carbone, croissance avec gestion sylvicole



Pin maritime

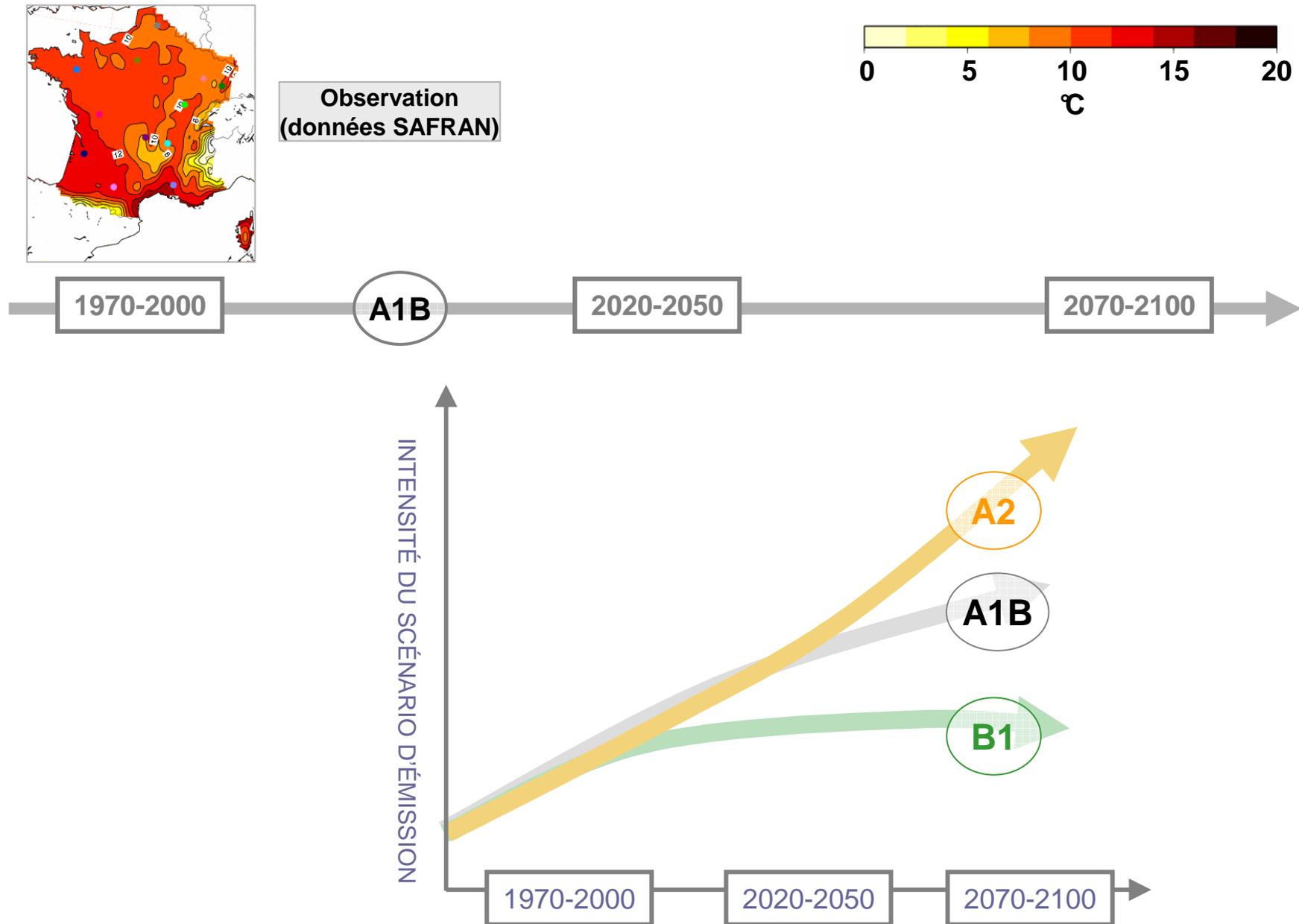
→ Flux hydriques
→ Flux de carbone
→ Rendement

EVOLFOR INRA Nancy
Un modèle de niche

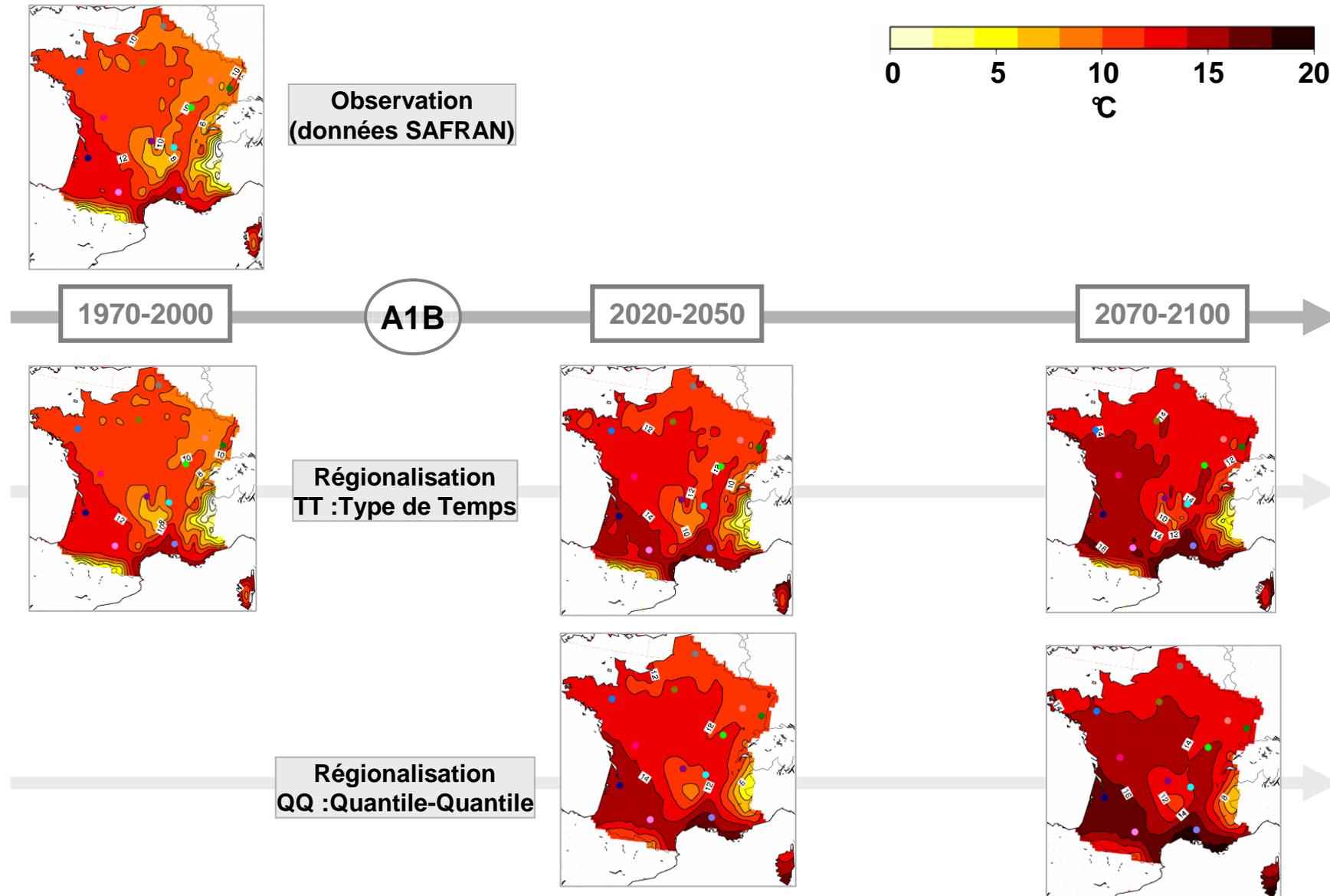


→ Probabilité de présence

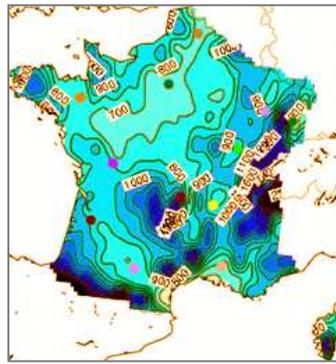
Scenarii climatique de CLIMATOR



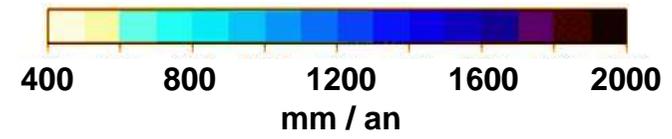
Scenarii climatique de CLIMATOR : température moyenne



Scenarii climatique de CLIMATOR : précipitations



Observation
(données SAFRAN)

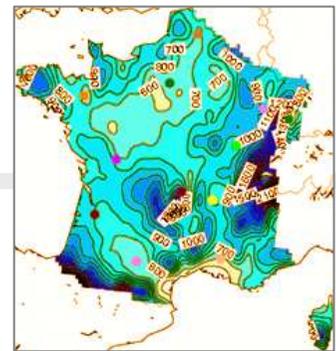


1970-2000

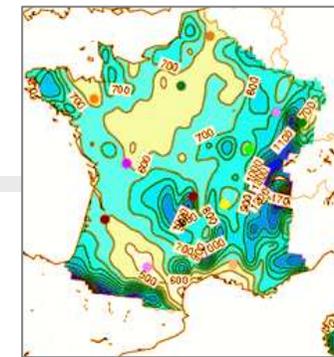
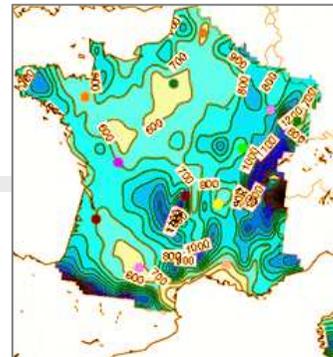
A1B

