

Impacts des espèces végétales sur la performance des cellules de biorétection en climat froid.



14 Mars 2022 | APA6013

Henry Beral | Doctorant | henry.beral@umontreal.ca

Margit Kõiv-Vainik, Danielle Dagenais, Jacques Brisson



Biorétention

Phytotechnologie de
gestion durable de l'eau



Les multiples objectifs des biorétentions

- Débits de pointe
- Volumes totaux

Hydrologie



- Nutriments
- Métaux
- Hydrocarbures
- Pathogènes

Qualité



- Sociaux
- Environnementaux
- Économiques
- ...

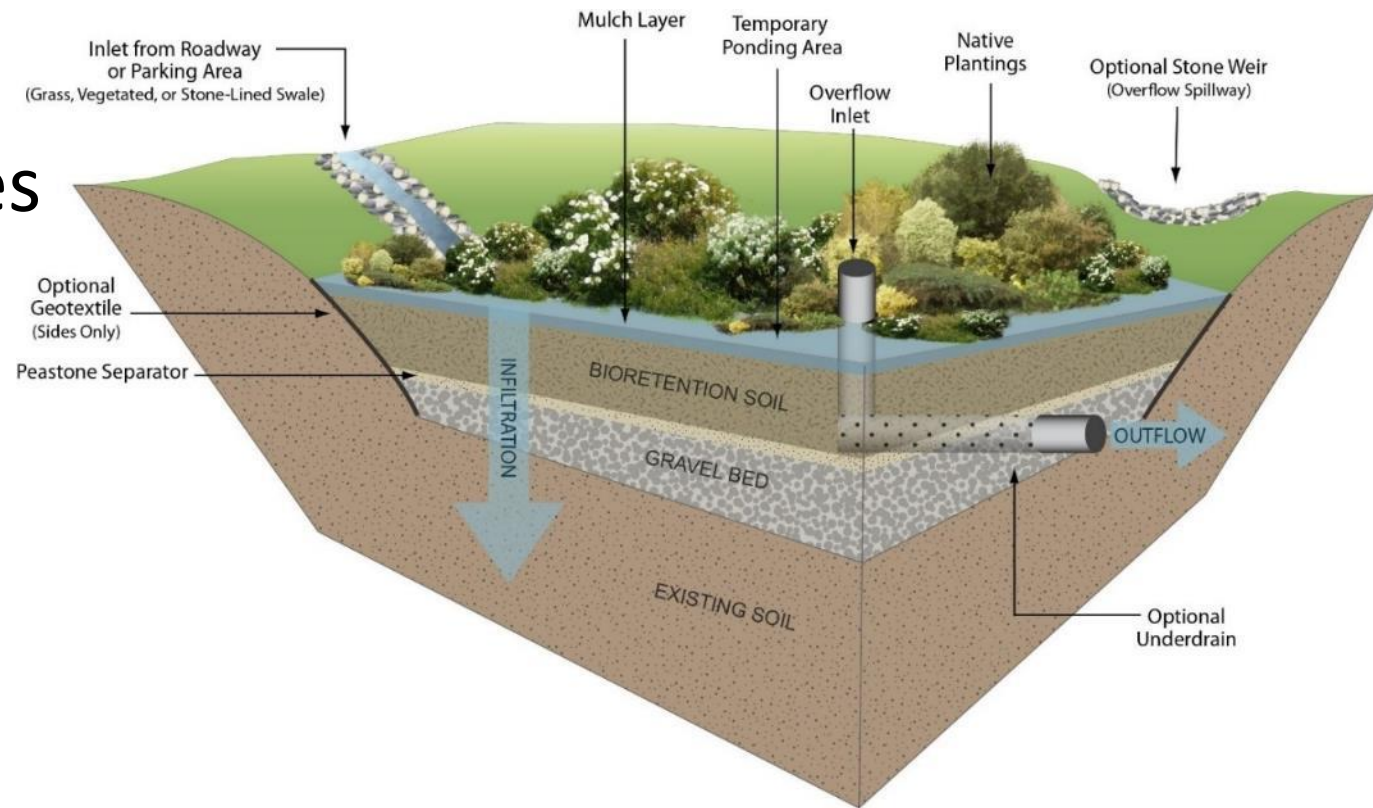
Bénéfices
secondaires



Caractéristiques

3 composantes

- Système hydraulique
- Substrat
- Végétaux



Mes objectifs de recherche



Contribution des espèces végétales en climat froid



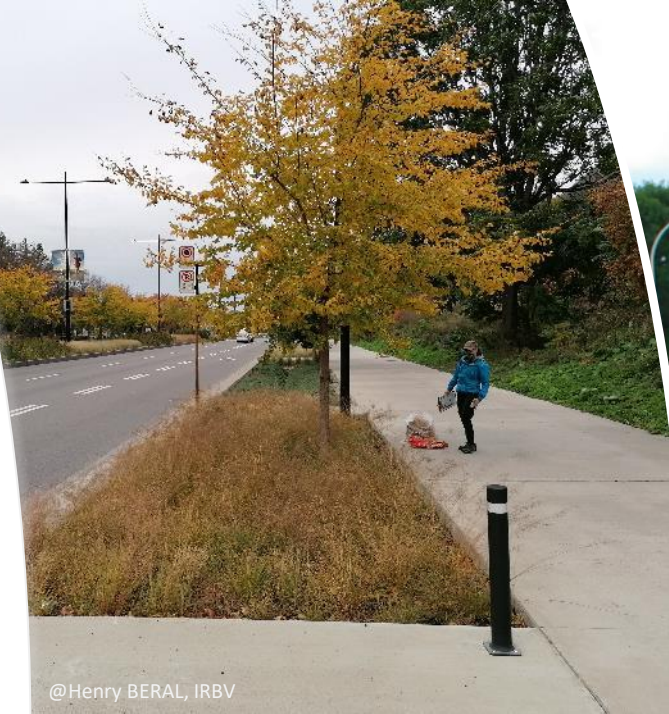
Impact des sels de déglacement en climat froid



Contribution des microorganismes

3 sites expérimentaux

- 32 à Montréal
2ans (2019-2021)
- 6 à Trois-Rivieres
3ans (2018-2021)
- 25 mésocosmes
en serre
3ans (2018-2021)





Sélection des espèces végétales

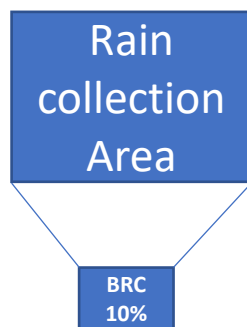
25 mésocosmes

- 5 répliqués de 4 espèces
 - *Cornus sericea*
 - *Iris versicolor*
 - *Juncus effusus*
 - *Sesleria autumnalis*
- 5 témoins non plantés

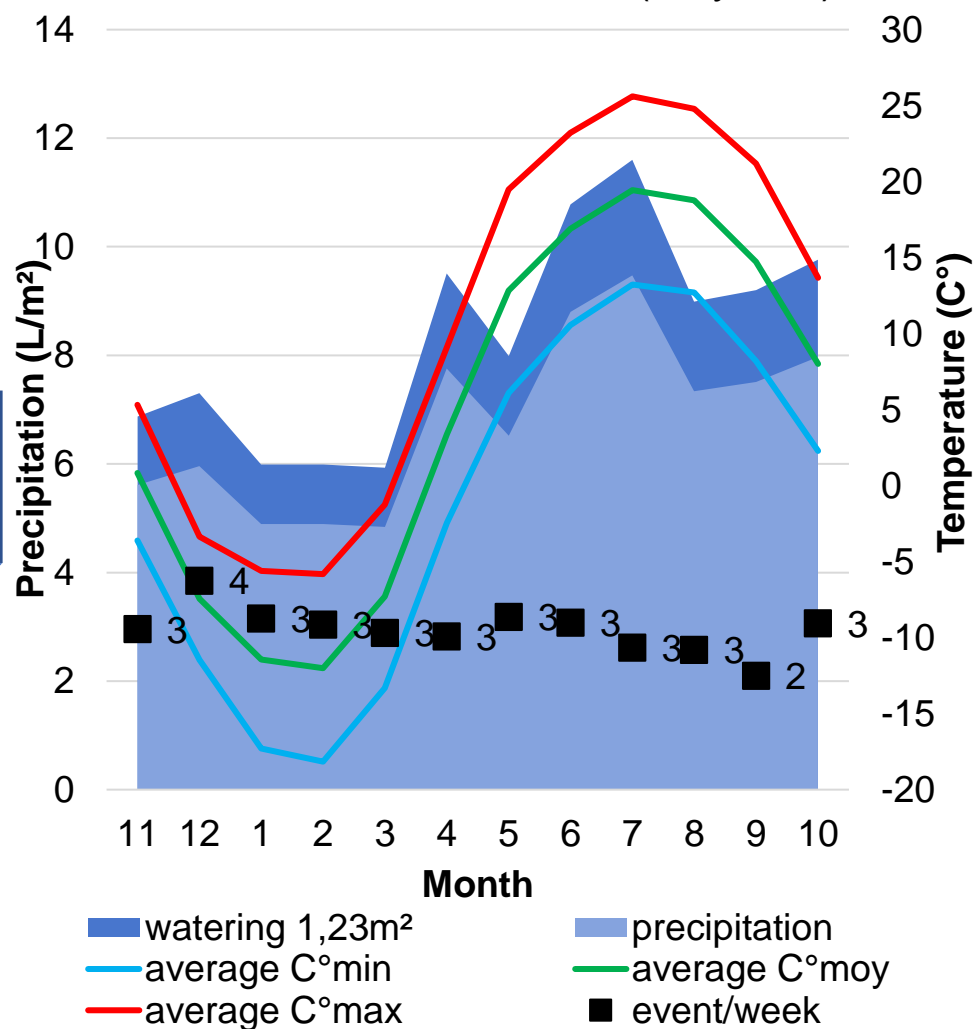
semi-synthetic urban runoff recipe

Parameter	Source	Targeted value	Analysed
B (ppm)	Calcimax	40.9*	NA
C (ppm)	C ₆ H ₁₂ O ₆	20.0	34.0
Ca (ppm)	CaCl ₂ + Calcimax	32.4	34.1
Cl (ppm)	CaCl ₂	0.677*	NA
Cr (ppm)	KCr(SO ₄) ₂ ·12(H ₂ O)	0.060	0.061
Cu (ppm)	CuSO ₄	0.095	0.115
Fe (ppm)	EDDHA-FeNa	5.0	5.5
K (ppm)	K ₂ SO ₄	8.6	10.4
Mg (ppm)	MgSO ₄	0.550	1.18
Mn (ppm)	EDTA-MnNa2	0.020	0.079
Mo (ppm)	Na ₂ MoO ₄	0.010	NA
Ni (ppm)	NiSO ₄ ·6(H ₂ O)	0.050	0.056
NOx (ppm)	NH ₄ NO ₃	5.5	7.9
P (ppm)	KH ₂ PO ₄	0.400	0.350
Pb (ppm)	Pb(NO ₃) ₂	0.350	0.362
S (ppm)	K ₂ SO ₄	4.15*	NA
Zn (ppm)	ZnSO ₄	0.450	0.563
pH			7.0
EC (mS/cm)			0.30
Salinity (ppt)			0.14
TDS (ppm)			150
DO (%)			70.4
DO (ppm)			6.7

* comes with other chemical sources as part of contamination, values are informative



Weather at Trois-Rivières (10 years)



