

Contribution des arboretums,
avec l'exemple du Réseau INFrastructure de recherche pour le suivi et
l'adaptation des FORêts au Changement climatique (Reinforce).

Seminaire SERFOB Rhone-Alpes Changement climatique
Septembre 2024

- 1. Les problématiques liées changement climatique**
2. Organisation du réseau REINFFORCE
3. Premiers résultats
4. Défis de maintenance de telles infrastructures



Les Questions de fond pour le forestier

- **Que faire pour les peuplements forestiers que j'ai prévu de récolter dans plusieurs dizaines d'années pour les adapter aux futures conditions climatiques?**
 - *Quelle est l'efficacité des solutions alternatives pour la gestion adaptative des forêts?*
- **Je dois régénérer une parcelle :**
 - *Quelles essences se développeront mieux sous le climat futur?*
 - *Quelles essences seront plus vulnérables aux scénarios climatiques et aux risques du futur?*
 - *Quelles essences ou provenances sélectionner pour augmenter la valeur des forêts et leur adaptation aux changements climatiques?*

Arboretum networks (common garden) a suitable tool for the analysis of climate change adaptation

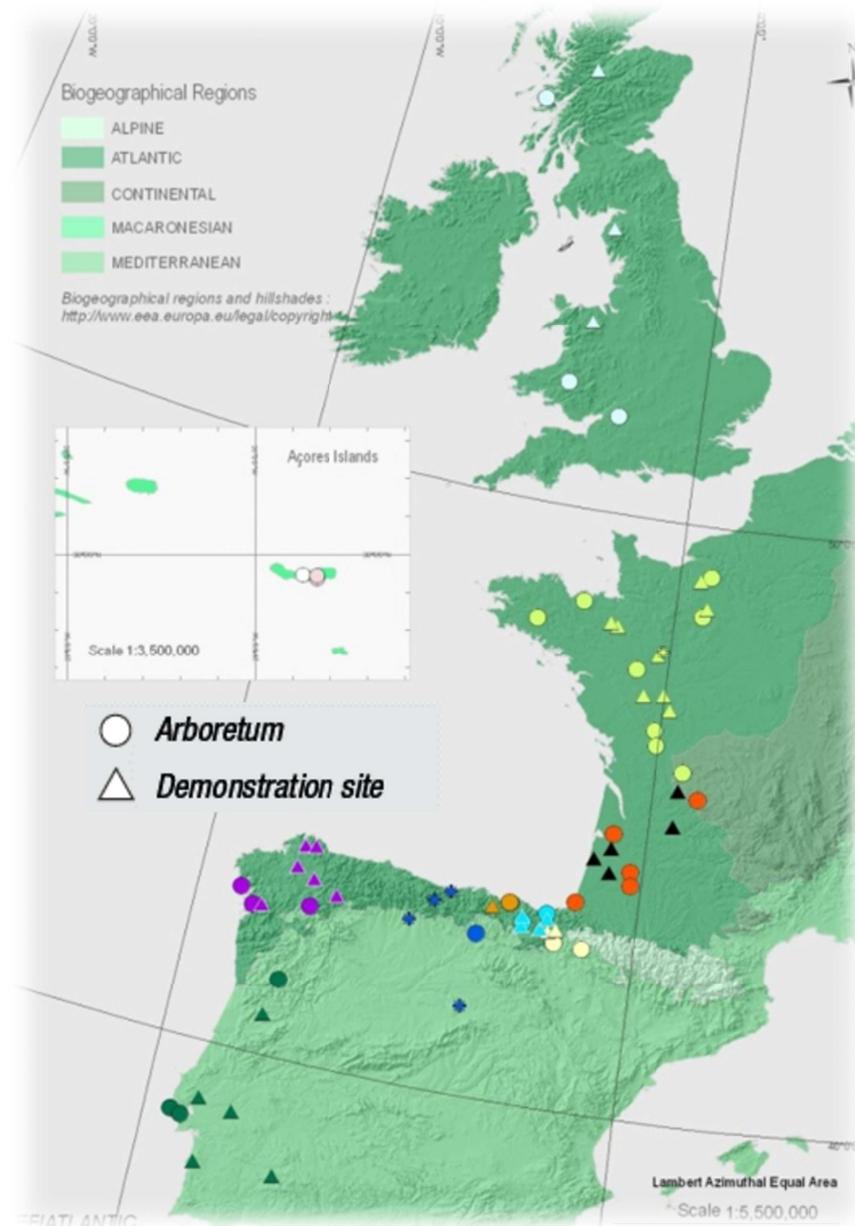
- Les enveloppes climatiques sont basées sur un grand nombre d'hypothèses souvent non vérifiées
- Les chambres climatiques ne permettent de travailler que sur des individus jeunes et en nombre limité.
- Les tests anciens de provenances sont très intéressants, mais ils sont souvent mal équilibrés (différence d'âge, peu de provenances par site, caractérisation des sites favorables, sylvicultures hétérogènes, etc.)
- Ecophysiologie sur site : difficile d'instrumenter un grand nombre de sites
→ REINFFO RCE 2.
- Réseau d'arboretums de type REINFFO RCE : **un outil adapté et nécessaire...**

Contribution des arboretums, avec l'exemple du Réseau INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des FORêts au Changement climatique (Reinforce).

1. Les problématiques liées changement climatique
2. **Organisation du réseau REINFFORCE 1**
3. Premiers résultats
4. Défis de maintenance de telles infrastructures

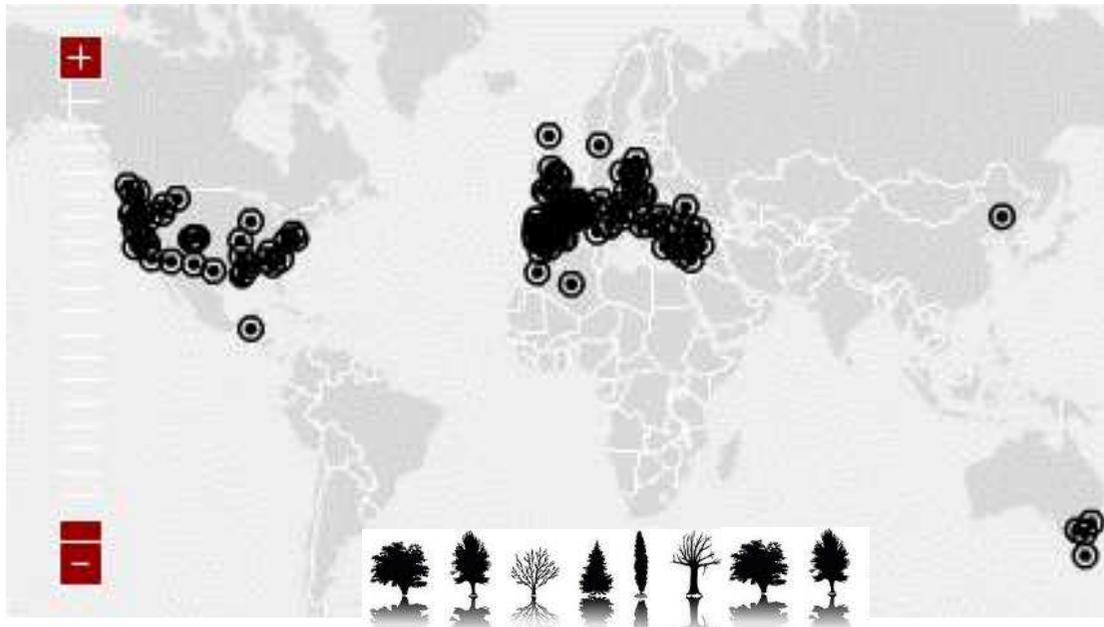
Un double réseau

- Un réseau unique au monde de recherche pour l'adaptation au changement climatique
 - 41 Sites de Démonstration des gestions adaptatives
 - 38 Arboreta pour aider au choix des essences et provenances dans un climat changeant



Choix des espèces et provenances

- **176 provenances** : adaptation au climat actuel et futur de l'arc atlantique



Choix des espèces et provenances



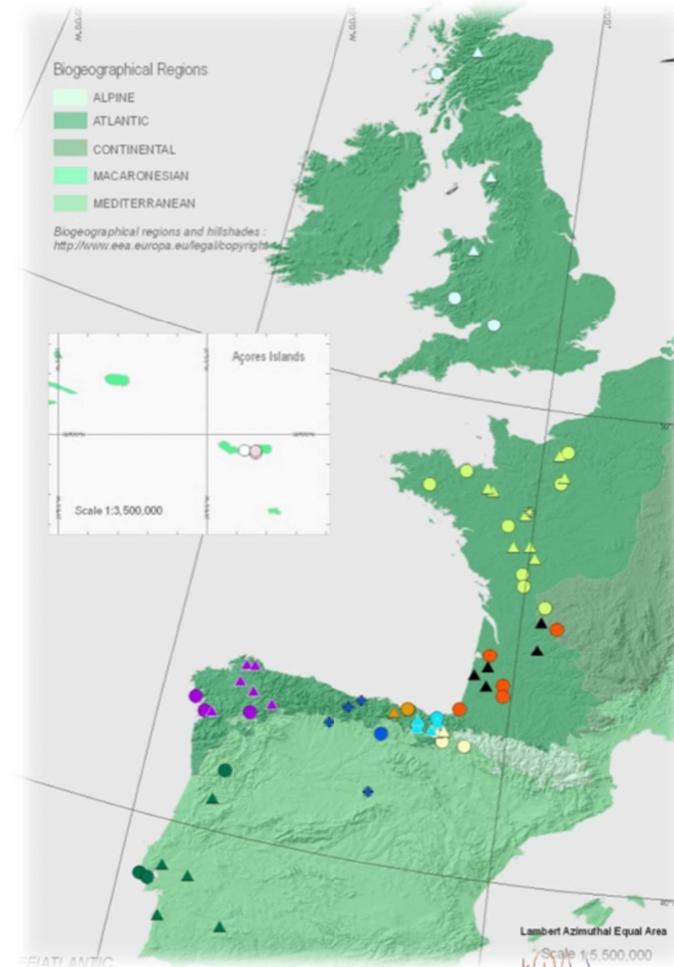
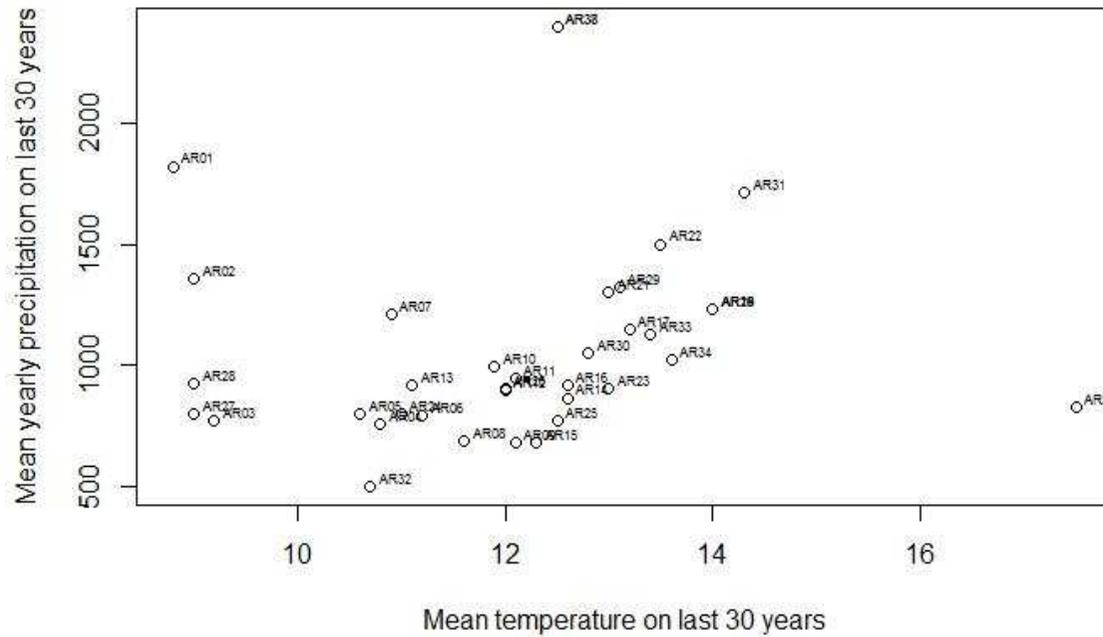
- *Acer pseudoplatanus*
- *Betula pendula*
- *Calocedrus decurrens*
- *Castanea sativa*
- *Cedrus atlantica*
- *Cedrus libani*
- *Ceratonia siliqua*
- *Cunninghamia lanceolata*
- *Cupressus sempervirens*
- *Eucalyptus nitens*
- *Eucalyptus globulus*
- *Eucalyptus gundal*
- *Fagus orientalis*

- *Fagus sylvatica*
- *Larix decidua*
- *Liquidambar styraciflua*
- *Pinus brutia*
- *Pinus caribaea*
- *Pinus elliottii*
- *Pinus nigra subsp. laricio*
- *Pinus nigra subsp. salzmannii*
- *Pinus peuce*
- *Pinus pinaster*
- *Pinus pinea*
- *Pinus ponderosa*
- *Pinus sylvestris*

- *Pinus taeda*
- *Pseudotsuga menziesii*
- *Quercus ilex*
- *Quercus ilex subsp. rotundifolia*
- *Quercus petraea*
- *Quercus robur*
- *Quercus rubra*
- *Quercus shumardii*
- *Quercus suber*
- *Robinia pseudoacacia*
- *Sequoia sempervirens*
- *Thuja plicata*

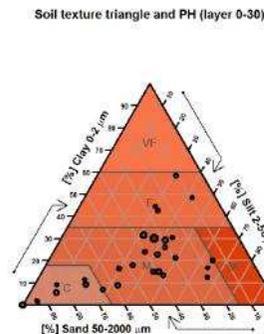
Gradient climatique

- Le même matériel génétique produit dans les mêmes conditions est exposé à un gradient de climats