2020-2050

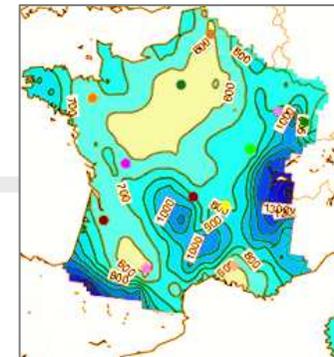
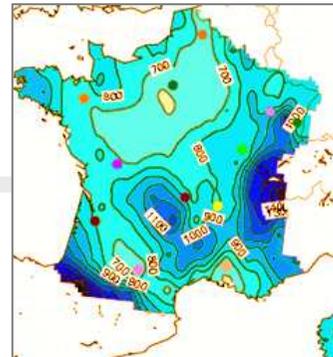
2070-2100



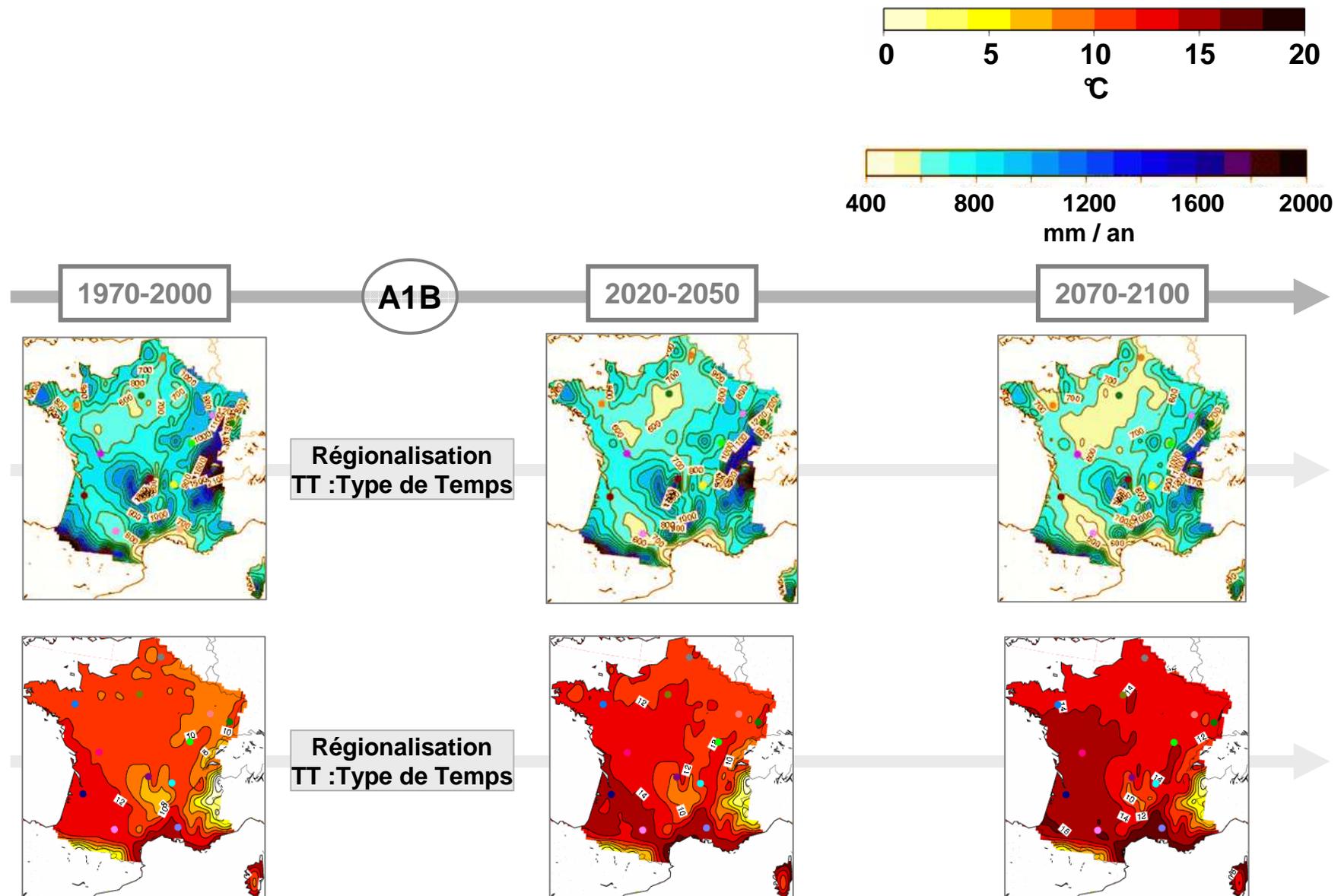
Régionalisation
TT :Type de Temps



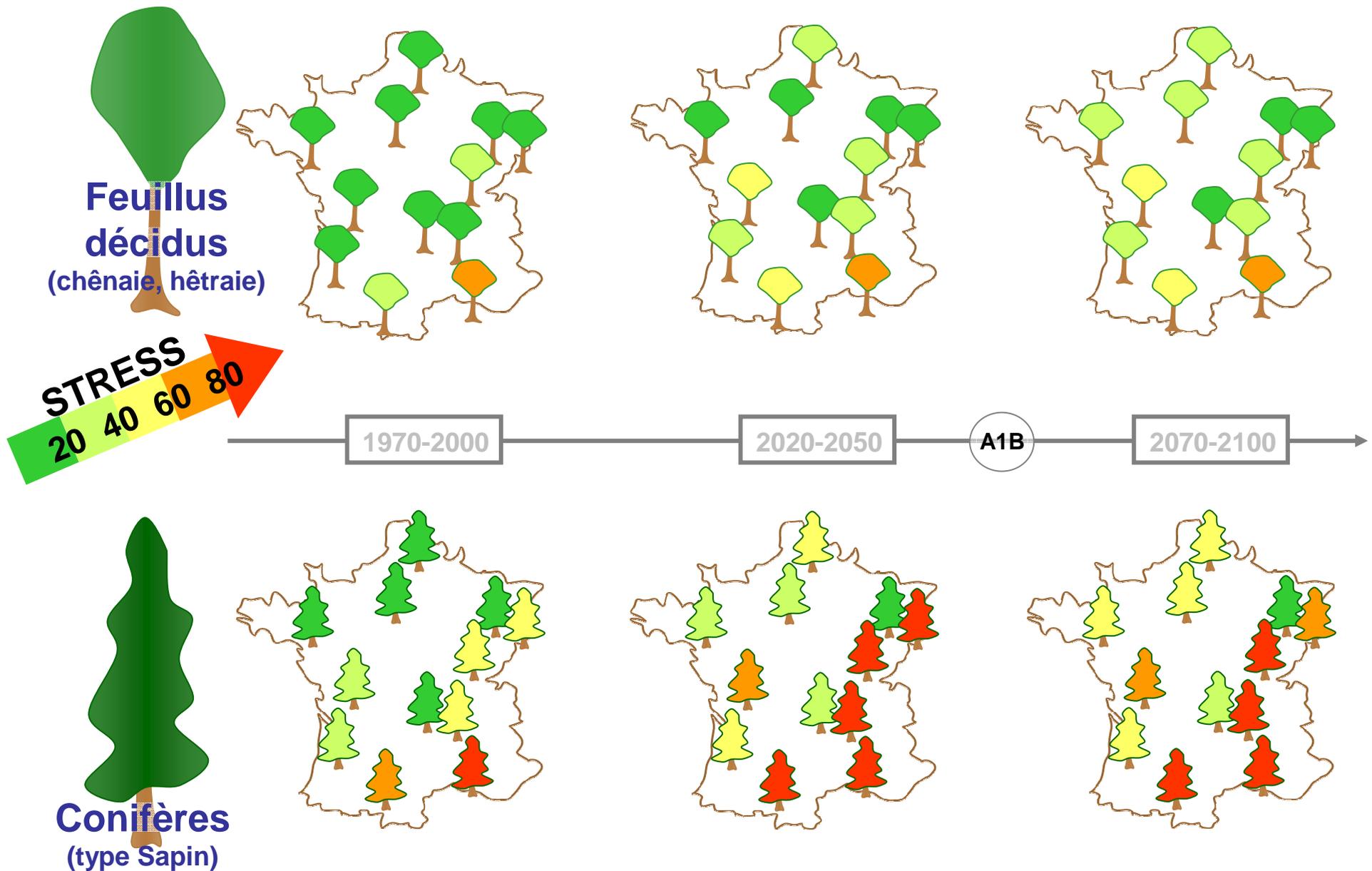
Régionalisation
QQ :Quantile-Quantile



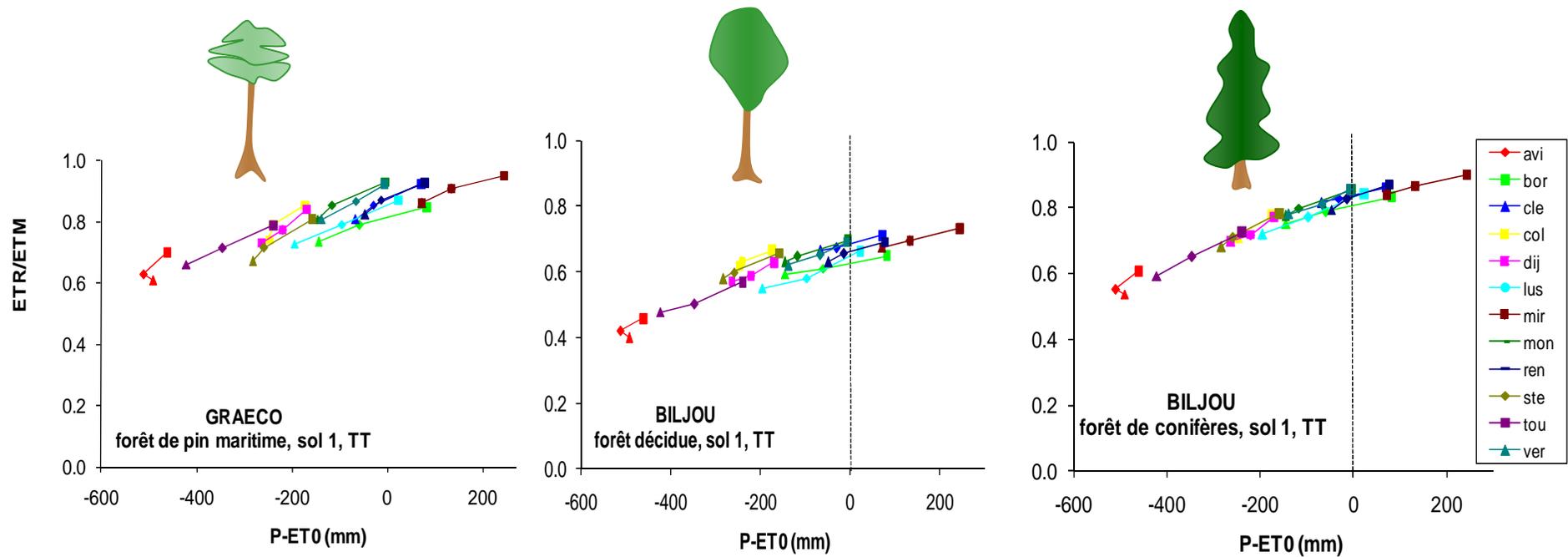
Scenarii climatique de CLIMATOR :



Evolution de l'intensité du déficit hydrique



