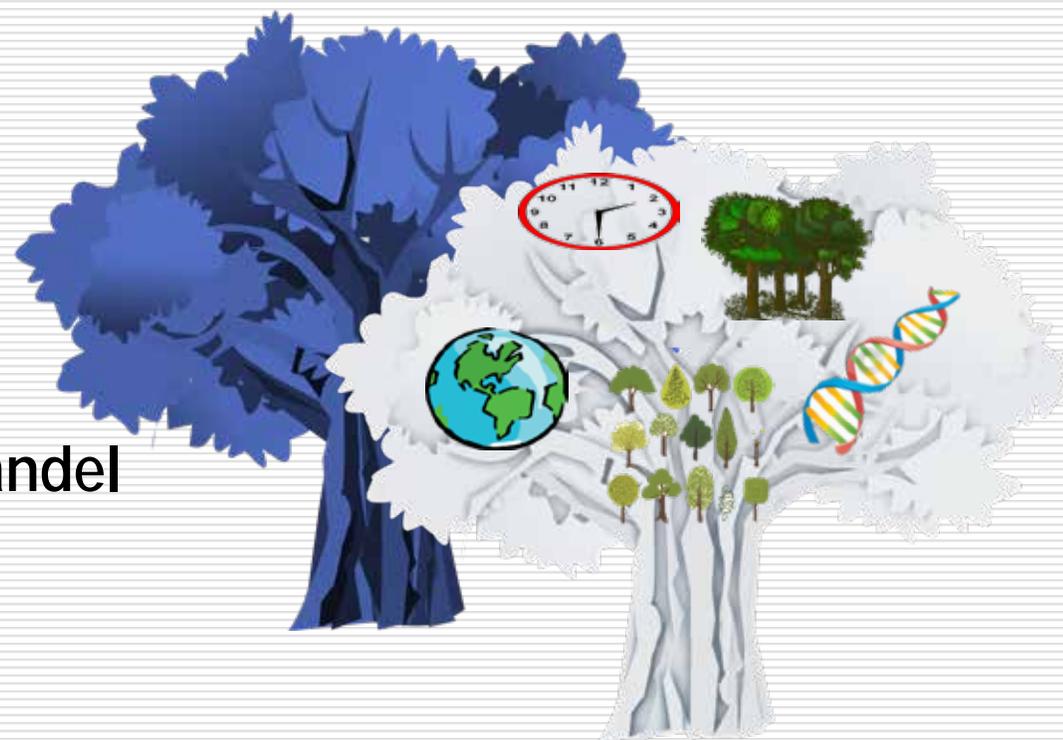


# Le potentiel de nos essences – Ce que nous savons et ne savons pas de l'adaptation

---

Schweizerischer Forstverein  
Arbeitsgruppe Waldbiodiversität  
Fachtagung 28.05.2024  
Wald im Wandel – Biodiversität im Wandel