Arrosage : qualité, quantité & fréquence

→ Nutriments, métaux, carbone

Végétative → 3pluies/semaine de 8mm = 10L

Dormance → 1pluie/semaine de 5mm = 6L

Chapitre 1



Contribution des espèces végétales



Variation
saisonnnière



Variation
interspécifique

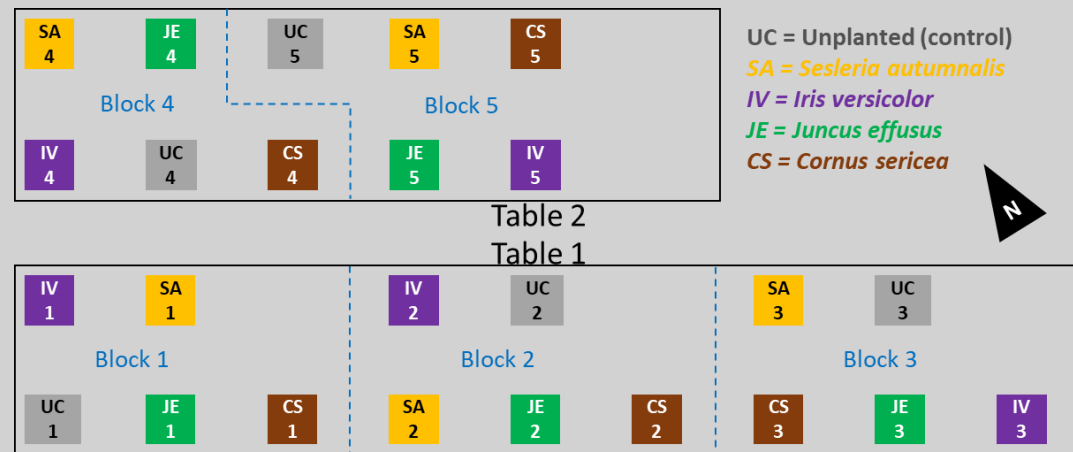


Traits
fonctionnels

Design expérimental

Expérience de 9 mois

- Période végétative :
juin à octobre
- Période de dormance :
novembre à mars



Analyses

Plantes

- Croissance 1x/mois
- Traits fonctionnels 1x

Substrat

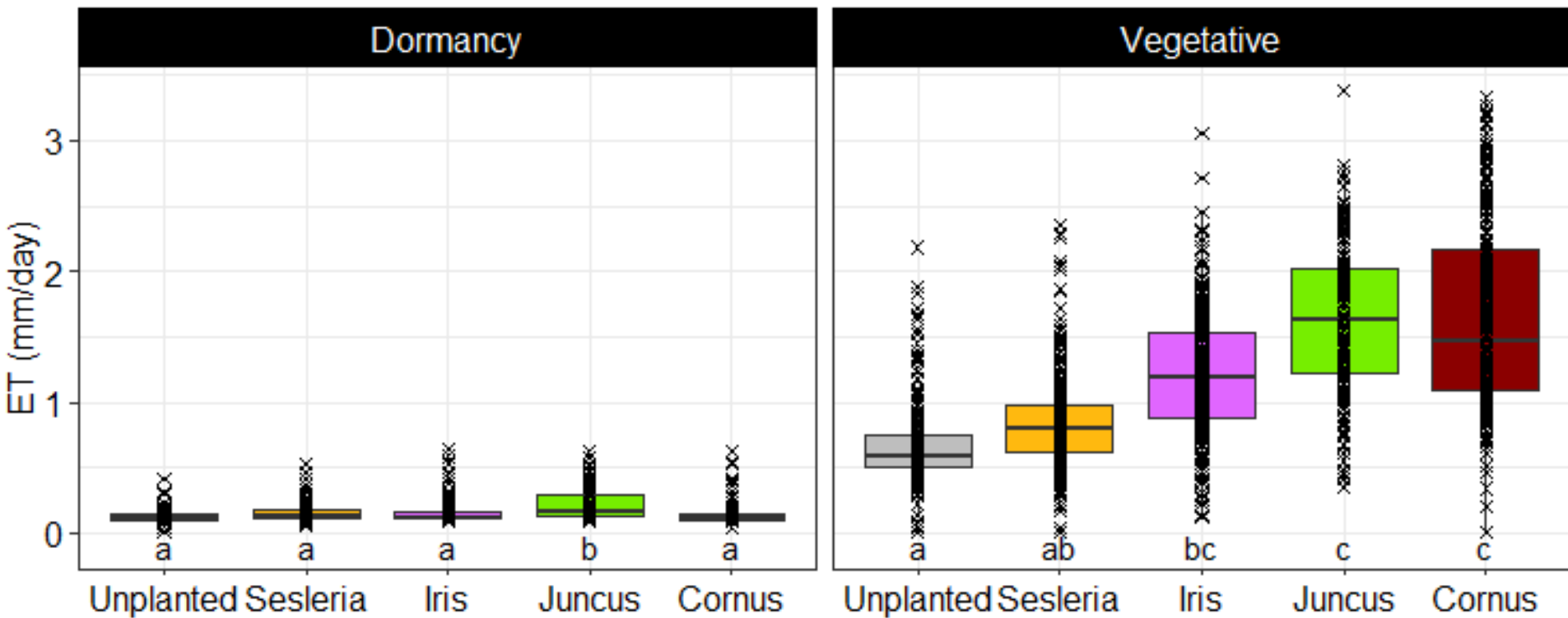
- Début/fin
- Nutriments, métaux

Hydrologie

- Volume & chimie de base 1x/arrosage
- Débit de pointe 1x/mois
- Qualité (nutriments, métaux) 1x/mois

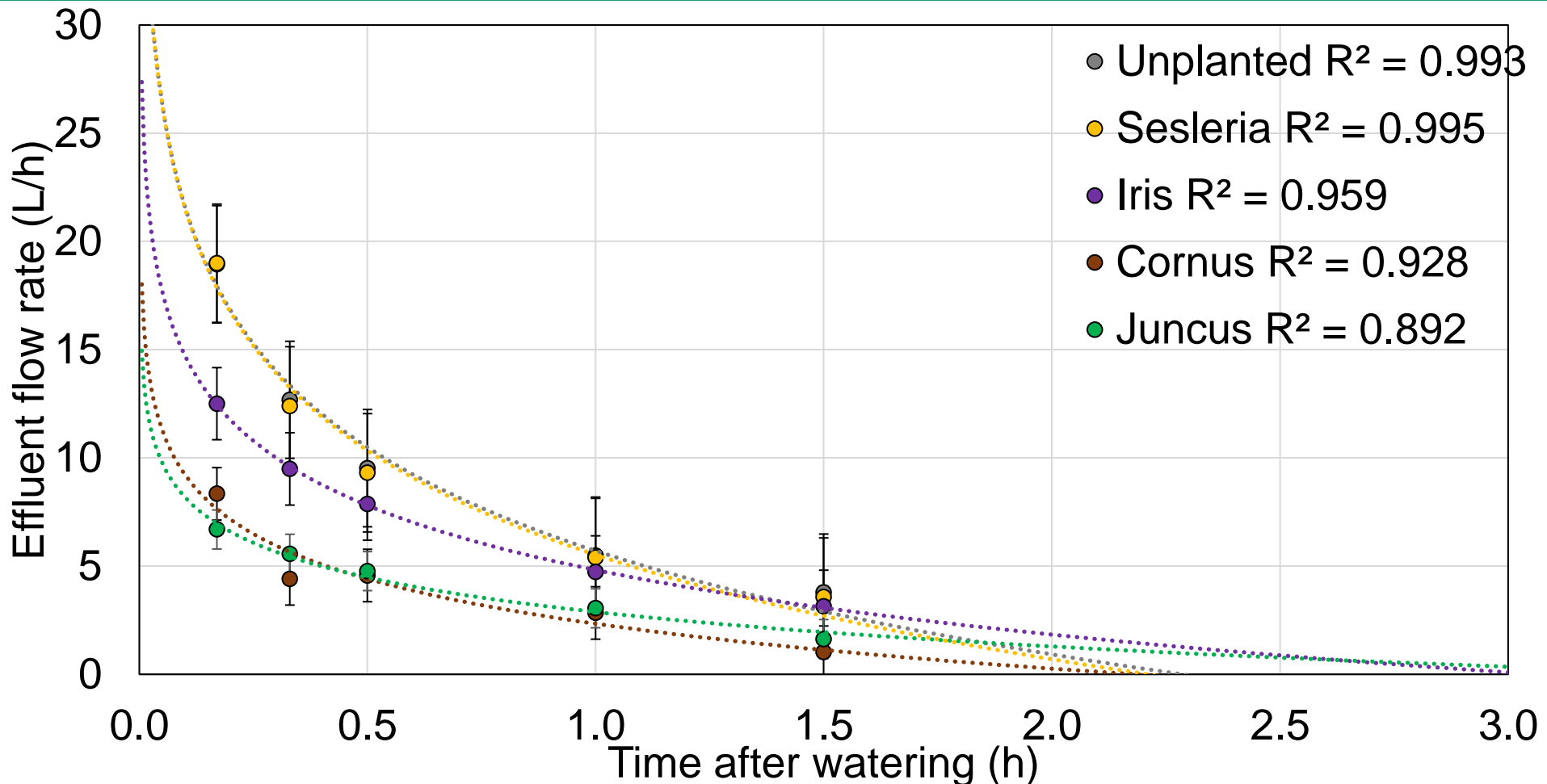


Reduction du volume d'eau



Amélioration de la réduction des volumes par les plantes pendant la période végétative, avec un effet d'espèce important.

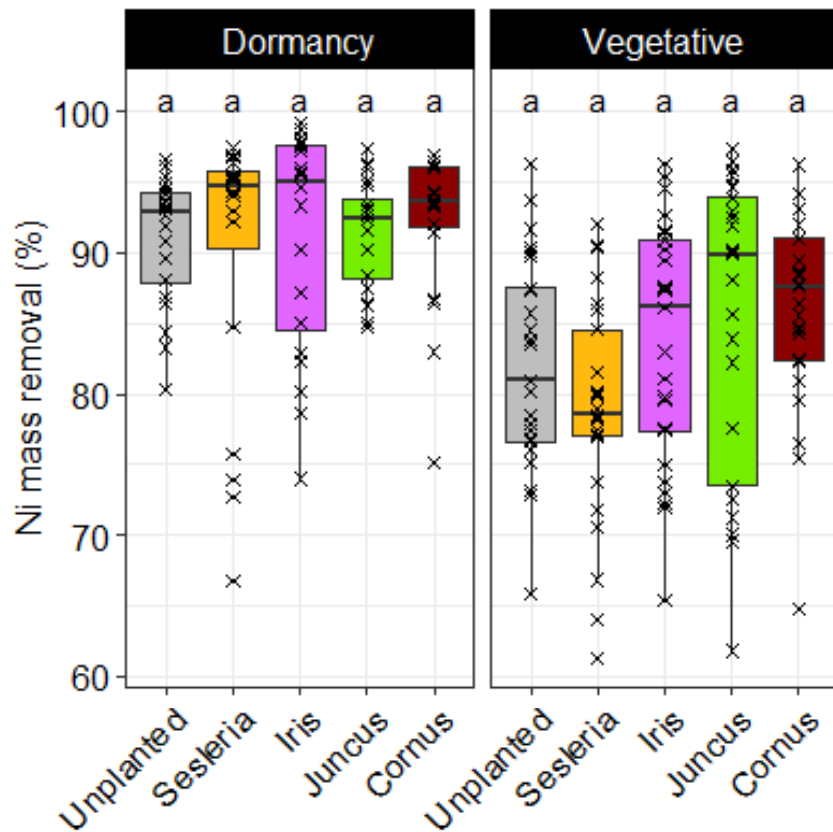
Réduction des débits de pointe



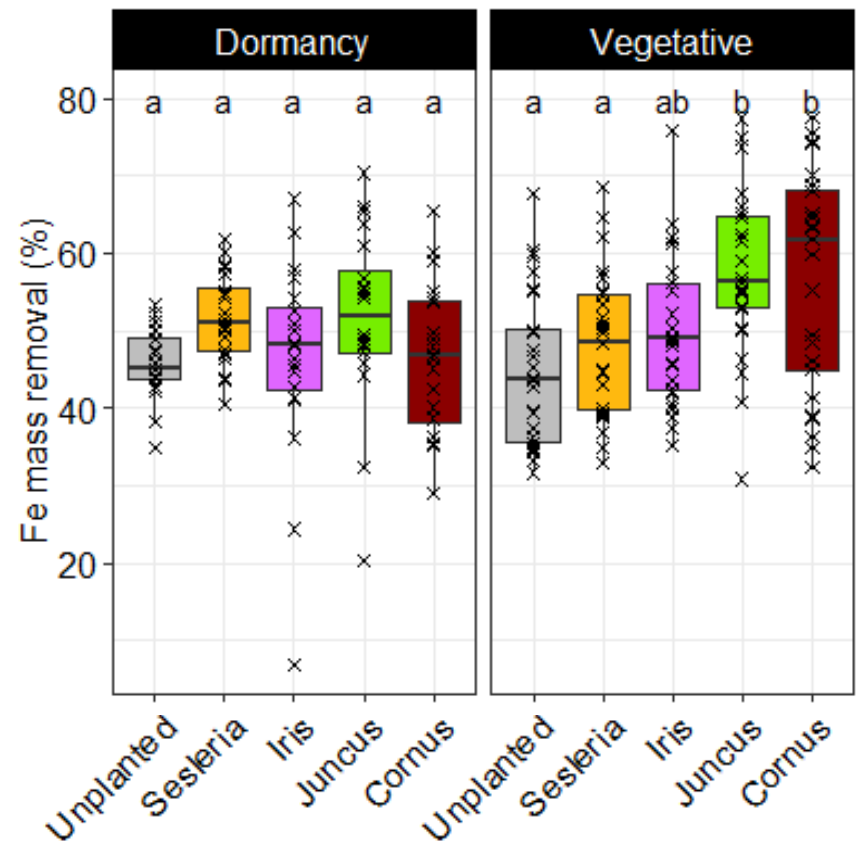
Réduction des débits de pointe par les plantes, avec un effet d'espèce.

