

Lauréate de la bourse étudiante SQP - 2023

L'écologie fonctionnelle au service de la phytoremédiation

Université 
de Montréal

Béatrice Gervais-Bergeron

Candidate au doctorat, Sciences biologiques

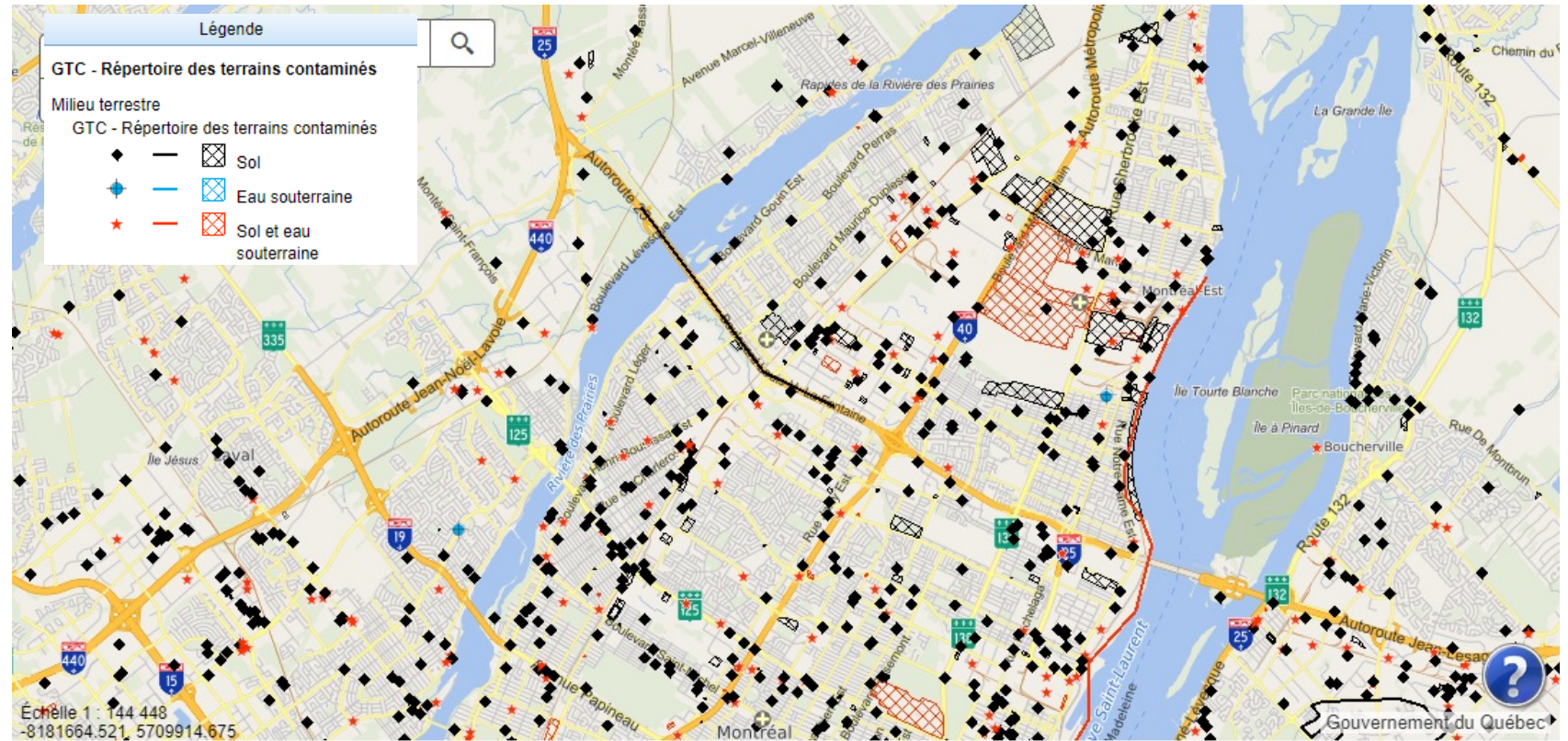


Institut de recherche
en **biologie végétale**

Contamination des sols

Gestion des risques:

- Dispersion
- Exposition



Repère GTC - Répertoire des terrains contaminés du Québec, L'est de Montréal

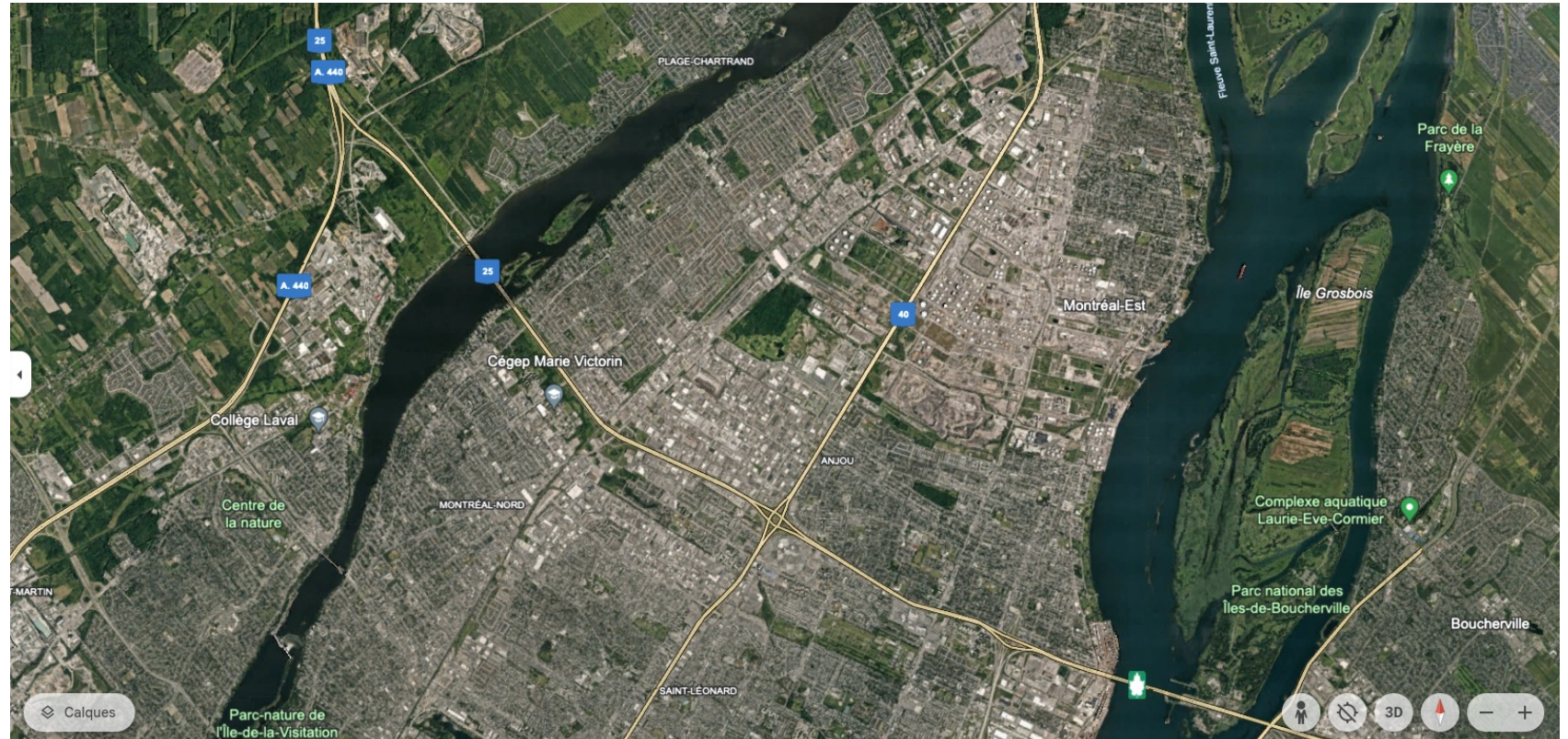
Contamination des sols

Gestion des risques:

- Dispersion
- Exposition

Services écologiques

- Protection du sol
- Biodiversité
- Îlots de chaleur
- ...



L'est de la région de Montréal

Phytoremédiation / Phytogestion

Définition:

Gestion des risques de la contamination à l'aide de plantes vivantes

- Limiter la dispersion
- Décontamination

ENJEUX DE SÉLECTION DES ESPÈCES

Quelles caractéristiques rechercher?



Écologie fonctionnelle

Définition:

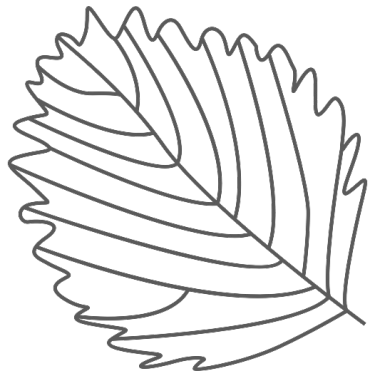
Étude des rôles et fonctions des organismes vivants et des interactions entre eux et avec l'environnement



Traits fonctionnels

Définition:

Caractéristiques morphologiques ou physiologiques qui mesurent les fonctions des plantes affectant leur survie (nutrition, défense et reproduction)



FONCTIONS

Croissance

TRAITS FONCTIONNELS

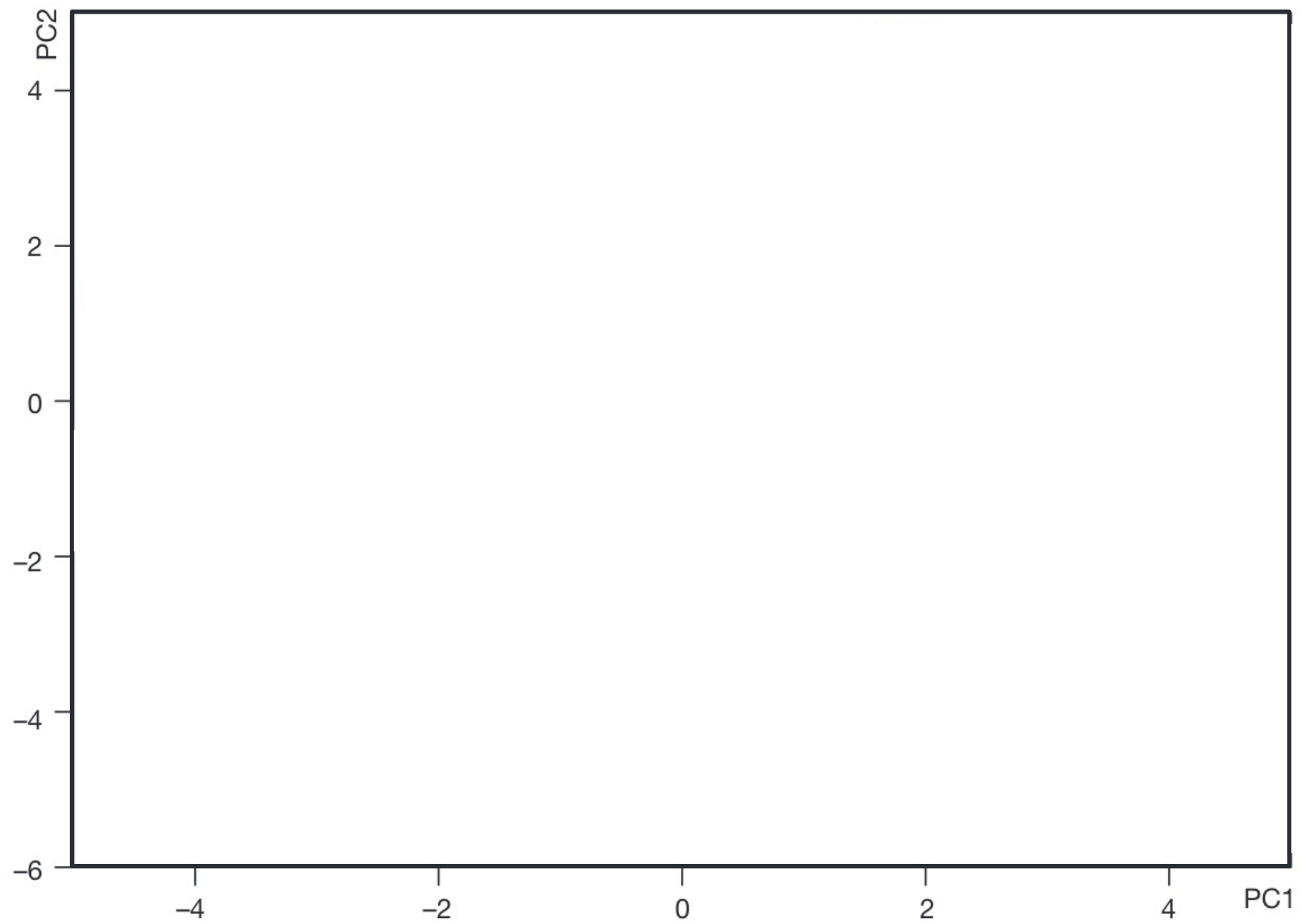
Teneur en matière sèche foliaire (LDMC)