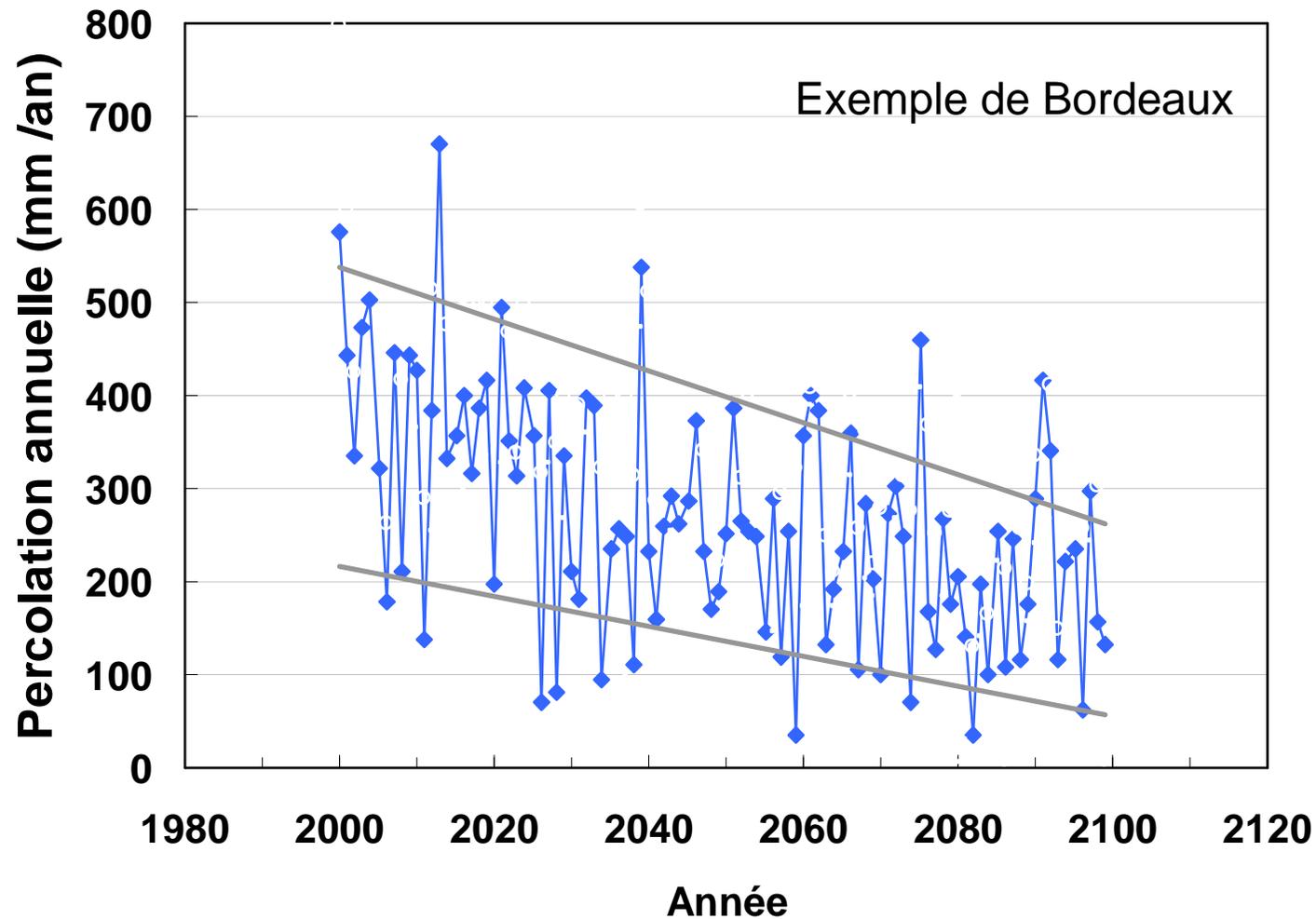
Confort hydrique



Evolution du rapport ETR/ETM en fonction de l'indice agroclimatique ($P-ET_0$).

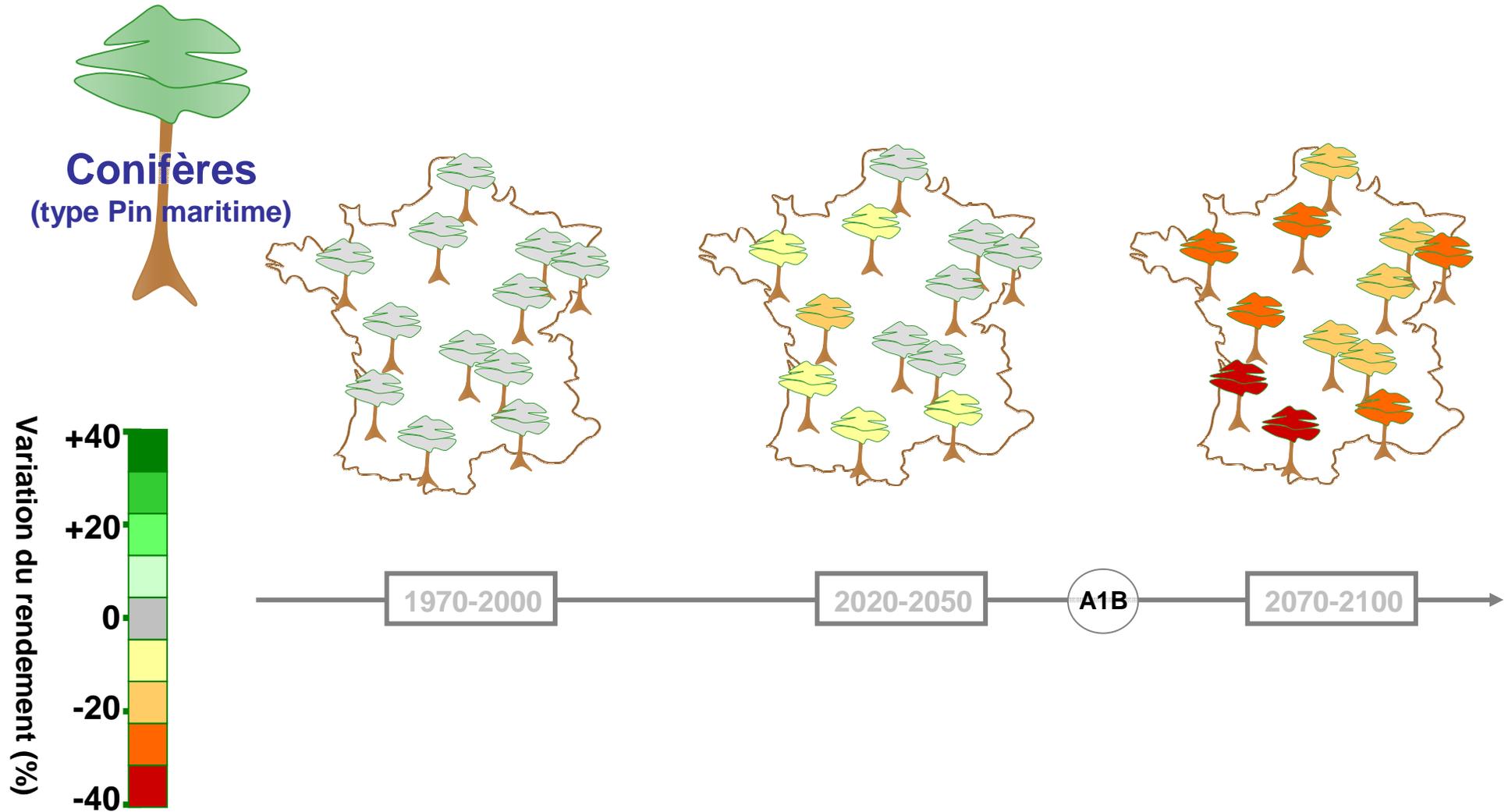
■ passé récent, ◆ futur proche, ▲ futur lointain pour douze sites du territoire français (en abrégé sur l'étiquette de droite)

Evolution de la quantité d'eau restituée au milieu (percolation)