Changements de qualité d'eau : Métaux

Enlèvement **très élevé** du Cr, Ni, Pb, Zn
Mais pas de contribution des plantes
Effet de la période



Contribution de certaines espèces à l'enlèvement du Fe pendant la période végétative



Assimilation végétales

Parameter	In Runoff	Cornus	Iris	Juncus	Sesleria
Leaf biomass (g)	NA	143	114	373	82
TN (g)	0.55	1.0	1.6	4.1	1.5
P (g)	0.02	1.3	0.5	0.6	0.2
K (g)	0.73	0.4	2.9	6.2	1.8
Al (mg)	NA	10.7	UDL	UDL	1.6
B (mg)	NA	41.5	14.1	30.9	3.1
Ca (g)	2.4	5.2	2.5	1.3	0.3
Fe (mg)	386	38.6	12.7	UDL	6.1
Mg (mg)	80.5	0.4	0.3	0.6	0.1
Mn (mg)	4.5	2.1	2.2	50.0	1.7
Na (mg)	NA	UDL	7.6	UDL	4.9
Zn (mg)	39.1	5.8	3.2	50.3	1.2

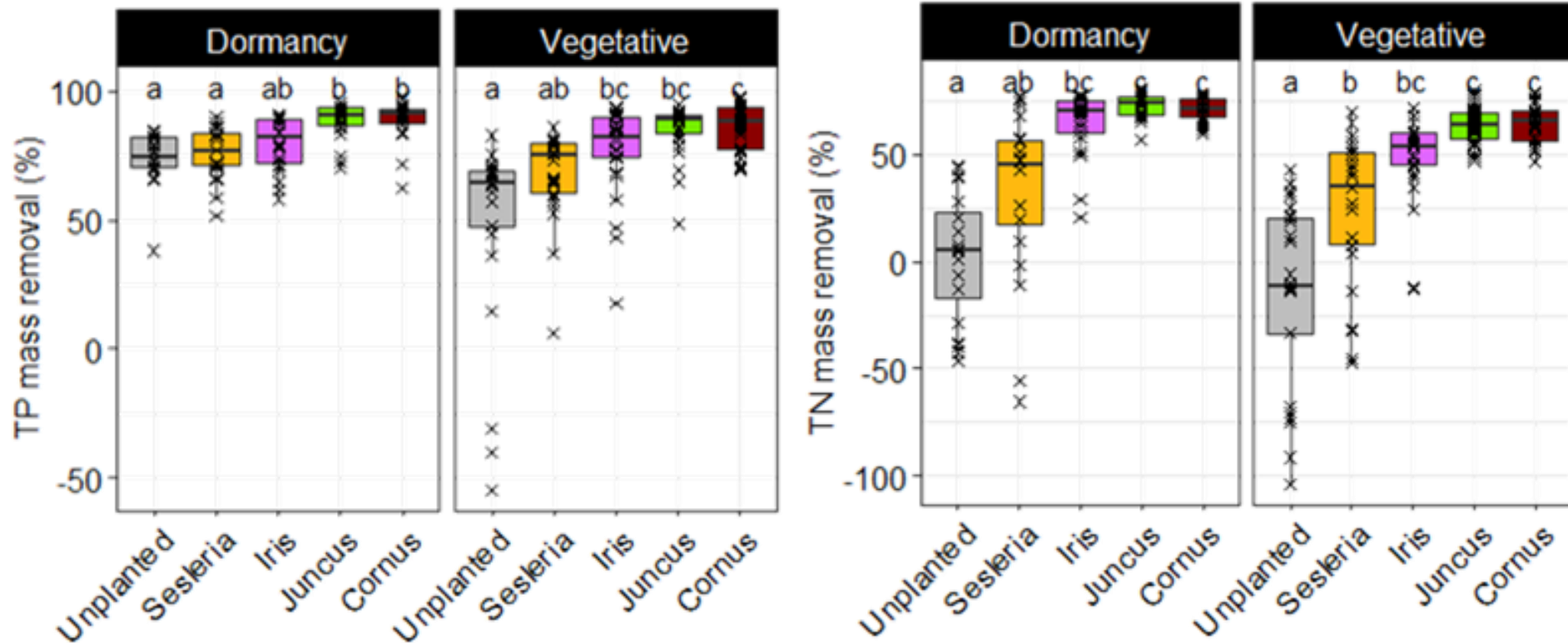
UDL = under detection limits; NA = not analysed;
As, Cd, Co, Hg, Se, Cr, Cu, Ni, Pb = UDL for all species

Le Fe est UDL pour JE, suggérant que l'effet des espèces doit être lié à leur ET accrue pendant la période végétative.

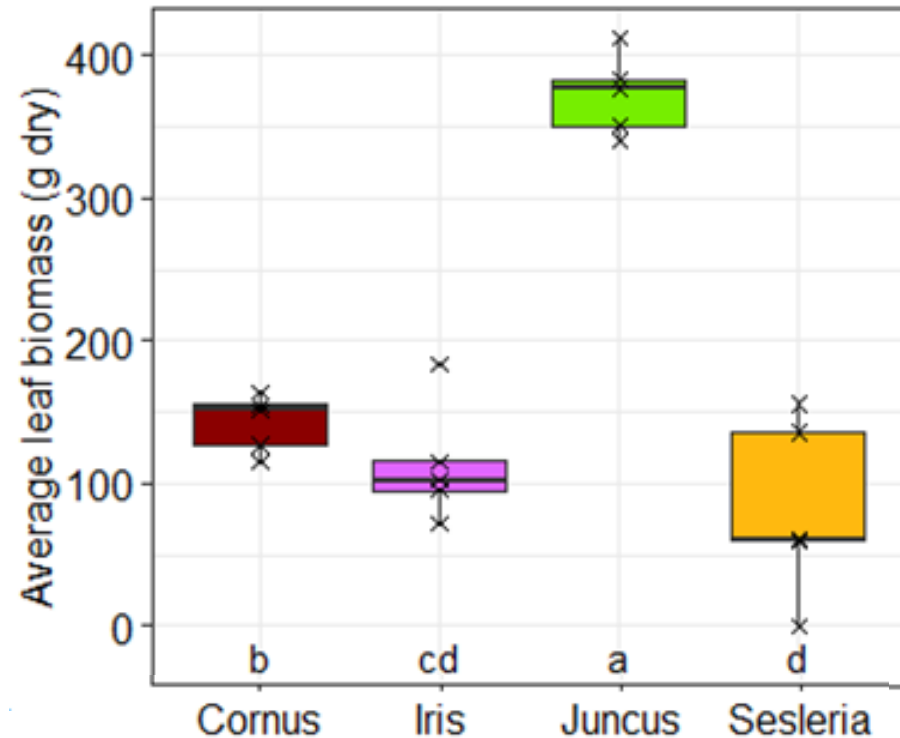
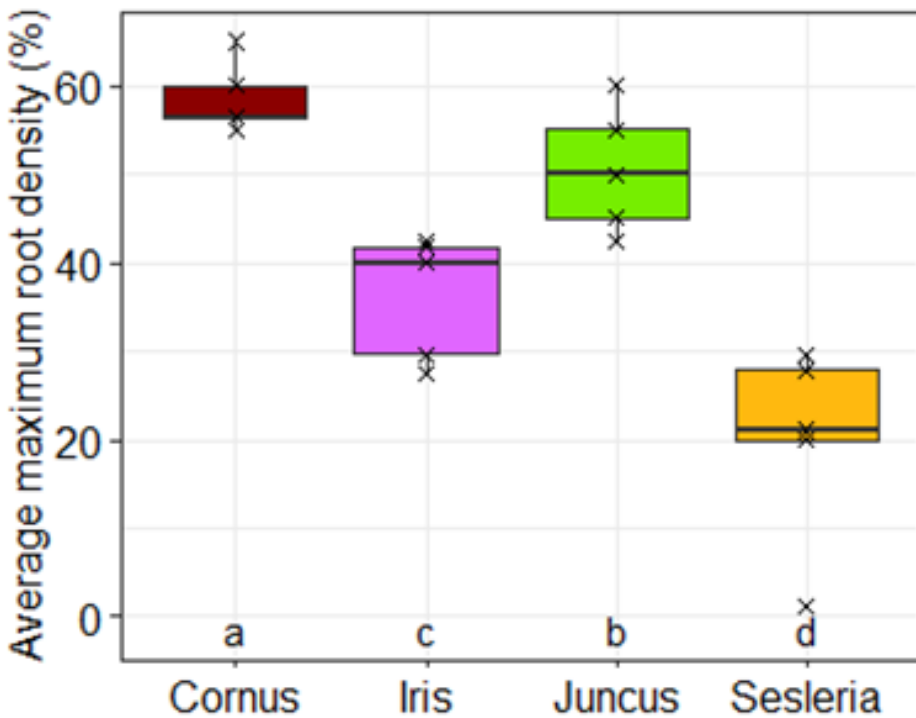
Changements de qualité d'eau : Nutriments

Contribution significative des plantes à l'enlèvement des macronutriments (TP, PO₄, TN, NO₃) et TOC.

La nitrification et la dénitrification semblent se produire même pendant la période de dormance des plantes.



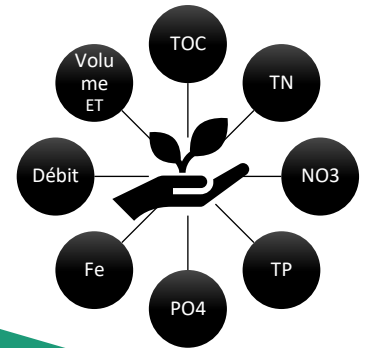
Traits fonctionnels



Même tendance que l'enlèvement des macronutriments et l'évapotranspiration

Cependant, une corrélation n'a pas pu être testée compte tenu du faible nombre d'espèces.

