

Diversité des traits fonctionnels des arbres pour une meilleure adaptation des forêts aux changements climatiques

Samuel Royer-Tardif, biol. Ph. D.



• 28 NOVEMBRE 2023



- Biodiversité

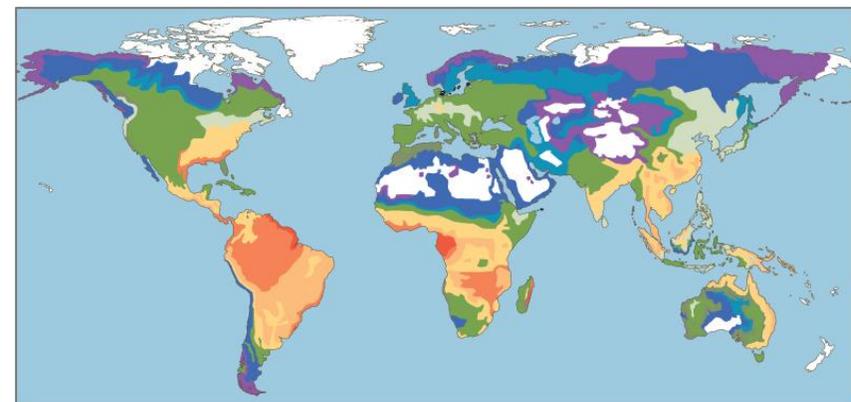
- Souvent définie par le nombre et l'abondance des espèces

- À quoi sert cette biodiversité?

- Questions majeures en Écologie

- Comprendre les facteurs déterminant le nombre d'espèces et

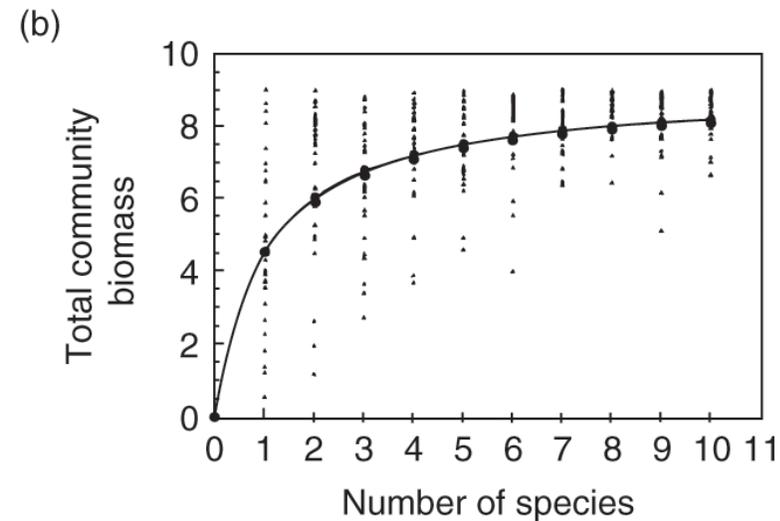
- Les conséquences de la biodiversité pour le fonctionnement des écosystèmes



Number of species

1	2-3	4-6	7-10	11-15
16-20	21-30	31-40	41-60	61-144

- Travaux de David Tilman
- Le nombre d'espèces augmente la productivité et la stabilité des écosystèmes
- Toutefois, c'est surtout la différence fonctionnelle entre les espèces qui bénéficie au fonctionnement des écosystèmes
- Concept de redondance fonctionnelle entre les espèces



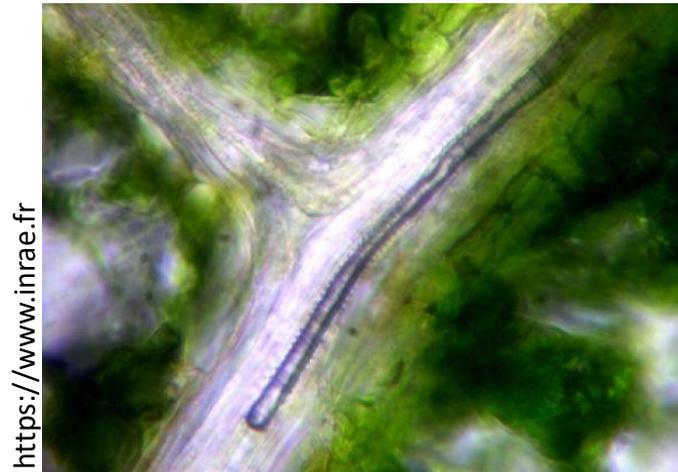
Tilman D. 2019. Agricultural resilience

Un **trait fonctionnel** est une caractéristique morphologique, physiologique ou phénologique d'un organisme, mesurée à l'échelle des individus et qui affecte sa performance individuelle.

Traits de réponse



Résistance du xylème à la cavitation



Traits d'effet



Ratio Carbone-Azote des feuilles



La distinction entre **trait de réponse** et **trait d'effet** n'est toutefois pas toujours aussi claire

Le LMA (Leaf mass per area) peut être considéré à la fois comme trait d'effet et trait de réponse

$$LMA = \frac{\text{Masse sèche de la feuille (mg)}}{\text{Surface de la feuille (mm}^2\text{)}}$$