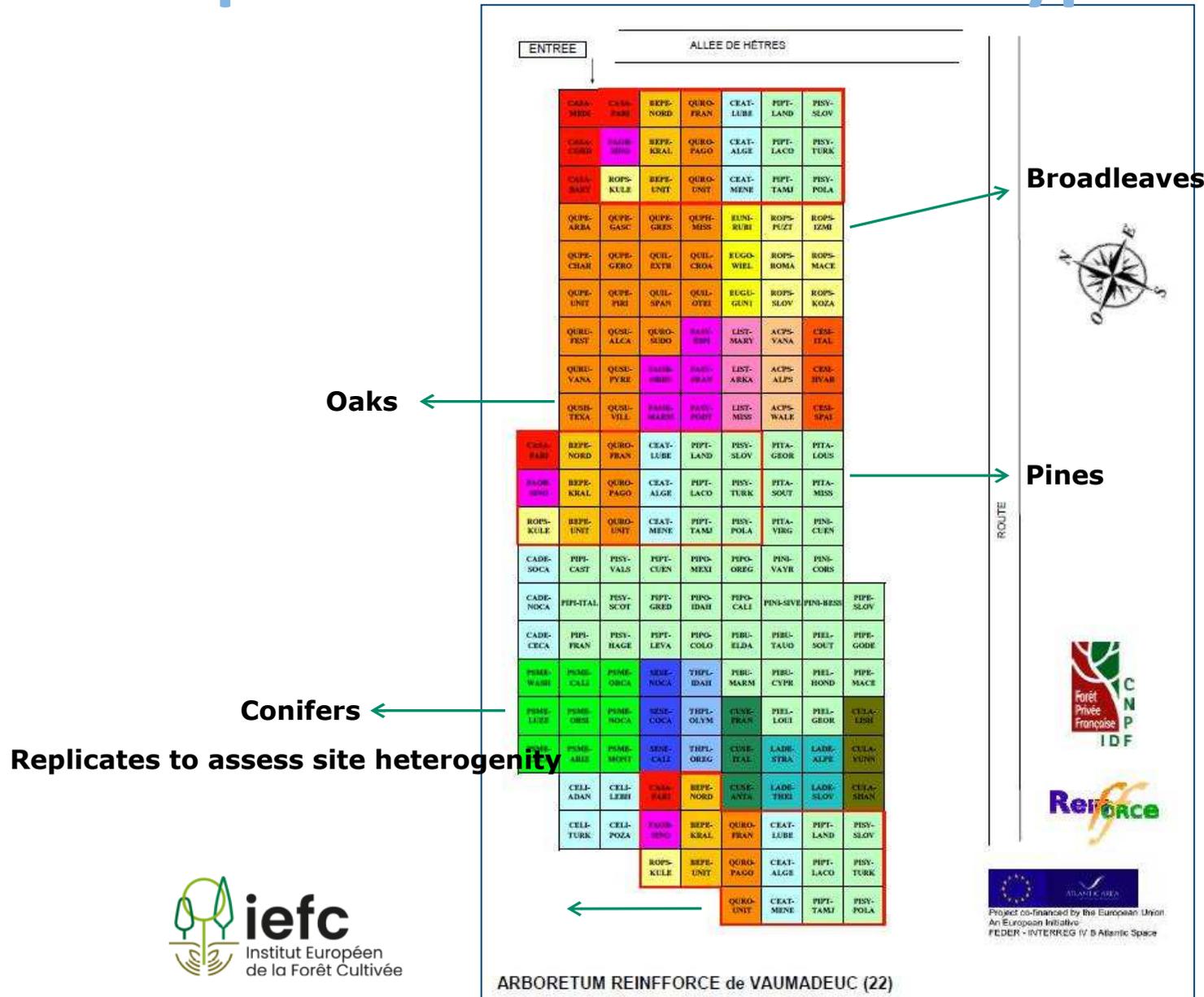


Description d'un arboretum type

- ❖ 2 hectares avec 2000 arbres
- ❖ Une distribution commune sur tous les sites avec au minimum
 $32+(6) \text{ espèces} * 3 \text{ provenances} * 12 \text{ arbres} = \sim 1400 \text{ arbres communs}$
- ❖ Plus 4 espèces répliqués 3 fois pour évaluer l'hétérogénéité du site:
Pinus pinaster, *Betula pendula*, *Cedrus atlantica* & *Quercus robur*.
- ❖ Les arboreta sont installés sur des sites représentatifs des conditions forestières moyennes de la région
- ❖ Les sites sont suivis 15 ans au moins
- ❖ Certains sites sont équipés de stations météo



Description d'un arboretum type



Description d'un arboretum type

- plus de **120.000** arbres plantés entre 2011-2013.



38 Arboreta



Description d'un arboreta type

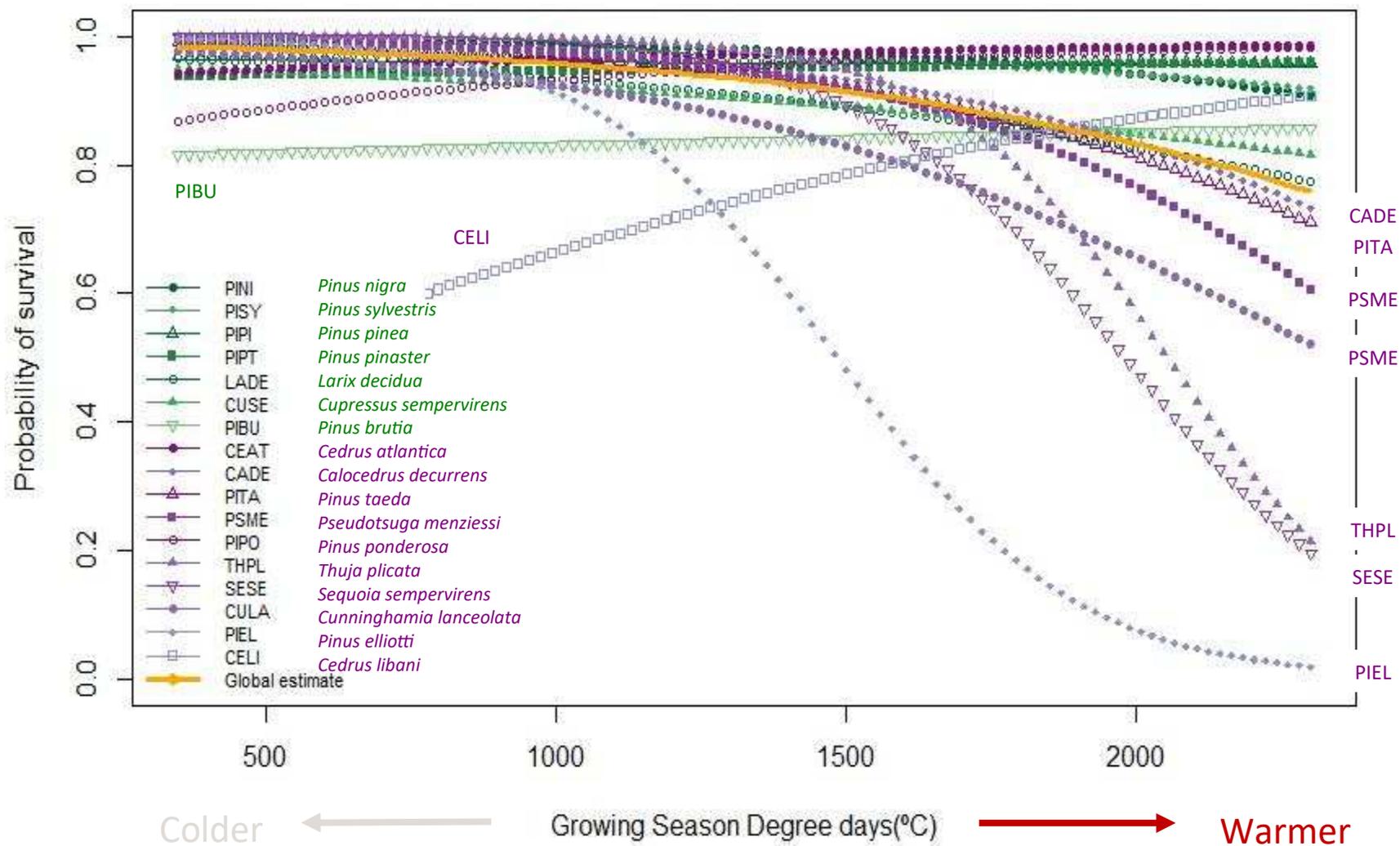


Contribution des arboretums, avec l'exemple du Réseau INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des FORêts au Changement climatique (Reinforce).

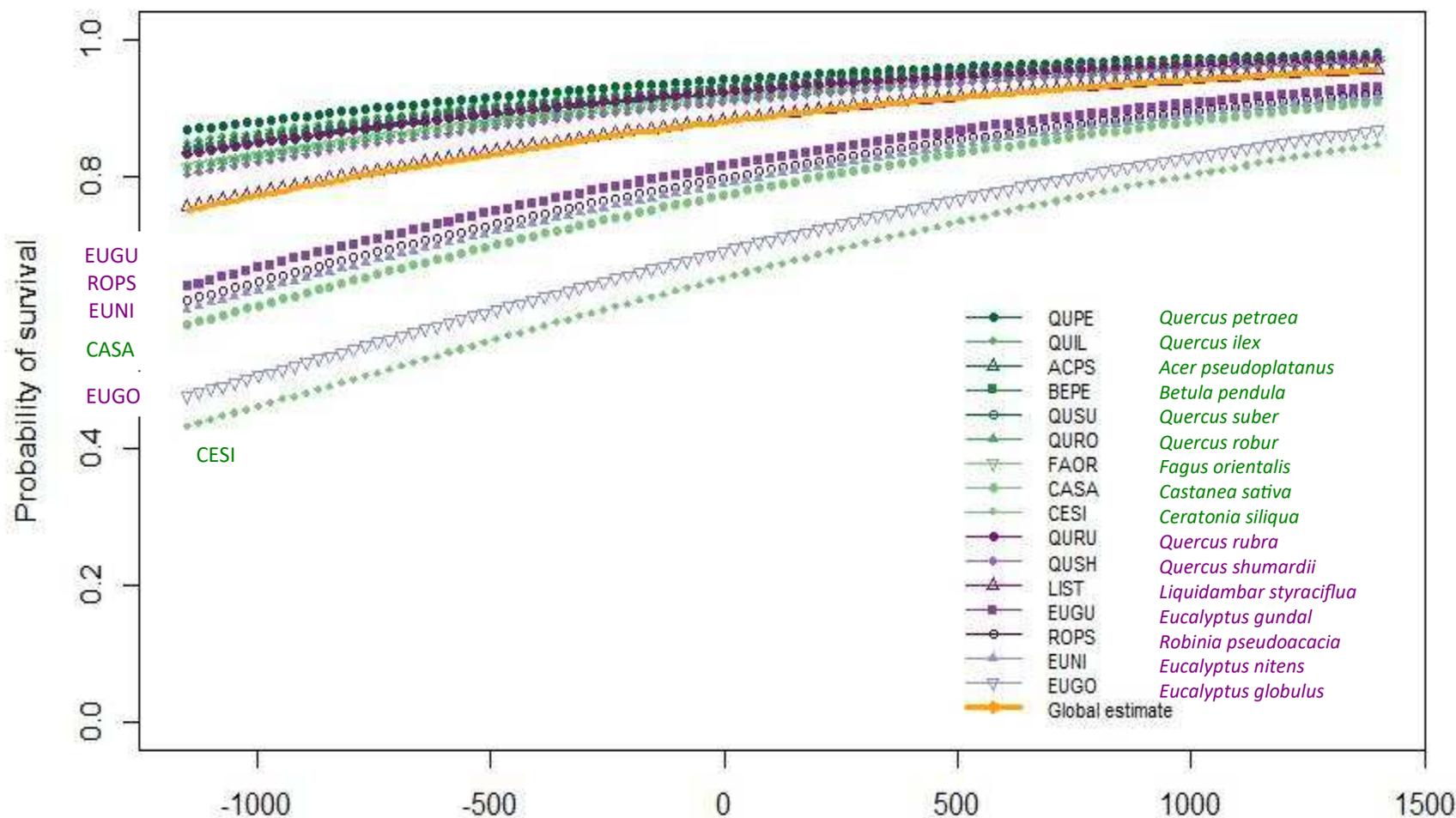
1. Les problématiques liées changement climatique
2. Organisation du réseau REINFFORCE
- 3. Premiers résultats**
4. Défis de maintenance de telles infrastructures