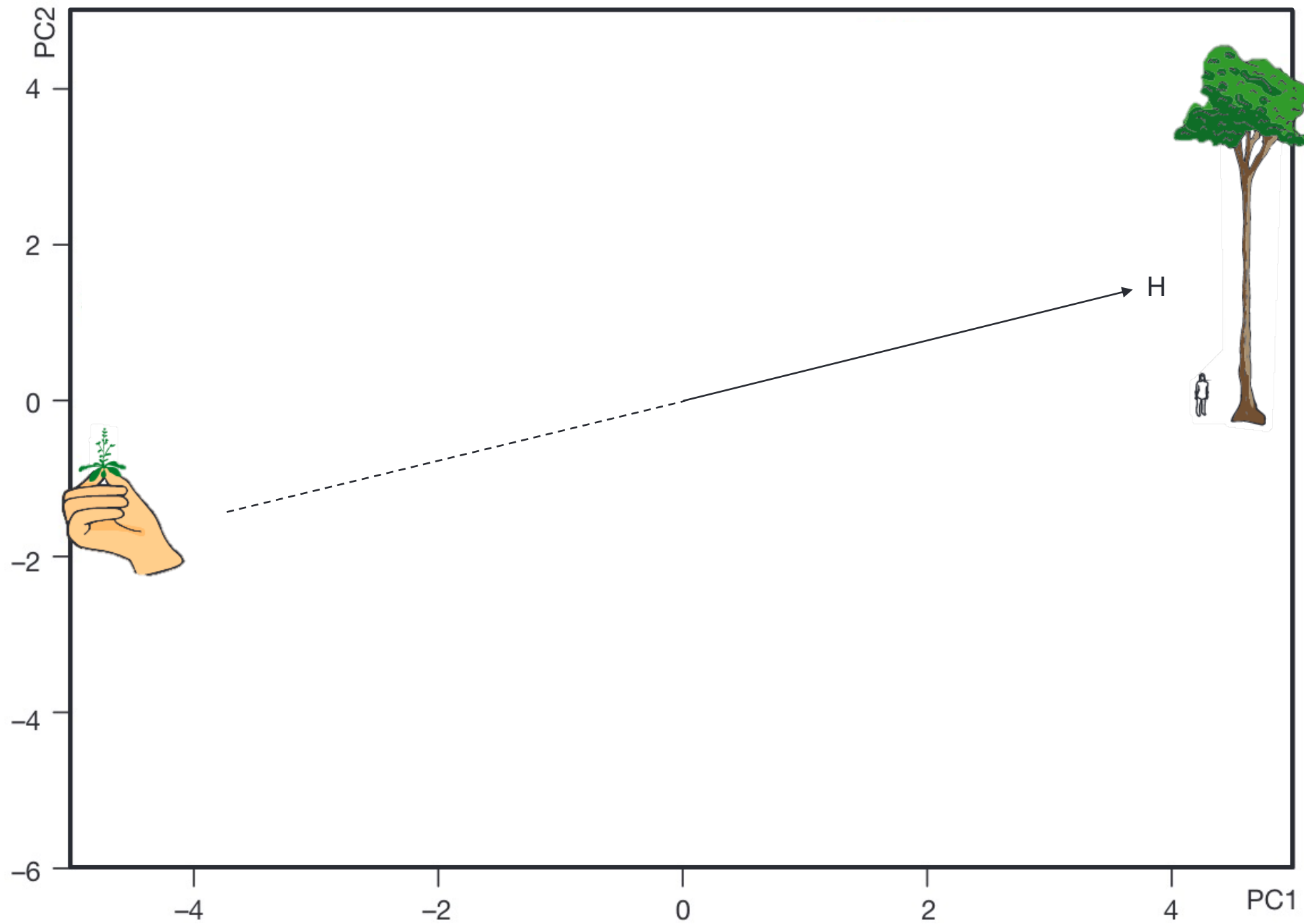
Surface spécifique foliaire (SLA)