Feuilles plus résistantes à long terme



LMA élevé
Stratégie de
conservation

Décomposition lente

Feuilles moins résistantes



LMA faible
Stratégie de
productivité

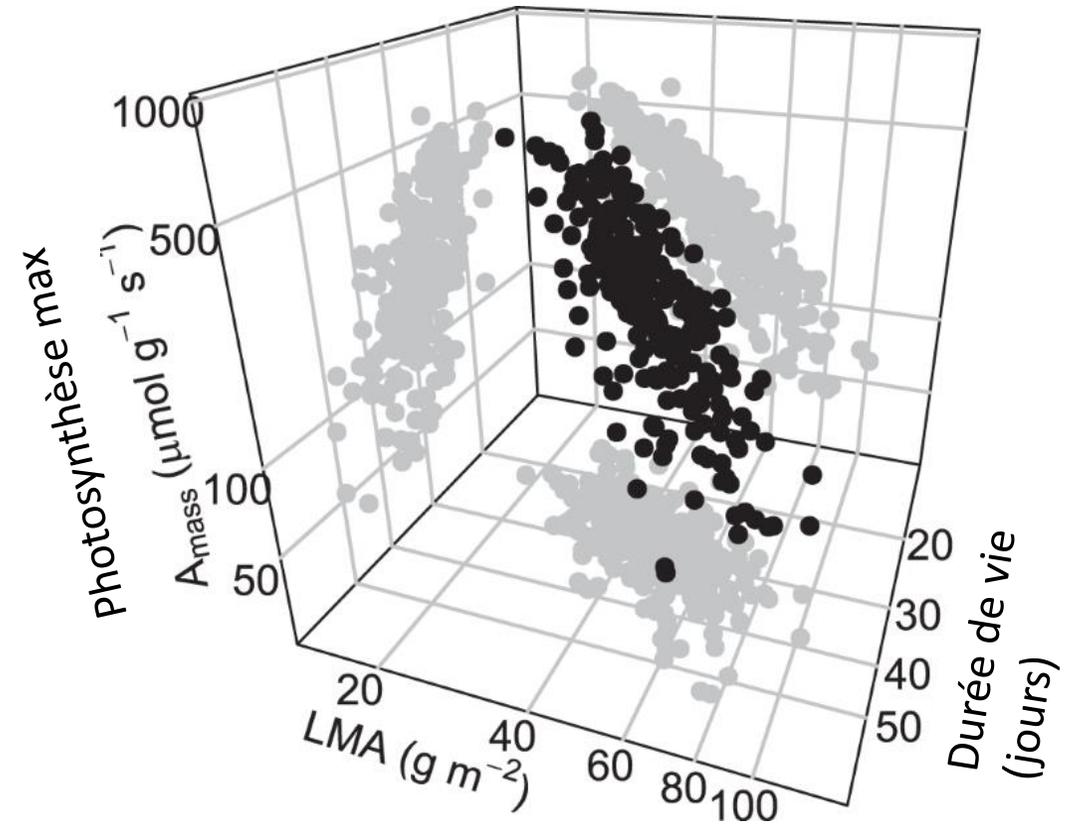
Décomposition rapide

Les **traits fonctionnels** ont été utilisés pour comprendre les **stratégies d'adaptation** des plantes à leur environnement.

Il existe des compromis dans l'utilisation des ressources pour les plantes.

Soit, elles investissent dans les **éléments structuraux** pour avoir des **feuilles résistantes**, ce qui génère beaucoup de **masse**.

Soit, elles misent sur **maximiser la surface** avec le moins de masse pour **favoriser l'interception** de la lumière au détriment de la durabilité de la feuille.

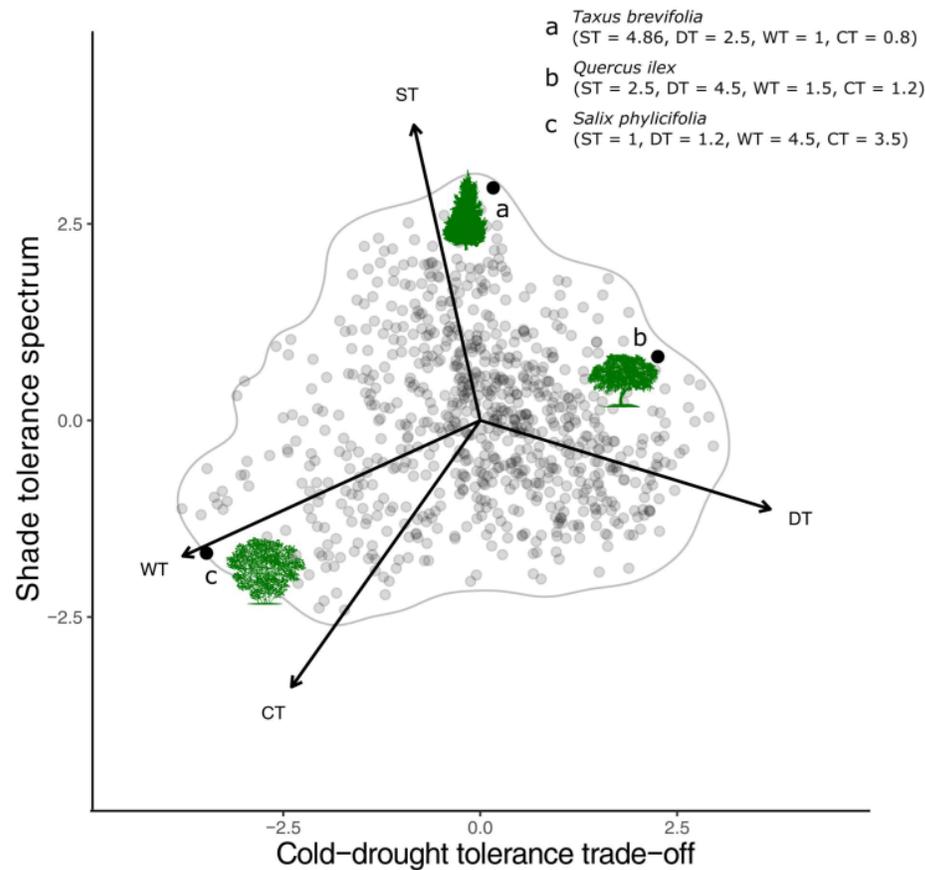


Les traits fonctionnels influencent les compromis dans la tolérance des plantes ligneuses

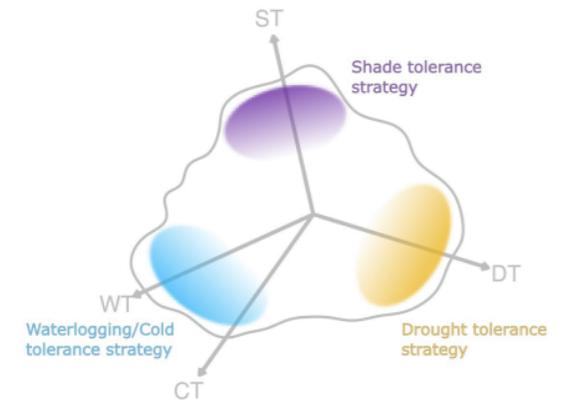
Il existe des compromis entre la tolérance à l'**ombre**, la tolérance au **froid/humidité** et la tolérance à la **sécheresse**

- **Densité du bois** = Sécheresse et Ombre
- **Masse de graines** = Sécheresse et Ombre
- **Azote foliaire** = Froid
- **LMA** = Sécheresse et Froid

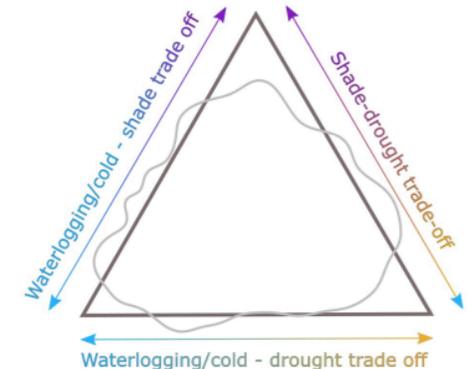
(a) The Stress Tolerance Space (STS)