Résultat survie 4 ans

Survie conifères 4 ans



Survie feuillus 4 ans



Drier

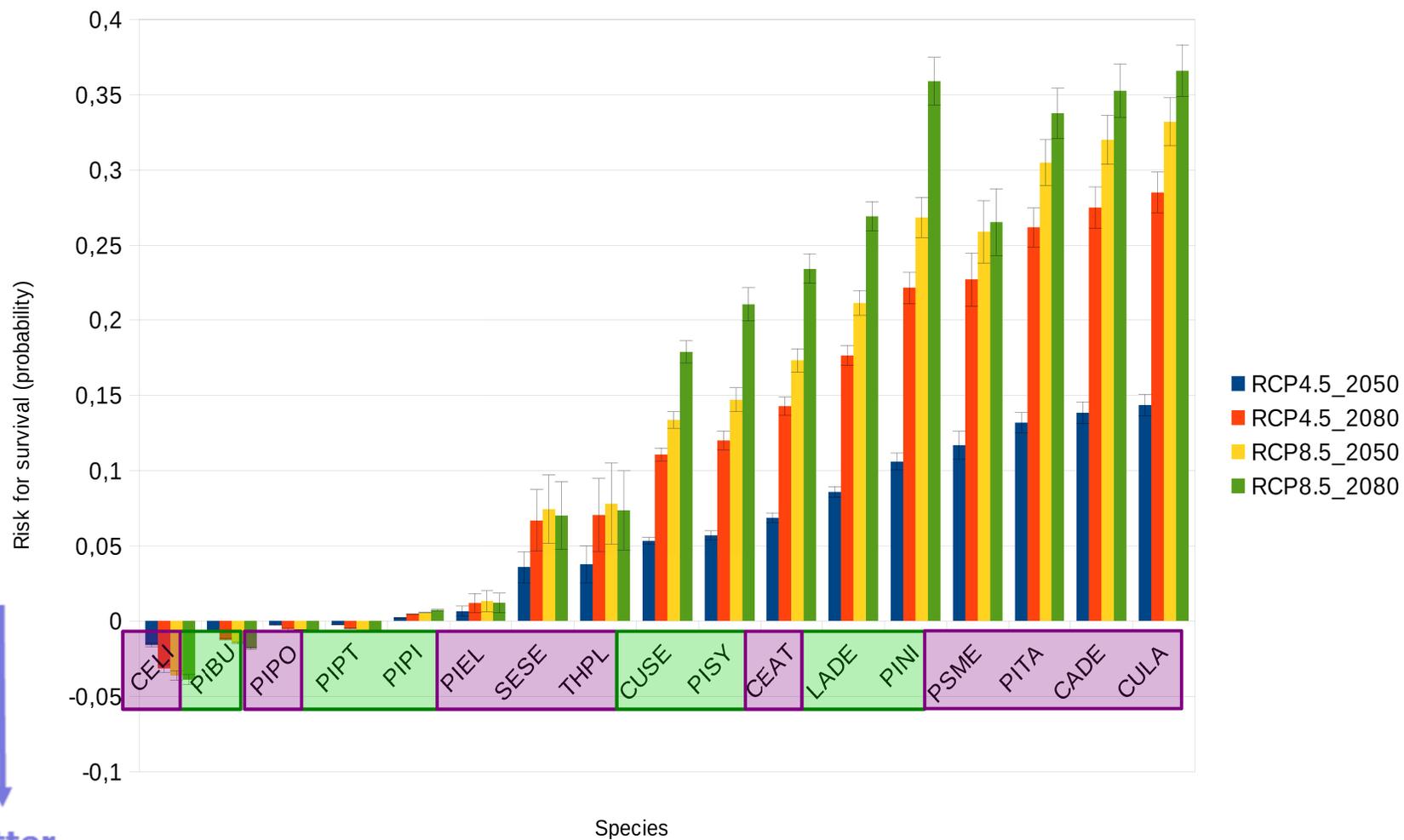


Climate distance (Arboreta - provenance) for Annual precipitation (mm)