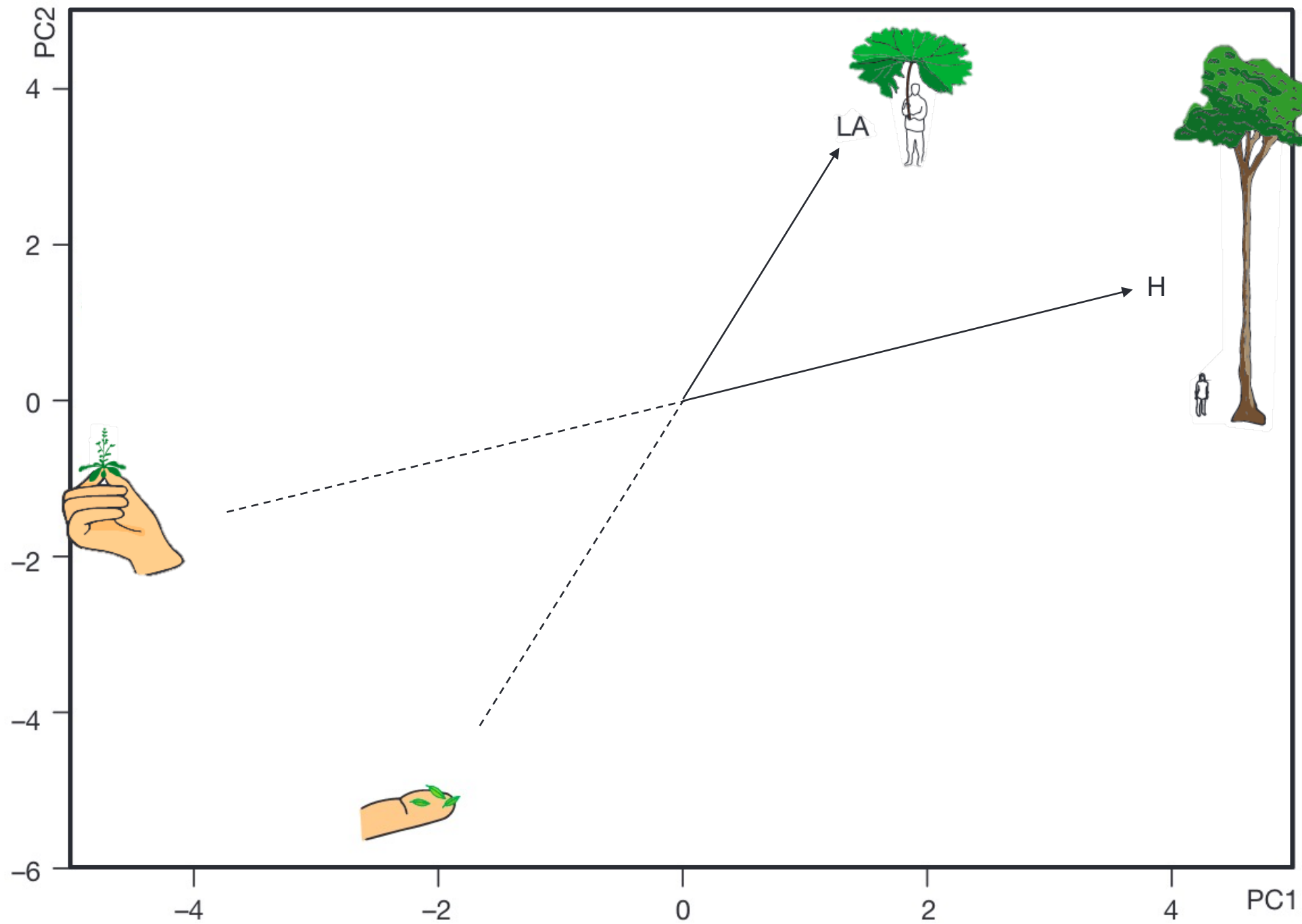
SERVICES ÉCOLOGIQUES

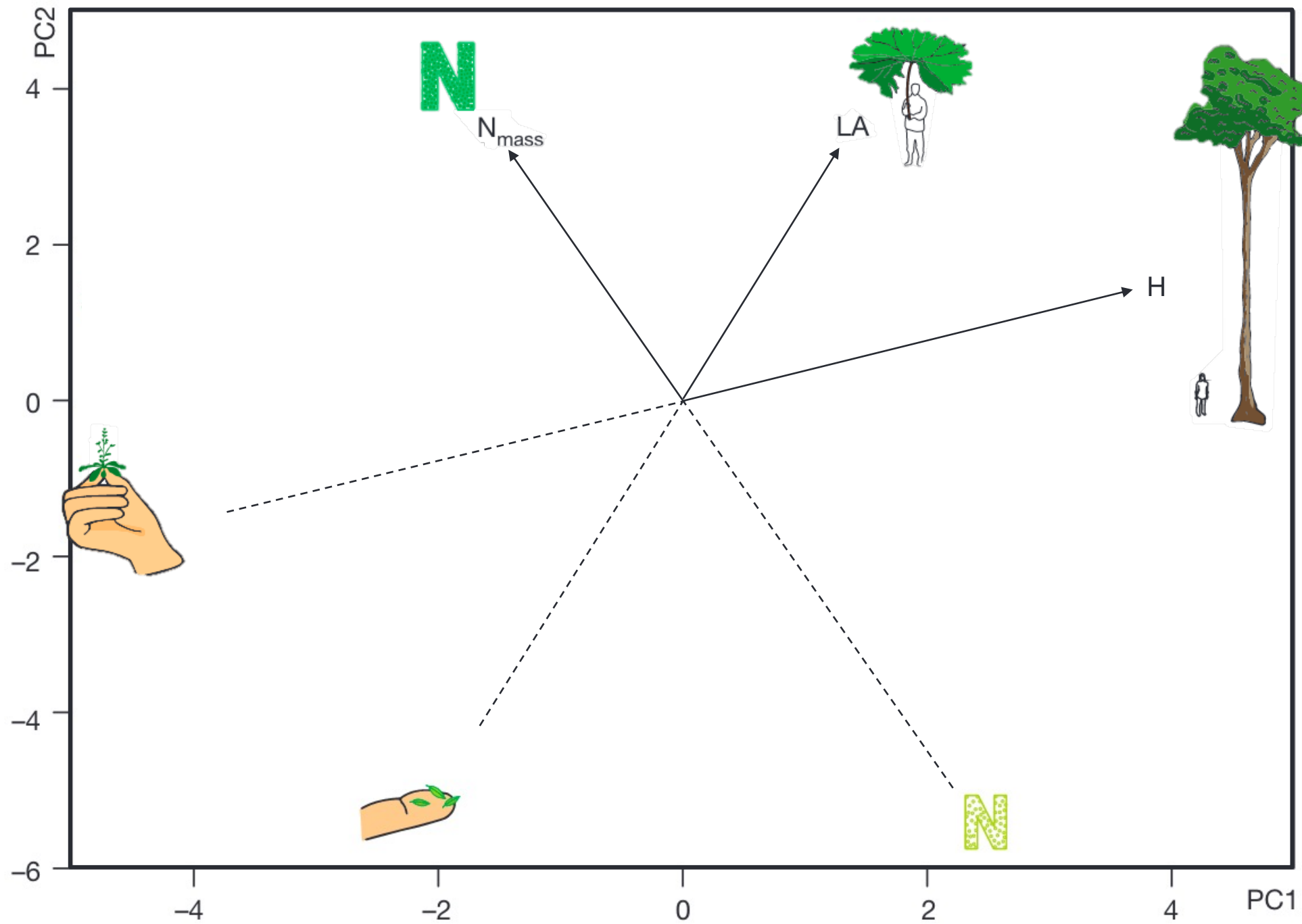
Production de biomasse

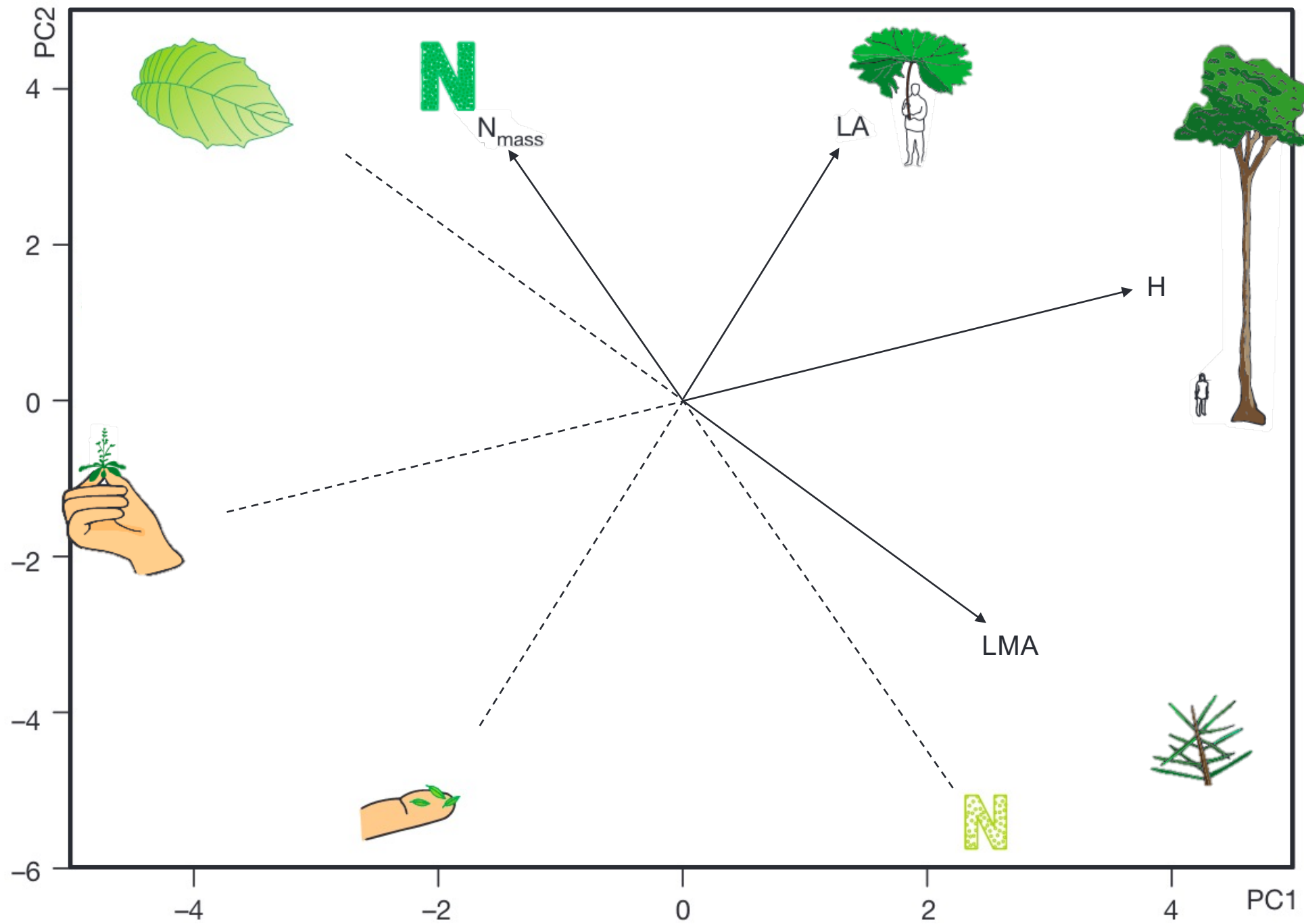
Séquestration de carbone

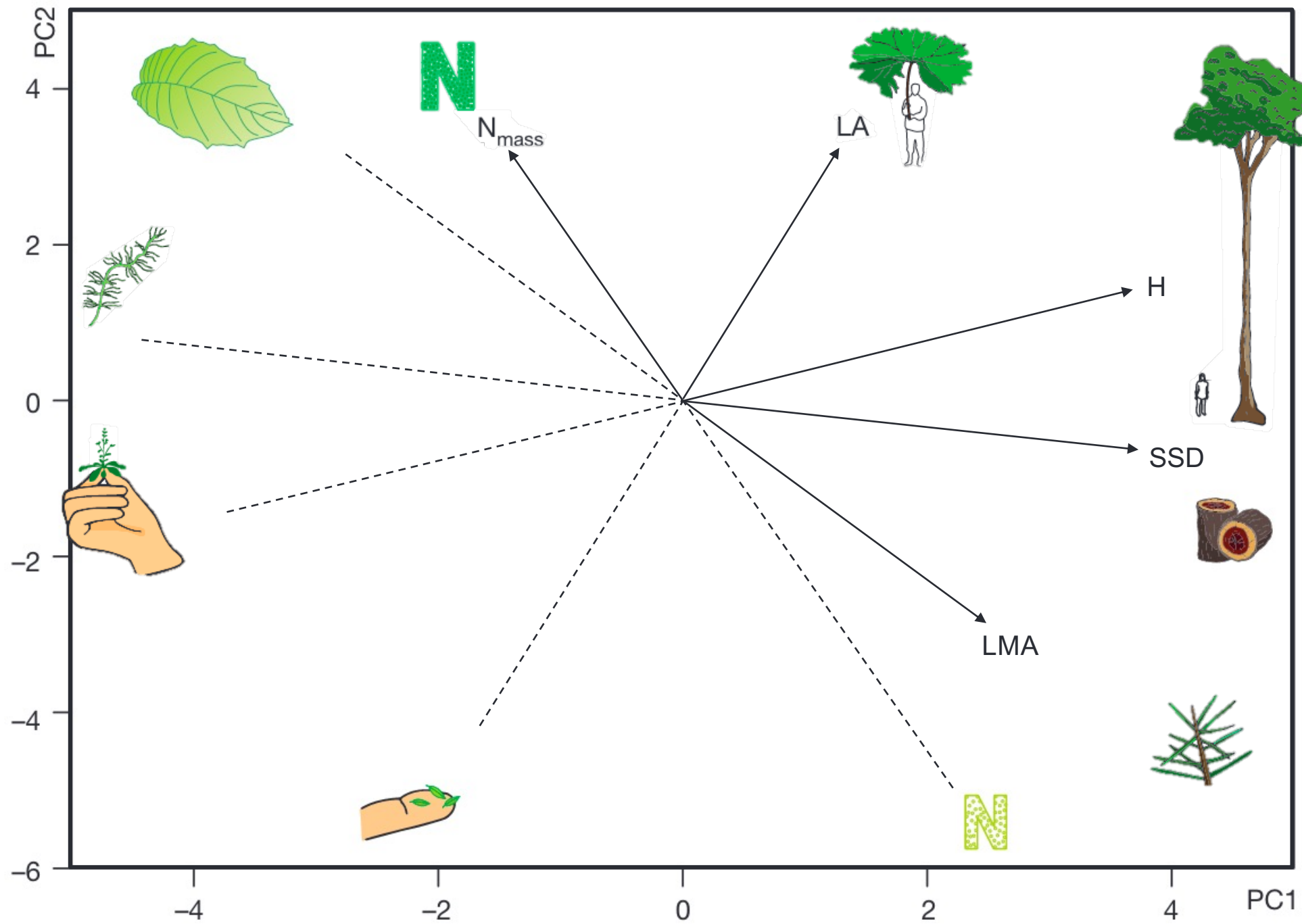


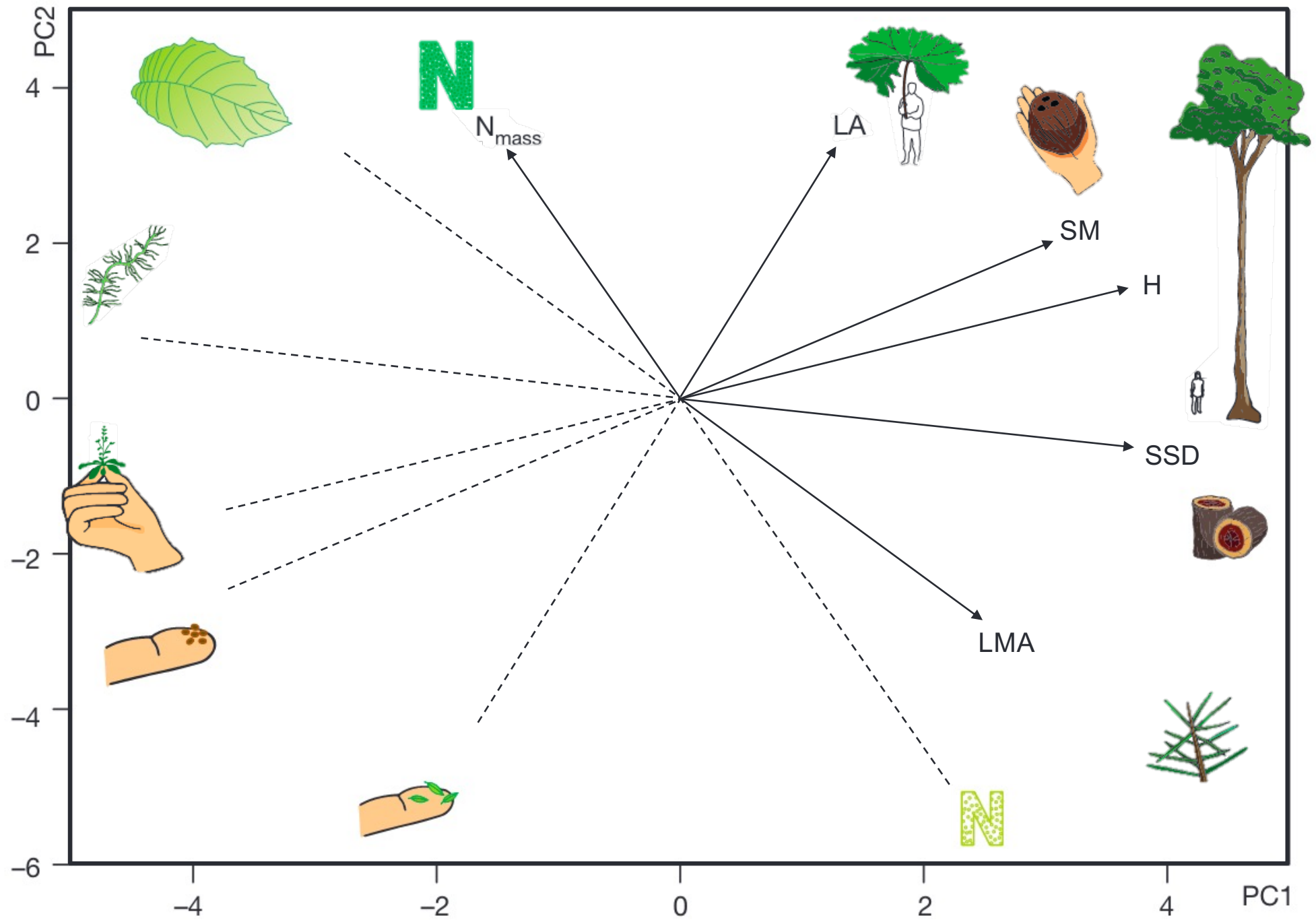


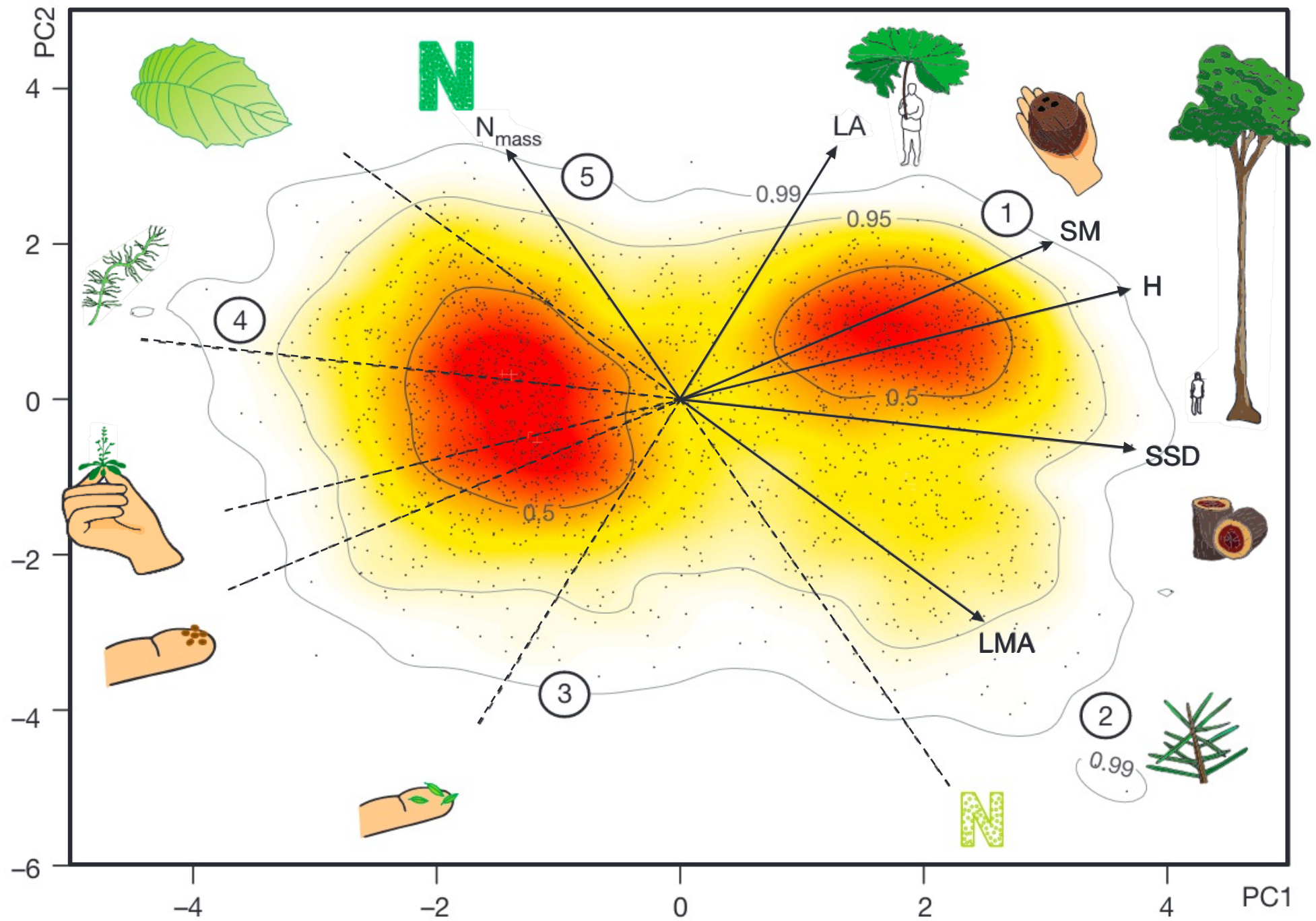


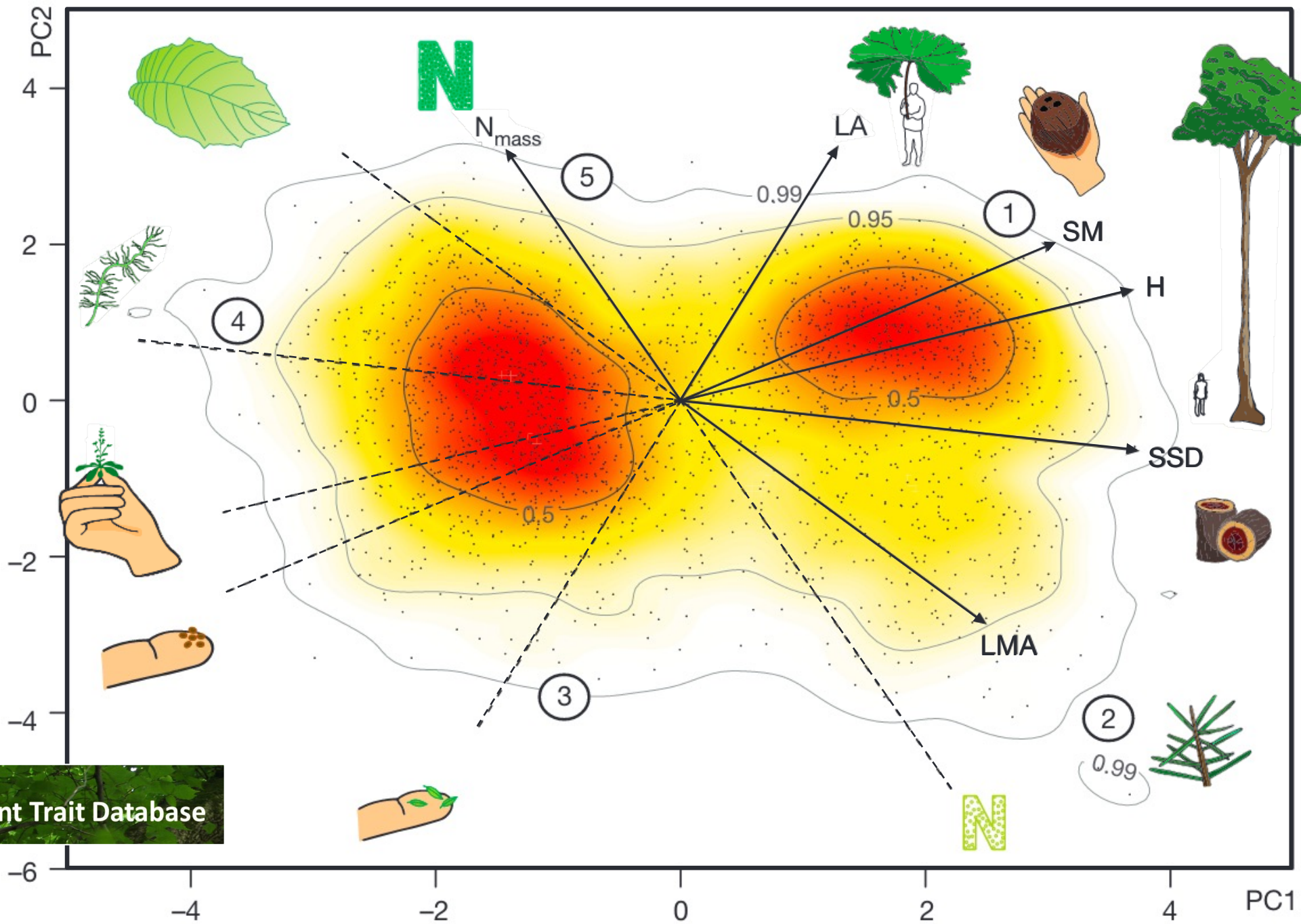