(b) End-point tolerance strategies in the STS



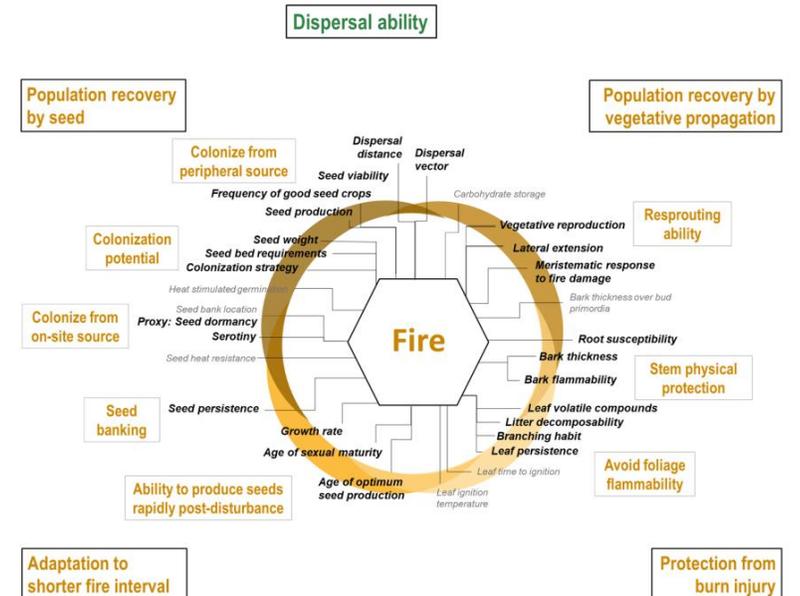
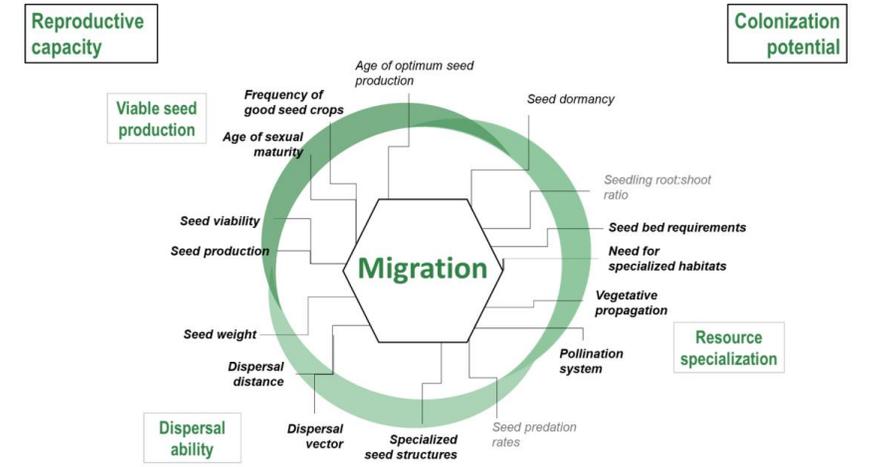
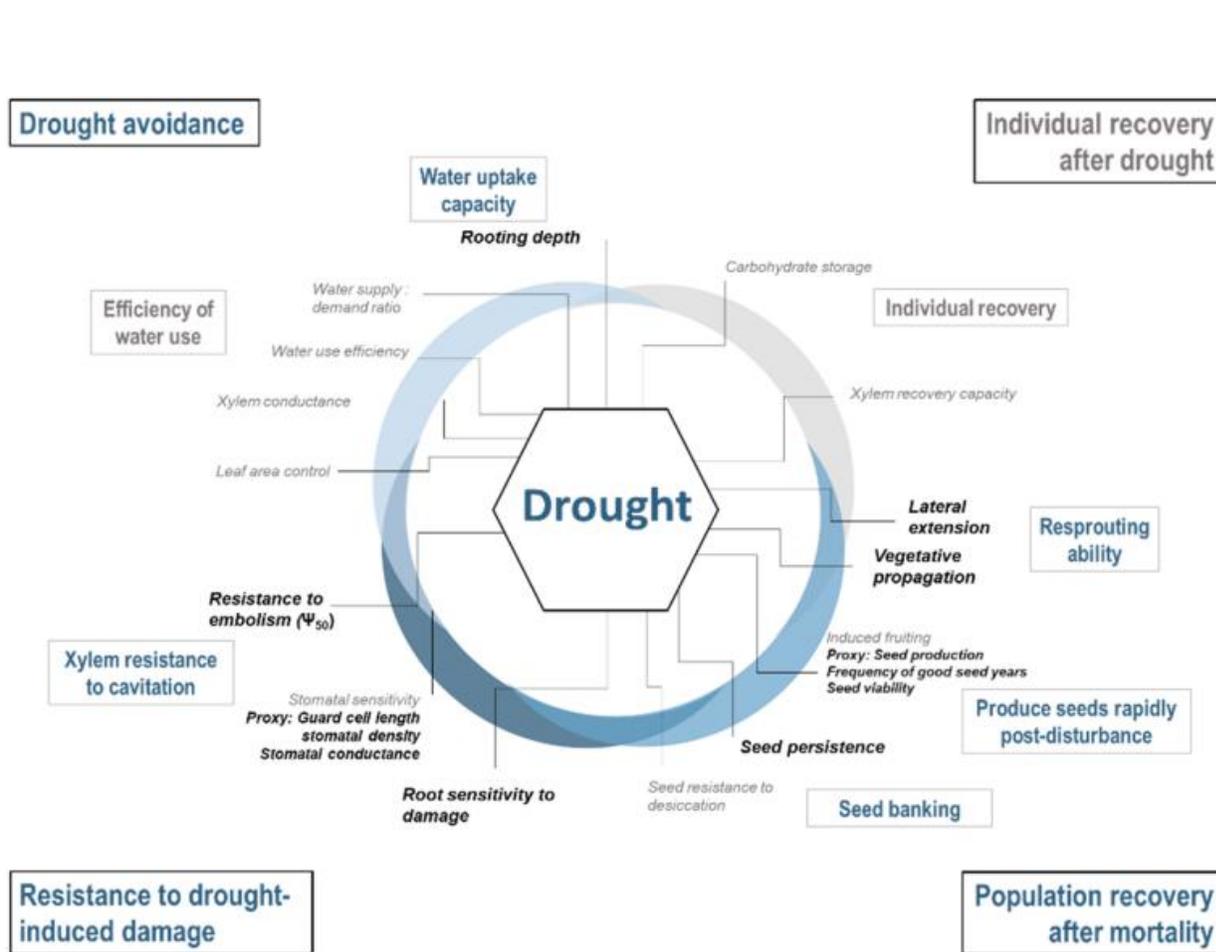
(c) STS boundaries