Andreas Rudow  
Waldökologie, ETH Zürich



# Présentation

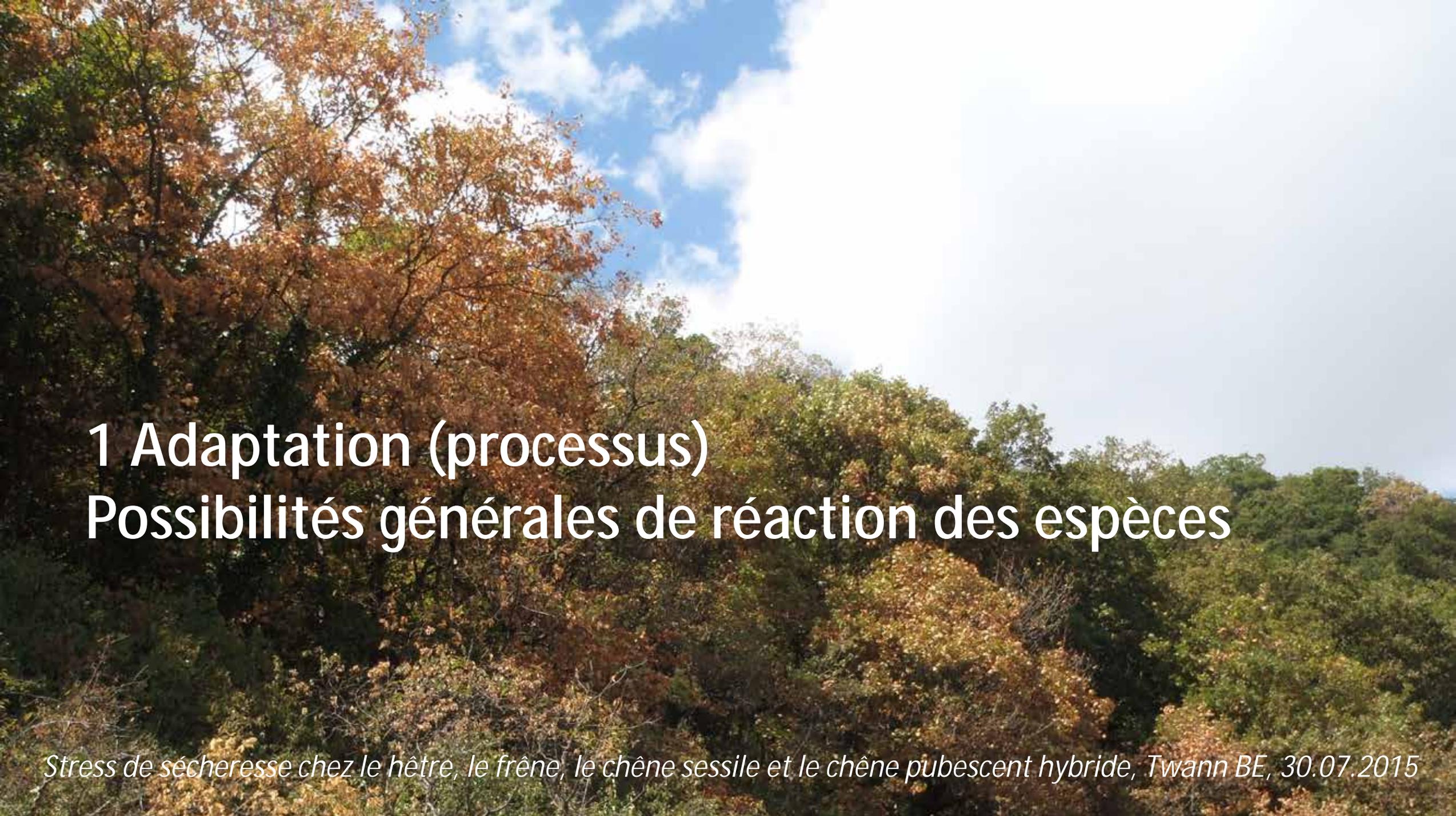
---

## ○ Objectifs

- n Aperçu de l'état des connaissances sur l'«adaptation»
- n Approche systémique intégrale
- n Focus sur les principes essentiels de l'«adaptation»

## ○ Contenu

1. Adaptation (processus) – Possibilités générales de réaction des espèces
2. Adaptation (situation) – Potentiels physiologiques concrets des espèces
3. Résumé – Conclusions pour la gestion des forêts et de la biodiversité en évolution



# 1 Adaptation (processus) Possibilités générales de réaction des espèces

*Stress de sécheresse chez le hêtre, le frêne, le chêne sessile et le chêne pubescent hybride, Twann BE, 30.07.2015*