→ Variable proportionnellement avec la plus forte variabilité inter-annuelle

Évolution du rendement



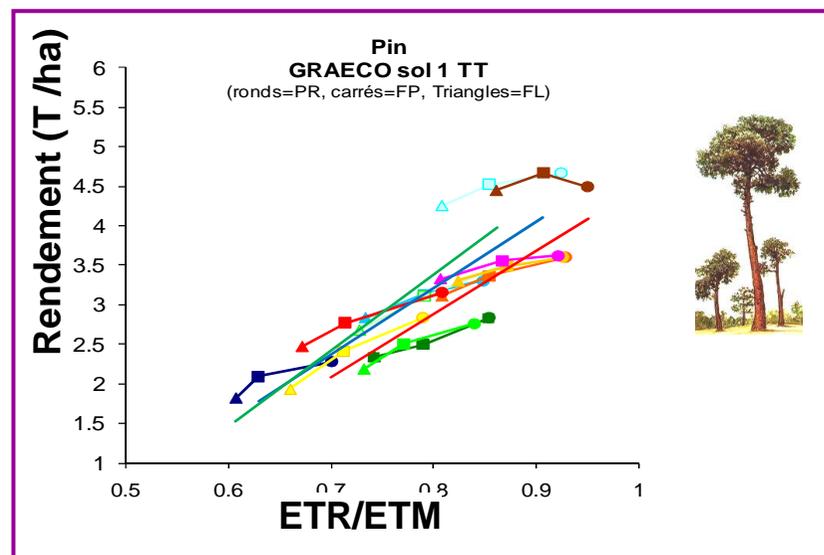
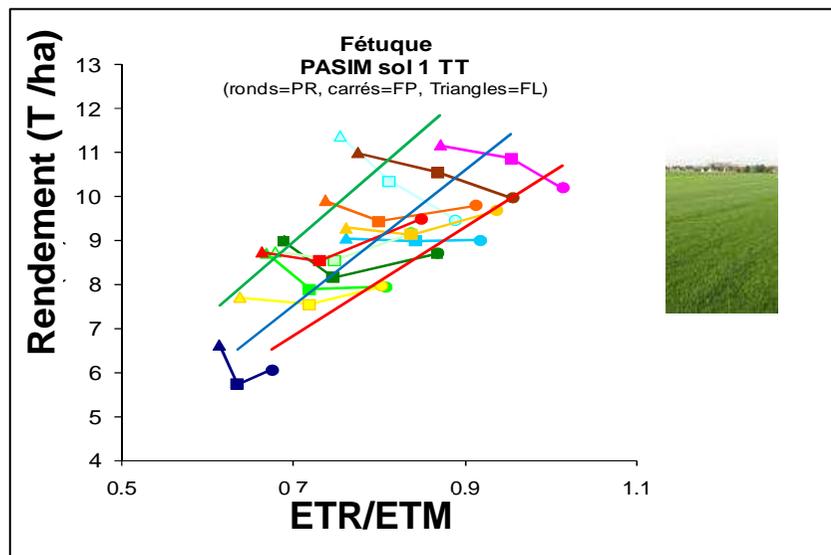
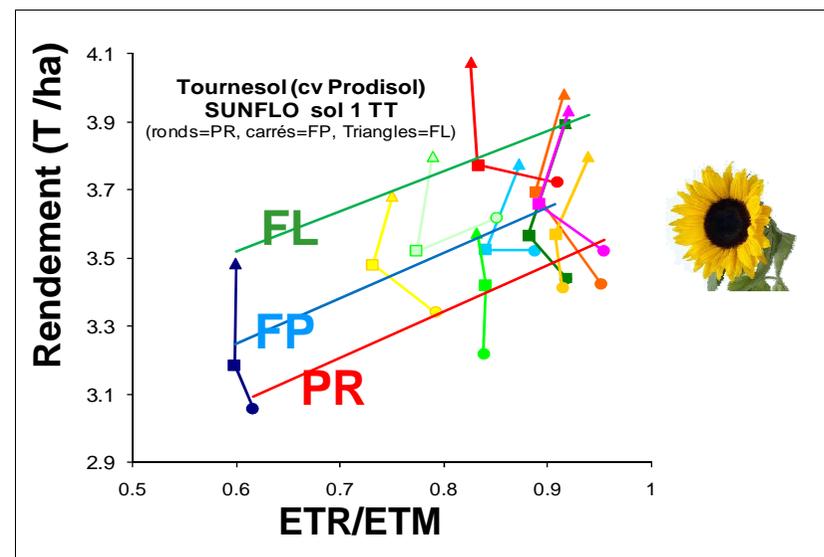
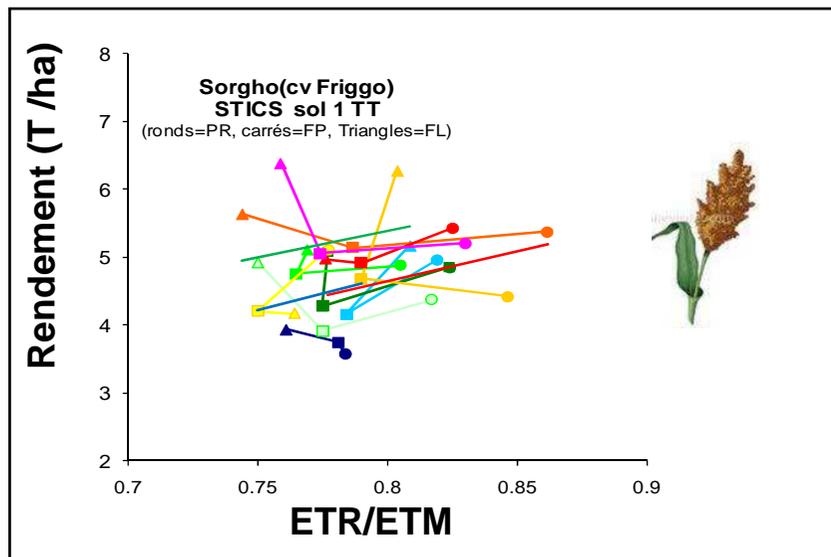
La baisse générale du rendement : une spécificité forestière !



t_MS /ha /an	Blé	Maïs	Colza	Tournesol	Sorgho	Vigne	Pin	Féтуque
Avignon	0.4	-1.5	0.2	0.6	0.2	-0.1	-0.4	0.9
Bordeaux	0.9	-1.5	-0.4	0.4	0.6	0.2	-0.5	0.4
Clermont	0.2	8.2	1.7	3.9	6.3	4.1	-0.4	1.5
Colmar	1.7	-1.3	0.9	0.1	0.5	0.8	-0.5	1.0
Dijon	1.5	-0.8	1.0	0.1	0.7	0.7	-0.6	1.3
Lusignan	0.1	-1.1	0.8	0.3	0.5	0.5	-0.8	0.1
Mirecourt	1.3	3.4	2.5	3.2	5.7	4.2	-0.1	0.8
Mons	1.0	2.5	-0.1	2.2	4.7	3.2	-0.5	0.2
Rennes	-0.3	-0.2	0.6	1.6	4.0	1.9	-0.3	-0.1
St Etienne	2.6	-1.6	1.5	0.0	-0.2	0.3	-0.7	-0.1
Toulouse	1.5	-1.8	0.2	-0.3	-1.2	-0.4	-0.9	0.2
Versailles	0.8	0.9	0.3	1.6	3.8	2.3	-0.3	0.0

Évolution du rendement entre PR et FL, par site et culture (sol 1, méthode de régionalisation TT, CERES pour blé, GRAECO pour pin, PASIM pour féтуque et STICS pour autres cultures). **gras** : $p < 0.01$; normal : $p < 0.05$; grisé : non significatif.

Les forêts n'échappent pas au climat alors qu'il existe des opportunités pour les cultures

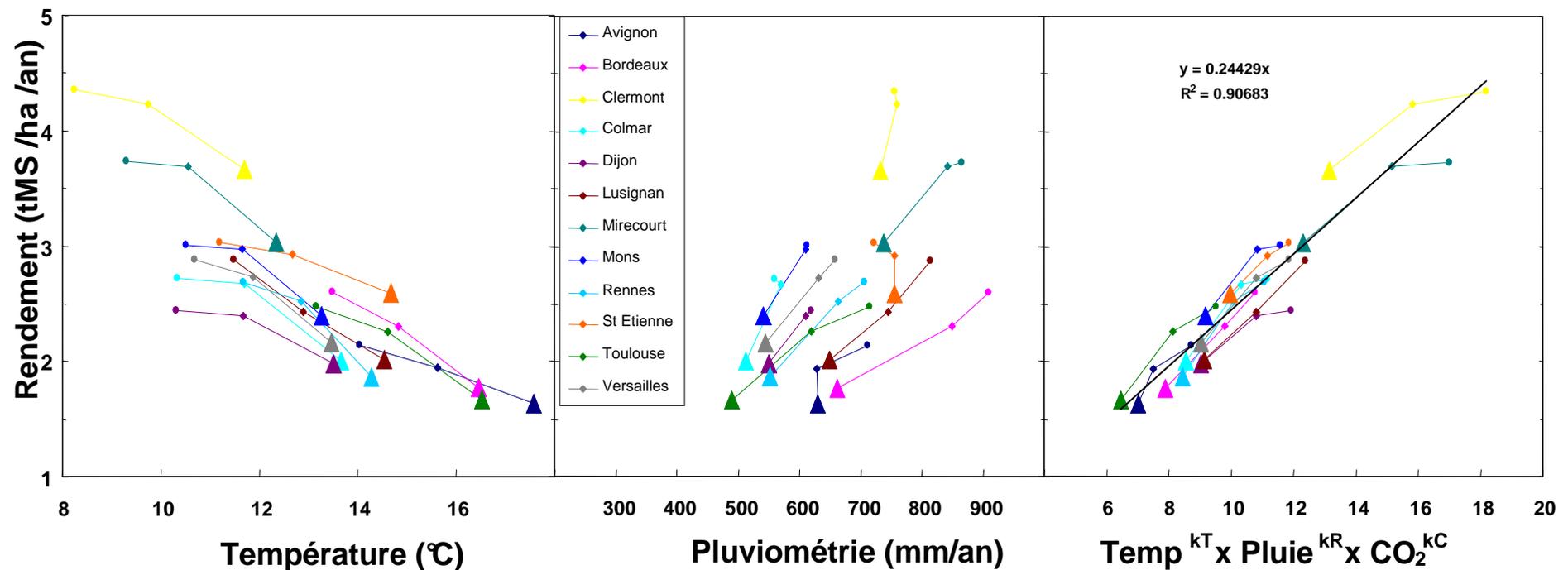


→ Le rendement des pins est essentiellement piloté par le confort hydrique (ETR/ETM)