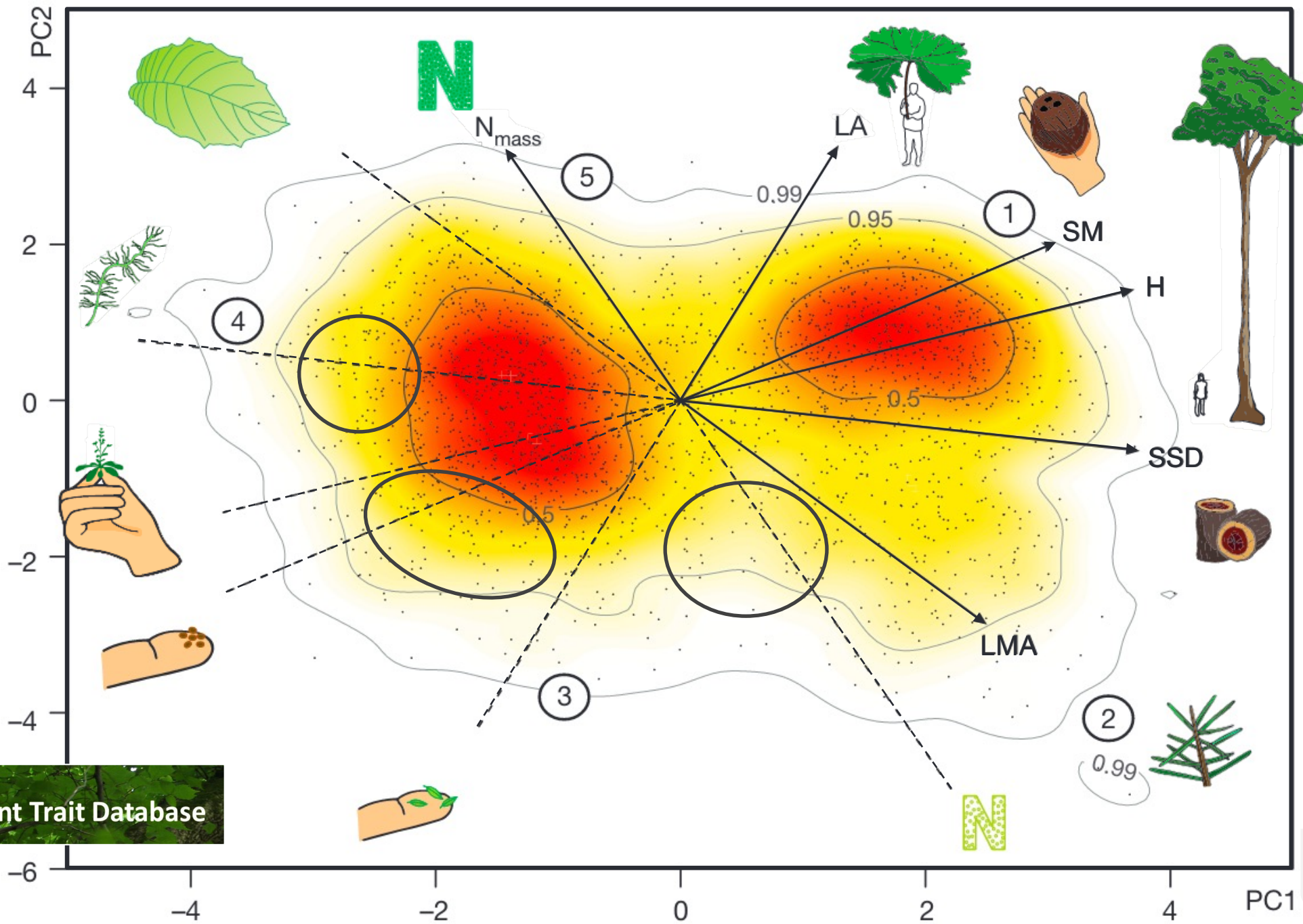












TRY Plant Trait Database

Recherche doctorale

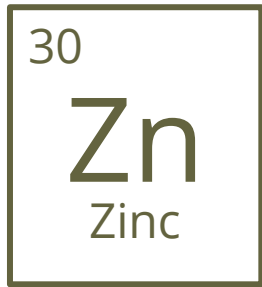
TRAITS ~ SERVICES

Phytoremédiation:
Accumulation de métaux

1. Saules arbustifs
2. Plantes métallophytes



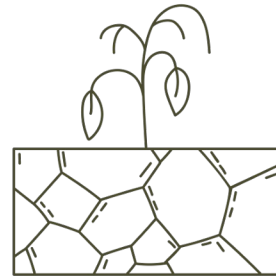
Saules arbustifs (*Salix* sp.)