# 1 Adaptation (processus)

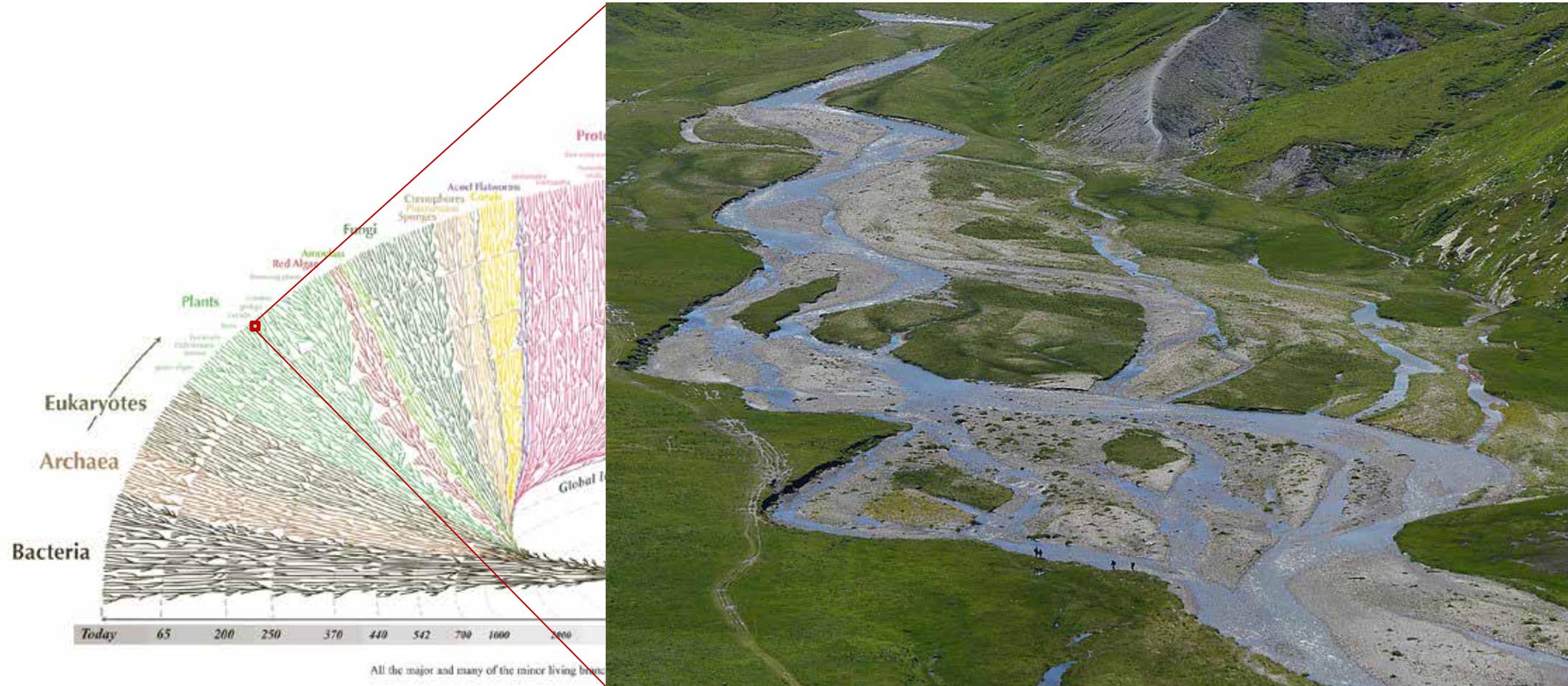
## Essences/metapopulations comme unité de base de l'évolution

### Perspective à long terme (macroevolution)

- les espèces sont des populations d'individus qui se croisent/sont apparentés  
>> communautés de reproduction
- Les espèces peuvent gérer les changements de l'environnement (périodes glaciaires)  
>> mécanismes d'autoconservation efficaces  
>> autoconservation par l'équilibre de la différenciation génétique et du mélange génétique (métapopulations dans l'espace et le temps)
- Les espèces apparaissent, évoluent constamment et disparaissent  
>> la diversité des espèces est la somme des lignes de développement autoconservées