Conclusions chapitre 1



Contribution des espèces végétales



Variation
saisonnière



Variation
interspécifique



Traits
fonctionnels

Chapitre 2



Impact des sels de déglacage (NaCl)



Hydrologie &
qualité de l'eau



Résilience de la
végétation



Persistence des
effets

Design expérimental

Expérience de 6 mois
mars – septembre

4 chasses de sel printanier

4 concentrations NaCl

- 4000 mg/L
- 1000 mg/L
- 250 mg/L
- 0 mg/L

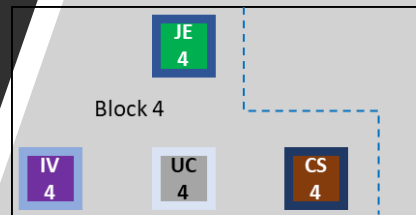
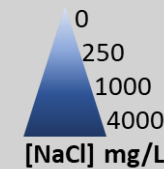
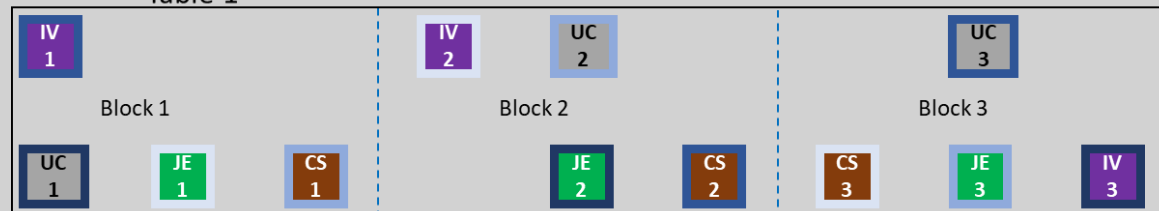


Table 2
Table 1



UC = Unplanted (control)
SA = *Sesleria autumnalis*
IV = *Iris versicolor*
JE = *Juncus effusus*
CS = *Cornus sericea*



Analyse

Plantes

- Croissance 1x/mois

Substrat

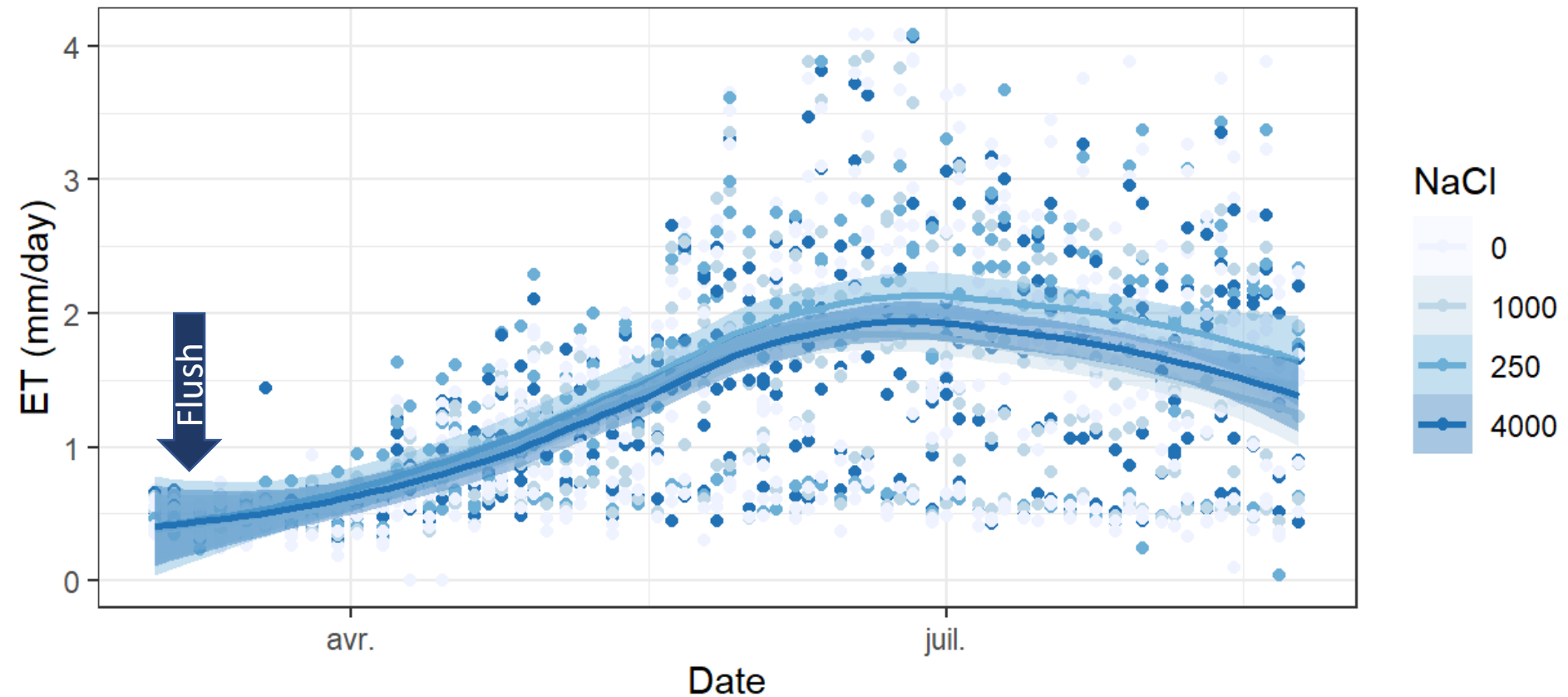
- Début/fin
- Nutriments, métaux

Hydrologie

- Volume & chimie de base 1x/arrosage
- Débit de pointe 1x/mois
- Qualité (nutriments, métaux) 1x/mois + pendant les flushs

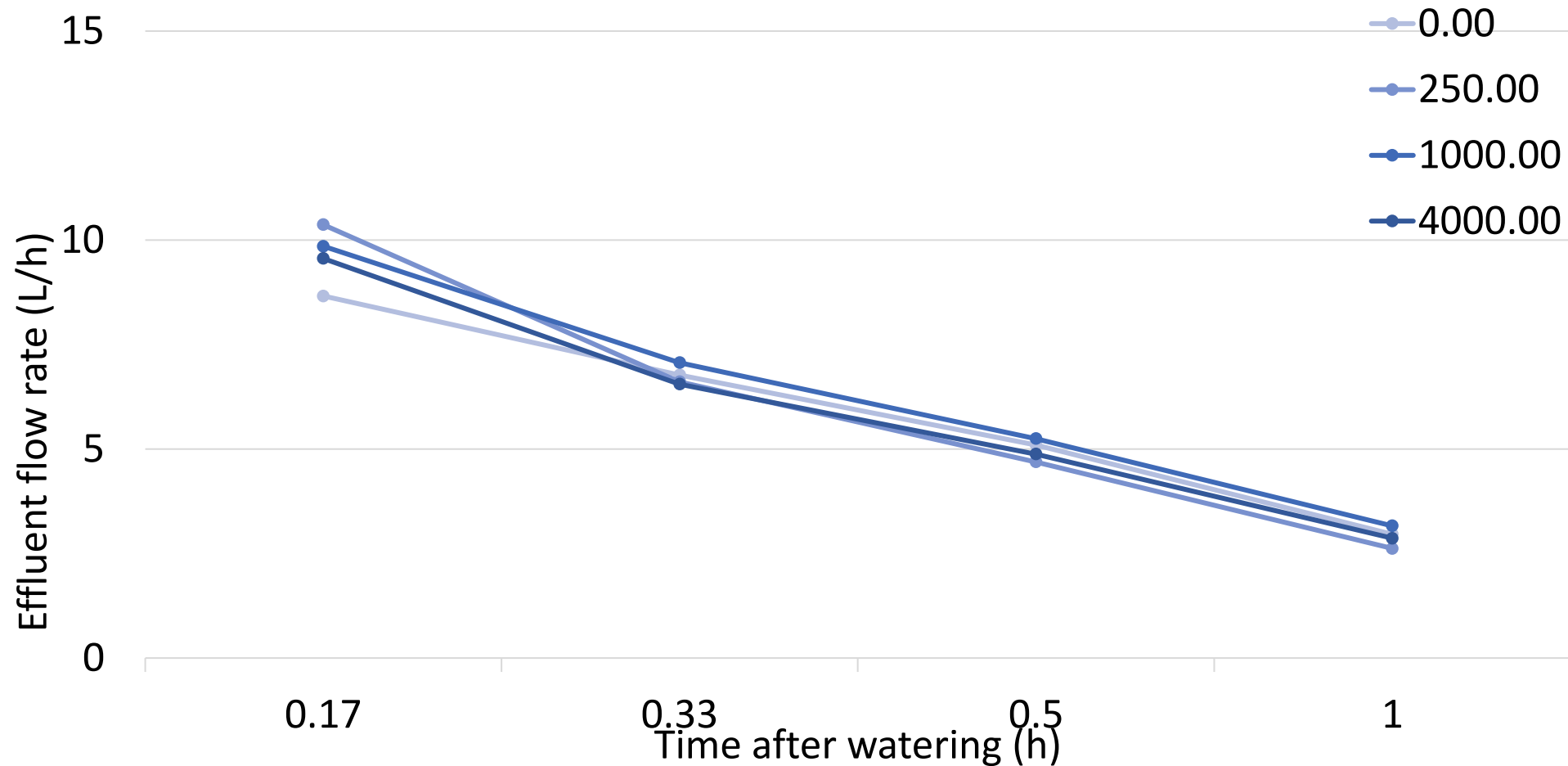


Réduction du volume d'eau



Pas d'effet des chasses de NaCl sur la réduction des volumes
Réduction qui est plutôt faible en sortie de dormance

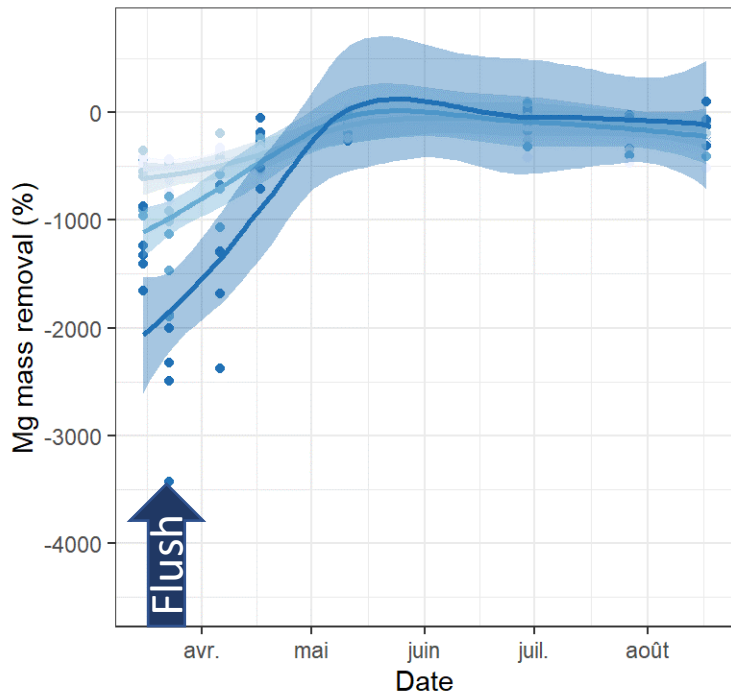
Réduction des débits de pointe



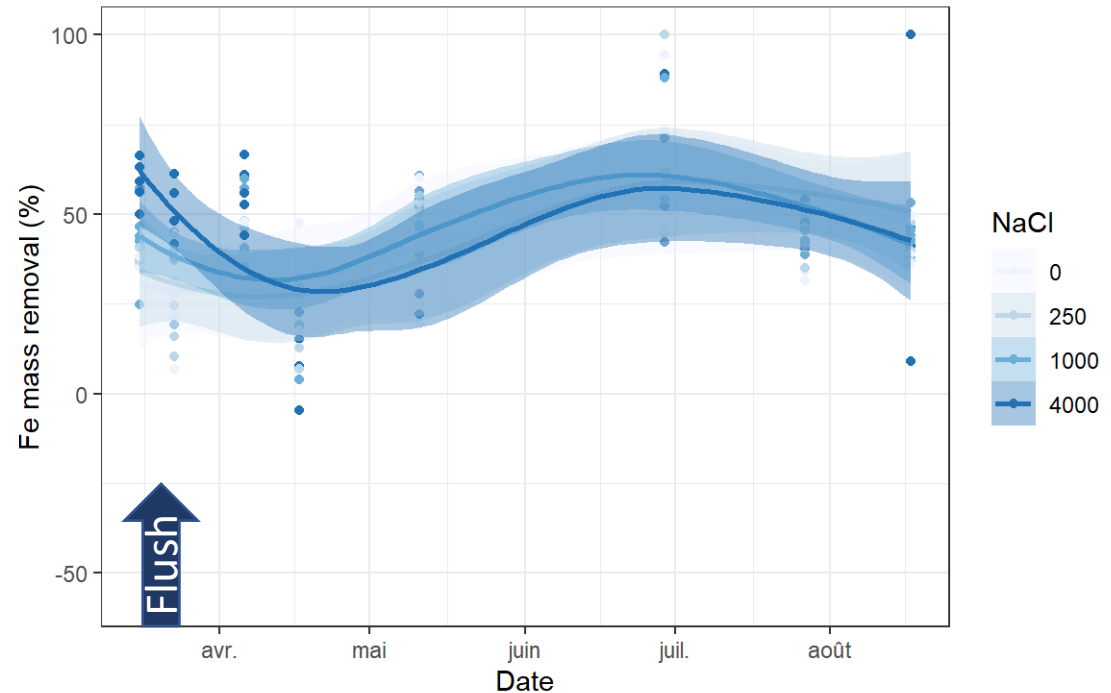
Pas d'effet marqué du NaCl sur les débits de pointe