Analyse des effets climatiques sur le rendement

Exemple du Pin maritime

Rendement (tMS /ha /an)

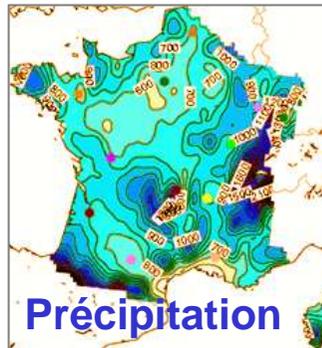


→ la température est la variable climatique prépondérante

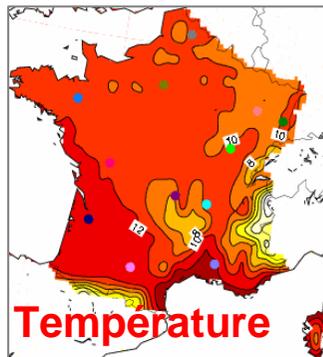
→ vers la mise au point de fonctions de transfert simples

Régionalisation des effets climatiques sur le rendement à partir des résultats de CLIMATOR

Exemple du Pin maritime



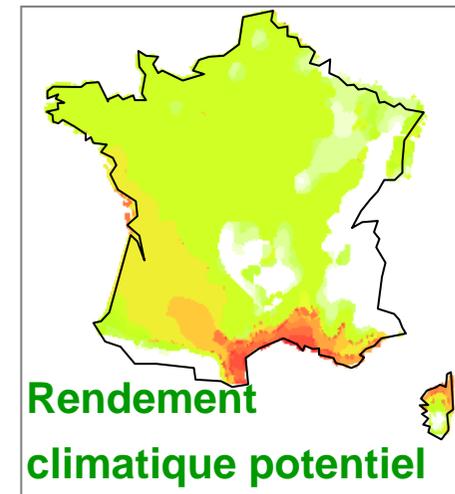
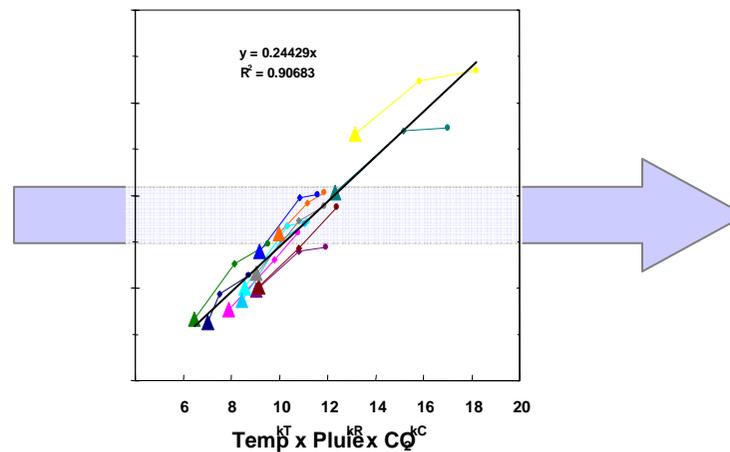
+



+

CO₂

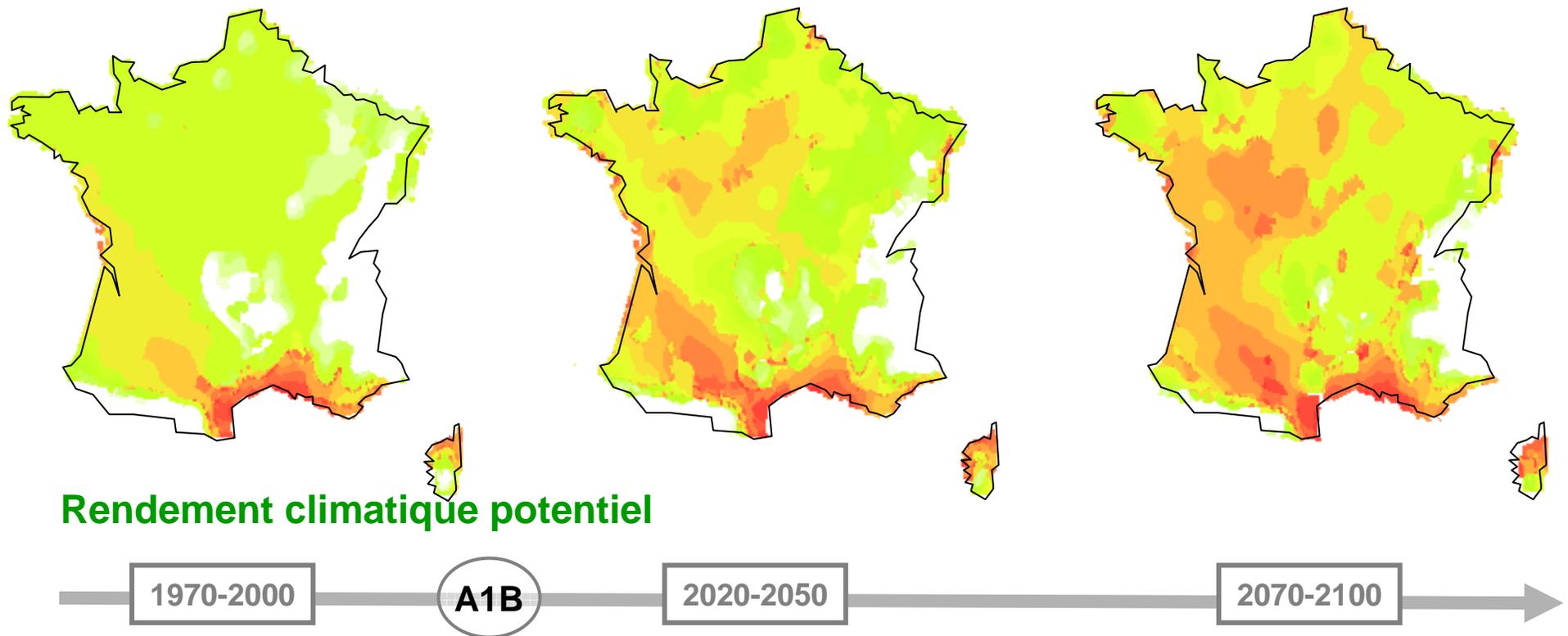
Fonction de transfert calée sur les sorties des modèles fonctionnels



! Travaux en cours

Régionalisation des effets climatiques sur le rendement à partir des résultats de CLIMATOR