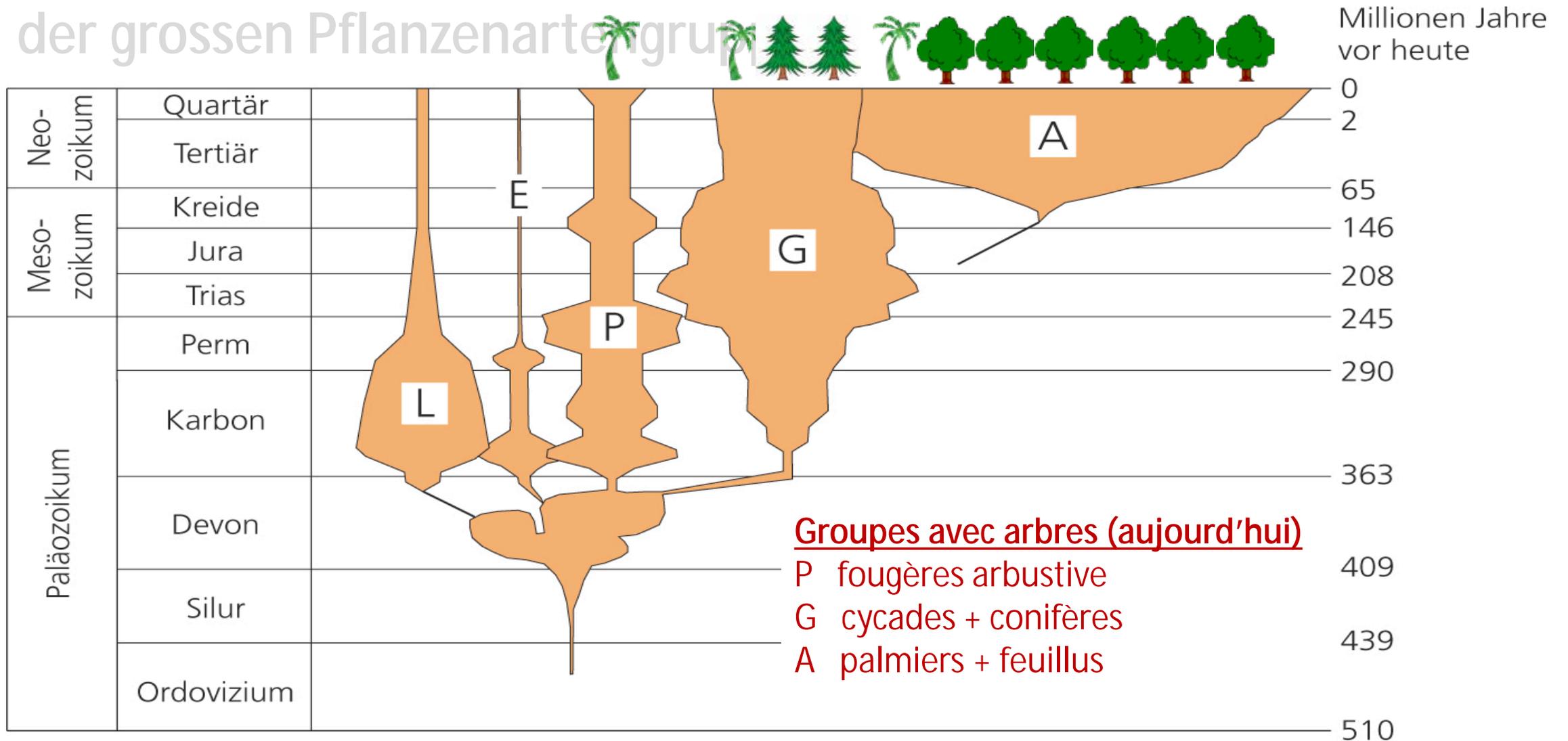
# 1 Adaptation (processus)