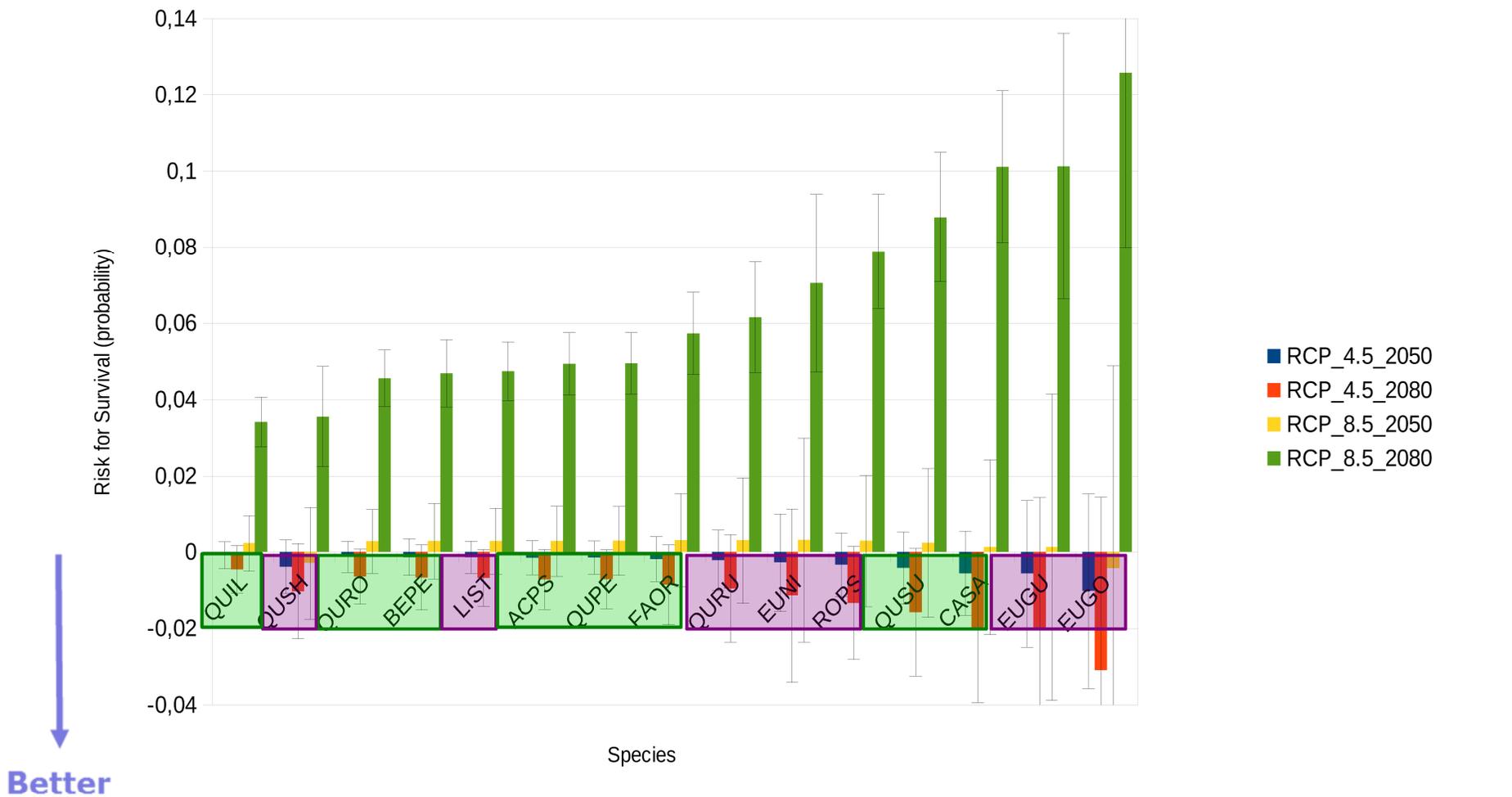


Wetter

Projection climatiques – survie conifères

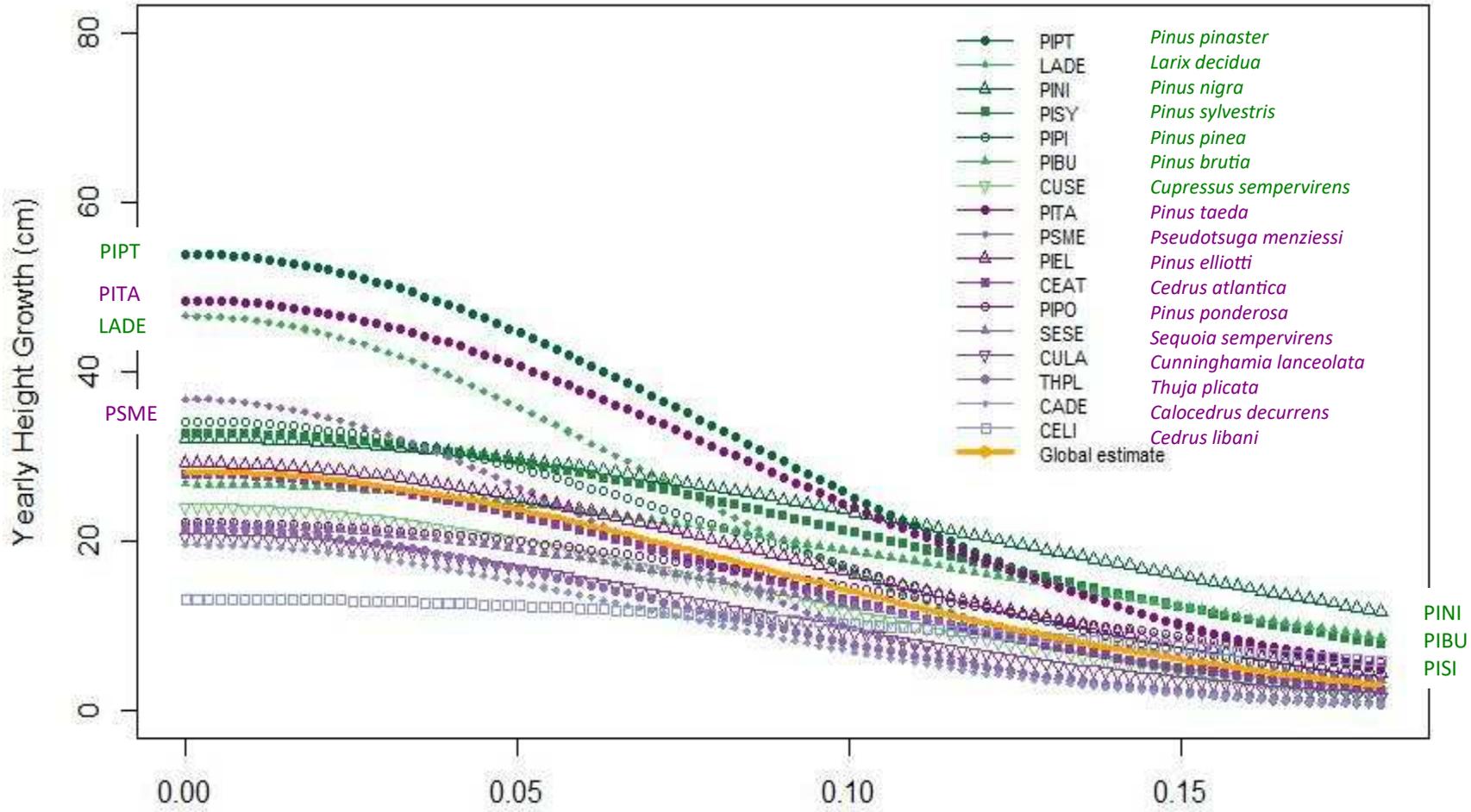


Projection climatique survie feuillus



Résultat croissance 4ans

Evolution croissance - Coniferes



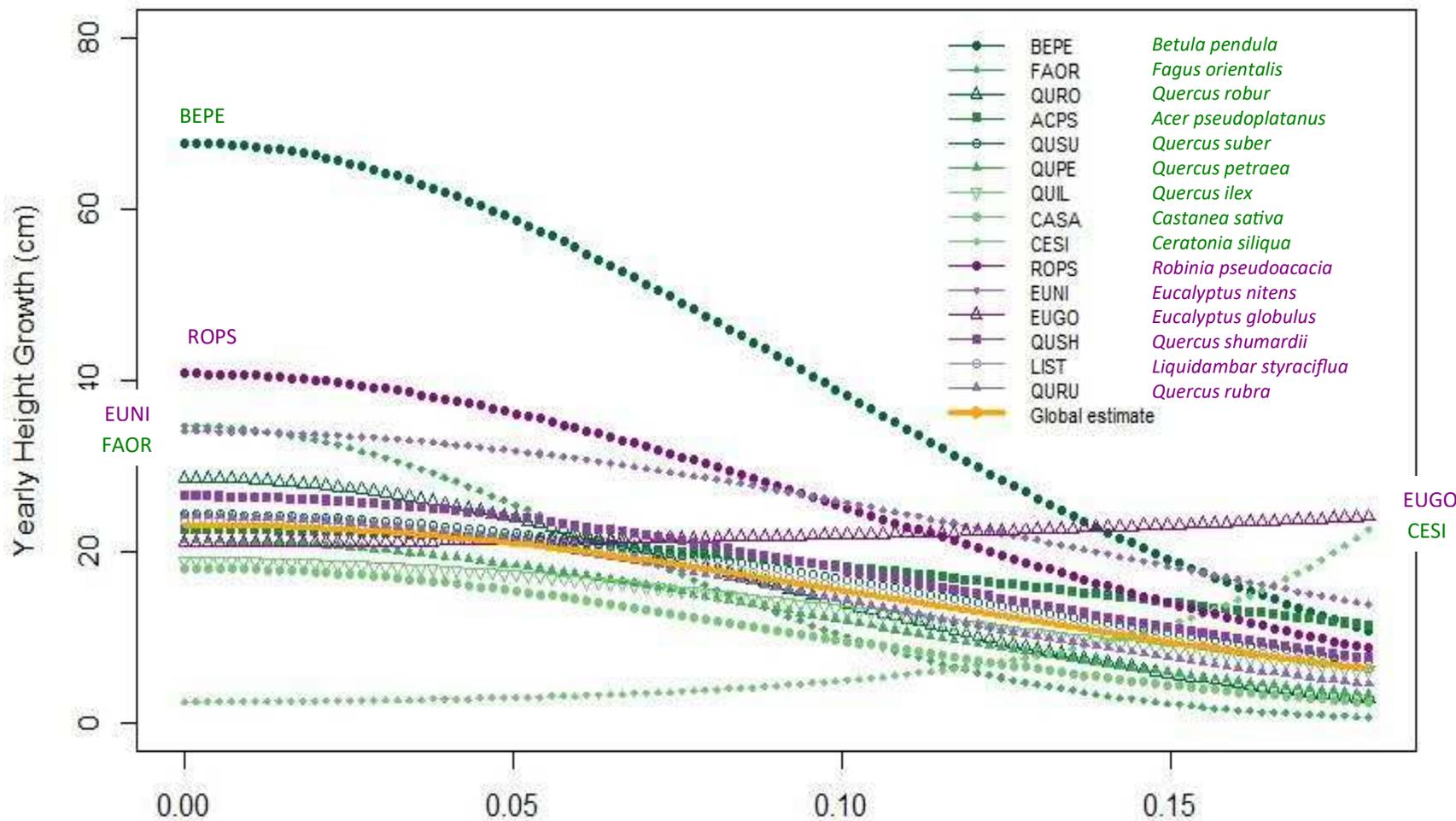
Wetter ←

Annual Dryness Index

→ Drier

$$= \sqrt{(\text{Growing degree-days}) / \text{Precipitation}}$$

Evolution croissance - feuillus



Wetter



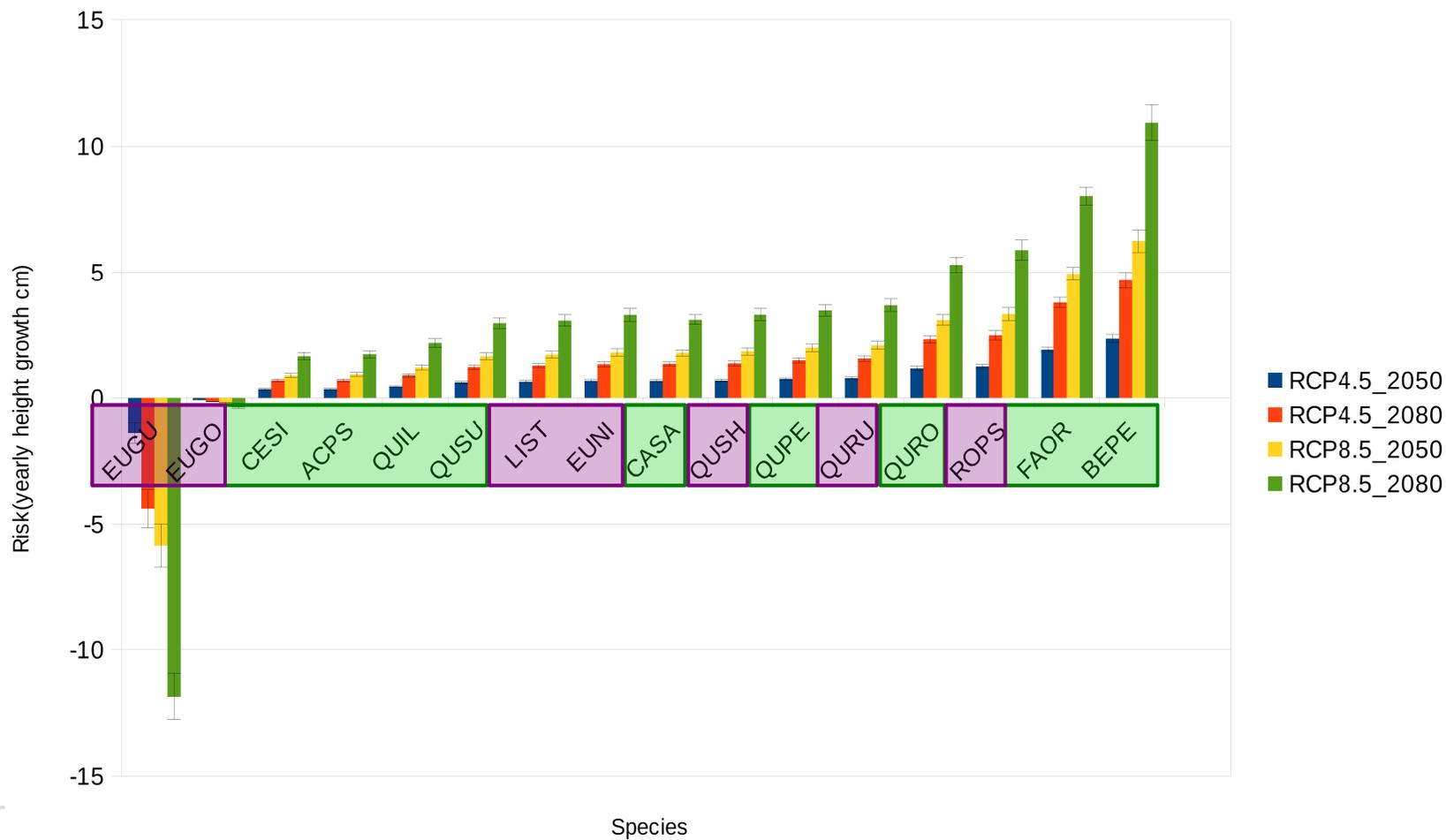
Annual Dryness Index



Drier

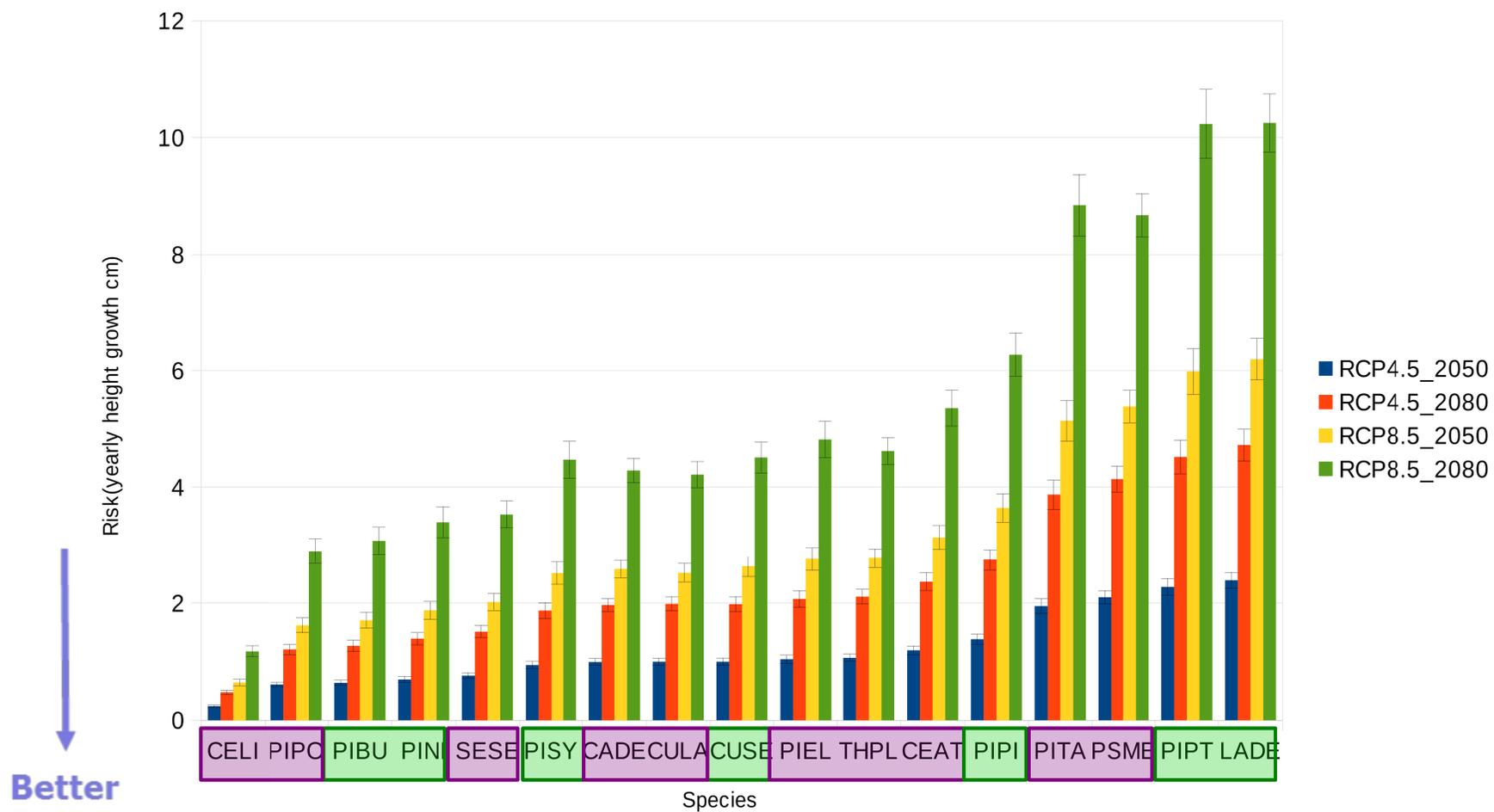
$$= \sqrt{(\text{Growing degree-days}) / \text{Precipitation}}$$

Risk assessment for Height growth - Broadleaved



Better

Risk assessment for Height growth - Conifers

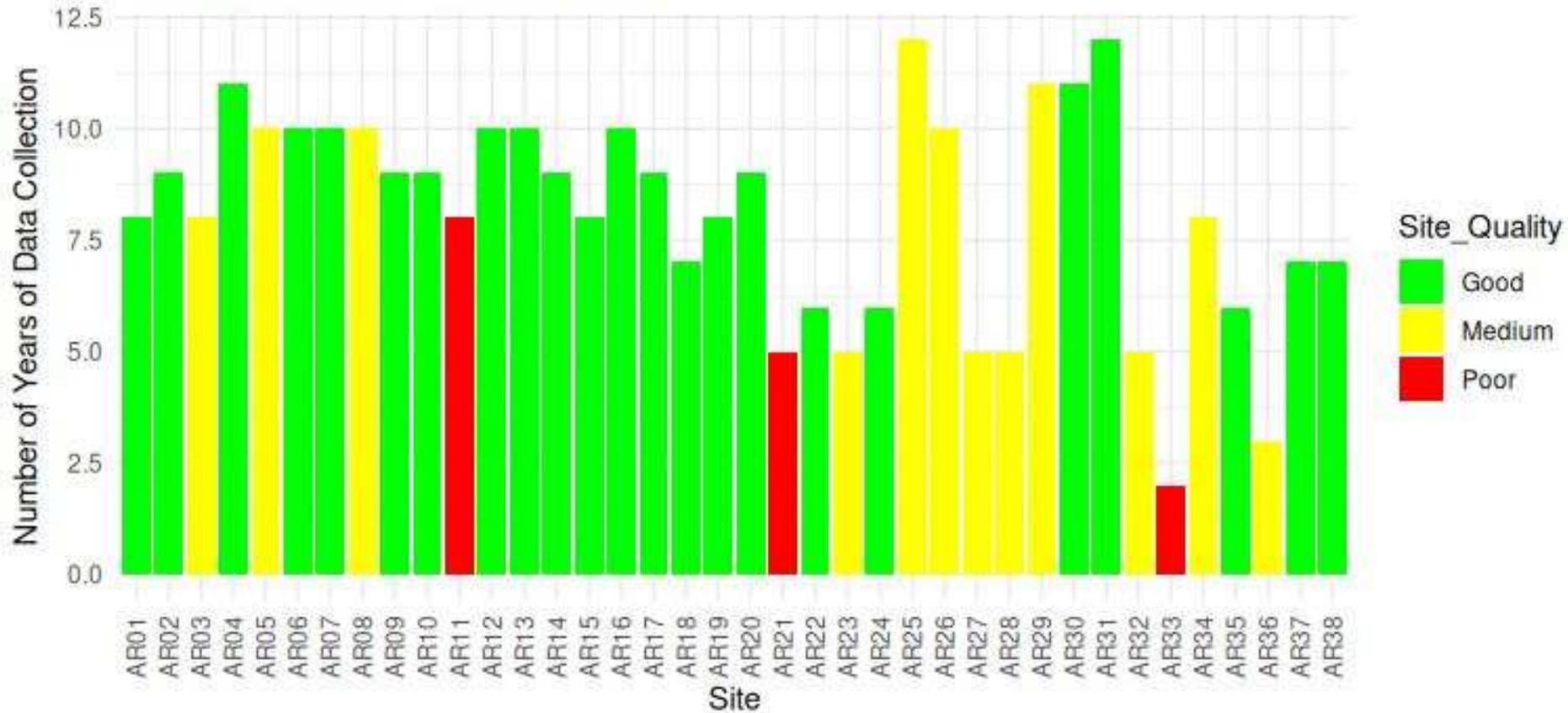


A retenir des analyses à 4 ans

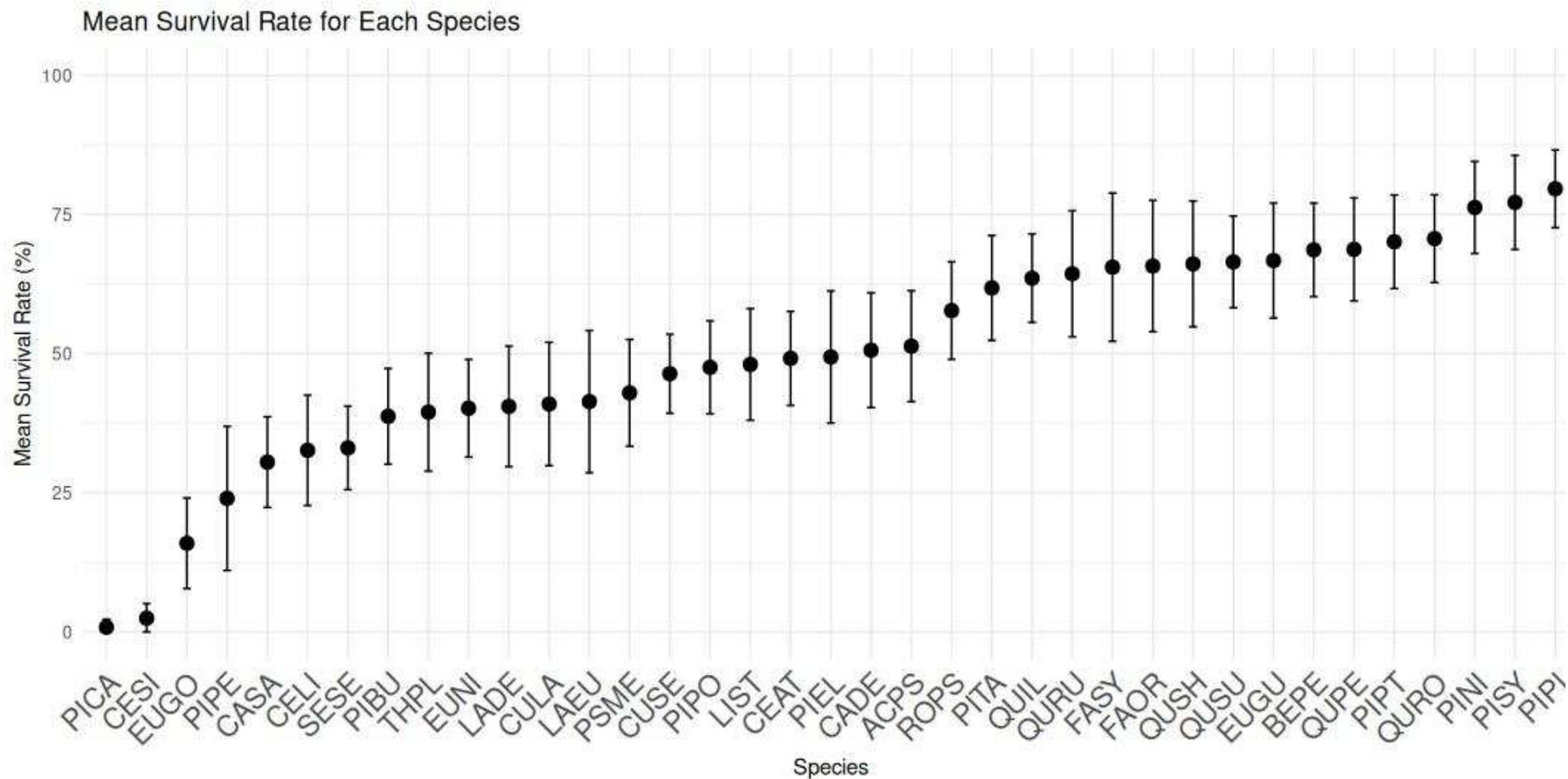
- **Un outils clef pour comprendre les impact du changement climatique**
 - *On explique bien la survie avec un **effet espèce** supérieur à l'effet site avec les variables climatiques suivantes : Tmoy, P, Index de Secheresse Annuel, les les sommes de degré jours >5*
- **Comparaison genres :**
 - *La survie des jeunes feuillus est moins sensible à l'évolution du climat que celles des jeunes résineux*
 - *Tous les genres vont voir leur croissance affectée*
 - *Les eucalyptus ont des comportements atypiques*
 - *Effet provenances ?*