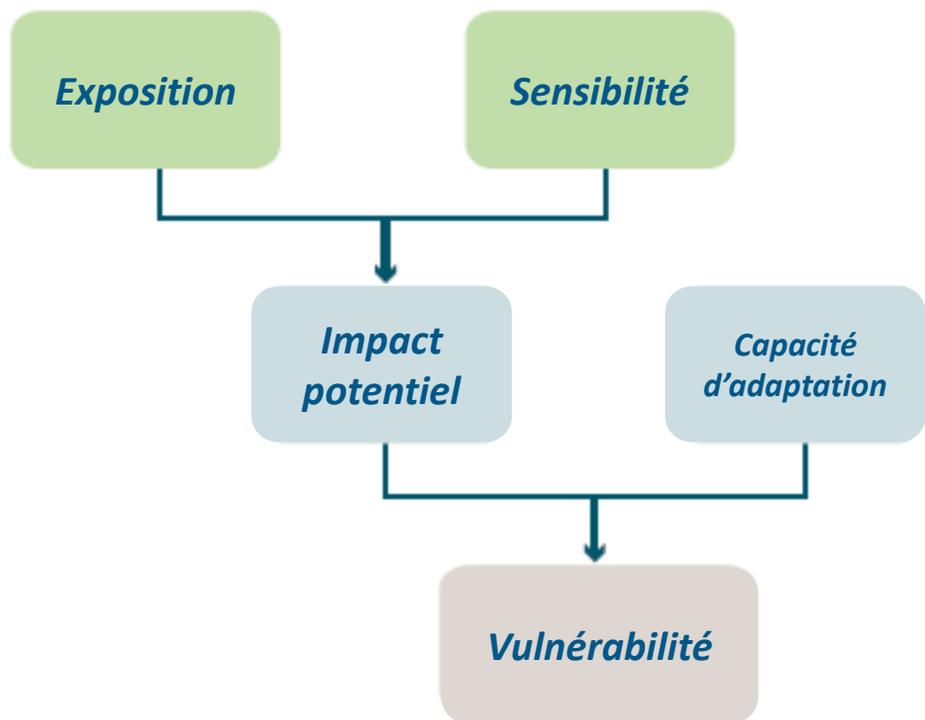
Pavanetto et al., 2022. Global ecology and Biogeography



Utiliser les traits de réponse pour évaluer la sensibilité/tolérance des espèces



Utiliser les traits de réponse pour évaluer la sensibilité/tolérance des espèces



Glick et al. 2011.

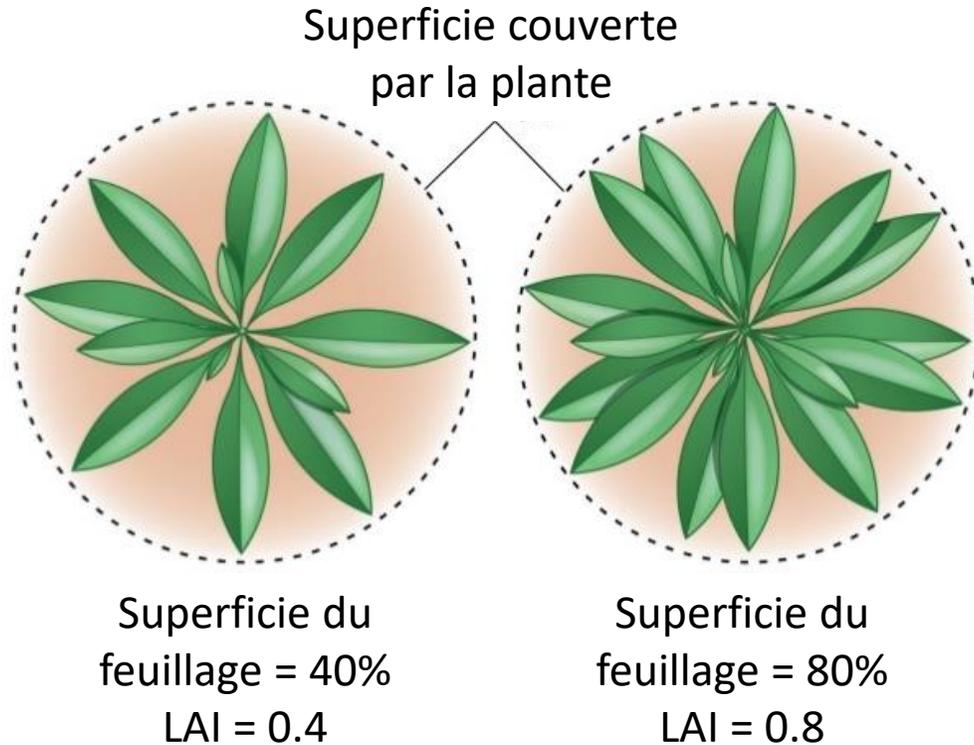
Group of species	Avoidance			Reproductive			Pop. recovery			
	Resistance to damage	Recovery after drought	Recovery after drought	capacity	Dispersal ability	Colonization potential	Protection burn injury	By seed	Vegetative propagation	Adapt. shorter fire return
1 <i>Pinus banksiana</i> <i>Pinus resinosa</i> <i>Pinus strobus</i>	●	●	●			●	●	●	●	●
2 <i>Populus balsamifera</i> <i>Populus grandifolia</i> <i>Populus tremuloides</i> <i>Acer rubrum</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●
3 <i>Larix laricina</i> <i>Picea glauca</i> <i>Picea mariana</i> <i>Prunus pensylvanica</i>	●	●	●			●	●	●	●	●
4 <i>Betula papyrifera</i> <i>Alnus incana ssp. rugosa</i>	●	●	●	●	●		●	●	●	●
5 <i>Fagus grandifolia</i> <i>Ostrya virginiana</i> <i>Quercus rubra</i> <i>Tilia americana</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6 <i>Acer saccharinum</i> <i>Fraxinus americana</i> <i>Fraxinus nigra</i>		●	●	●	●	●	●	●	●	●
7 <i>Thuja occidentalis</i> <i>Betula alleghaniensis</i>	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
8 <i>Abies balsamea</i> <i>Acer saccharum</i> <i>Picea rubens</i> <i>Tsuga canadensis</i>	●	●	●			●	●	●	●	●