## Essences/metapopulations comme unité de base de l'évolution



Graphik: Eisenberg 2008, Darwin 1859, Whigler 2019

# Entwicklung der relativen Artenvielfalt der grossen Pflanzenartengruppen

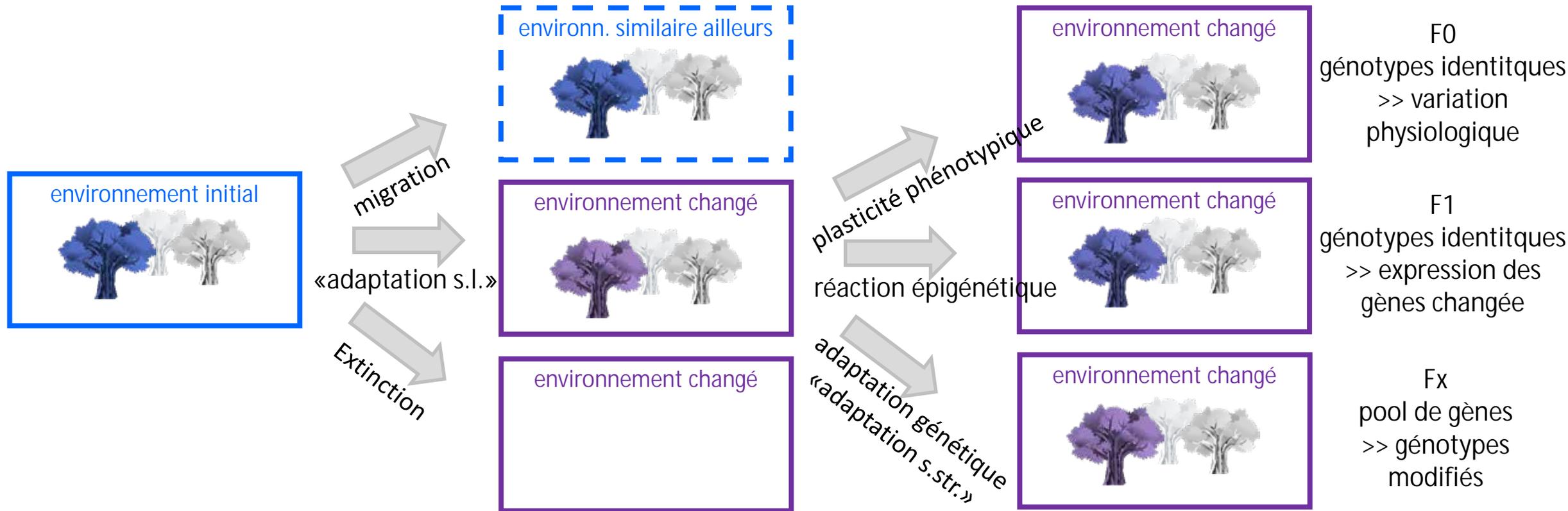


L Bärlappe, E Schachtelhalme, P Farne,  
G Nacktsamer, A Bedecktsamer

Aus: Strasburger, *Lehrbuch der Botanik*, 36. Aufl.  
© Spektrum Akademischer Verlag GmbH 2008

# 1 Adaptation (processus)

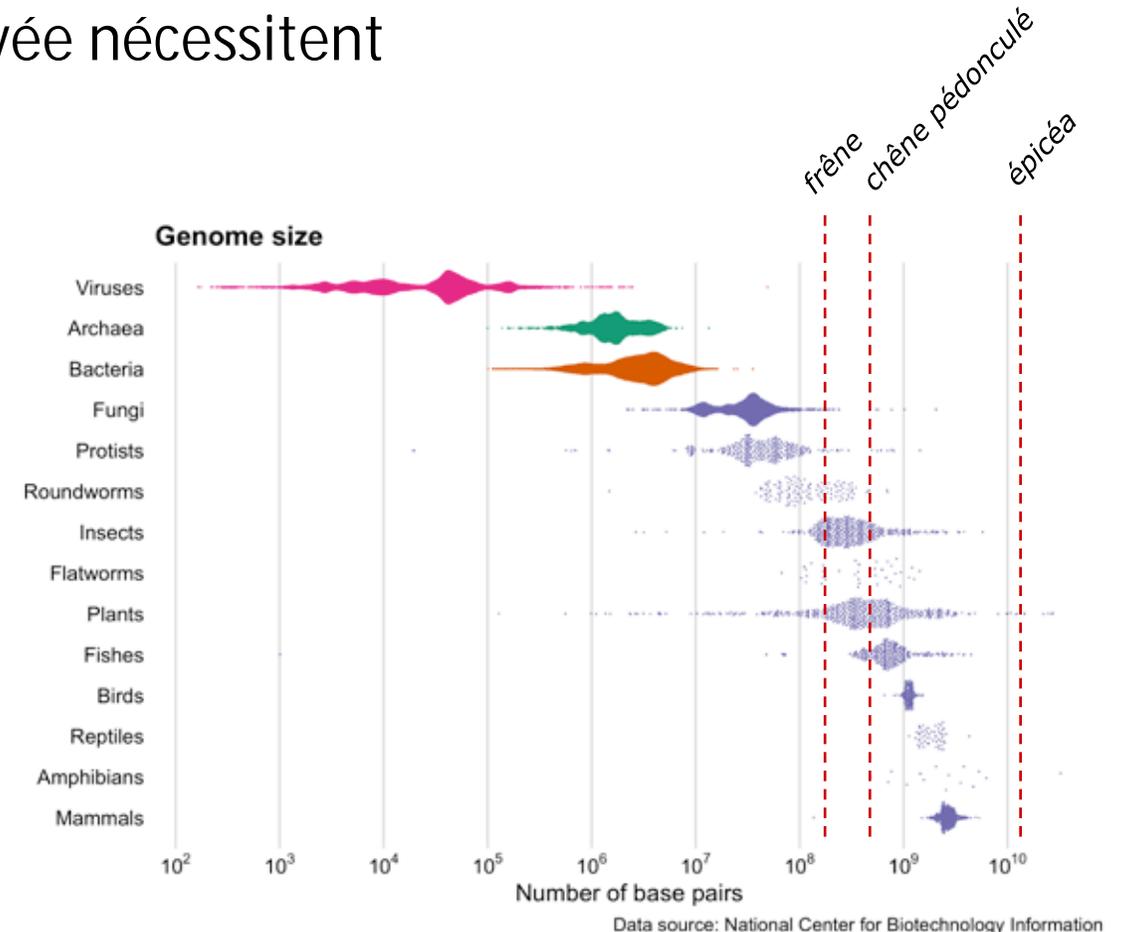
## Possibilités générales de réaction aux changements environnementaux