Resultats à 7-11ans: Qualité des sites

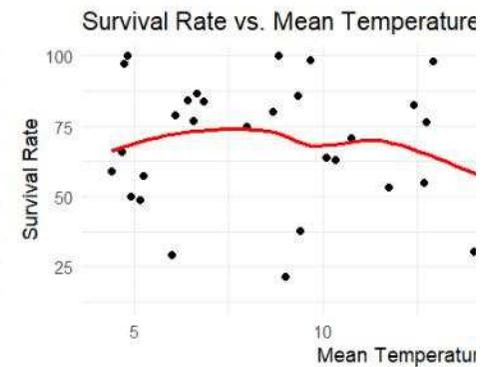
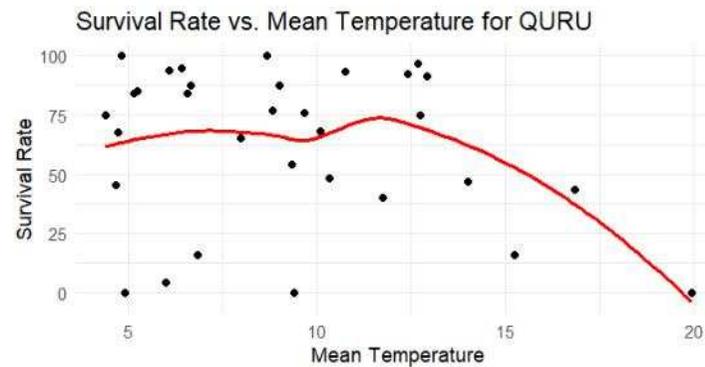
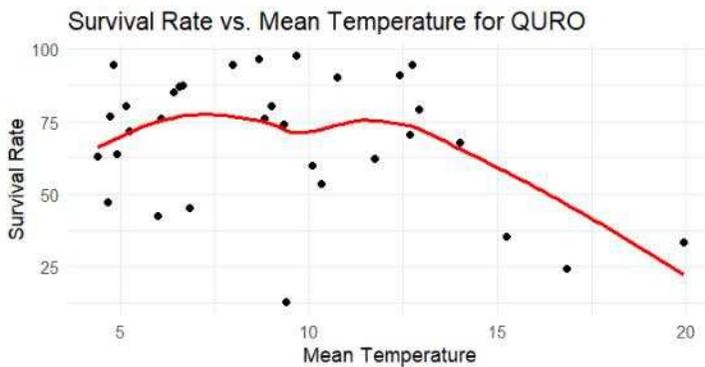
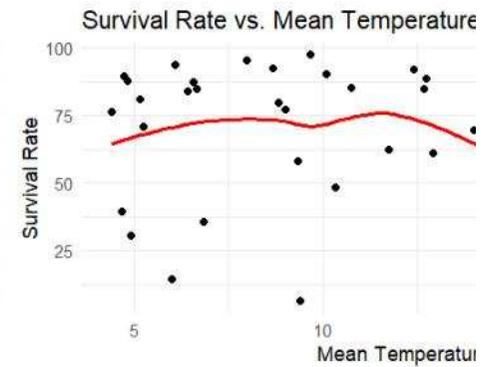
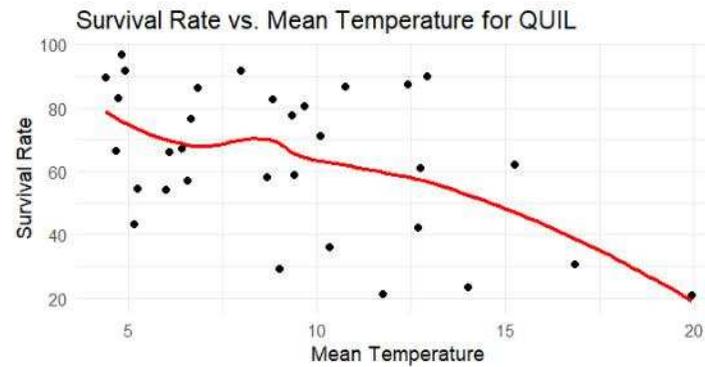
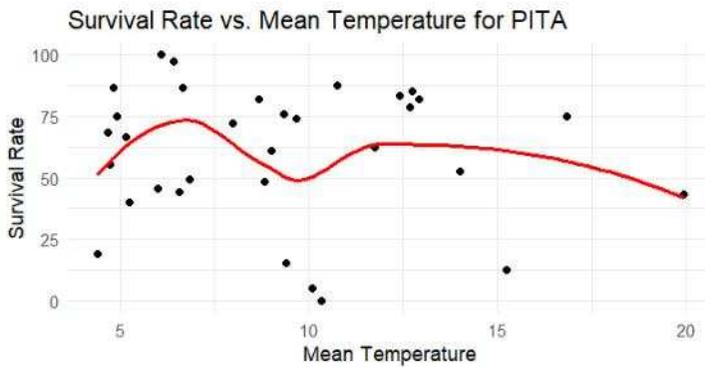
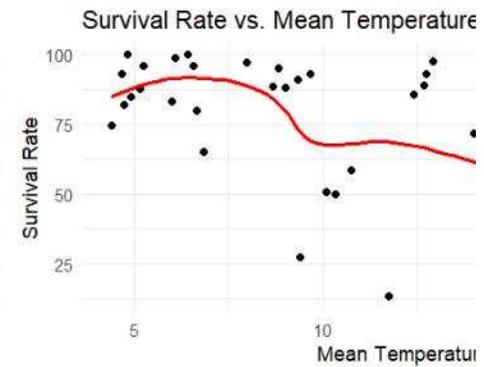
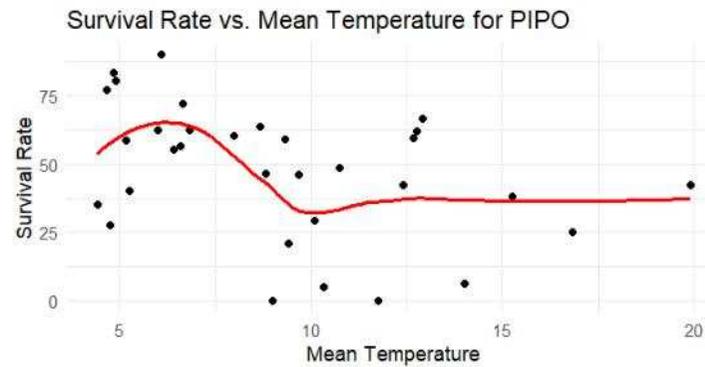
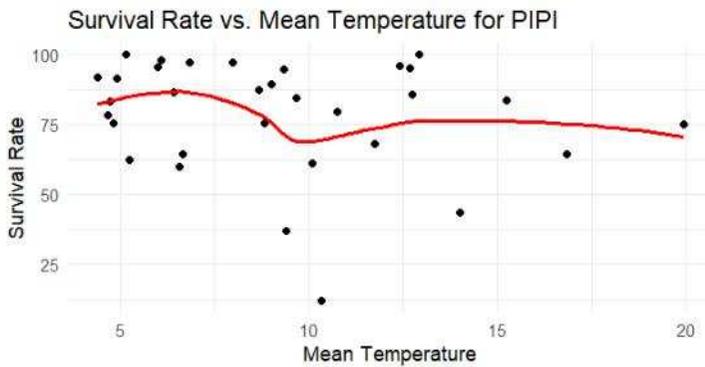
Age at latest data collection by Site



Resultats à 7-11ans: Survie par espèce

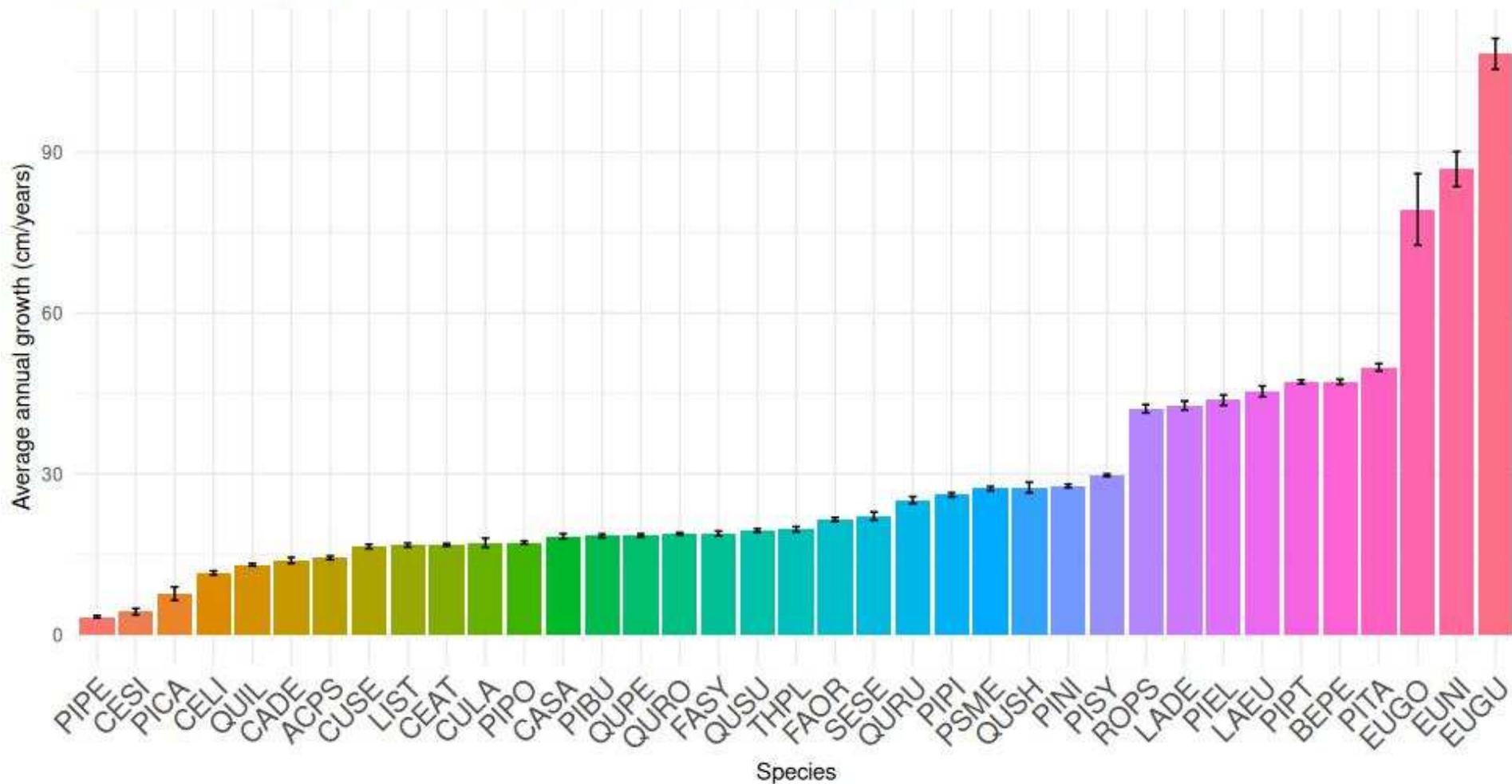


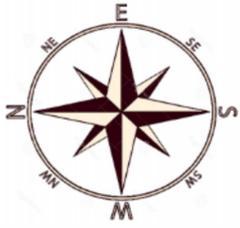
Resultats à 7-11ans: Effet de Tmoy / survie