Boisvert-Marsh et al., 2020. Forests



Modéliser les **services écosystémiques** en utilisant les traits d'effet

Leaf area index: LAI



Détermine l'ampleur des services écosystémiques fournis par les arbres en ville:

- Captation des **polluants atmosphériques**
- Interception des **précipitations**
- Atténuation des **îlots de chaleur**



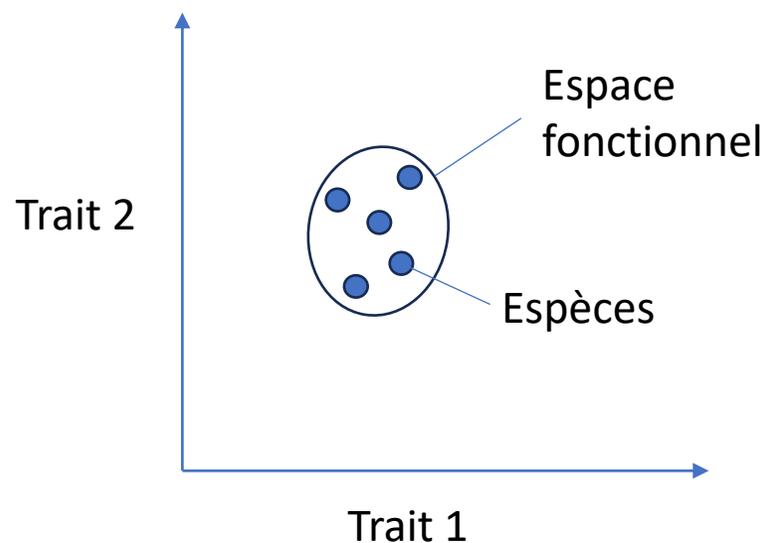
Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs

Québec 

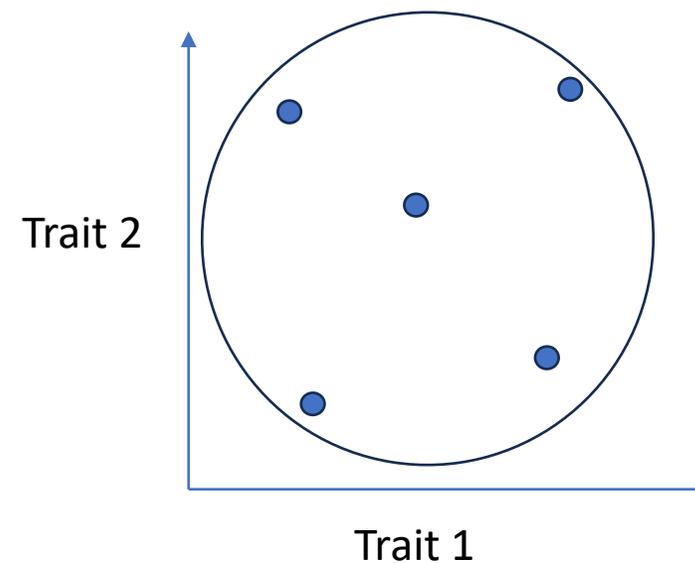
<https://naturalis.github.io/mebioda/doc/week3/w3d4/lecture1-new.html>