# 1 Adaptation (processus)

## Particularité de la constitution génétique des arbres

- une vie stationnaire et une longévité élevée nécessitent
  - n grandes populations et des systèmes de reproduction spécifiques (flux de gènes, persistance, etc.)
  - n grande diversité génétique
  - n grand potentiel physiologique
  - n grande plasticité phénotypique



# 1 Adaptation (processus)

## Problèmes d'interprétation de la plasticité phénotypique

- Les arbres sont des spécialistes de la croissance secondaire en épaisseur
  - n Stabilisation successive de la tige et constitution d'un système modulaire de branches (jusqu'à  $>10^5$  pousses)
  - >> Constitution de grands corps durables
- Plasticité phénotypique au cours de la vie
  - n Réduction successive de la capacité de réaction en raison d'un exigeant (p. ex. eau)
  - >> Stress environnemental concerne en premier lieu les arbres âgés resp. les grands arbres
  - >> La sénescence se superpose à l'adaptation!



An aerial photograph of a lush green valley in the Caucasus mountains. The foreground is filled with a dense forest of tall, slender trees, likely Eastern Oaks, with a few scattered trees in the open grassy areas. The middle ground shows rolling hills covered in similar vegetation, leading up to a range of mountains in the background under a clear blue sky with a few wispy clouds. The lighting suggests a bright, sunny day.

## 2 Adaptation (situation) Potentiels physiologiques concrets des espèces

*Hêtre d'Orient, Goderzipass (Petit Caucase) Géorgie*

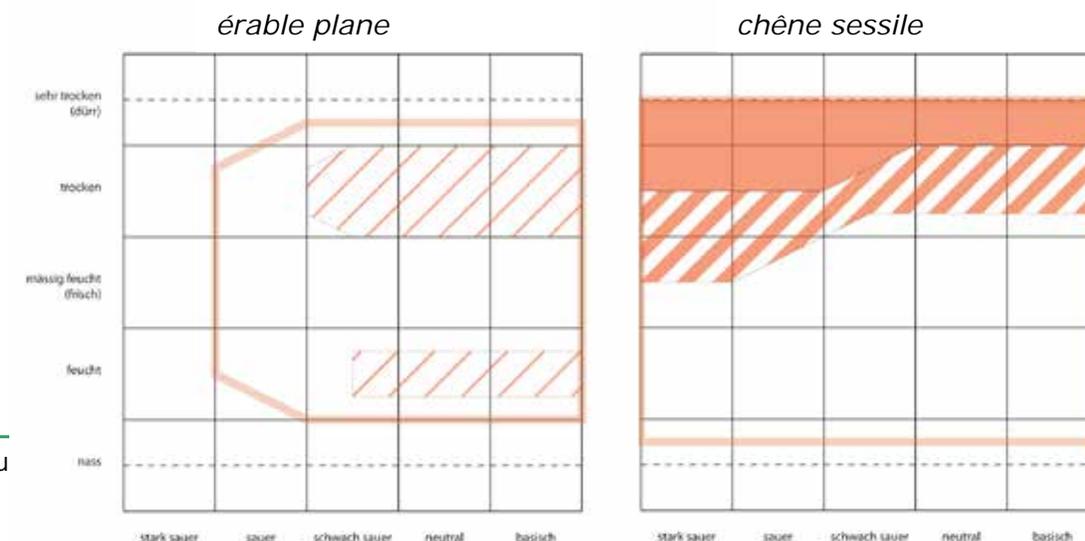
# 2 Adaptation (situation)