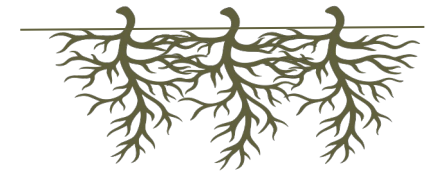
ACCUMULATION
DE MÉTAUX



CROISSANCE
RAPIDE



TOLÉRANCE
AUX STRESS



RÉCOLTE
PAR RECÉPAGE

Expérience terrain

EST DE MONTRÉAL

Contamination:
As, Ba, Cd, Cu, Mn,
Pb, Se et Zn
+ HAP



Expérience terrain

EST DE MONTRÉAL

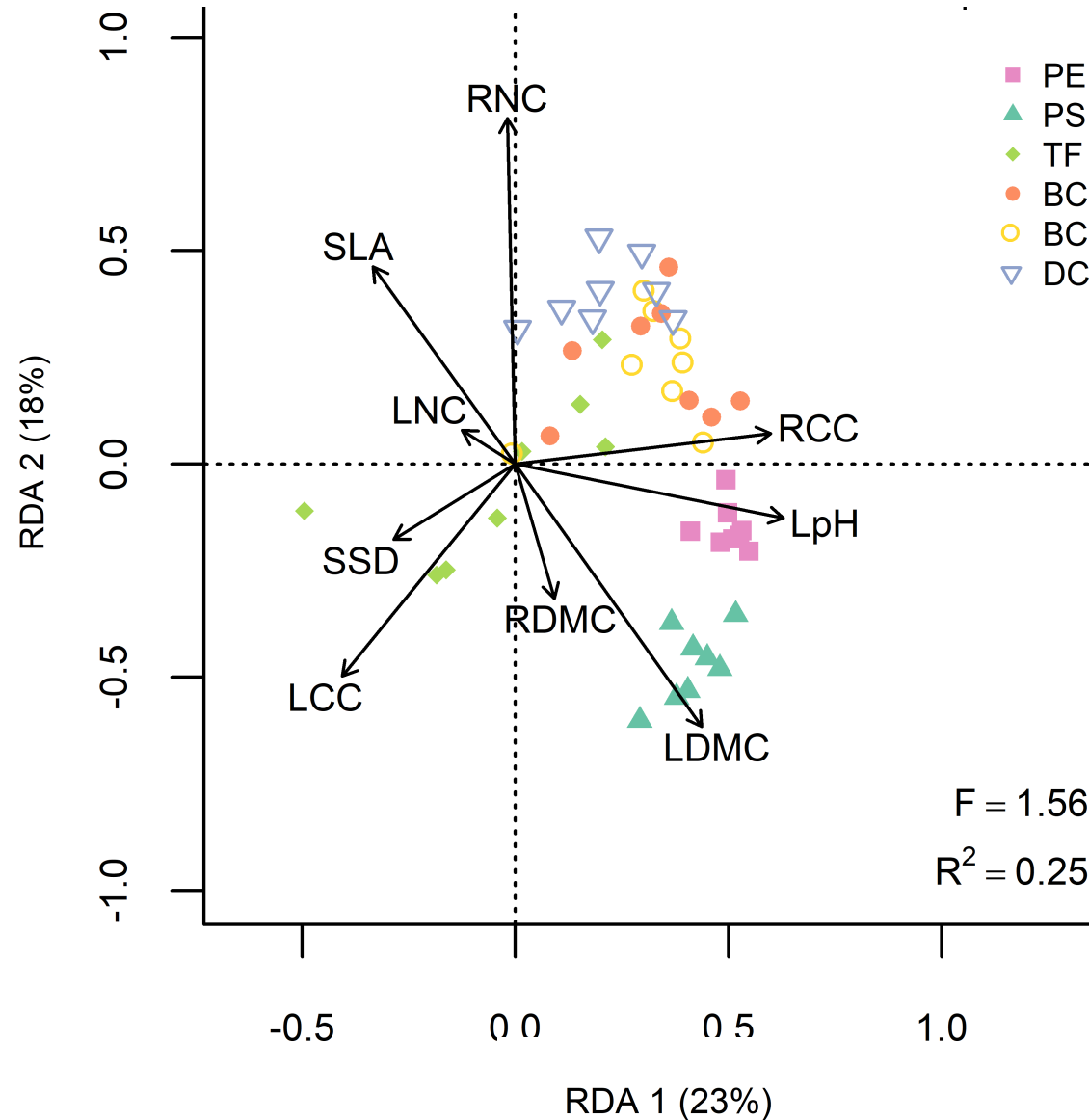
Contamination:
As, Ba, Cd, Cu, Mn,
Pb, Se et Zn
+ HAP



Services de phytoremédiation



Traits ~ services



SERVICE DE PHYTOREMÉDIATION

- PE Phytoextraction
- ▲ PS Phytostabilisation
- ◆ TF Facteur de translocation
- BCF_t Facteur de bioconcentration (total)
- BCF_r Facteur de bioconcentration (racines)
- ▼ DC Décontamination du sol

TRAITS FONCTIONNELS

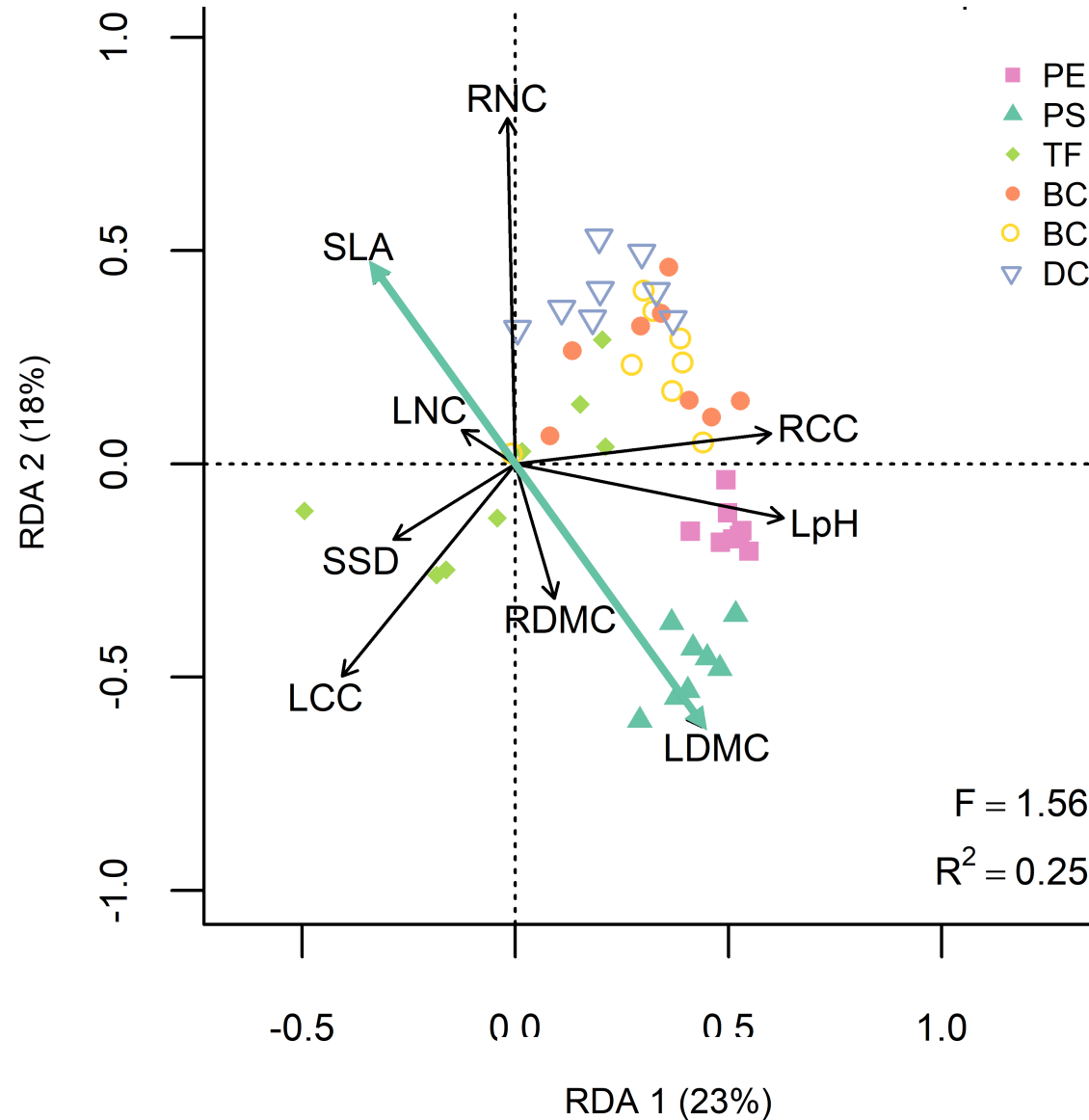
- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content
- LNC: Leaf nitrogen content
- LCC: Leaf carbon content
- LpH: Leaf pH
- RDMC: Root dry matter content
- RNC: Root nitrogen content
- RCC: Root carbon content
- SSD: Stem specific density

F = 1.56

R² = 0.25

Traits ~ services

CROISSANCE MODÉRÉE



SERVICE DE PHYTOREMÉDIATION

- PE Phytoextraction
- PS Phytostabilisation
- TF Facteur de translocation
- BCFt Facteur de bioconcentration (total)
- BCFr Facteur de bioconcentration (racines)
- DC Décontamination du sol

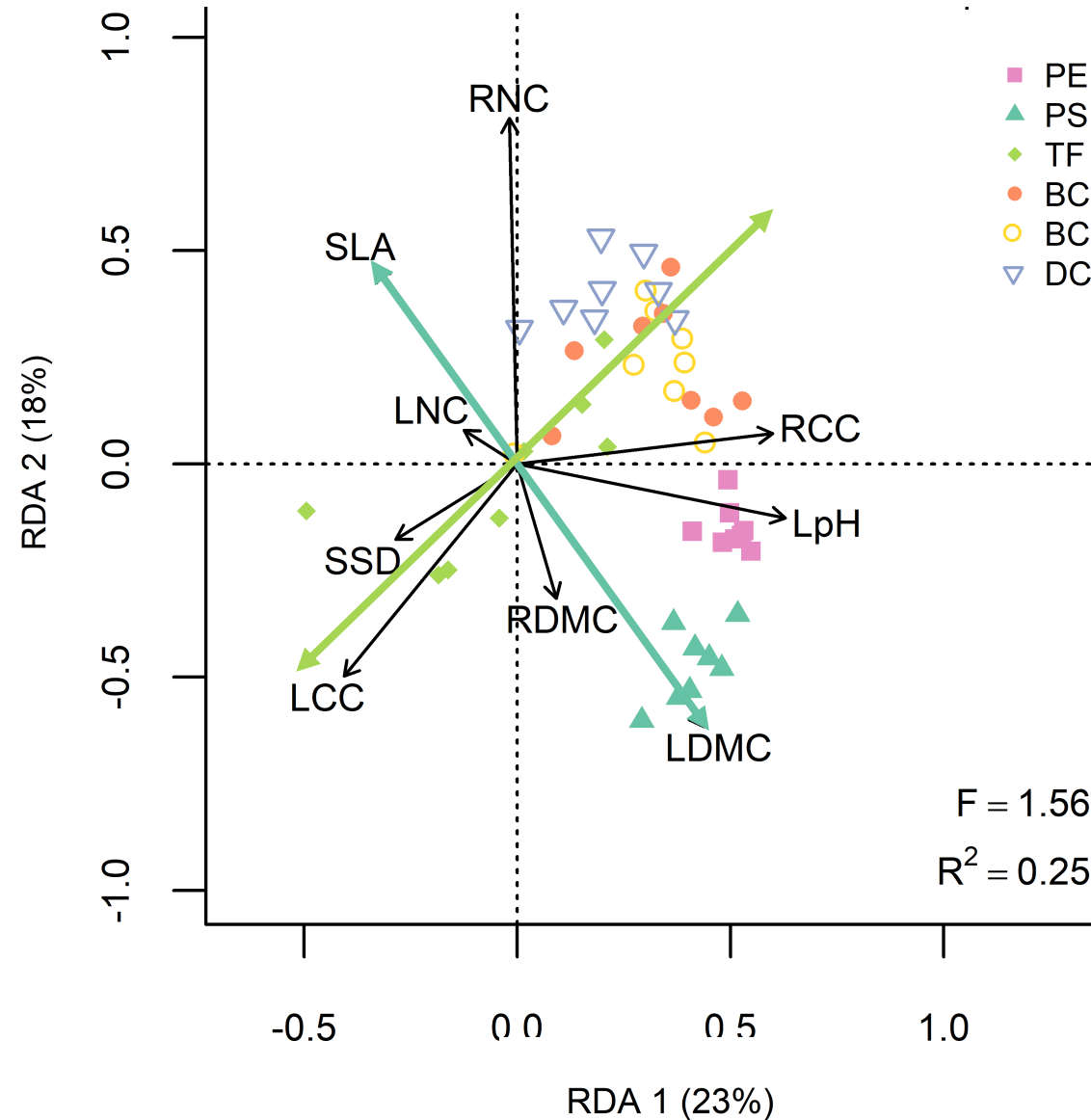
TRAITS FONCTIONNELS

- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content
- LNC: Leaf nitrogen content
- LCC: Leaf carbon content
- LpH: Leaf pH
- RDMC: Root dry matter content
- RNC: Root nitrogen content
- RCC: Root carbon content
- SSD: Stem specific density

Traits ~ services

CROISSANCE MODÉRÉE

RESSOURCES RACINAIRES



SERVICE DE PHYTOREMÉDIATION

- PE Phytoextraction
- PS Phytostabilisation
- TF Facteur de translocation
- BCFt Facteur de bioconcentration (total)
- BCFr Facteur de bioconcentration (racines)
- DC Décontamination du sol