Exemple du Pin maritime



Rendement climatique potentiel

1970-2000

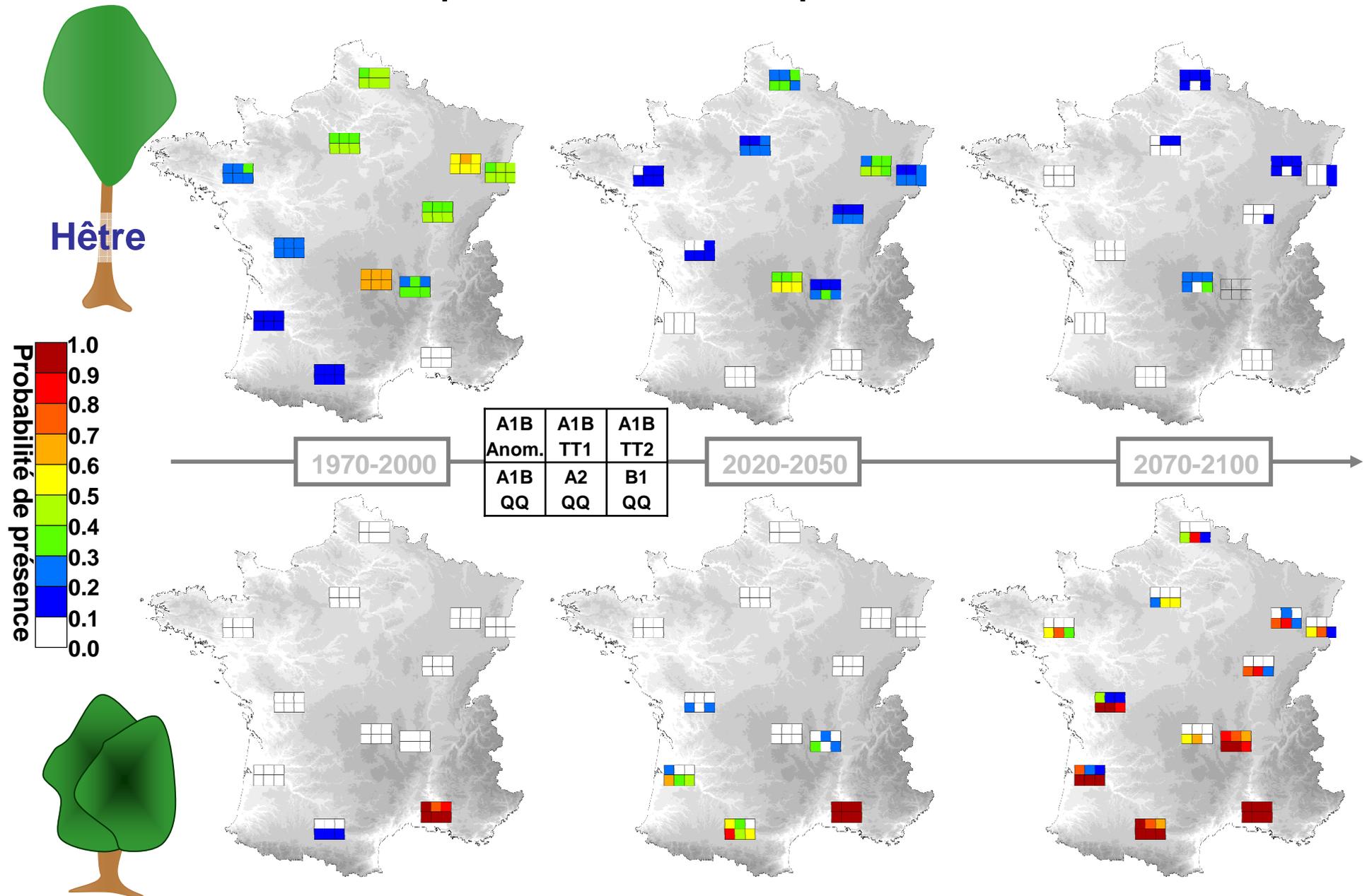
A1B

2020-2050

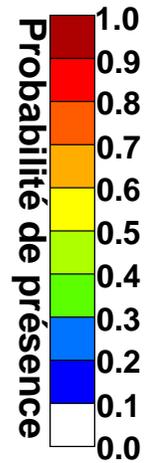
2070-2100

! Travaux en cours

Incertitude des probabilités de présence d'essences

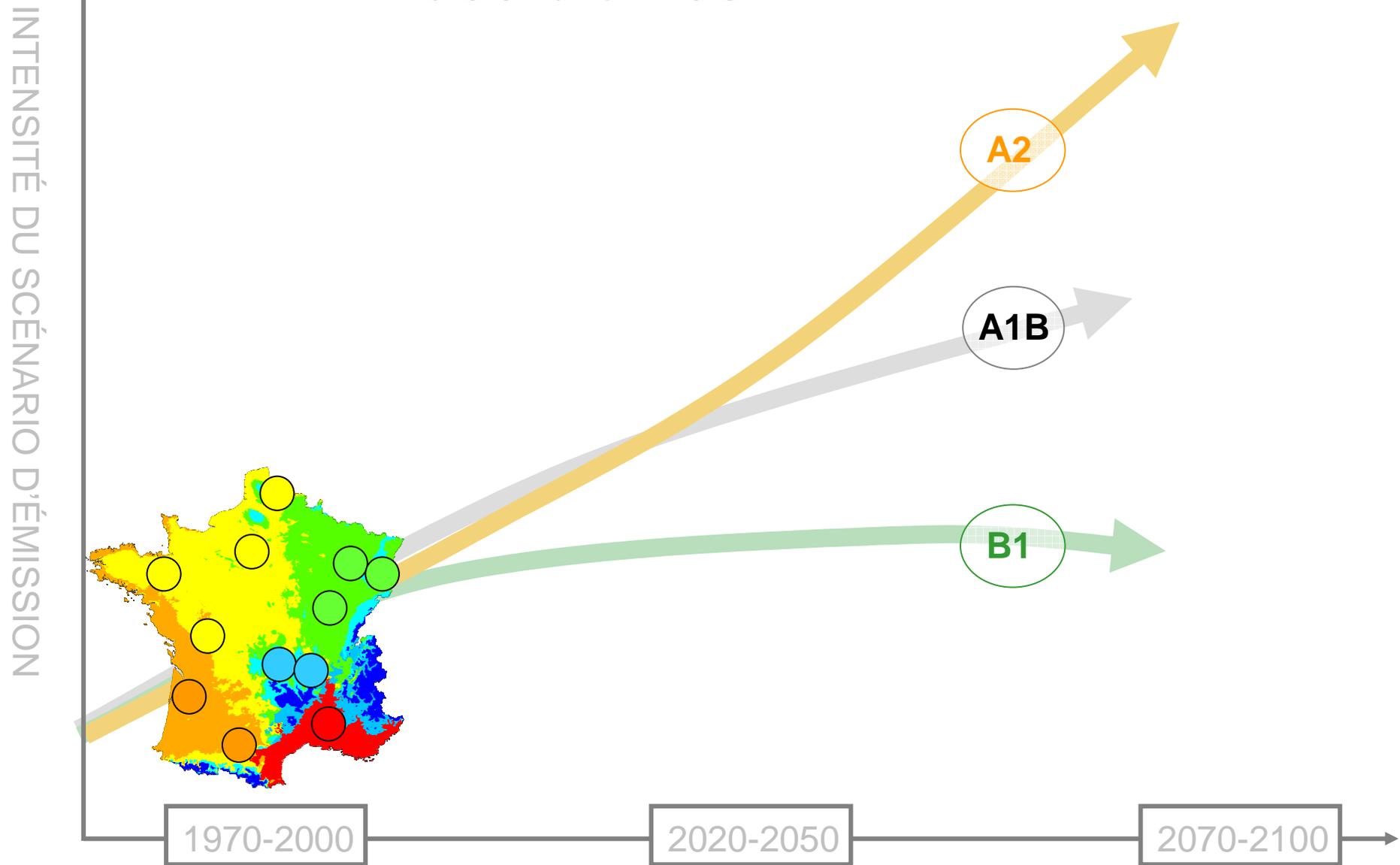


Hêtre

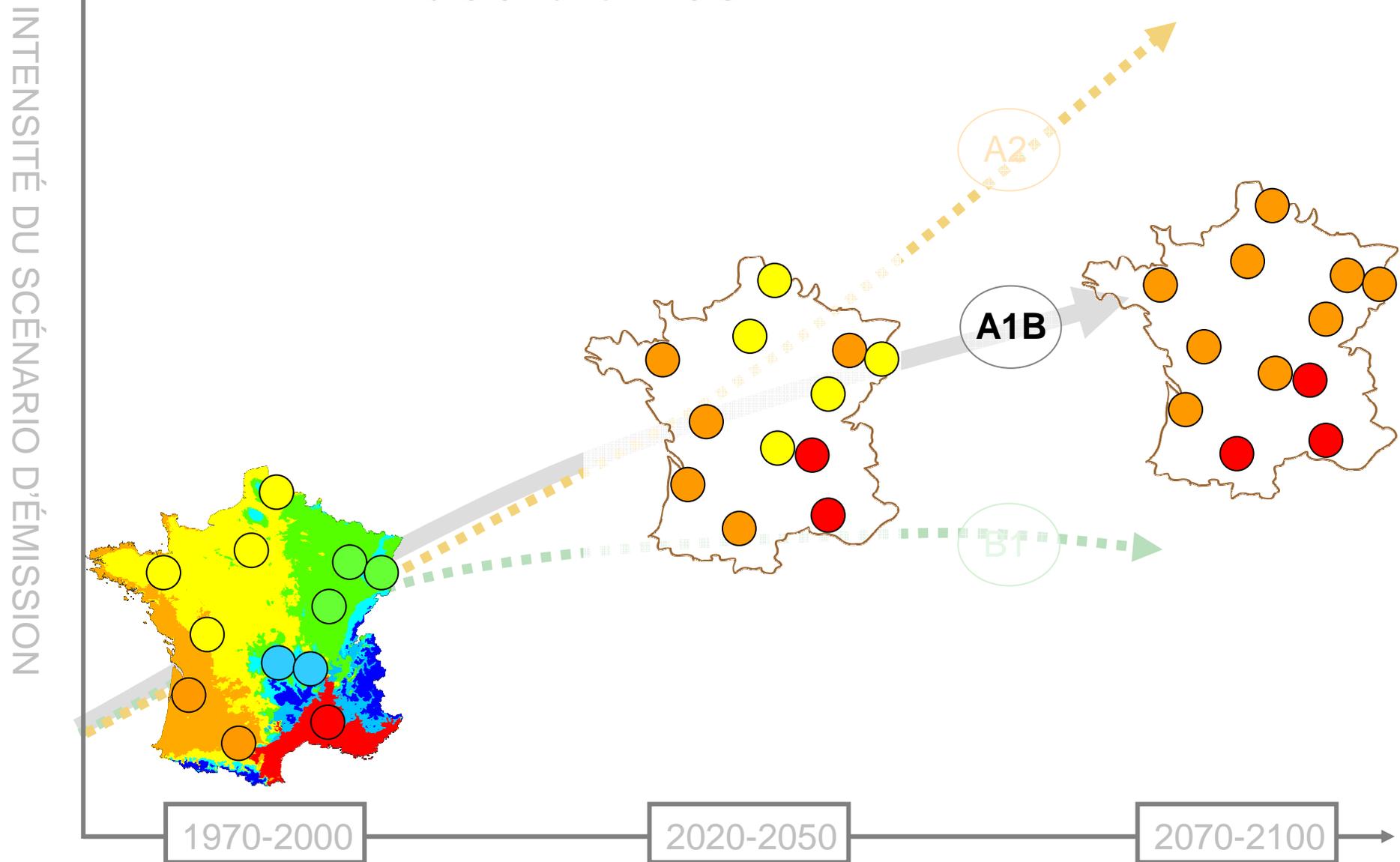