Resultats à 7-11ans: Croissement en hauteur par espèce

Average annual height growth rate per species on good quality sites





Arboreta provenances

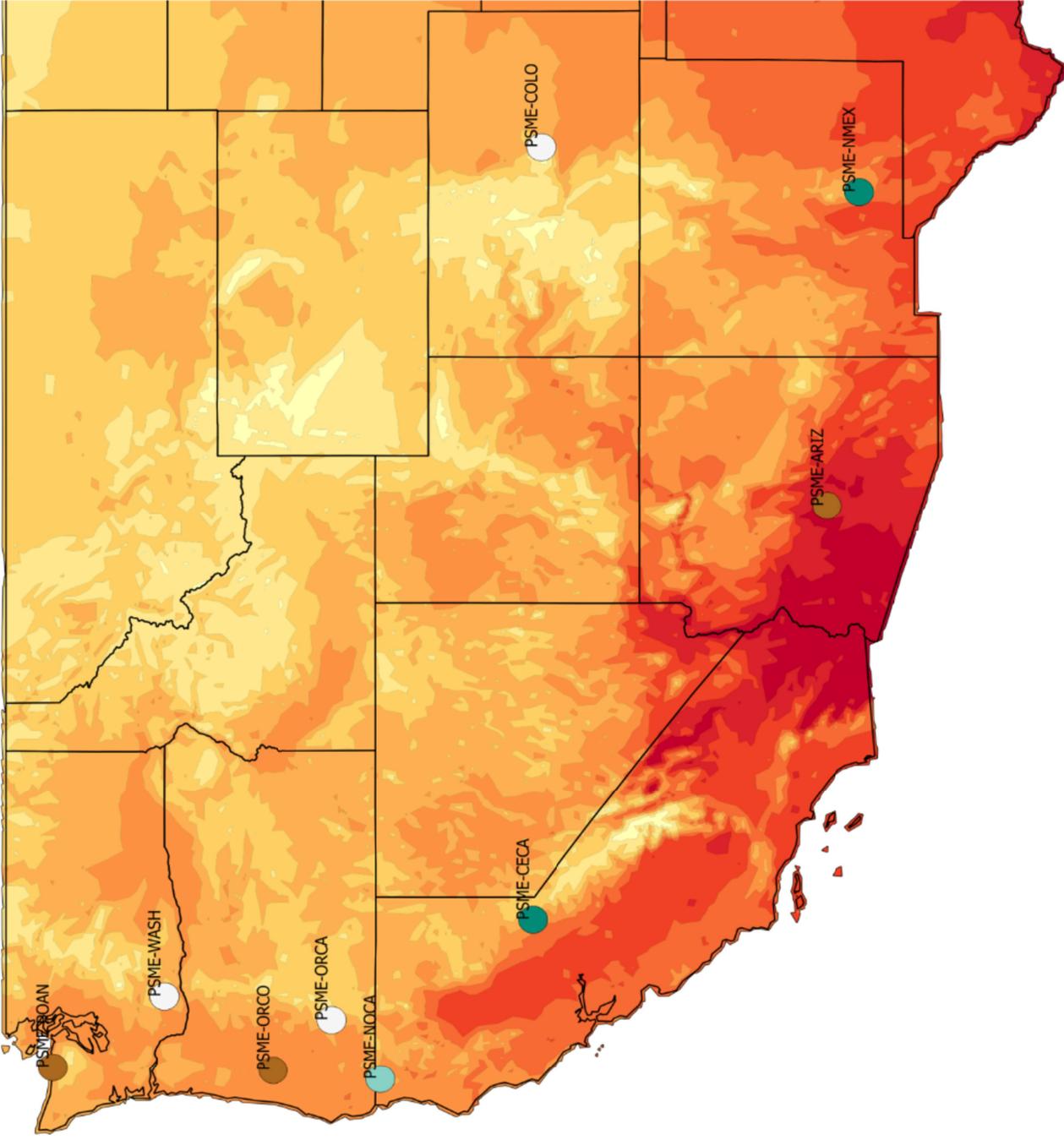
Legenda

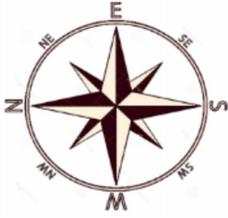
Altitude

- 200 - 800
- 800 - 1300
- 1300 - 1900
- 1900 - 2500
- 2500 - 3100

Temperature (C°)

- < 0
- 0 - 4
- 4 - 7
- 7 - 10
- 10 - 13
- 13 - 16
- 16 - 18
- 18 - 21
- > 21





Arboreta

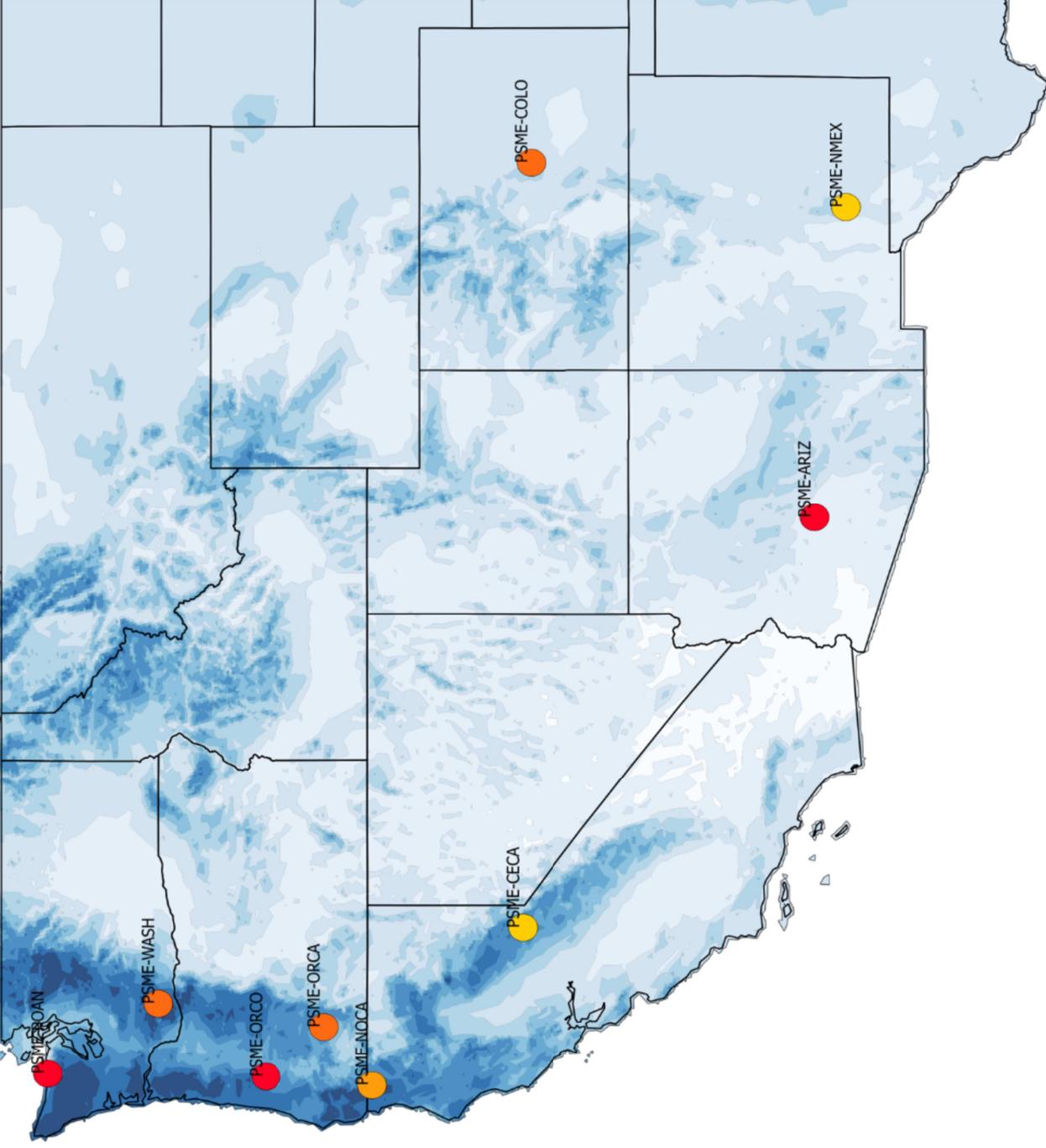
Legenda

Altitude

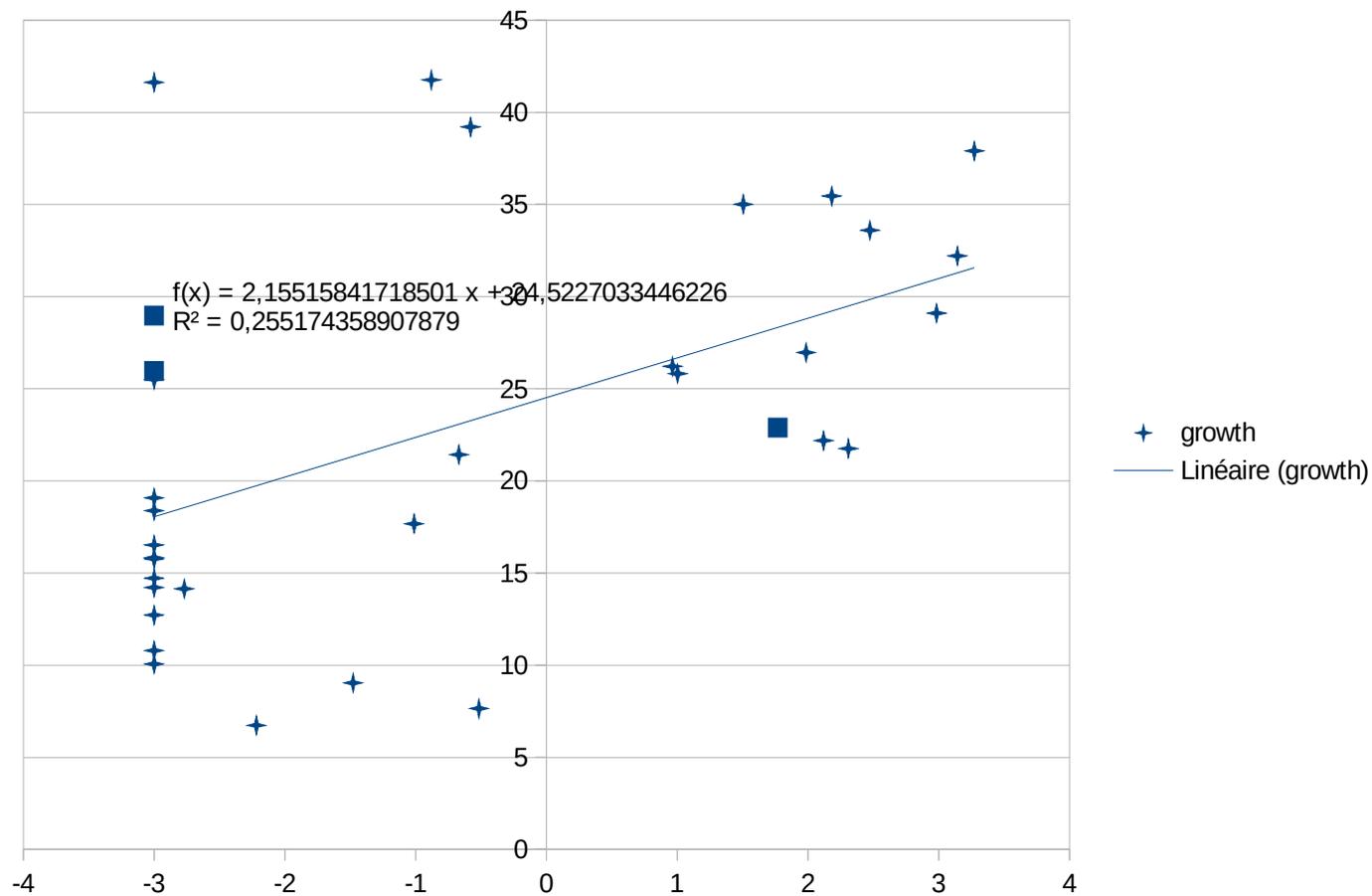
- 200 - 800
- 800 - 1300
- 1300 - 1900
- 1900 - 2500
- 2500 - 3100

Rainfall (mm)

- < 127
- 127 - 304,8
- 304,8 - 508
- 508 - 702
- 702 - 1016
- 1016 - 1270
- 1270 - 1778
- 1778 - 2540
- > 2540



Mean growth by SPEI 6-[12-18] = water deficit (Pseudotsuga Menziessi 3prov)

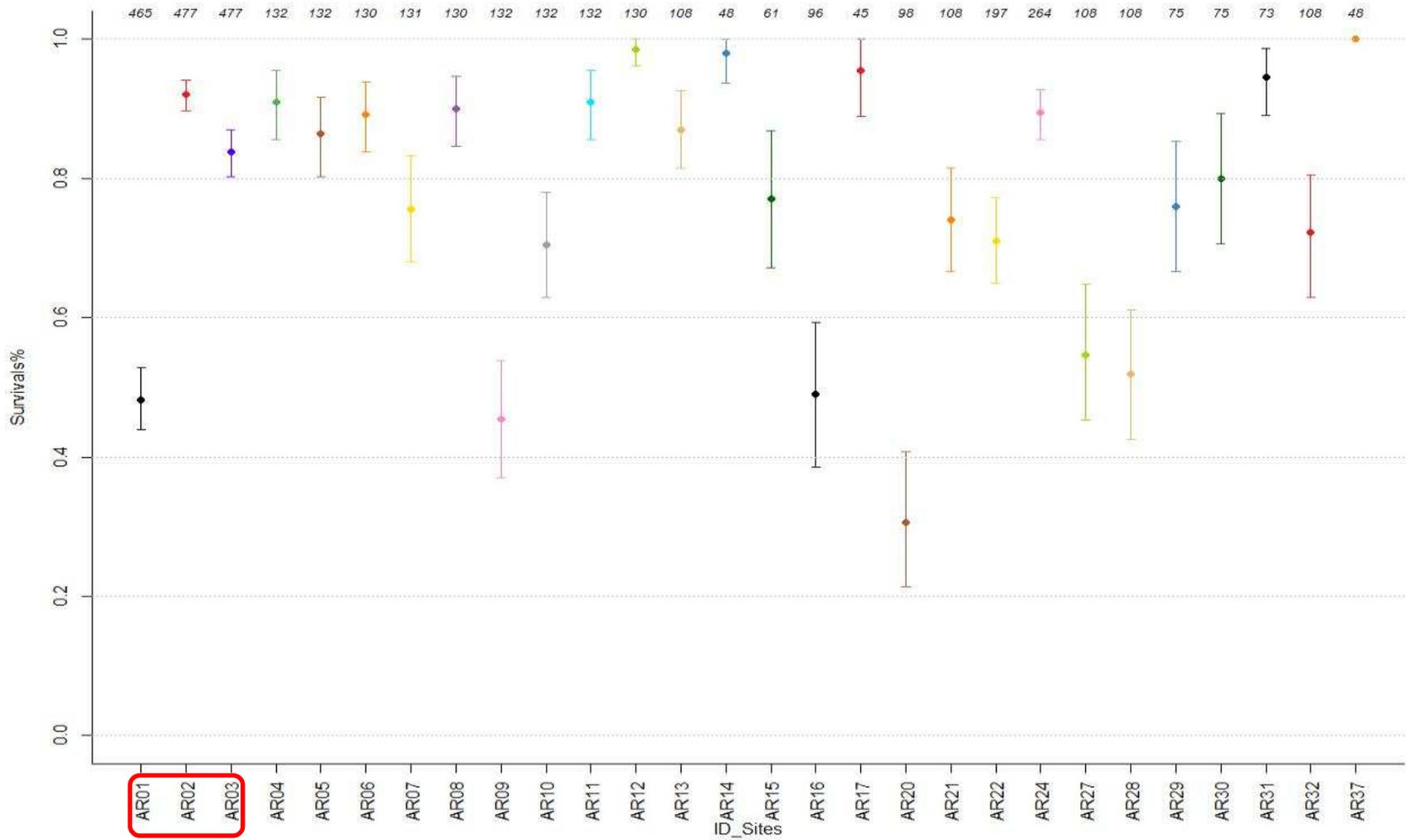


Survival rate of Douglas fir

The survival rate were calculated during the growth year 2014 (i.e. from February 2014 till February 2015)