Changements de qualité d'eau : Métaux

Relargage de Ca et Mg
(éléments structurants du sol)
pendant 1 mois après les chasses
puis inversement le mois suivant



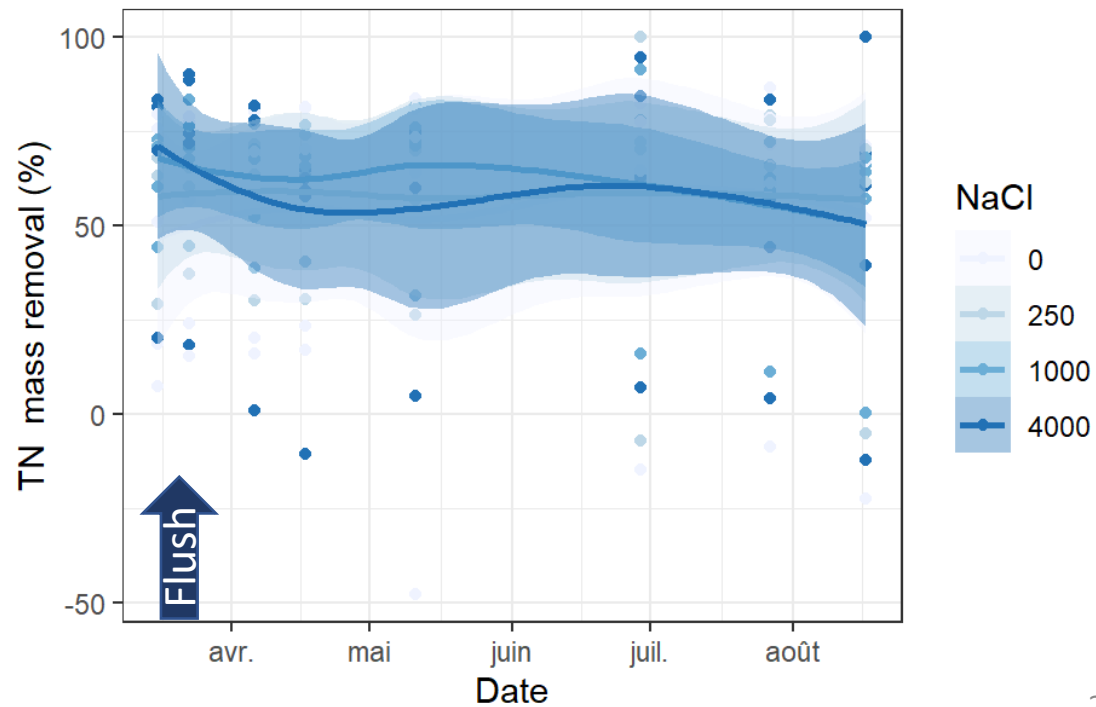
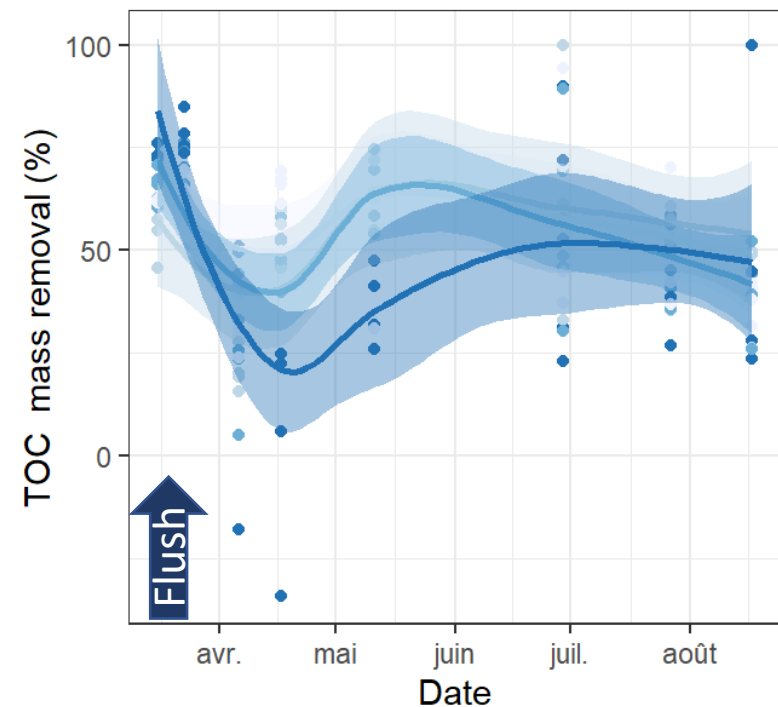
Enlèvement accru en Fe, Cu, Ni, Cr pendant la chasse
Peut être lié à la libération de site d'échange cationique
(Ca et Mg)



Changements de qualité d'eau : Nutriments

Même constat pour le TOC
Enlèvement accru pendant la chasse
puis inversement

Le NaCl n'a pas impacté l'enlèvement en N et P



Conclusions chapitre 2



Impact of de-icing salts (NaCl)



= Hydrology
- Ca/Mg
+ metals
= nutrients



Resilient
vegetation

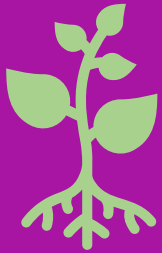


Persistence
= 1 month

Chapitre 3



Contribution des microorganismes (diversité et abondance)



Effet des plantes



Effet des sels de
déglaçage



Cartographie
in situ

Design expérimentale

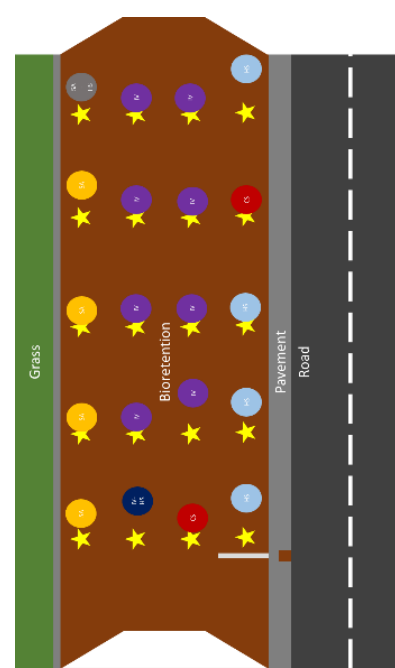
Carotte de sol [0 – 10]cm

En serre

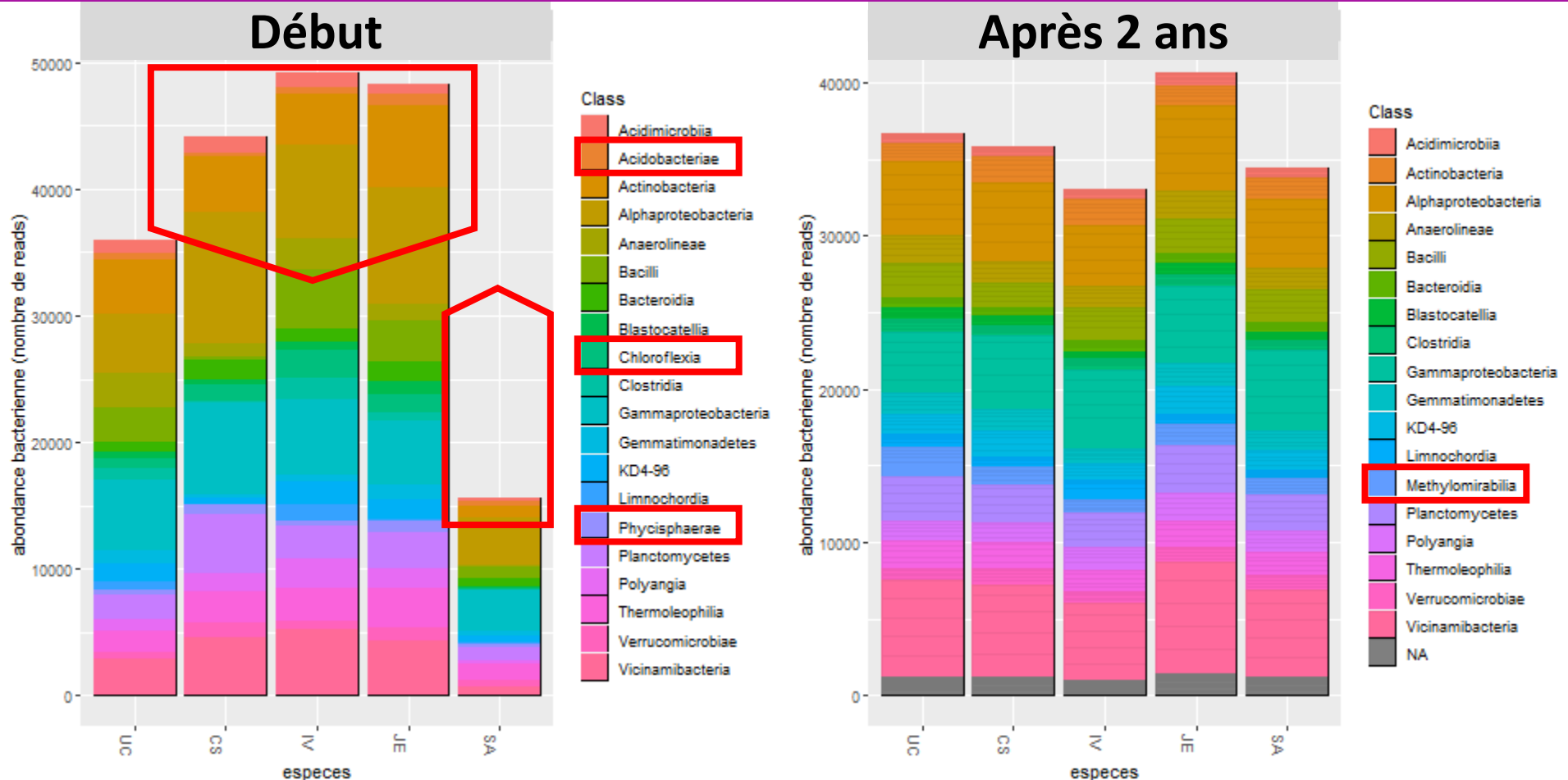
- Initial
- Avant NaCl (effet des espèces)
- Après NaCl (effet du NaCl)

A Trois-Rivières

- 5 transects tous les 2.5m depuis l'arrivée d'eau
- 4 échantillons par transect
 - haut-route
 - bas-route
 - bas-gazon
 - haut-gazon