Chêne vert

Incertitude climatique et évolution des biomes



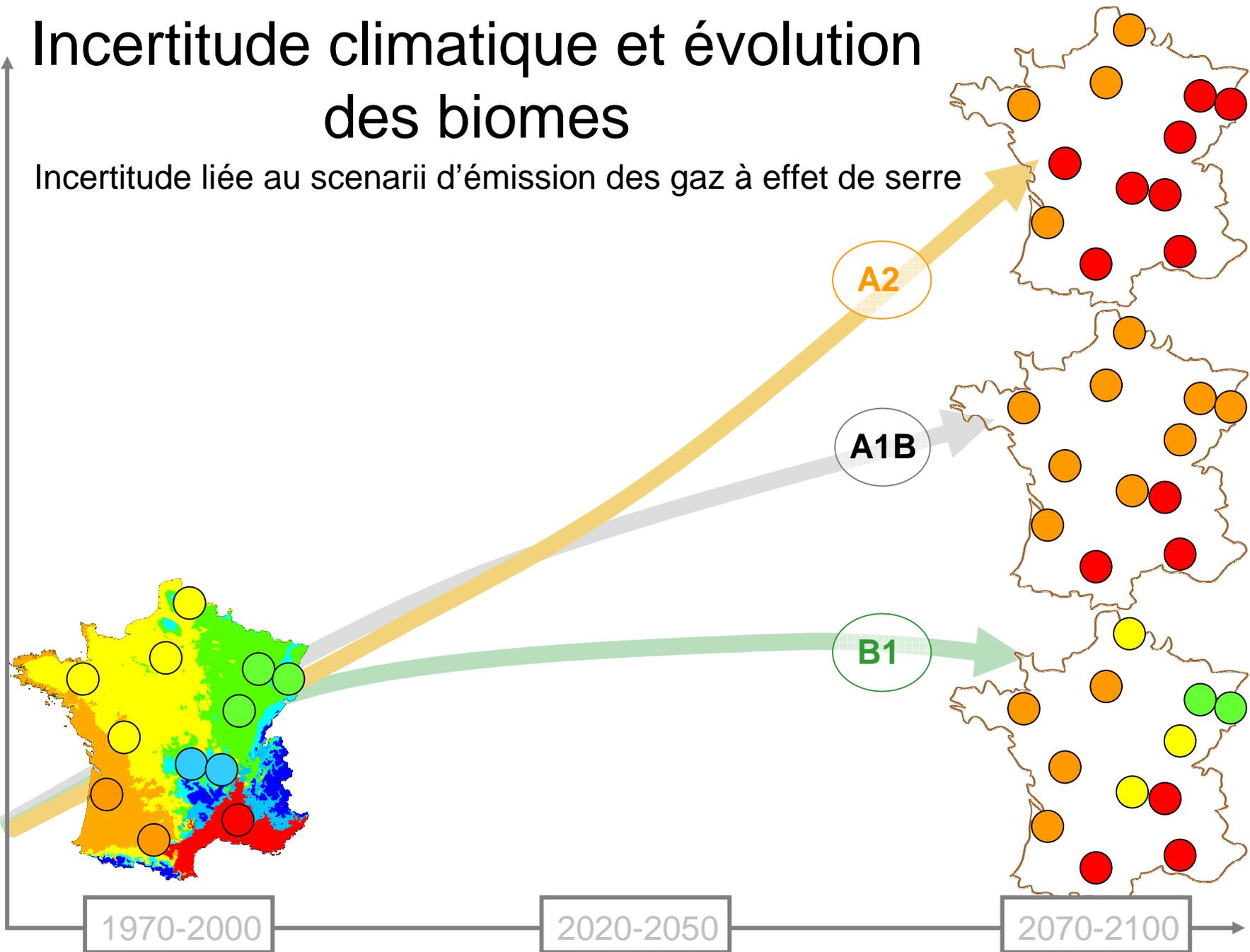
Incertitude climatique et évolution des biomes



Incertitude climatique et évolution des biomes

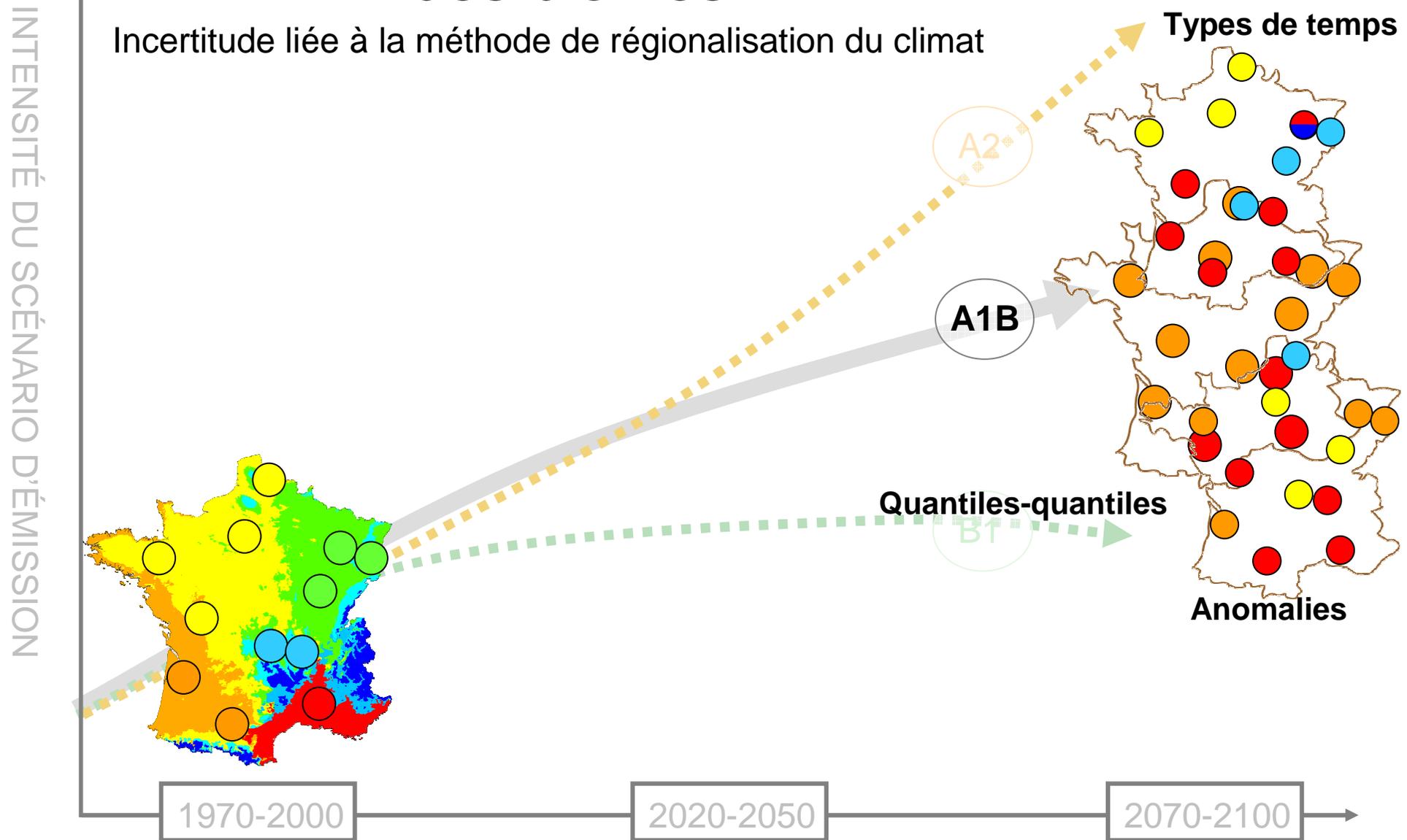
Incertitude liée au scénarii d'émission des gaz à effet de serre