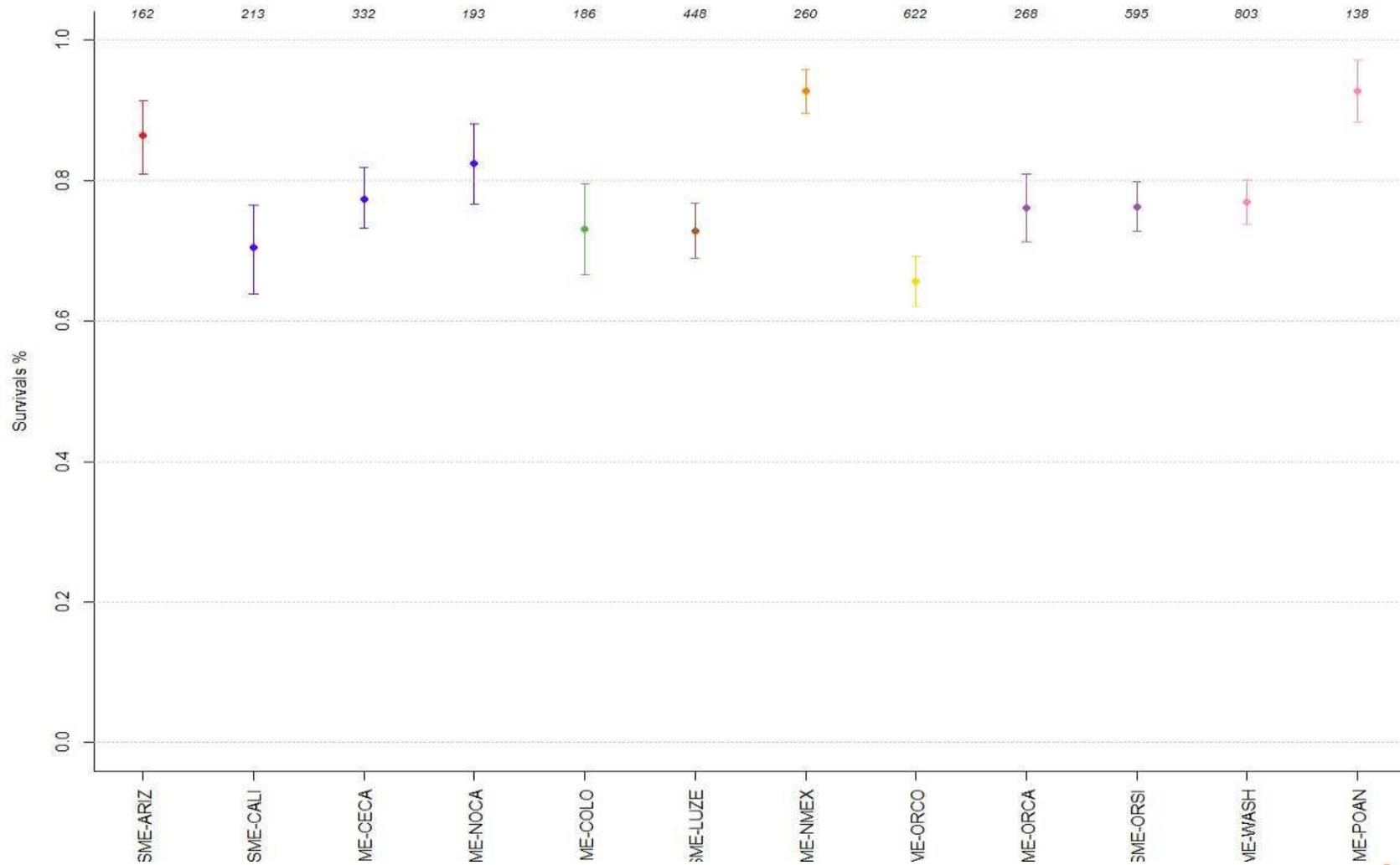
By site including replicate

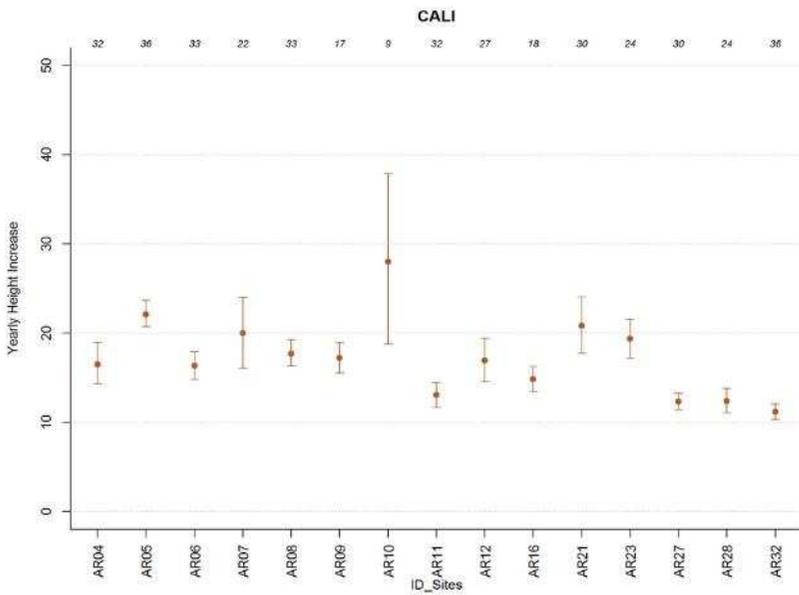
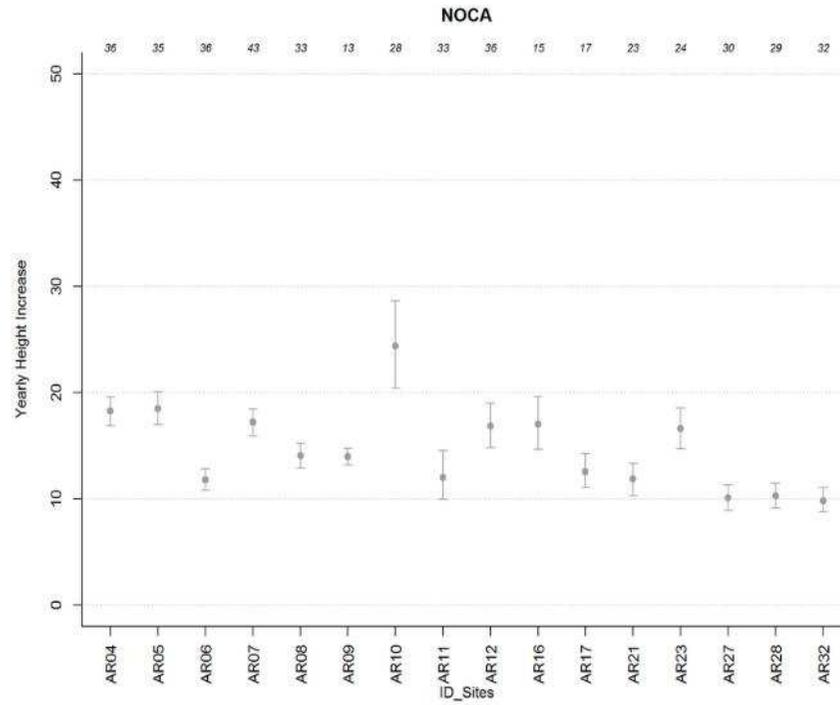
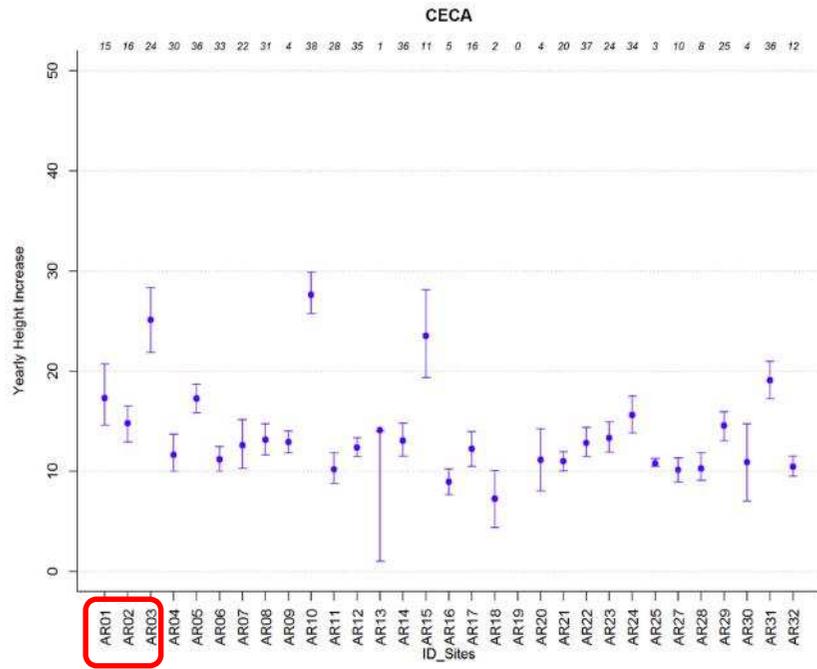
Survival2014



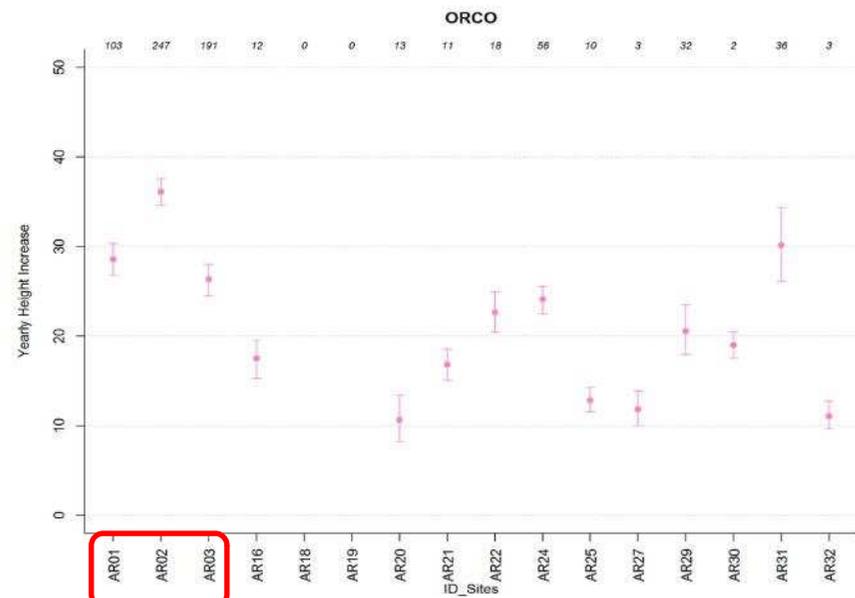
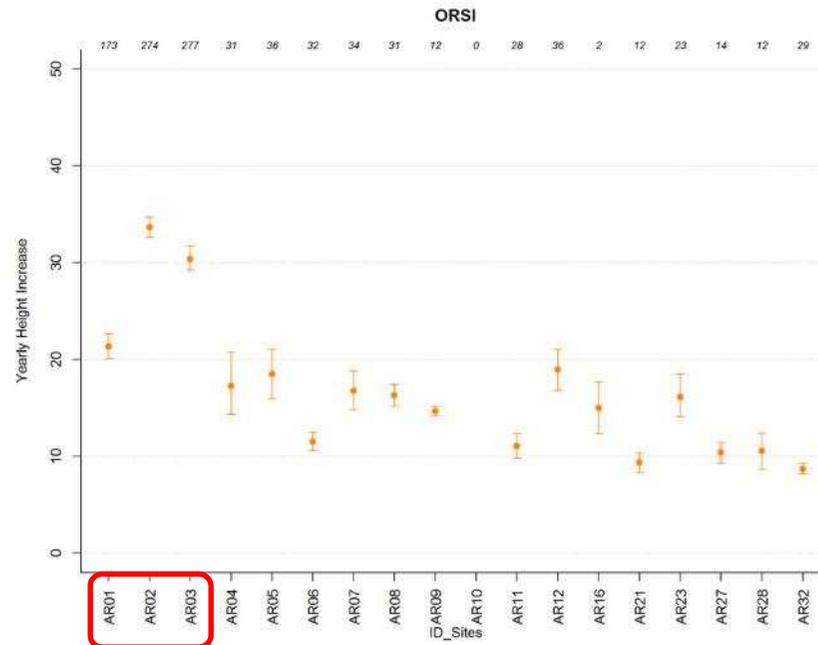
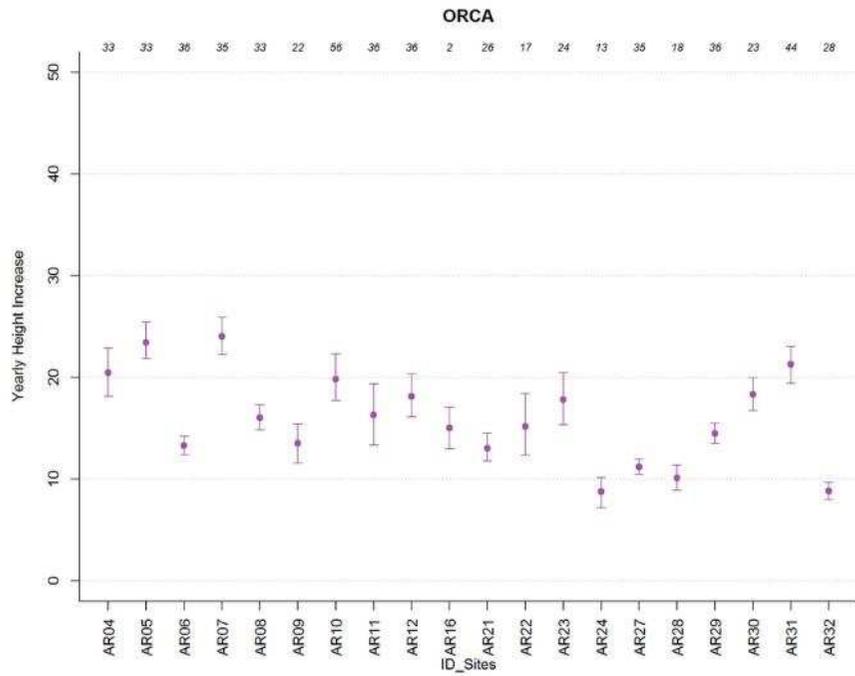
By provenance