## Grande complexité

- Grande complexité systémique (nombre d'éléments) et en même temps interdépendance et superposition des niveaux d'adaptation
- Analyse génétique de l'adaptation (génétique moléculaire)
  - n Focus jusqu'à présent sur la diversité neutre (parenté, diversité allélique)
  - n Méthodologie d'analyse de la diversité adaptative (gènes codants)  
n'en est aujourd'hui qu'à ses débuts
- Études empiriques sur l'adaptation (génétique quantitative)
  - n Tests de provenances, plantations expérimentales
  - n Plantation ex situ avec exclusion de la concurrence (p.ex. jardins botaniques)

# 2 Adaptation (situation) Potentiel

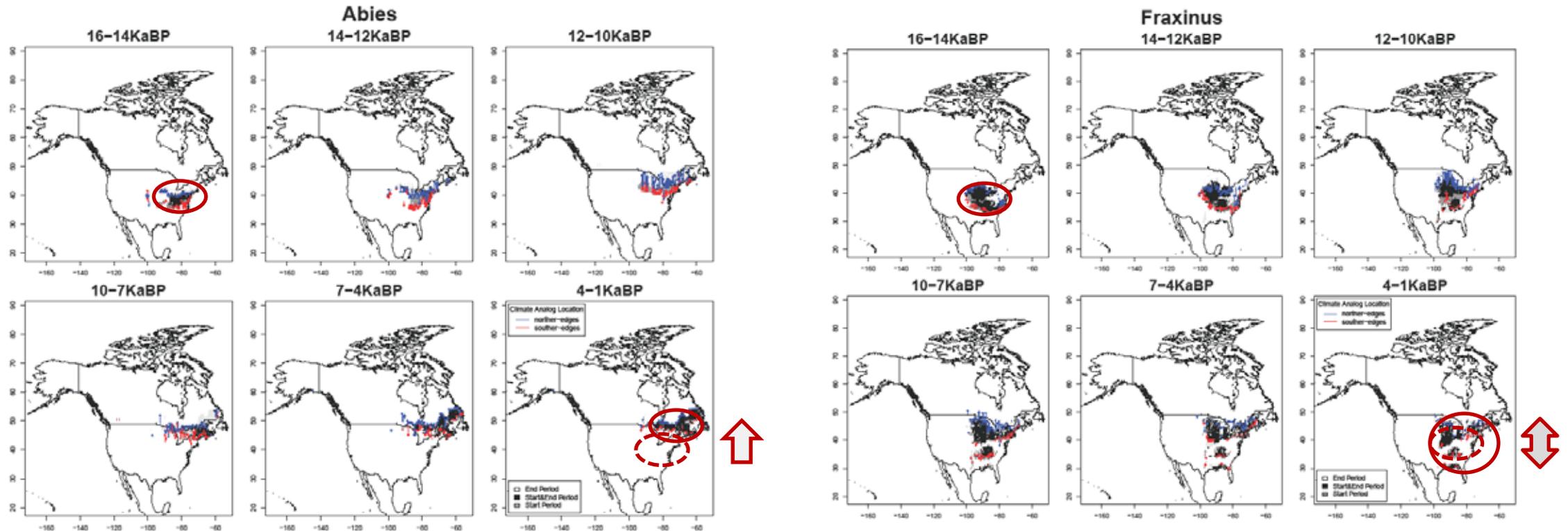
- Potentiel = Tolérance aux extrêmes environnementaux (périodicité !)
  - n régime thermique : tolérance au froid, tolérance à la chaleur
  - n régime hydrique : tolérance à la sécheresse, tolérance à l'humidité, tolérance à l'inondation
  - n régime des nutriments : tolérance à la pauvreté en nutriments, tolérance aux bases, etc.
- Potentiel = capacités physiologiques (niche fondamentale)  
Potentiel ≠ réalisation (niche écologique)
- Réalisation =  
potentiel x synécologie x histoire de l'espèce  
(potentiels non réalisés dans l'écogramme)