Quantifier la **diversité fonctionnelle** des forêts naturelles et plantées

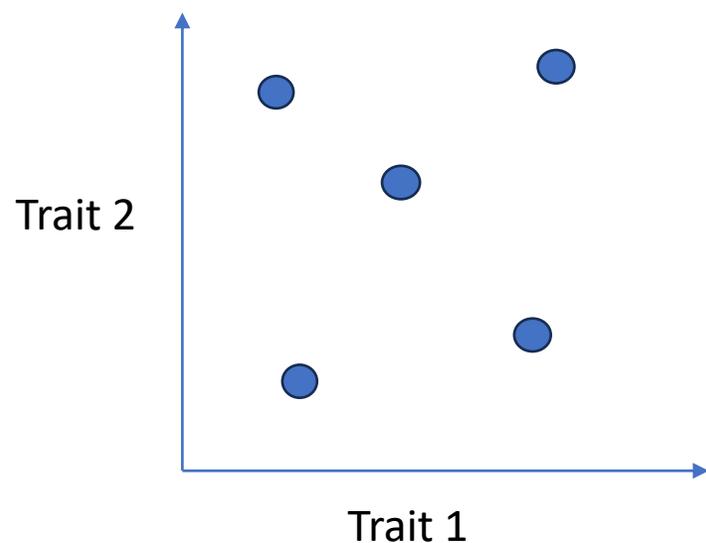


Faible diversité
Forte redondance

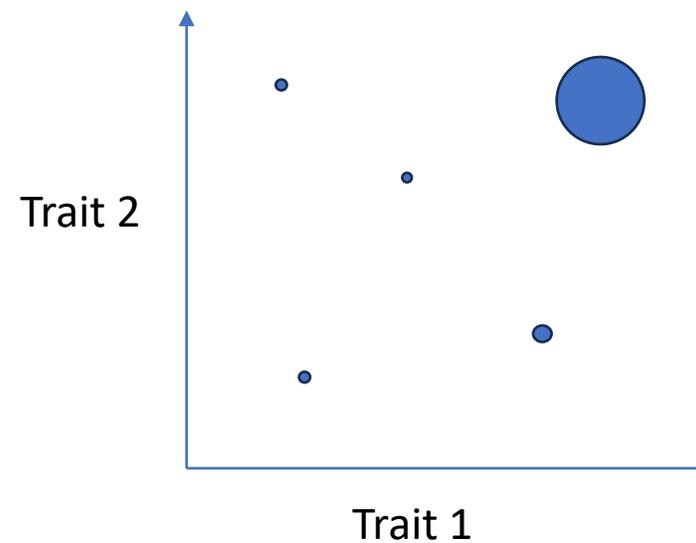


Forte diversité
Faible redondance

Quantifier la diversité fonctionnelle des forêts naturelles et plantées



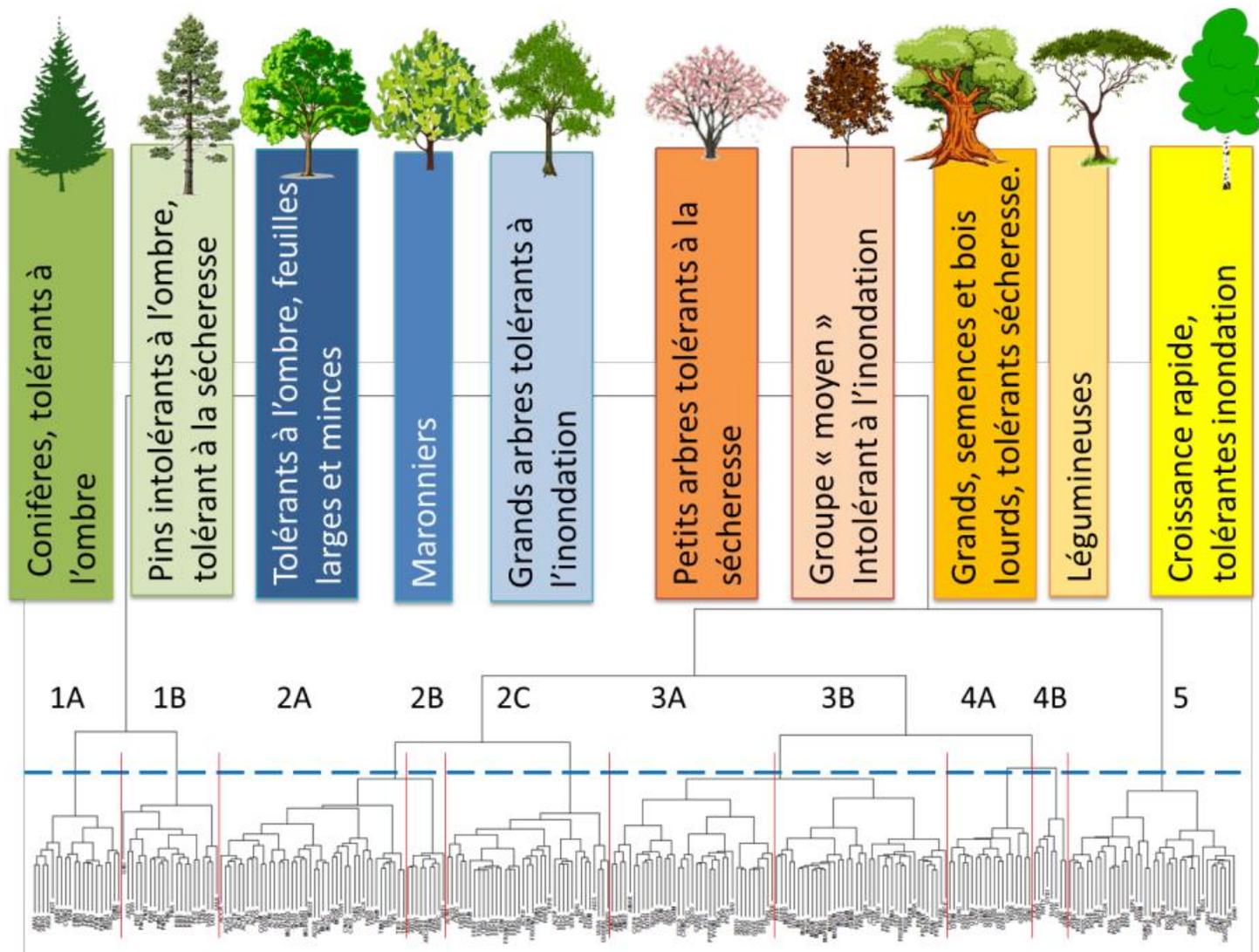
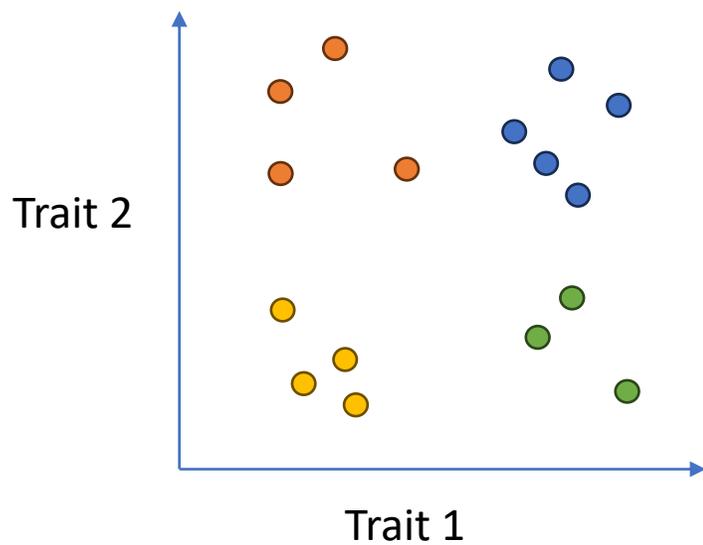
Forte équitabilité
Forte diversité



Faible équitabilité
Faible diversité



Concept de groupes fonctionnels



Utiliser les groupes fonctionnels pour favoriser la biodiversité dans les projets de verdissement



Gauthray-Guyénet et al., en rédaction

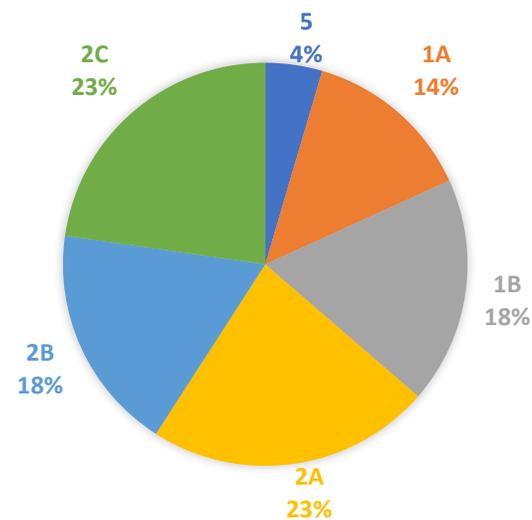
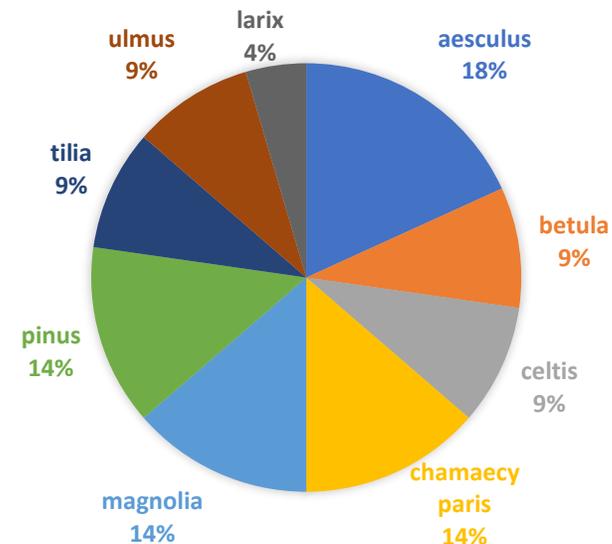