Survival2014



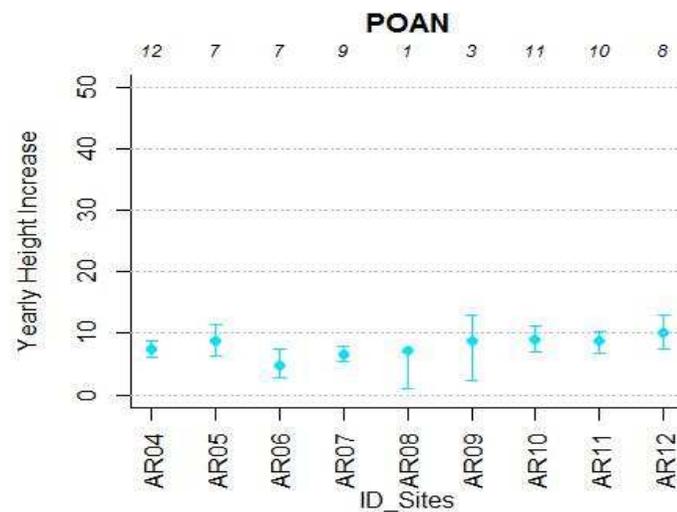
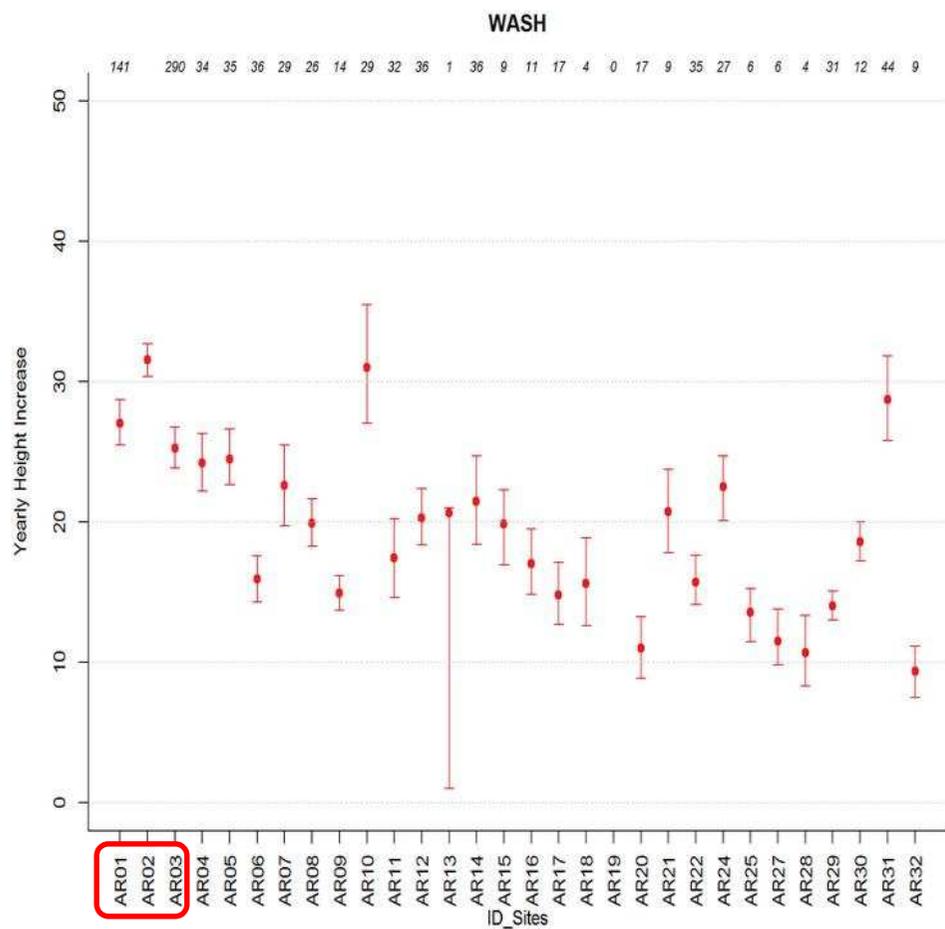


California's Provenances



Oregon's Provenances

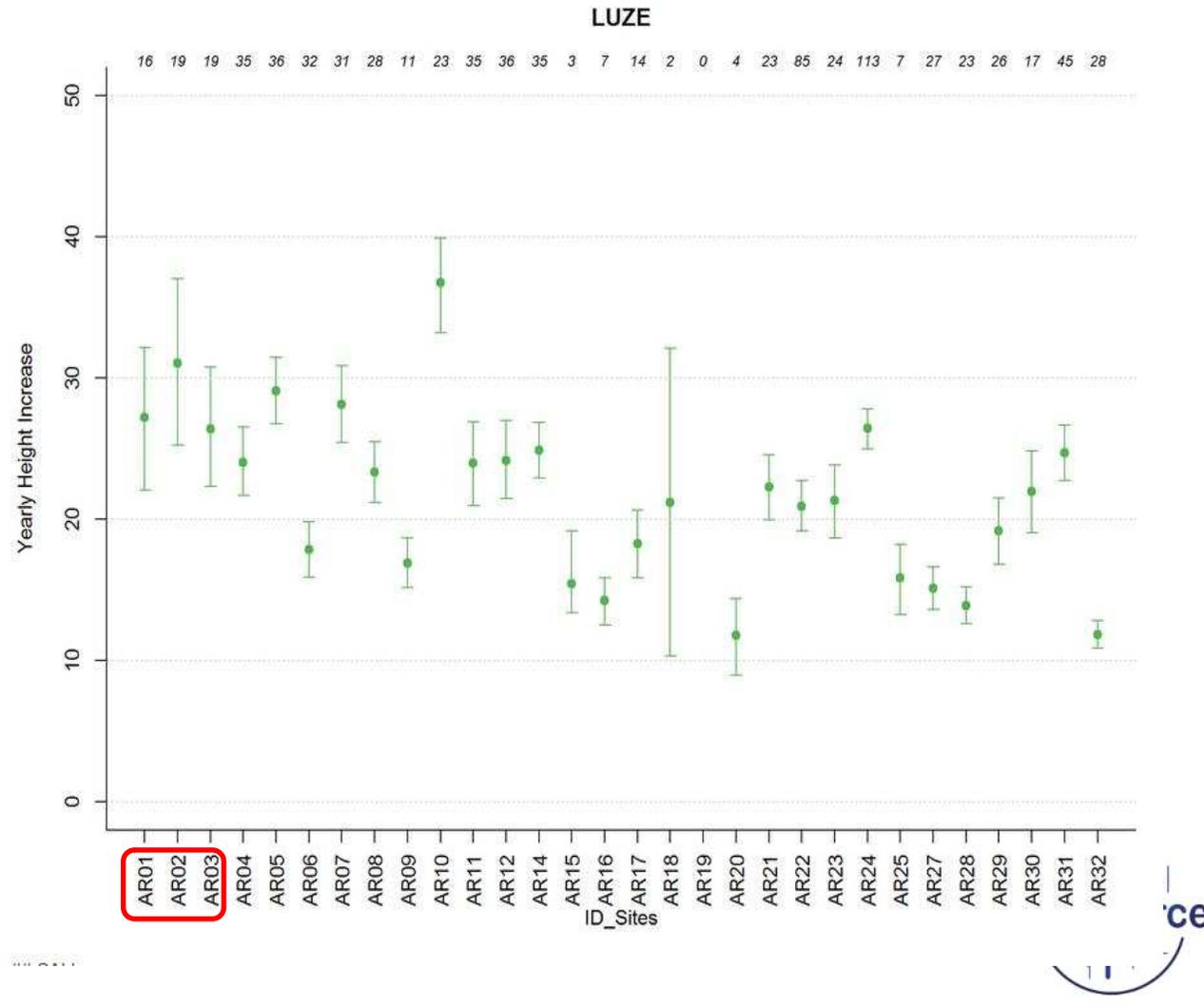
Washington's Provenances



Height increase

French seed orchard

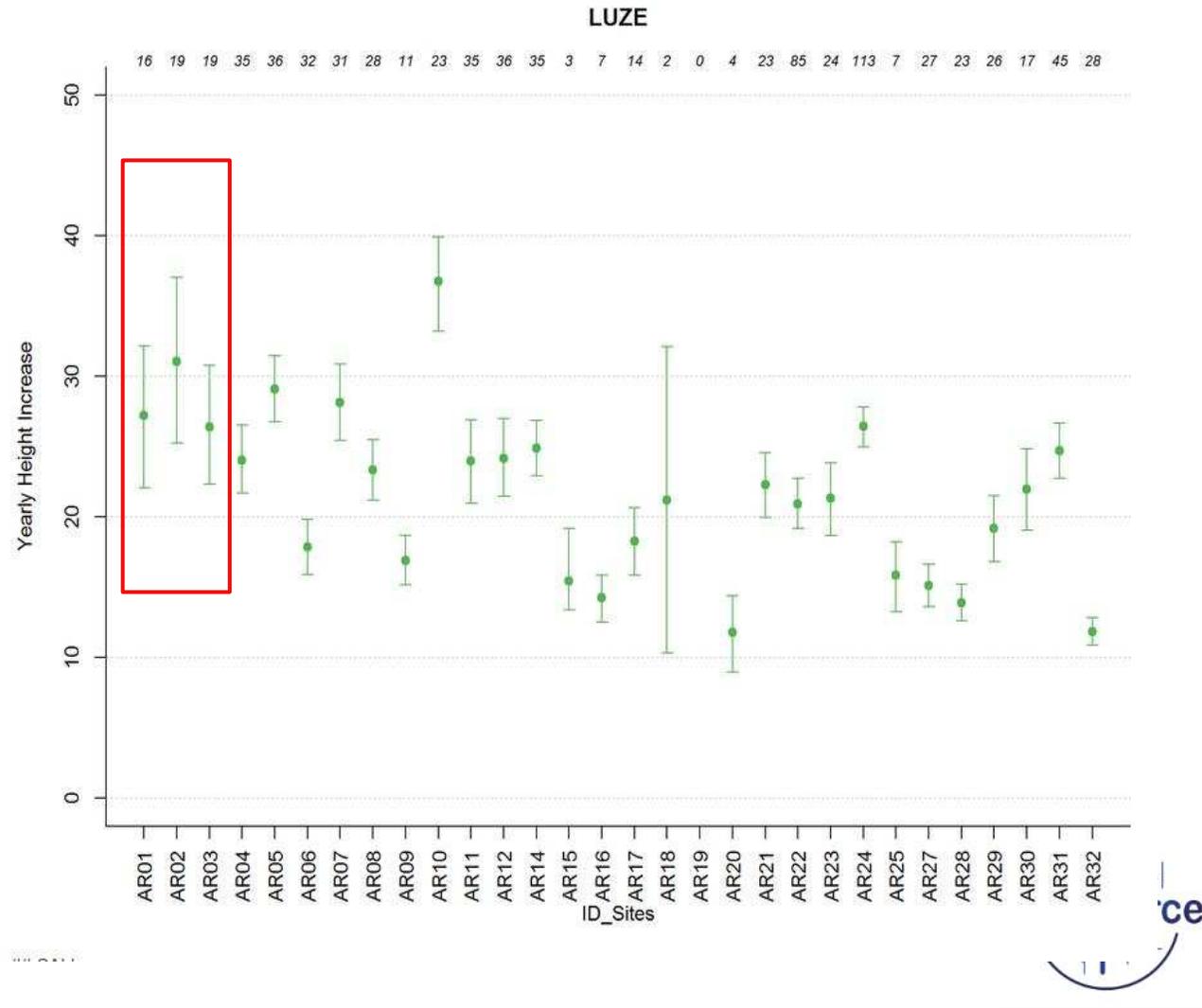
All provenances from the seed orchards seems to have the highest performances compared with the other provenances



Height increase

French seed orchard

All provenances from the seed orchards seems to have the highest performances compared with the other provenances



Key messages

- Les provenances de Douglas Oregon, Washington et Luzette semblent les plus prometteuses.
- Luzette a démontré un fort intérêt, même en cas de changement climatique - Nécessité d'une mise à jour après 10 ans

Contribution des arboretums, avec l'exemple du Réseau INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des FORêts au Changement climatique (Reinforce).

1. Les problématiques liées changement climatique
2. Organisation du réseau REINFFORCE
3. Premiers résultats
4. **Défis de maintenance de telles infrastructures**

Défis inhérents à de tels réseaux

- La mise en place :
 - 4Million €
 - 3ans
- La durée :
 - Des sites sont perdus (incendie, non gestion, inondation, ..)
 - Financement des entretiens
 - Financement des mesures
- Le contrôle qualité :
 - Regrouper les données sur les serveur IEF/REINFFORCE
 - Relancer les acteurs et synchroniser les actions
 - Mettre à jour les protocoles
 - Financer les analyses à 10 ans



Partenariat actuel et futur

- Un réseau de **12 partenaires** sur **4 pays** engagés pour **15 ans (2014-2029)**
- **REINFFORCE2 démarre**
 - GT1 entretien de RINFFORCE1
 - GT2 Valorisation de REINFFORCE 1 – IT - IA
 - GT3 Installation de nouveaux sites
 - GT4 Communication divulgation des résultats
 - GT5 coordination et logistique de distribution
- Un nouveau partenaire en Irlande et en Andalousie



EUSKO JAURLARITZA
GOBIERNO VASCO