TRAITS FONCTIONNELS

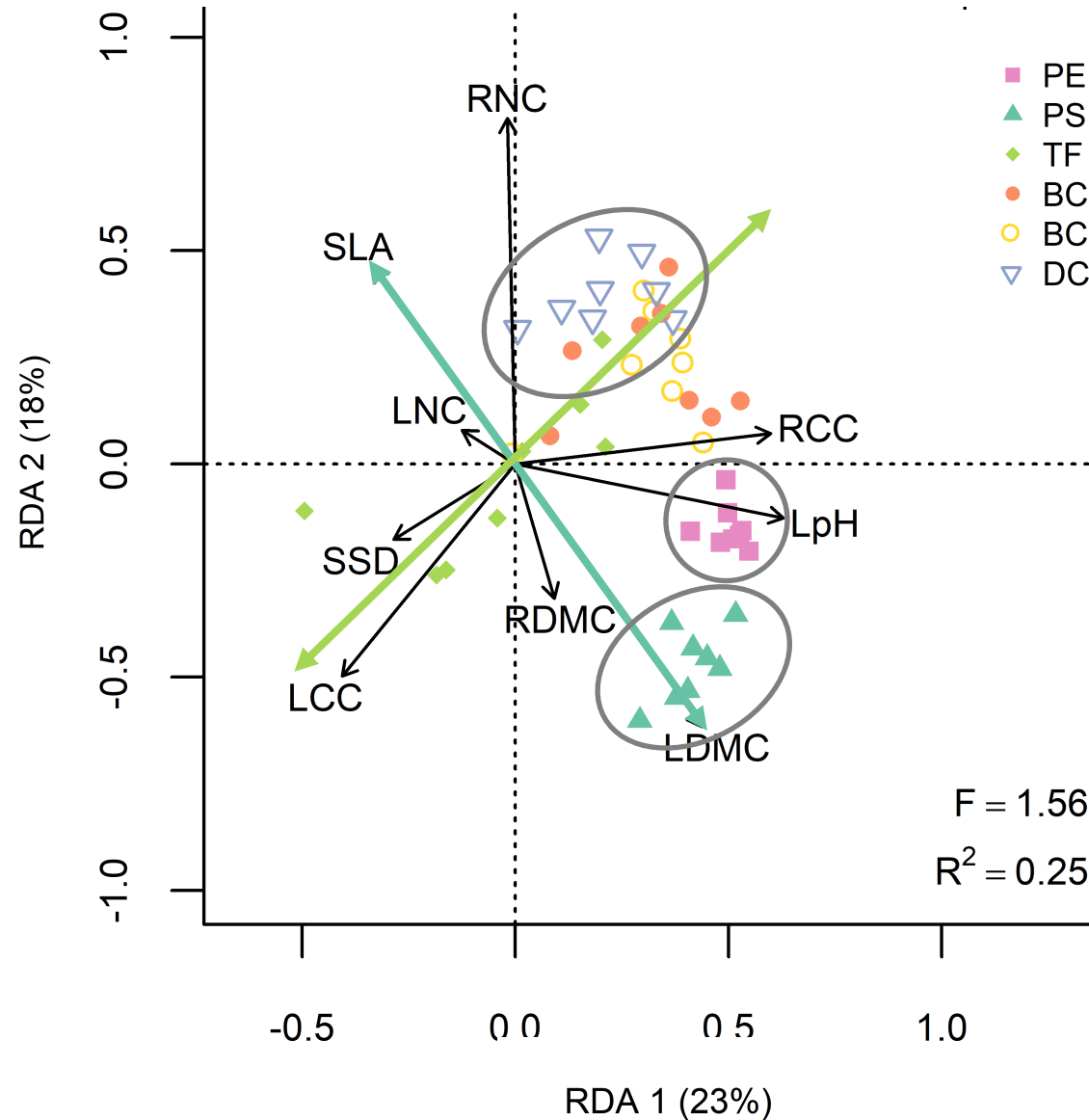
- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content
- LNC: Leaf nitrogen content
- LCC: Leaf carbon content
- LpH: Leaf pH
- RDMC: Root dry matter content
- RNC: Root nitrogen content
- RCC: Root carbon content
- SSD: Stem specific density

Traits ~ services

CROISSANCE MODÉRÉE

RESSOURCES RACINAIRES

**CORRÉLATIONS SIMILAIRES
POUR TOUS LES MÉTAUX**



SERVICE DE PHYTOREMÉDIATION

- PE Phytoextraction
- ▲ PS Phytostabilisation
- ◆ TF Facteur de translocation
- BCF_t Facteur de bioconcentration (total)
- BCF_r Facteur de bioconcentration (racines)
- ▼ DC Décontamination du sol

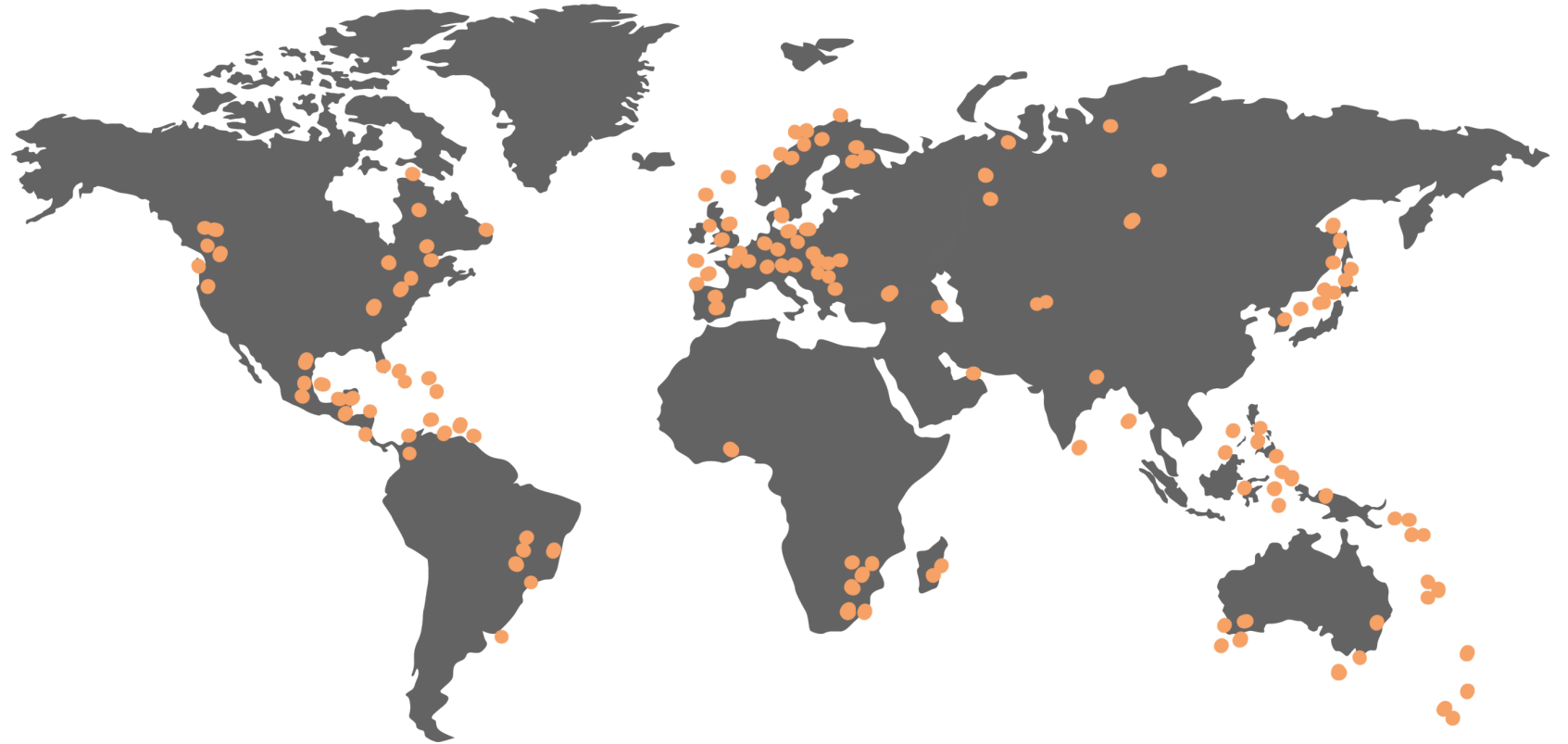
TRAITES FONCTIONNELS

- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content
- LNC: Leaf nitrogen content
- LCC: Leaf carbon content
- LpH: Leaf pH
- RDMC: Root dry matter content
- RNC: Root nitrogen content
- RCC: Root carbon content
- SSD: Stem specific density

Plantes métallophytes

**EXISTE-T-IL DES TRAITS
COMMUNS CHEZ LES
PLANTES MÉTALLOPHYTES?**

1. Hyperaccumulatrices
2. Plantes métallophytes



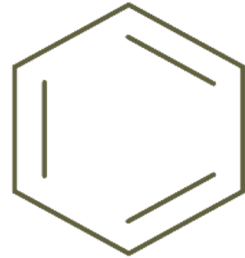
Sols métallifères dans le monde (Garnica-Diaz, et al., 2022)

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Caractéristiques des plantes hyperaccumulatrices



PETITES TAILLE
CROISSANCE LENTE



MÉTABOLITES
SECONDAIRES



TOLÉRANCE
AUX STRESS



SYSTÈME
RACINAIRE ÉTENDU

Méthodologie



SMI CMLR Global Hyperaccumulator Database
Centre for Mined Land Rehabilitation

721 espèces hyperaccumulatrices



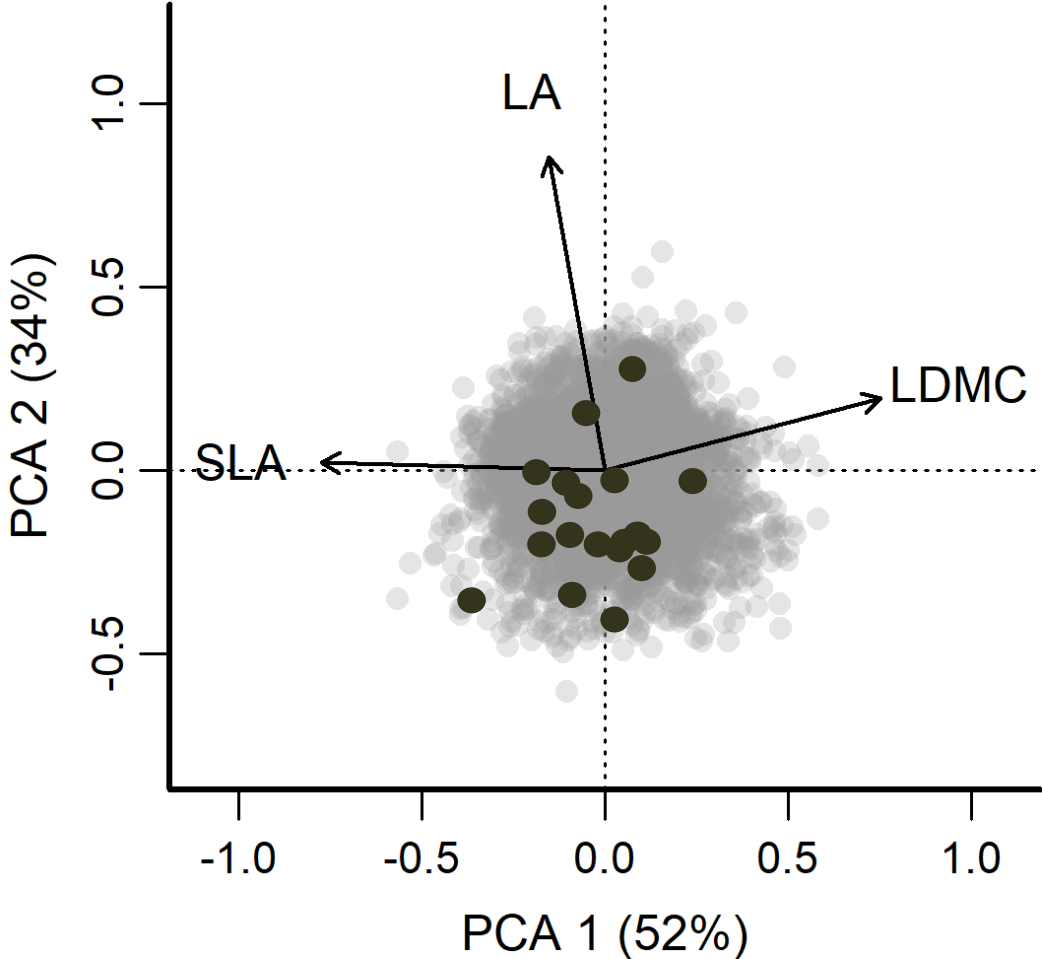
TRY Plant Trait Database

4523 espèces terrestres

Référence: Gervais-Bergeron, et al. 2023, Plant and Soil.

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Résultats



- ESPÈCES
- Hyperaccumulatrices
 - Non Hyperaccumulatrices

- TRAITS FONCTIONNELS
- SLA: Specific leaf area
 - LA: Leaf area
 - LDMC: Leaf dry matter content

Référence: Gervais-Bergeron, et al. 2023, Plant and Soil.