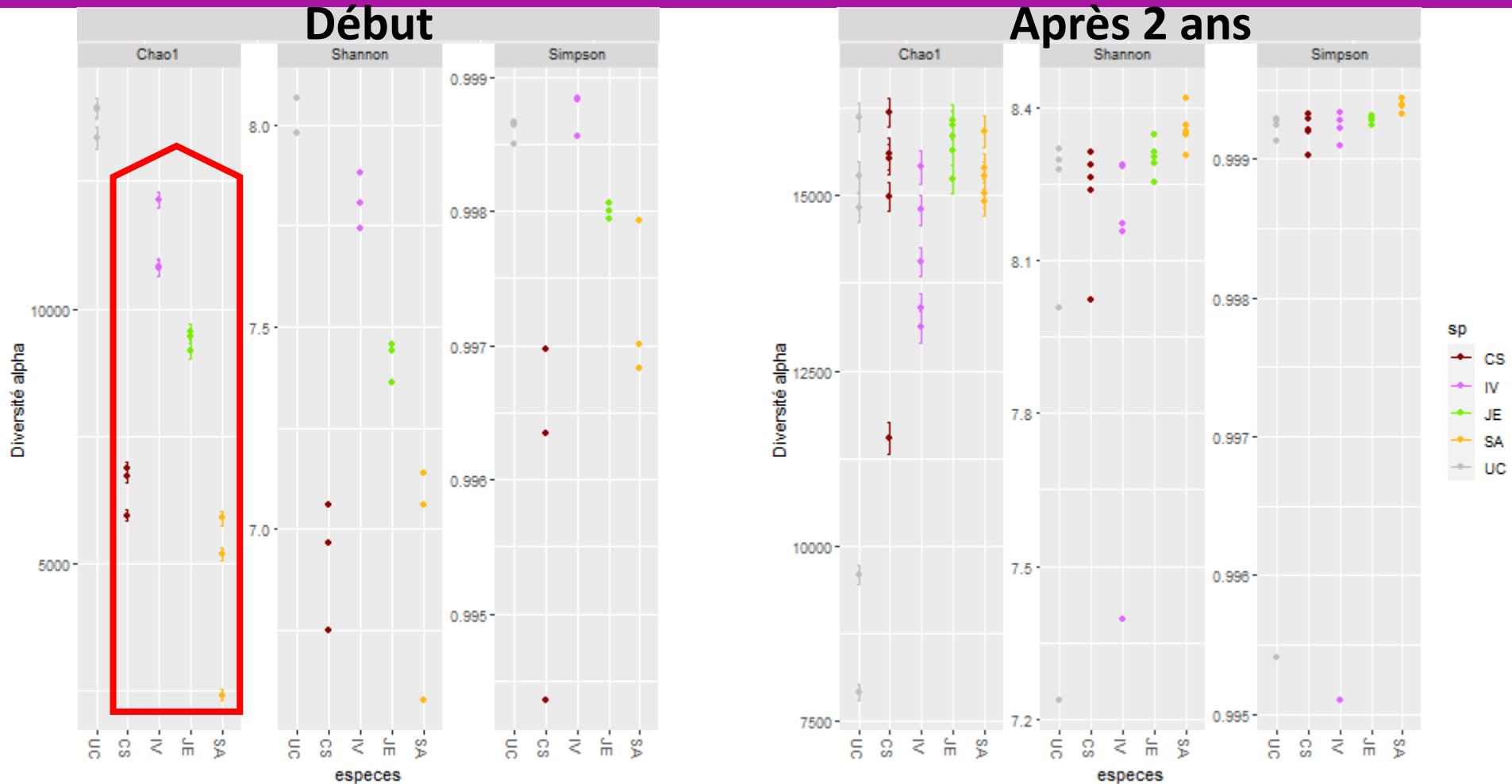
Communauté bactérienne (Top 20) après 2 ans en serre



Changement de 4 classes parmi le top 20 ; Ne semble pas présenter d'effet des espèces végétales

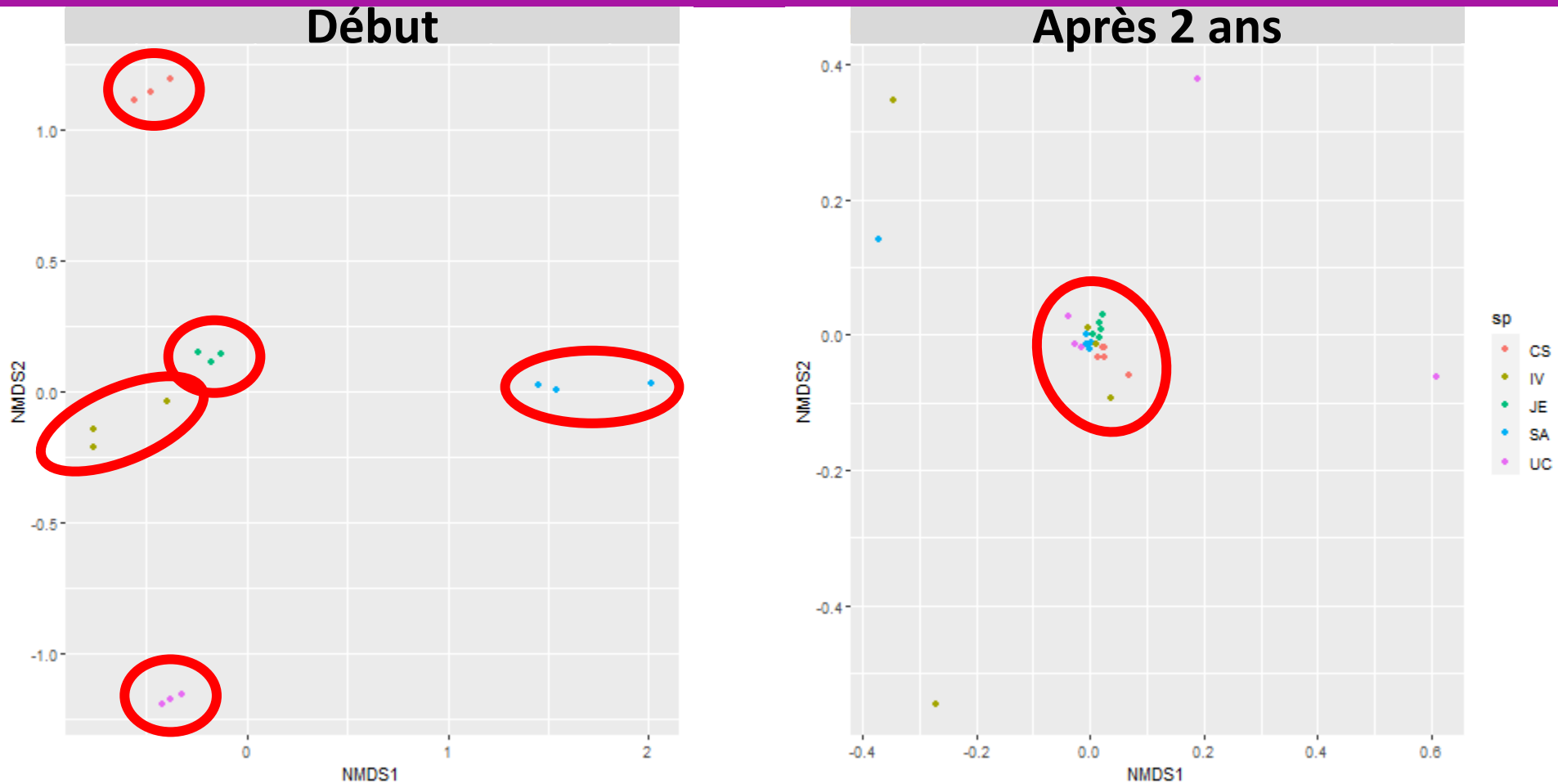
Marqueur d'abondance (reads) augmenté pour les SA et diminué pour les autres espèces

Diversité bactérienne après 2 ans en serre



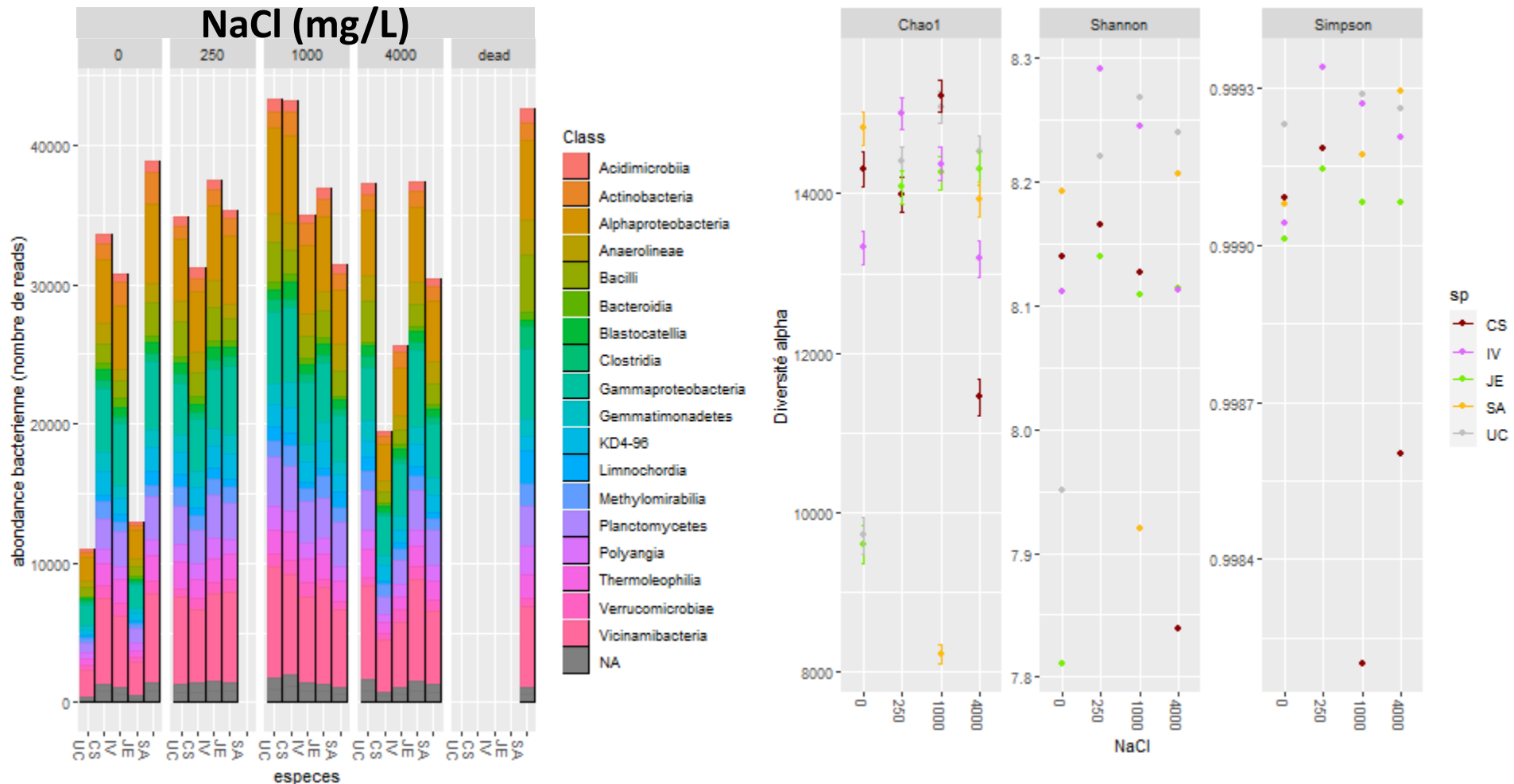
Augmentation de la diversité Alpha des plantés après 2 ans