# 2 Adaptation (situation)

# Réalisation complexe après des changements environnementaux

- Migrations post-glaciaires sur la base des données de pollen de 30 genres en Amérique du Nord, 6 états temporels, exemple *Abies* et *Fraxinus* (Ordonnez et al 2013)



## 2 Adaptation (situation)

# Problèmes d'anticipation des réalisations futures

- Migration naturelle des espèces/provenances
  - n Tendence au mouvement naturel au-delà des latitudes/altitudes
  - !!! mais mouvement parallèle de communautés végétales entières improbable
- Anticipation = «assisted migration» des espèces/provenances
  - n Evidence d'une adaptation élevée des provenances méridionales provenant de la recherche de longue durée sur les provenances en Amérique du Nord (oNeill et al 2008, Gray et al 2011)
  - !!! mais en cas d'anticipation > 20 ans de changement présumé, les effets négatifs prédominent (p. ex. tolérance au froid) >> "overanticipation" (oNeill/ClimTree 2013)
  - !!! en cas de déplacement sur de grandes distances (continents), gros problèmes prédominent à moyen terme en raison du manque d'intégration écologique (synécologie, pathogènes)

A photograph of a sandy dune landscape. The foreground and middle ground are dominated by light-colored sand dunes with sparse, low-lying green and brown vegetation. In the background, a dense forest of tall, dark green trees rises on a slope. The sky is clear and blue. The overall scene is bright and sunny.

# 3 Résumé Conclusions pour la gestion des forêts et de la biodiversité en évolution

*Hêtre, Wolin (Mer Baltique) Pologne*

# 3 Résumé

## Gestion des forêts et de la biodiversité en évolution



- "bonne ou mauvaise espèce" / "bonne ou mauvaise provenance" ne suffit pas
  - >> les potentiels sont en général très grands, c'est-à-dire de grandes niches fondamentales
  - >> tenir compte de l'âge des individus lors de l'évaluation des événements de dépérissement
- Augmenter les options et réduire les risques
  - >> 49 essences indigènes! + quelques essences exotiques proches (p.ex. chêne chevelu, pin noir)
  - >> offre de matériel forestier de reproduction de toutes les essences et sous-populations
  - >> créer des points d'appui pour l'offre de semences dans la génération suivante
  - >> prévoir une réduction de la durée de révolution
- Systematisches Beobachten für mittel- bis längerfristigen Erkenntnisgewinn
  - >> projets nationaux/internationaux tels que plantations tests et monitoring génétique
  - >> documentation de toutes les plantations et régénérations naturelles d'essences cibles (DokuTool, etc.)

# 3 Résumé

## Informations du groupe Dendrologie + Végétation

- Montagskolloquien für die Praxis, Präsentationen online:  
zu Anpassung + Monitoring 16.01.2023, zur Baumartenwahl 08.01.2024 (allemand)  
>> [www.ites.ethz.ch/events/mokoll](http://www.ites.ethz.ch/events/mokoll)
- Dendrologie Grundlagen: neue Artenportraits, Ökogramme, Toleranzen, ... (allemand)  
>> [www.dendro.ethz.ch](http://www.dendro.ethz.ch)
- Bases de biologie/génétique des populations issues de projets OFEV/EPFZ (français)  
>> [www.seba.ethz.ch](http://www.seba.ethz.ch) (Projet Favoriser les essences rares)  
>> [www.genres.ethz.ch](http://www.genres.ethz.ch) (Projet Aires de conservation génétique + Cadastre national)
- MSc-Kurs Tree Genetics – concepts and applications (HS, 3 KP) (anglais)  
>> [www.vvz.ethz.ch](http://www.vvz.ethz.ch) >> Herbstsemester, Tree Genetics, Rudow et al

A scenic view of a forested valley. In the foreground, a large, gnarled tree with a thick trunk and sparse foliage stands prominently. The background shows a lush green valley with rolling hills and distant mountains under a clear sky. The text is overlaid on the image in white, sans-serif font.

# Merci de votre attention

Le potentiel de nos essences –  
Ce que nous savons et ne savons pas de l'adaptation

*Station sèche avec pin sylvestre, chêne sessile, alisier blanc et hêtre, Oberbuchsitzen SO*