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Méthodologie



Revue de littérature
systématique

31 nouvelles espèces sur TRY




Plant Soil
<https://doi.org/10.1007/s11104-023-05996-7>

REVIEW ARTICLE



Trace element hyperaccumulator plant traits: a call for trait data collection

Béatrice Gervais-Bergeron  · Adrian L. D. Paul · Pierre-Luc Chagnon · Alan J. M. Baker · Antony van der Ent · Michel-Pierre Faucon · Celestino Quintela-Sabaris · Michel Labrecque

Received: 2 November 2022 / Accepted: 16 March 2023
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Switzerland AG 2023

Abstract

Background and aims Hyperaccumulator plants exhibit extreme ecophysiological characteristics, which make them suited for phytoremediation. Understanding their ecological strategies might help identify the species and functions to be favored in phytoremediation, restoration, and conservation projects for metalliferous sites.

Responsible Editor: Enzo Lombi.

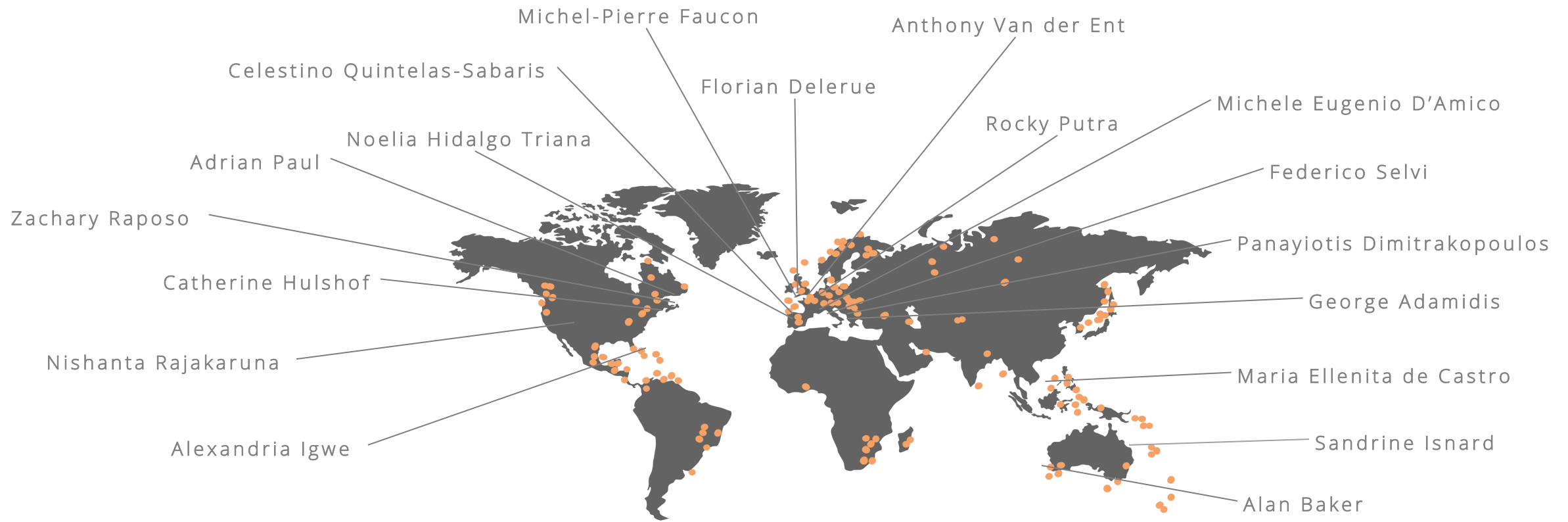
Supplementary Information The online version

Methods Here, we identified the hyperaccumulator species in the worldwide plant trait database TRY and cross-referenced these trait syndromes associated with the ability of plants to concentrate metals. This allows us to link trace element hyperaccumulation with broader plant ecological strategies.

Results Hyperaccumulator plant species tend to have smaller leaves and poorer competitive ability compared to non-hyperaccumulator plant species. Contrary to expectations, we found no indication of hyperaccumulator plants being more resource-conservative on the leaf economics spectrum. However, these data remain fragmentary as only 2.7% of

Intérêt international

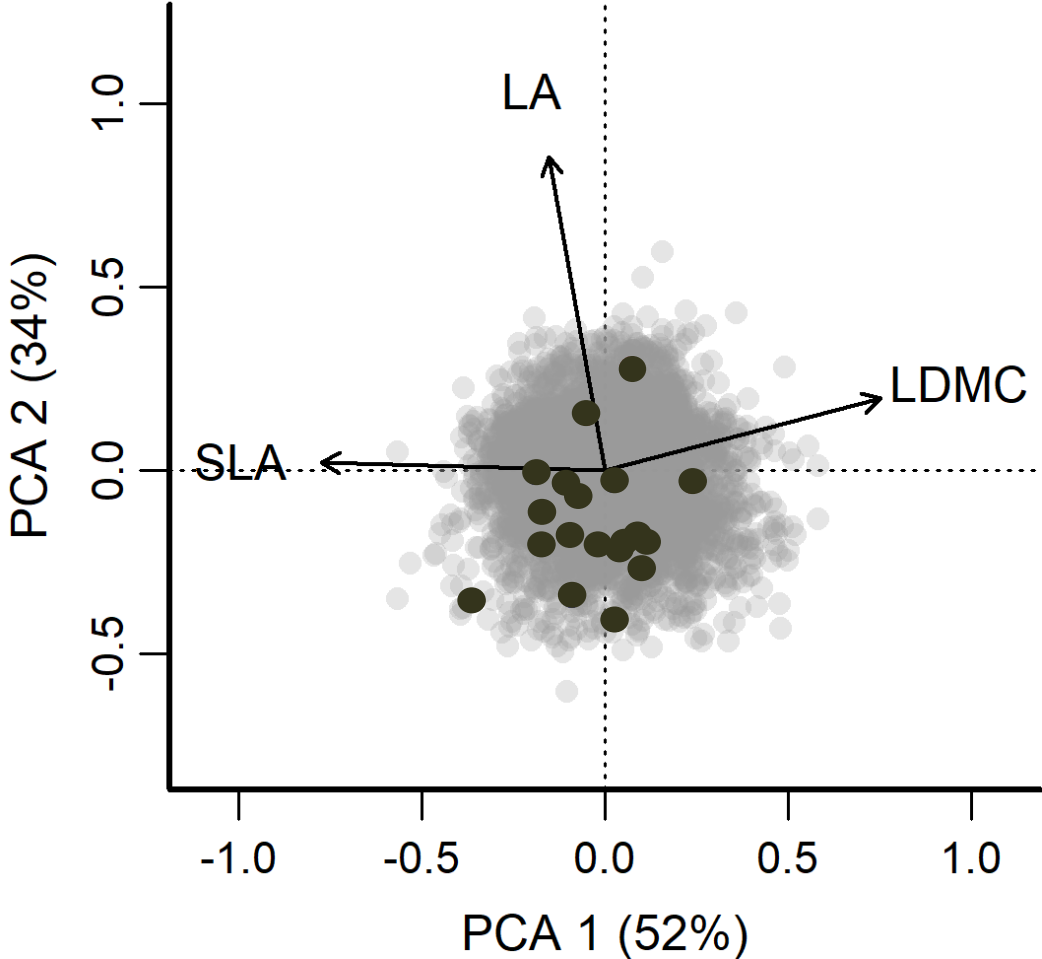
Groupe de recherche: Traits des plantes en milieux hostiles



Sols métallifères dans le monde (Garnica-Diaz, et al., 2022)

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Résultats



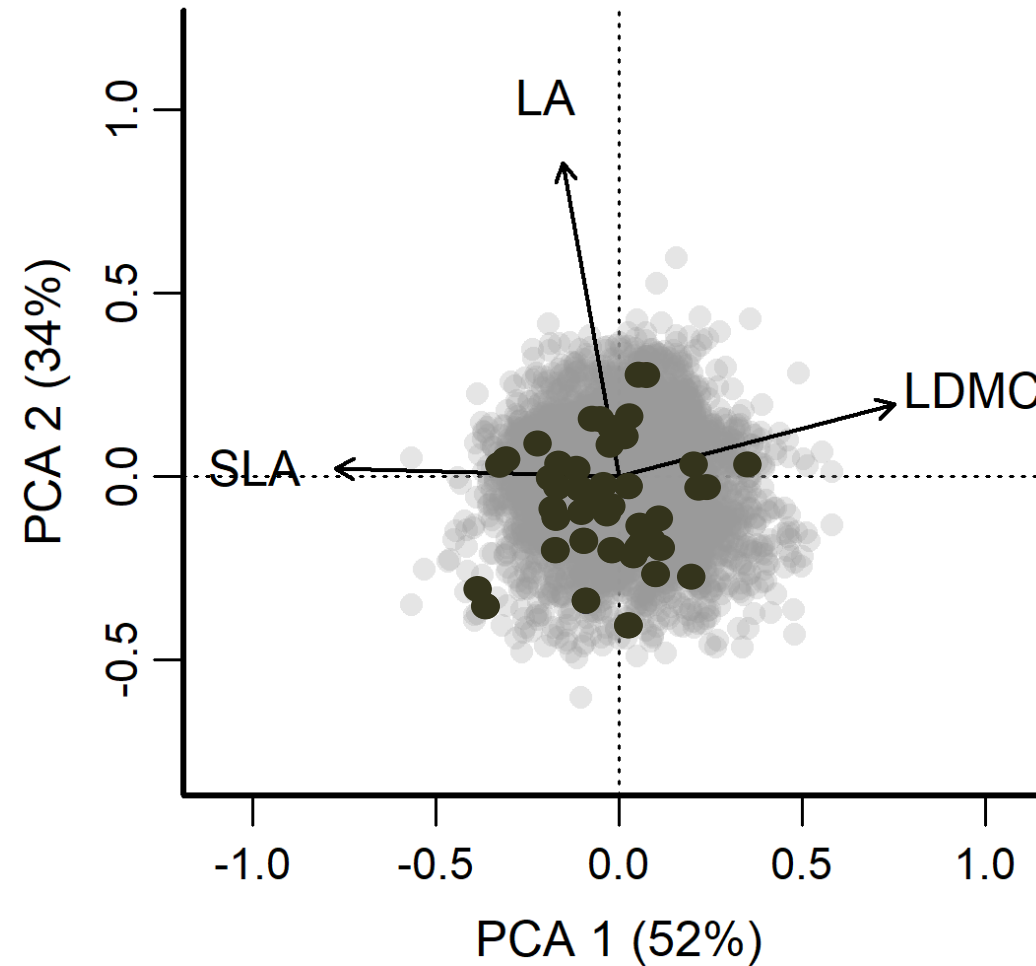
- ESPÈCES
- Hyperaccumulatrices
 - Non Hyperaccumulatrices

- TRAITS FONCTIONNELS
- SLA: Specific leaf area
 - LA: Leaf area
 - LDMC: Leaf dry matter content

Référence: Gervais-Bergeron, et al. 2023, Plant and Soil.