Dissimilarité de Bray-Curtis après 2 ans en serre



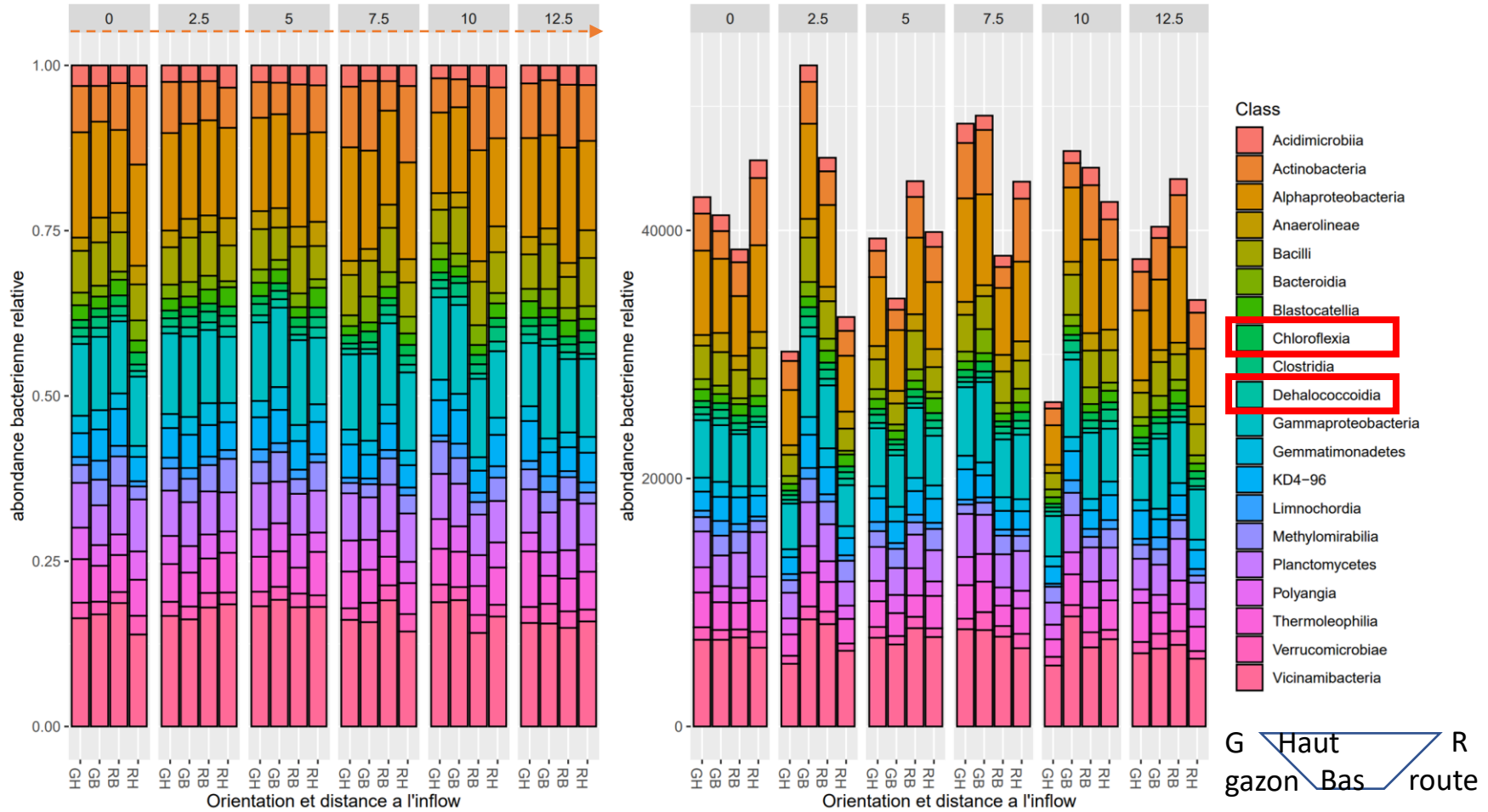
Homogénéisation des communautés entre les mésocosmes après 2 ans

Effet du NaCl sur la communauté bactérienne (Top 20)



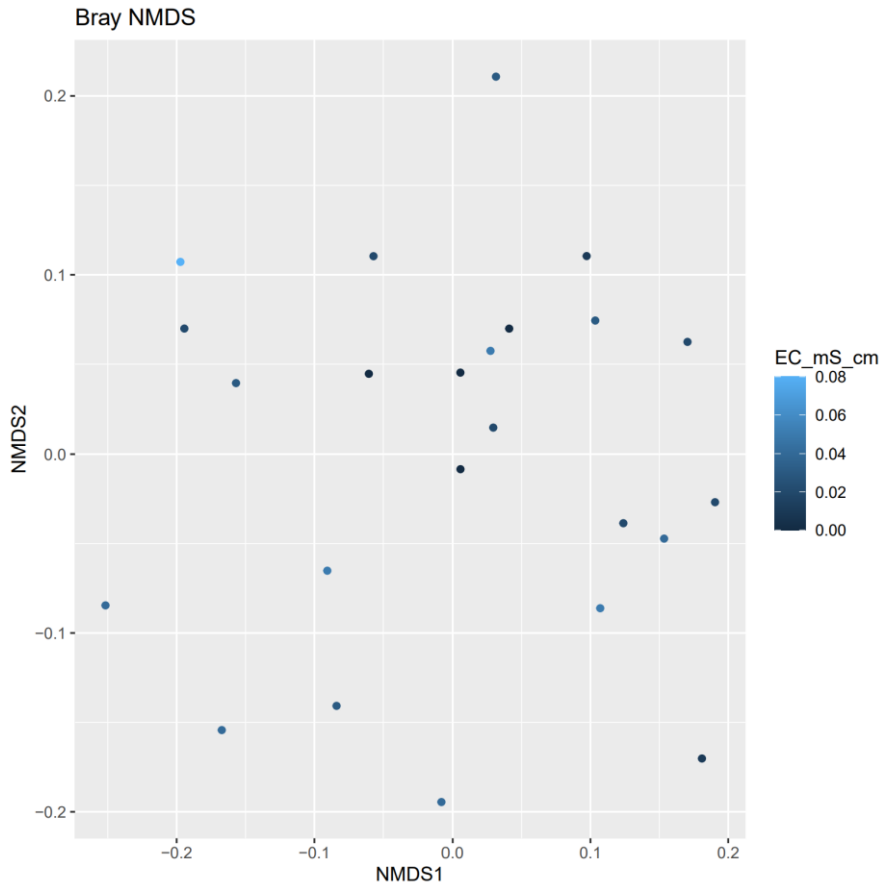
Pas d'effet du NaCl sur l'abondance et la diversité

Communauté bactérienne (Top 20) à Trois-rivieres



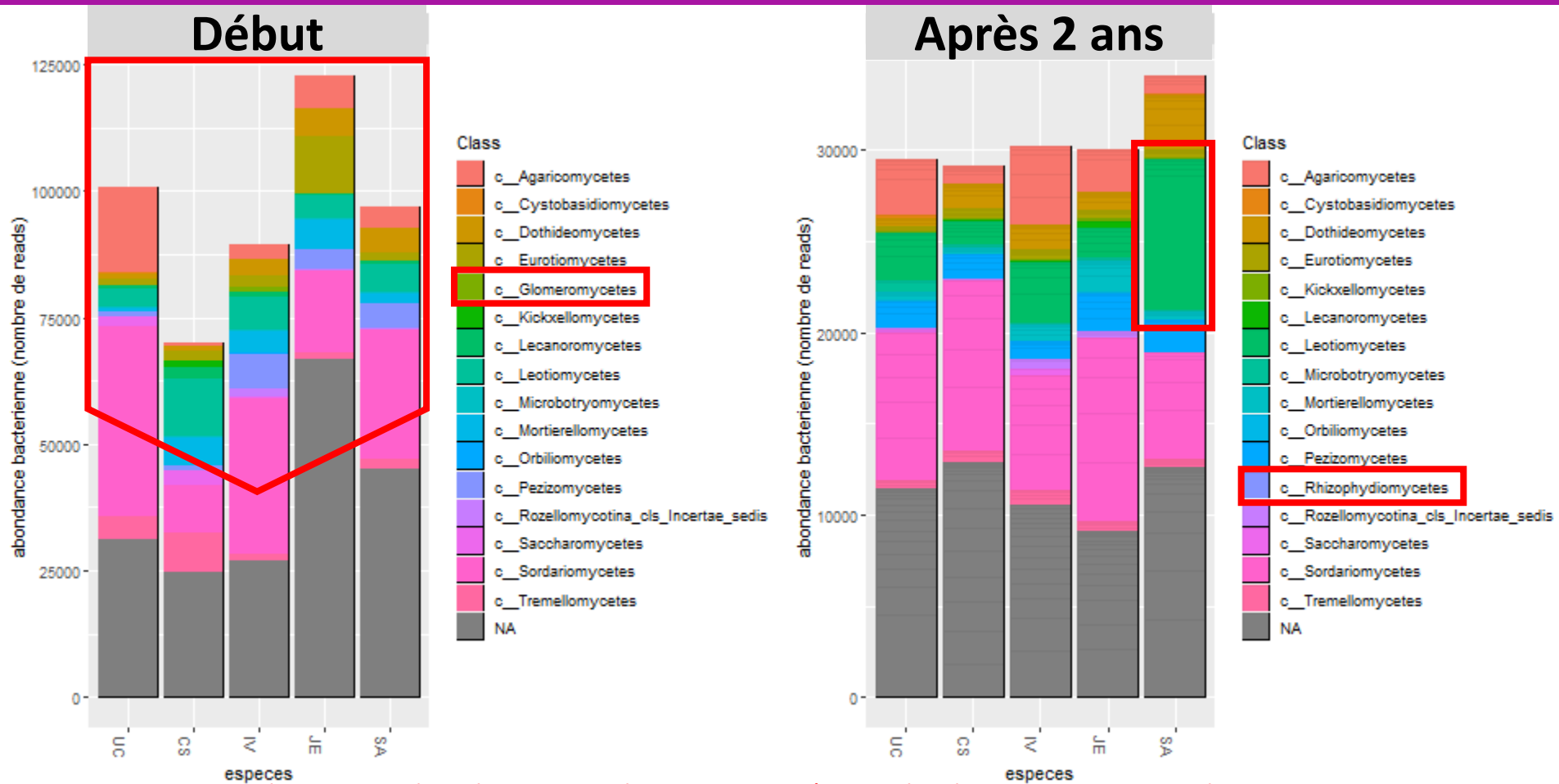
Pas d'effet de position dans la biorétention; Top 20 très similaire en serre

Communauté bactérienne à Trois-rivieres



Effet significatif de la conductivité électrique du sol (lié au sel de déglacage) sur la composition des communautés