Environnement,
Lutte contre
les changements
climatiques,
Faune et Parcs



28 NOVEMBRE 2023

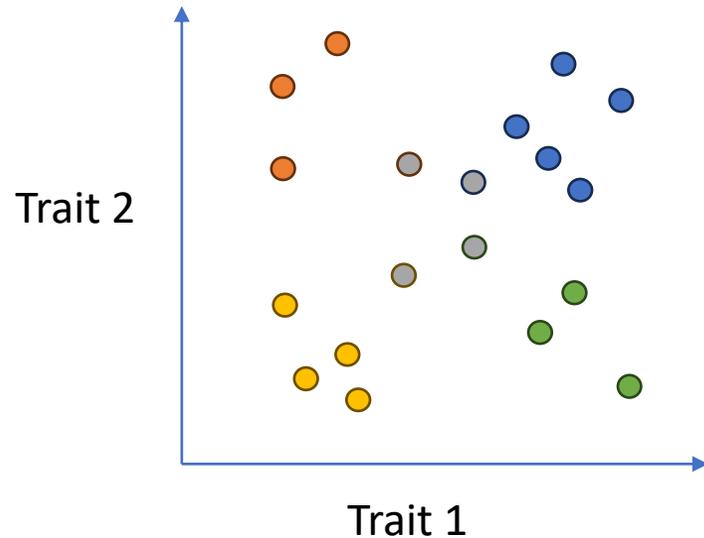
Genres



Groupes fonctionnels



Les groupes fonctionnels ne sont pas une religion!

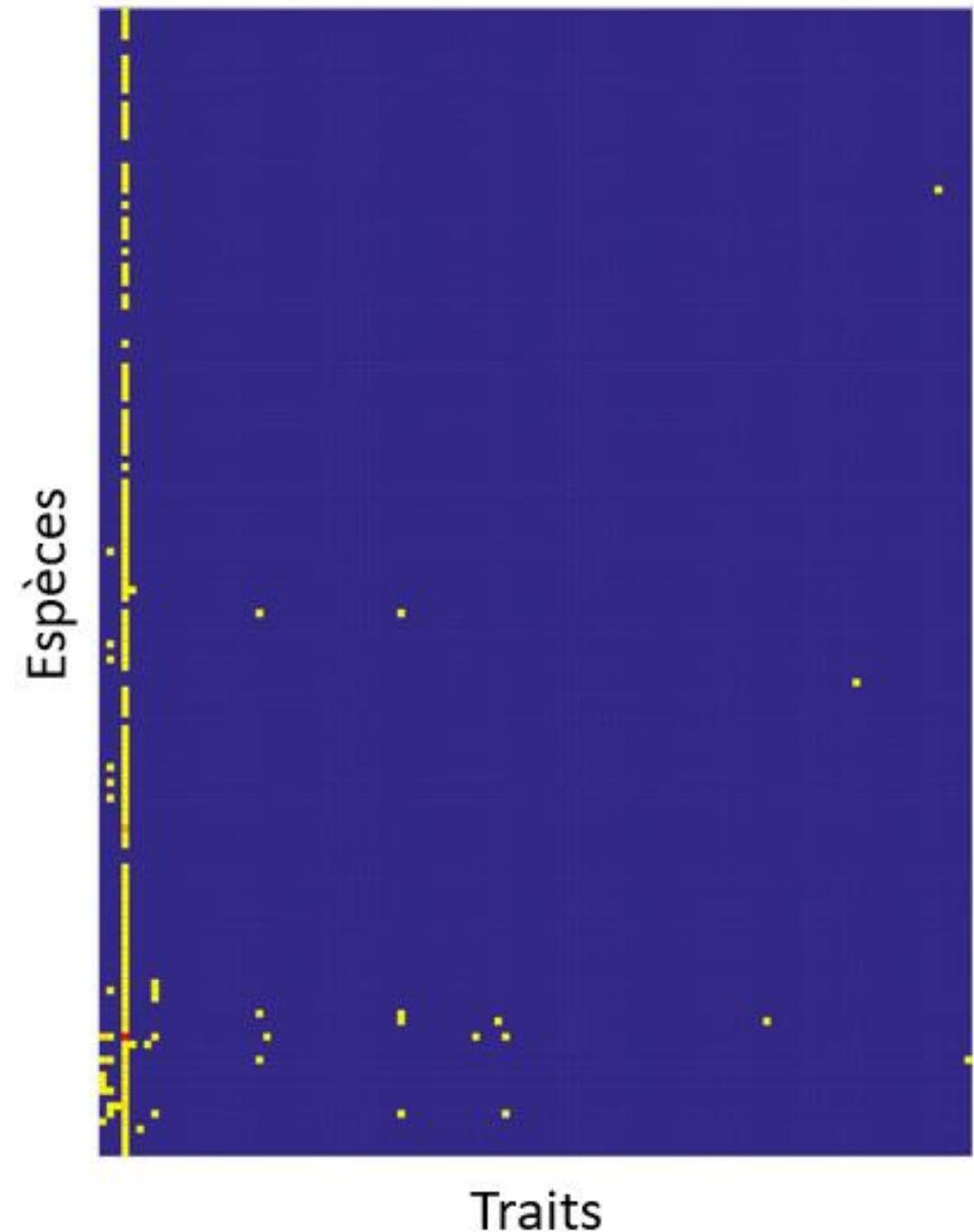
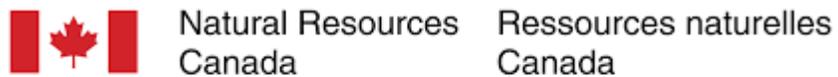


- La formation des groupes fonctionnels dépend du **pool d'espèces** et des **traits fonctionnels** considérés ainsi que de **l'algorithme de classification** utilisé
- L'attribution à un groupe peut être parfois discutable
- Les groupes dépeignent les grandes tendances
- Ils éliminent la variation interspécifique au sein des groupes

Il manque encore beaucoup d'informations pour plusieurs traits et plusieurs espèces