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Résultats



ESPÈCES

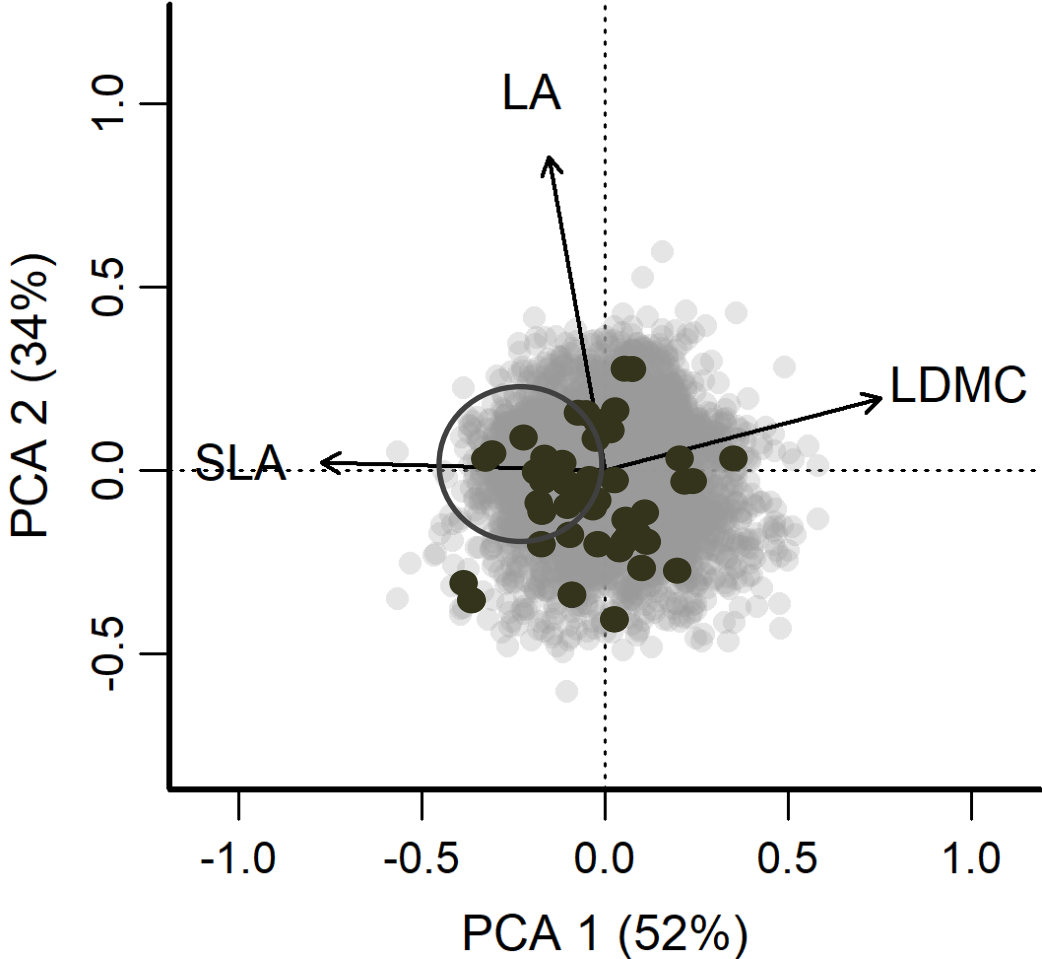
- Hyperaccumulatrices
- Non Hyperaccumulatrices

TRAITS FONCTIONNELS

- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content

Résultats

• Pyrénées, France NH_4^+



ESPÈCES

- Hyperaccumulatrices
- Non Hyperaccumulatrices

TRAITS FONCTIONNELS

- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content

Référence: Gervais-Bergeron, et al. 2023, Plant and Soil.

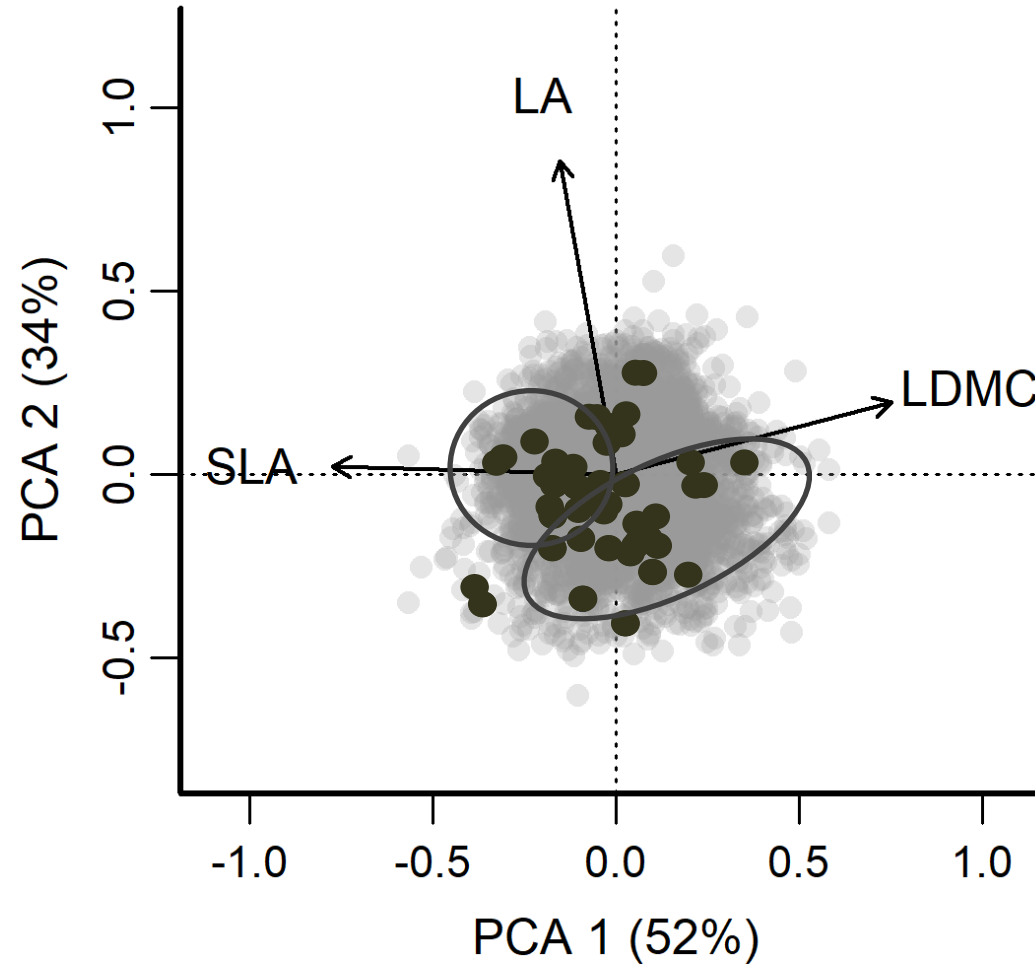
Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

Résultats

• Pyrénées, France



• Sabah, Indonésie



ESPÈCES

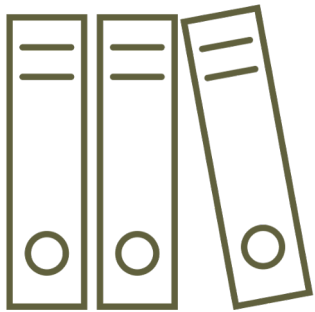
- Hyperaccumulatrices
- Non Hyperaccumulatrices

TRAITS FONCTIONNELS

- SLA: Specific leaf area
- LA: Leaf area
- LDMC: Leaf dry matter content

Modèle pour plantes métallophytes

BASE DE DONNÉES



Revue de littérature
systématique

> 7 000 articles

[TE] PLANTS

- Excluanes
- Indicatrices
- Accumulatrices
- Hyperaccumulatrices

~

TRAITS

LA + SLA + LDMC

SM + LNC + LPC

+ sol

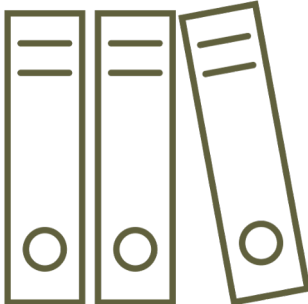
pH + OM + CEC...

+ Climat

MAT + MAP

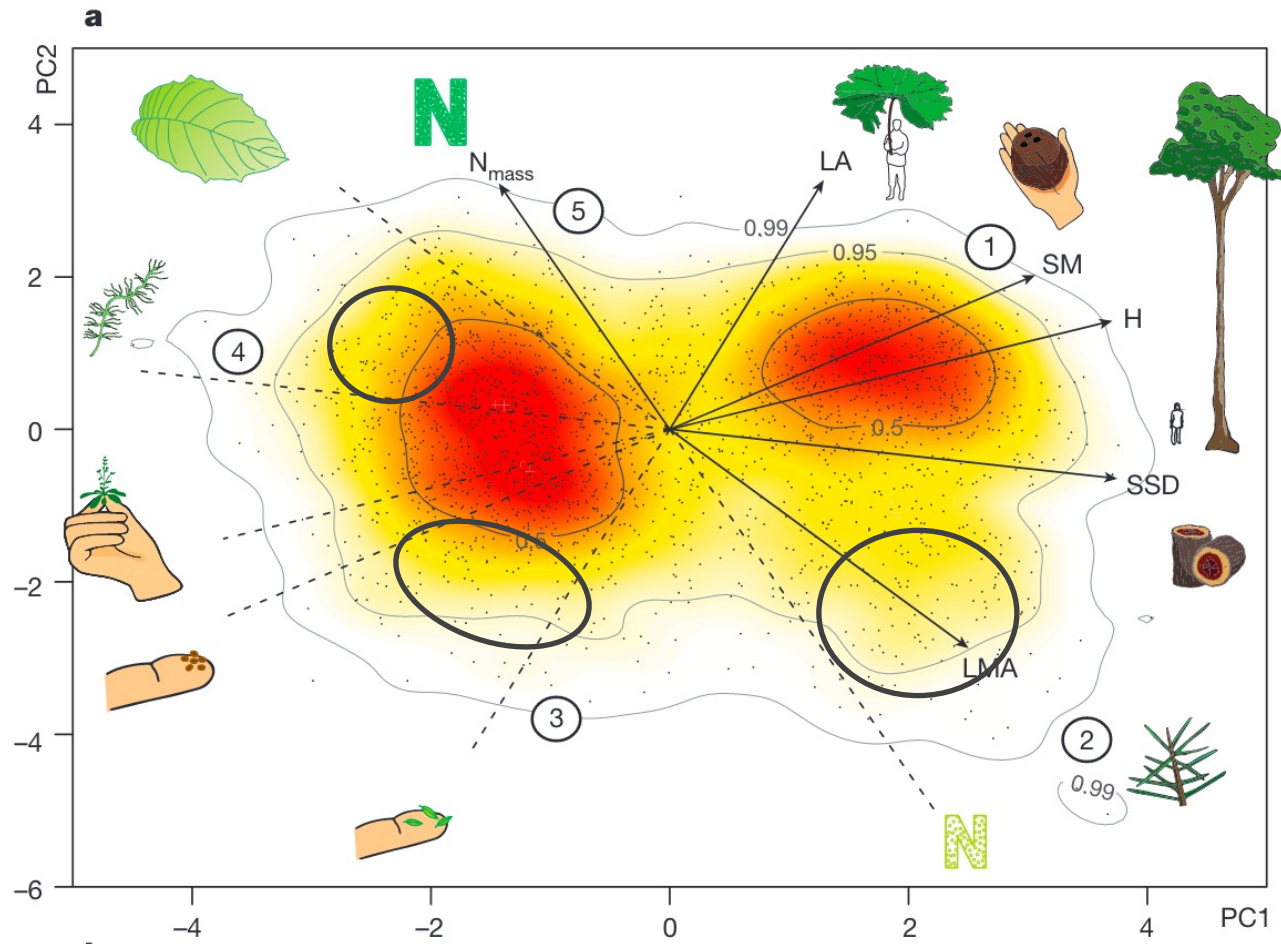
Modèle pour plantes métalophytes

BASE DE DONNÉES



Revue de littérature
systématique

> 7 000 articles

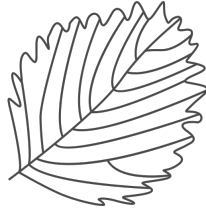


Référence: Gervais-Bergeron, et al. (en préparation)

Lauréate Bourse étudiante SQP - 2023

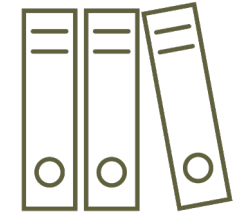
Conclusions

TRAITS FONCTIONNELS



- Sélection des espèces en phytotechnologies
- Compréhension des capacités et adaptations végétales
- Évaluation des services écologiques rendus

SYNTHÈSE DES DONNÉES



- Compréhension holistique
- Résultats généralisables
- Outils d'aide à la décision

Fiches Action



Fiche Législative



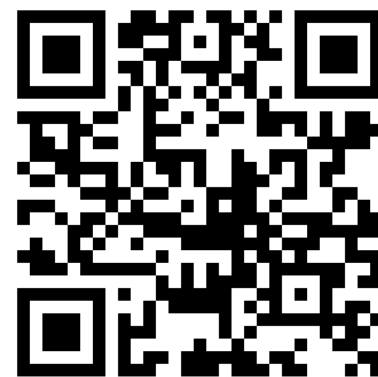
FICHE ACTION

Fiche Législative : Stabilisation des berges

Auteurs : Rachel Parent, Béatrice Gervais-Bergeron, Amandine Bonet, et Maxime Tisserant

MAI 2024

Phyto
Action



Fiche technique



FICHE ACTION

Fiche Technique : Stabilisation des berges

Auteurs : Rachel Parent, Béatrice Gervais-Bergeron, Amandine Bonet, et Maxime Tisserant

MAI 2024

Phyto
Action



Merci!



Béatrice Gervais-Bergeron
Candidate au doctorat, Sciences biologiques