INTENSITÉ DU SCÉNARIO D'ÉMISSION

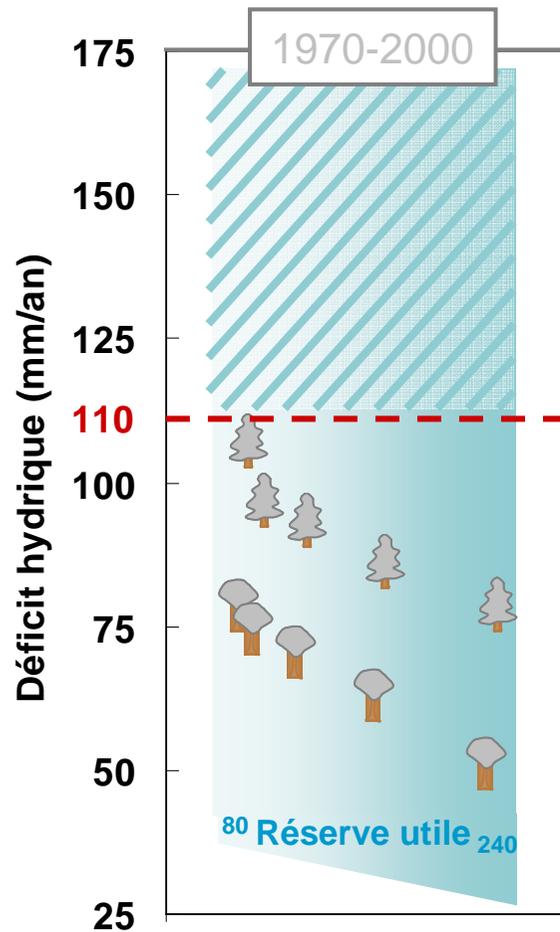


Incertitude climatique et évolution des biomes

Incertitude liée à la méthode de régionalisation du climat



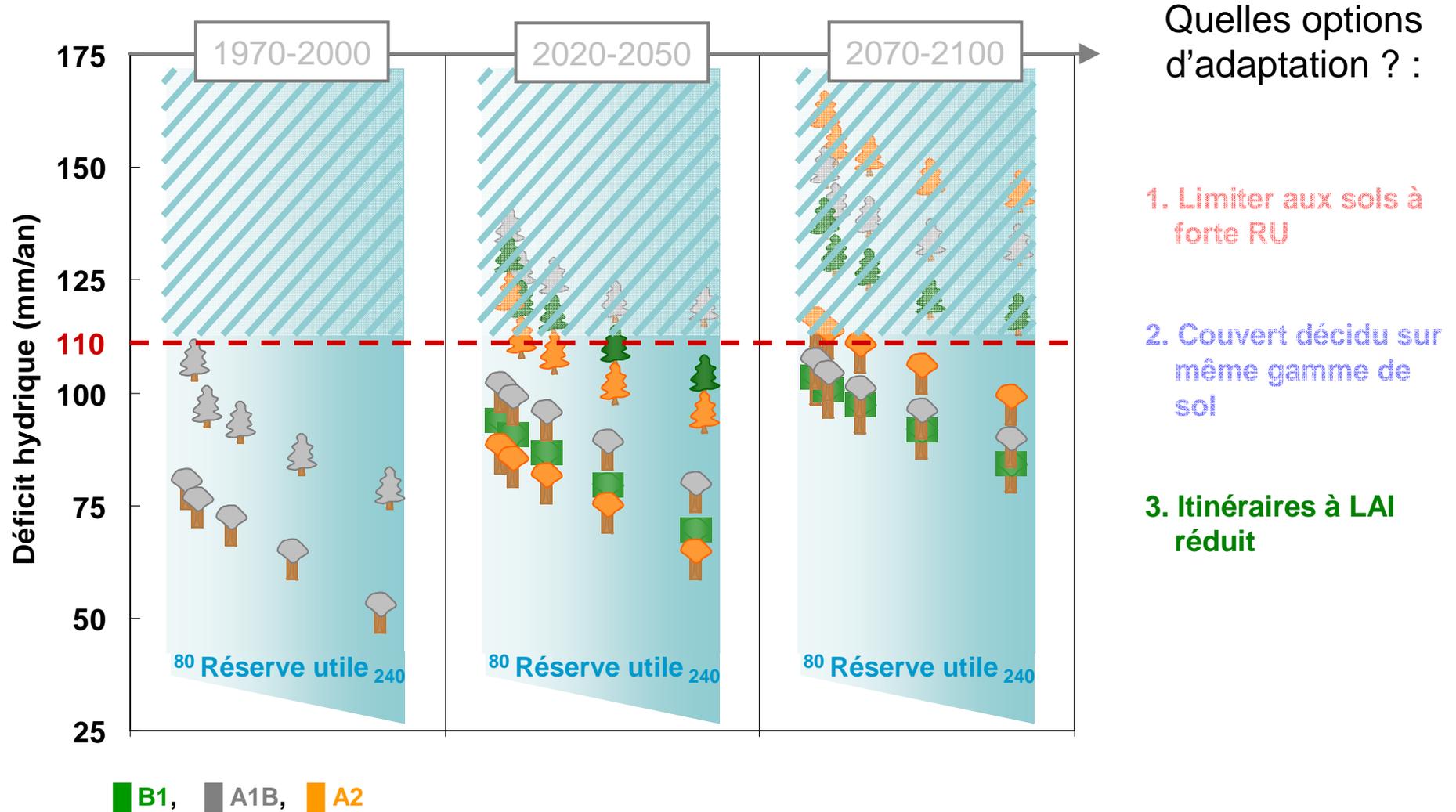
Voies d'adaptation : exemple de la prise en compte des déficits hydriques



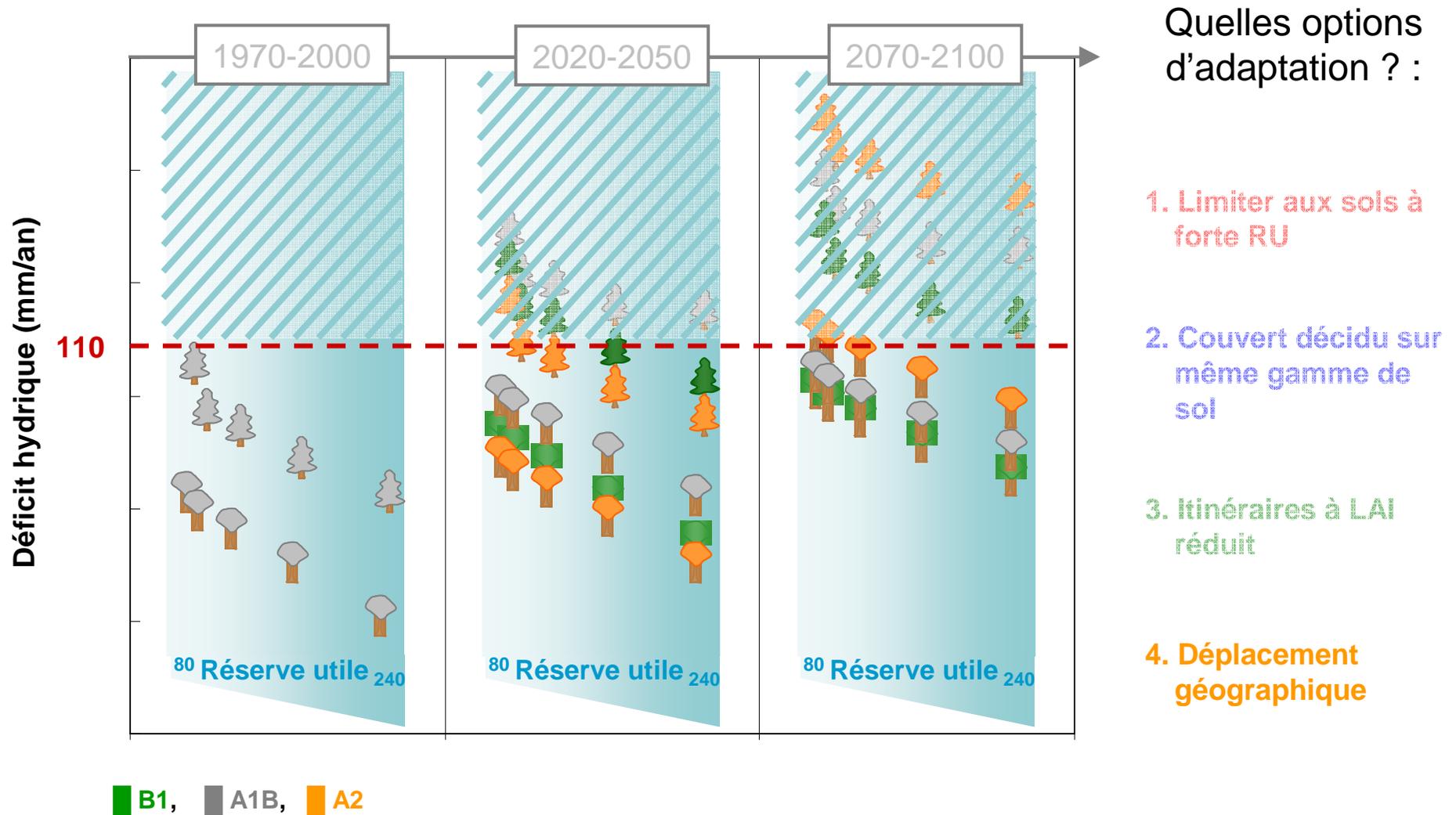
■ B1, ■ A1B, ■ A2



Voies d'adaptation : exemple de la prise en compte des déficits hydriques

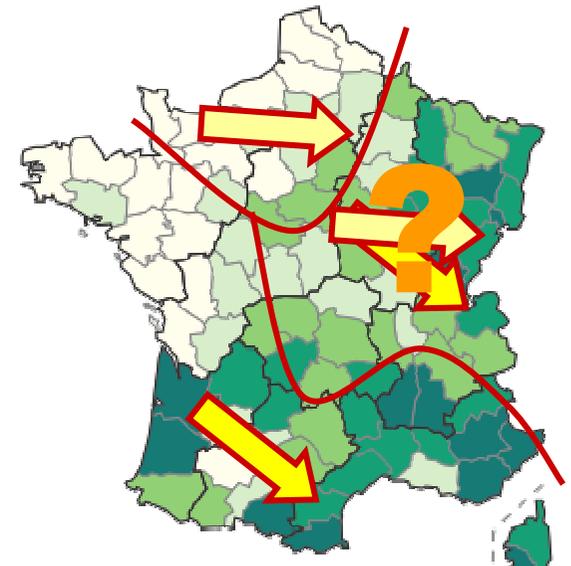


Voies d'adaptation : exemple de la prise en compte des déficits hydriques



Synthèse des résultats

- Ce que précise le projet CLIMATOR
 - CC → conditions plus **défavorables** pour nos couverts
 - ← **stress hydrique accru** principalement du à l'augmentation des températures
 - Non compensé par l'augmentation du CO₂
 - Affectant d'autant plus les couverts que leur LAI est fort
 - **Effets régionaux** différents
- Ce que nous apprend le projet
 - **Particularité des forêts** par rapport aux autres couverts
 - Peu d'incertitude sur le sens des effets du CC
 - Très fort couplage avec le climat
 - Pas de réelle stratégie d'évitement
→ nécessité de voies d'adaptation
 - **Forte incertitude d'origine climatique** :
 - Du fait des scénarii d'émission de gaz à effet de serre
 - Fort effet des méthodes de régionalisation, en particulier dans certaines régions (Nord-Est)



Ce qui reste à faire ...

- Retour à l'issue de nos réflexions sur les impacts vers les climatologues pour continuer à **progresser dans les méthodes de régionalisation du climat** pour rendre les méthodes cohérentes spatialement ET temporellement
- Faire progresser nos connaissances et modèles :
 - Au-delà de la productivité, **intégrer des modèles de dépérissement et de mortalité** pour aboutir à des **évaluations de risque** (aléa x vulnérabilité)
→ perspectives CLIMATOR + DRYADE
 - ...(stress successifs, interactions avec les pathogènes, plus d'essences)
- Définir des **stratégies d'accompagnement et d'accélération de l'adaptation** (diversité, sylviculture économe en eau) ou de transformation (plantation, déplacements, exotiques) des forêts

→ un nouveau pan de recherches à poursuivre dans le cadre du programme « *Adaptation de l'agriculture et de la forêt au changement climatique* » de l'INRA.