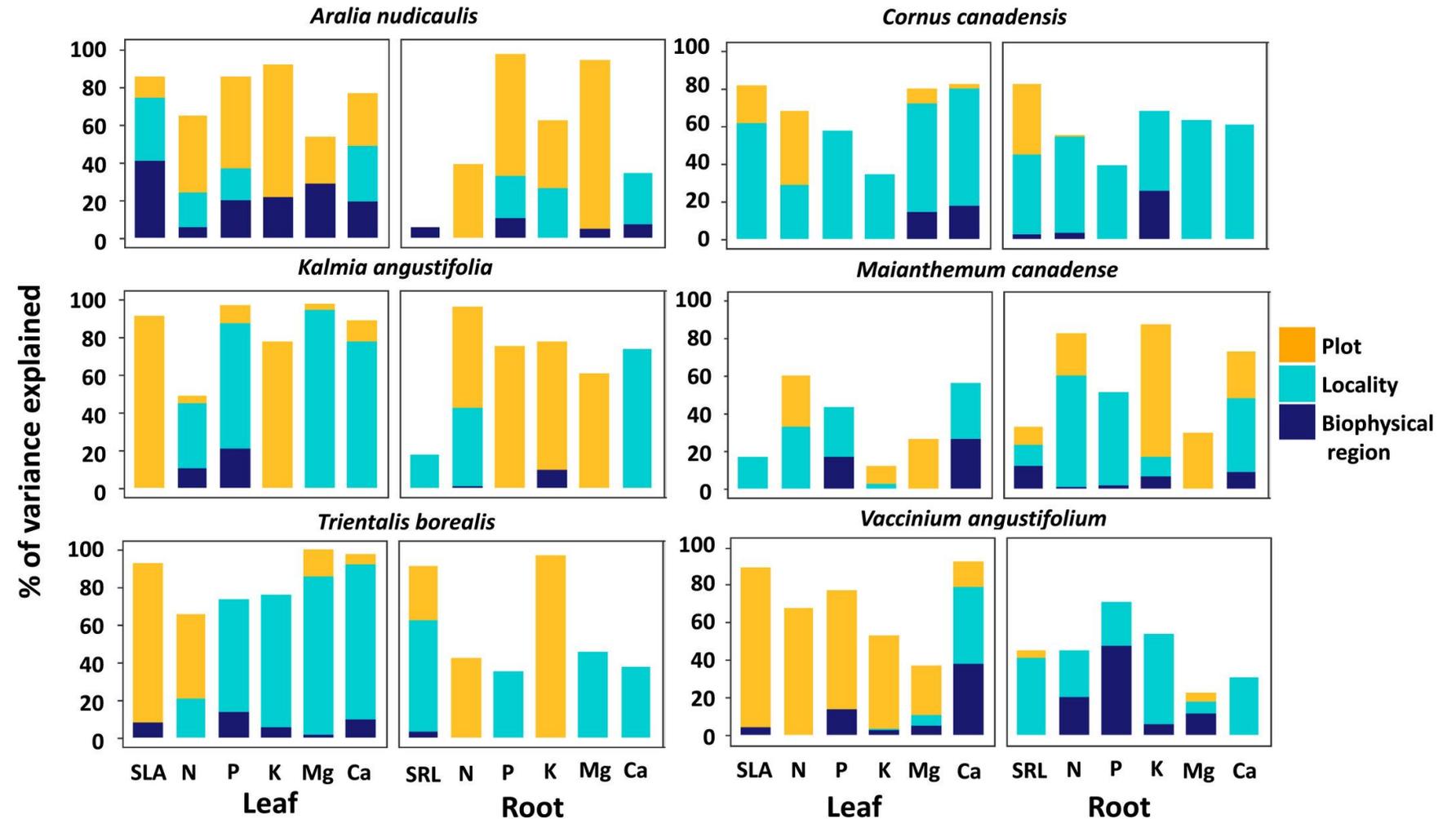
TOPIC: Traits of plants in Canada



Kattge et al., 2019

Il est important de considérer la **variation intraspécifique**

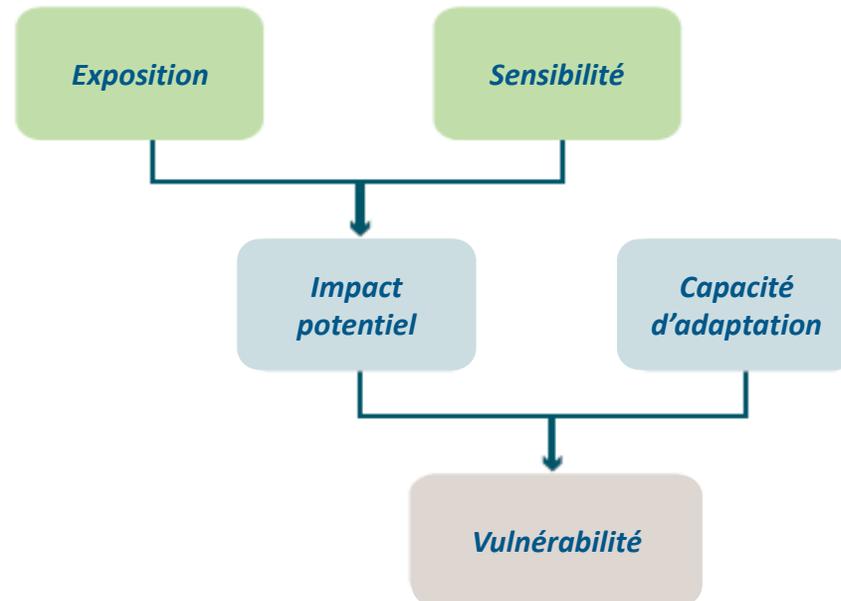
Cette variation dépend de l'échelle spatiale, du trait et de l'espèce considérée



L'environnement demeure un élément majeur à considérer pour anticiper la réponse des écosystèmes



- **Topographie** (exposition, drainage)
- **Type de sol** (texture, profondeur, fertilité)
- Interaction avec d'**autres perturbations** et stress



- Les traits fonctionnels sont utiles pour anticiper la réponse des espèces aux changements environnementaux
- Ils peuvent aussi être utiles pour quantifier les fonctions des écosystèmes
- La diversité fonctionnelle est une composante importante de la biodiversité
 - Elle influence la productivité et la stabilité des écosystèmes
 - Elle peut se mesurer directement à partir de la valeur des traits ou par la définition de groupes fonctionnels.

Mais,

- Les groupes fonctionnels ne sont pas une religion, c'est un classement relatif.
- Il manque encore beaucoup de données sur plusieurs traits et plusieurs espèces
- La variabilité intraspécifique peut être importante
- L'environnement aussi influence la vulnérabilité.