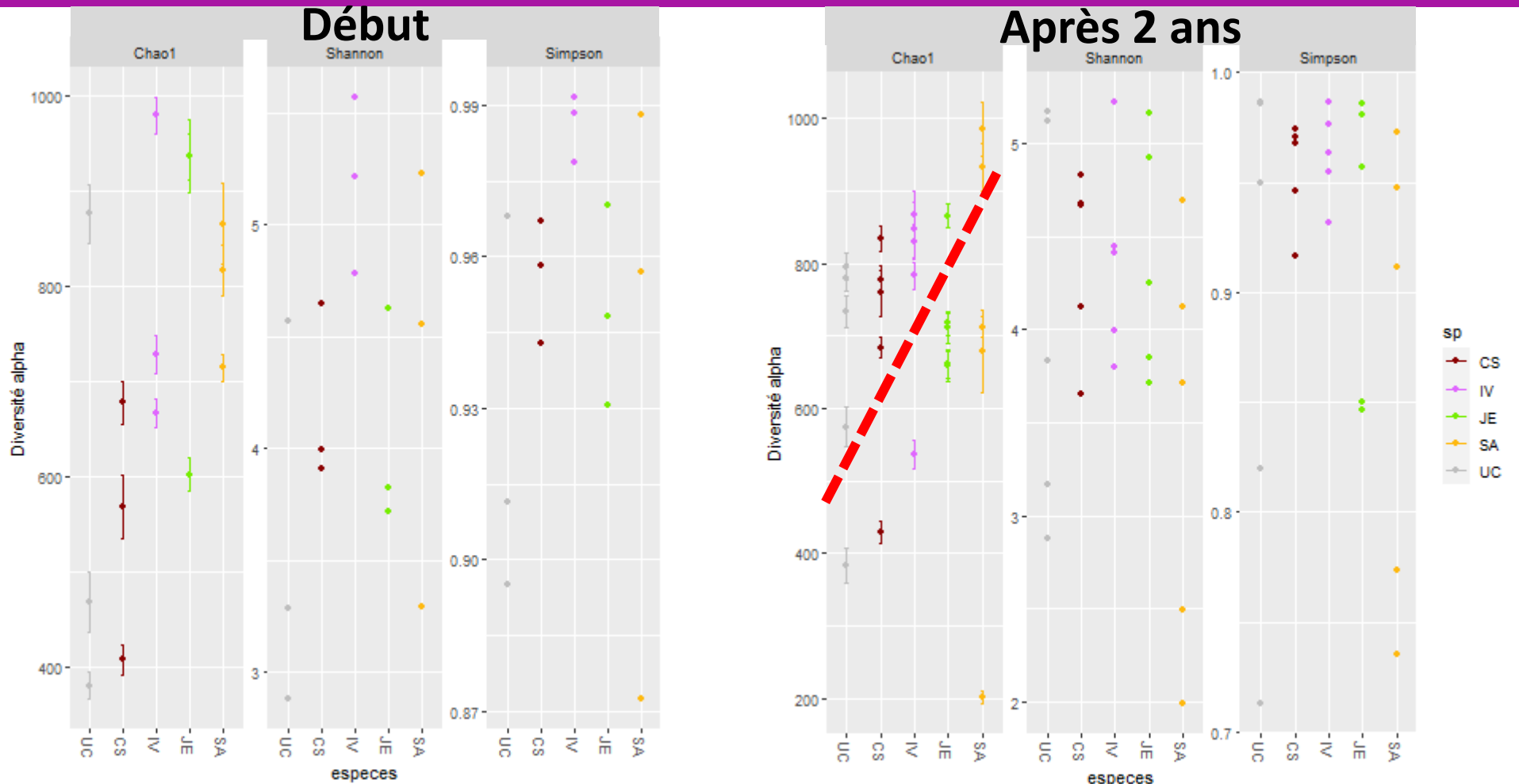
Communauté fongique (Top 20) après 2 ans en serre



Changement de 2 classes parmi le top 20 ; SA présente plus de Leotiomycetes que les autres

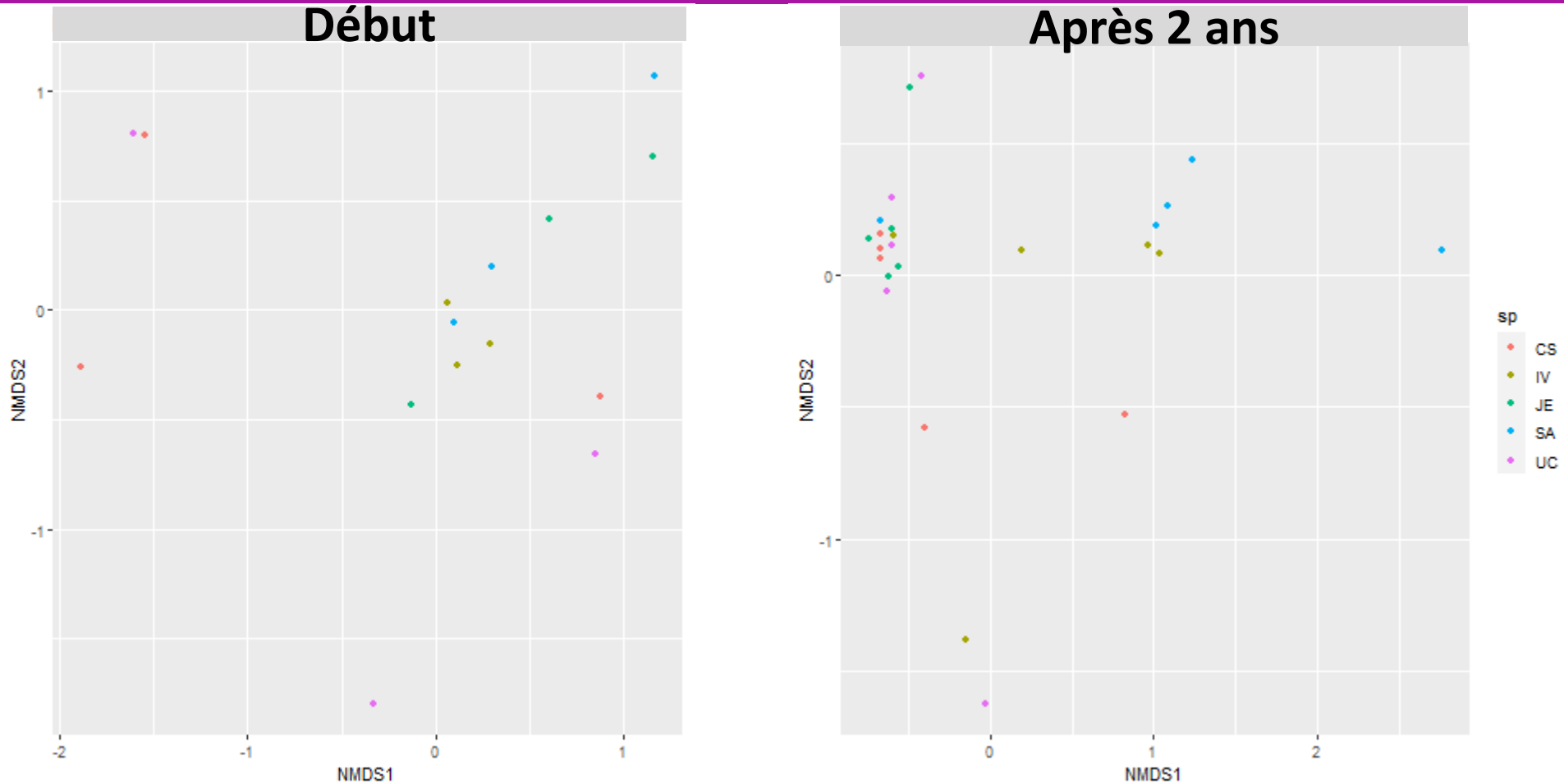
Marqueur d'abondance (reads) diminué pour tous

Diversité fongique après 2 ans en serre



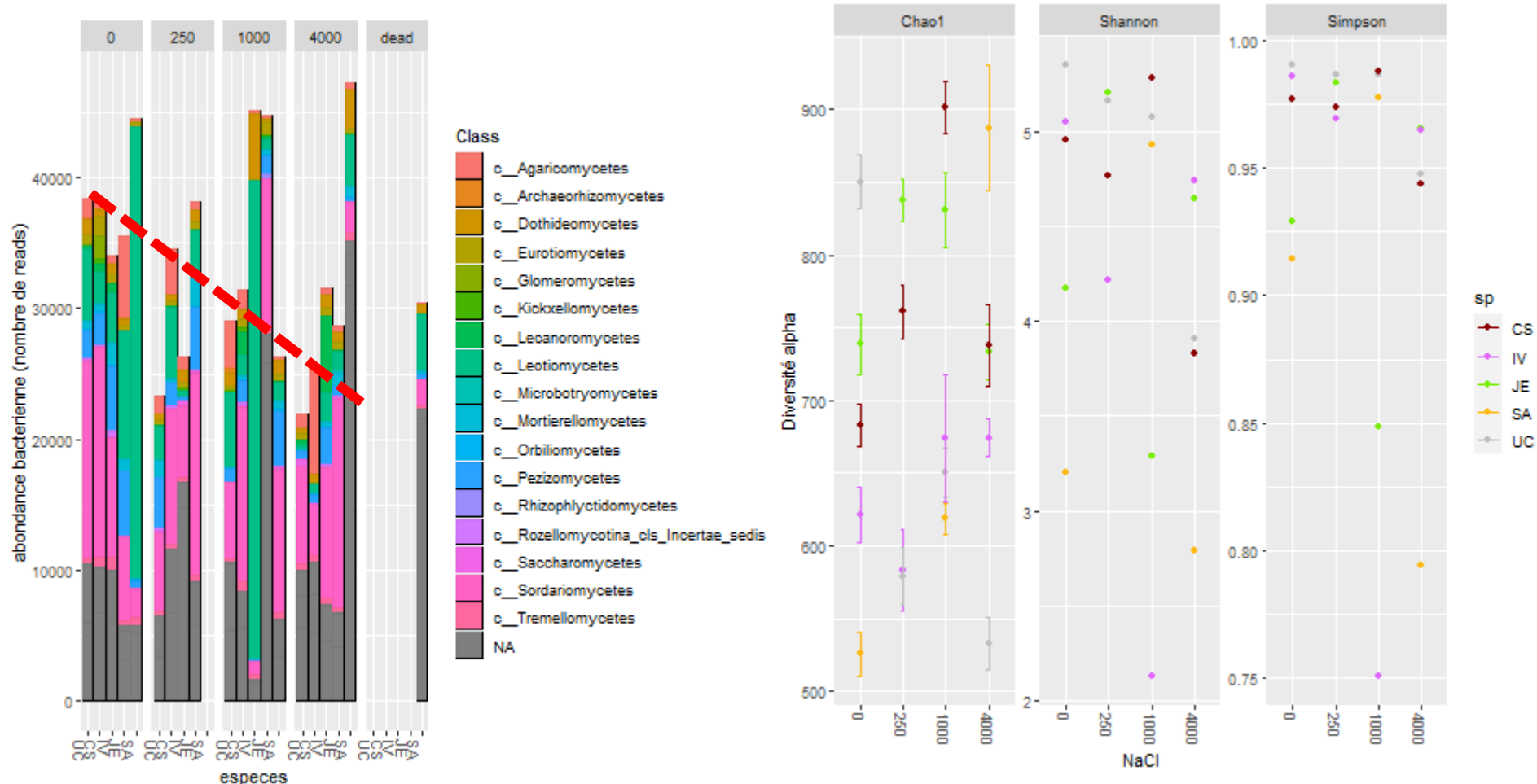
Indice chao1 : $UC < CS < IV < JE < SA$. Les autres indices ne présentent pas de différence entre les mésocosmes

Dissimilarité de Bray-Curtis après 2 ans en serre



Pas de dissimilarité évidente

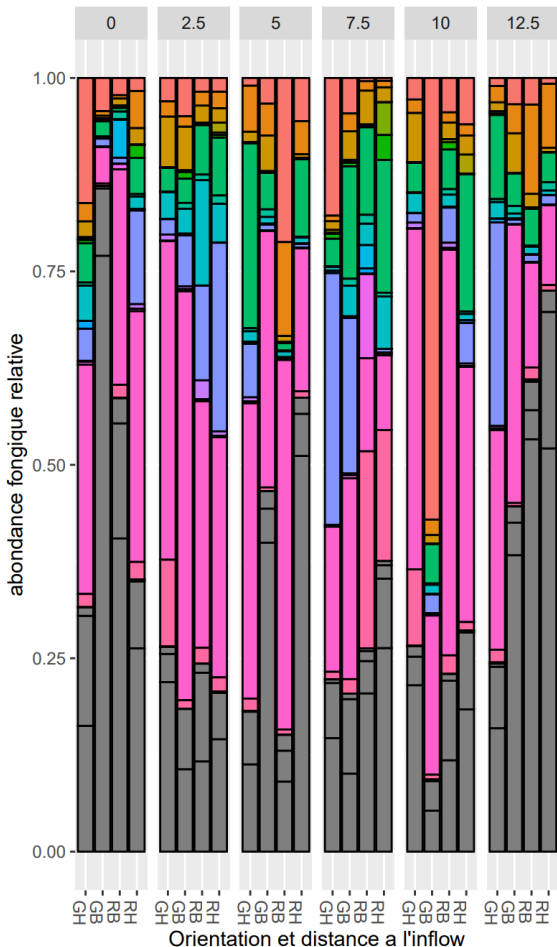
Effet du NaCl sur la communauté fongique (Top 20)



Le NaCl semble diminuer l'abondance fongique mais pas la diversité

Diversité fongique à TR

Top 20 des classes



Parasola



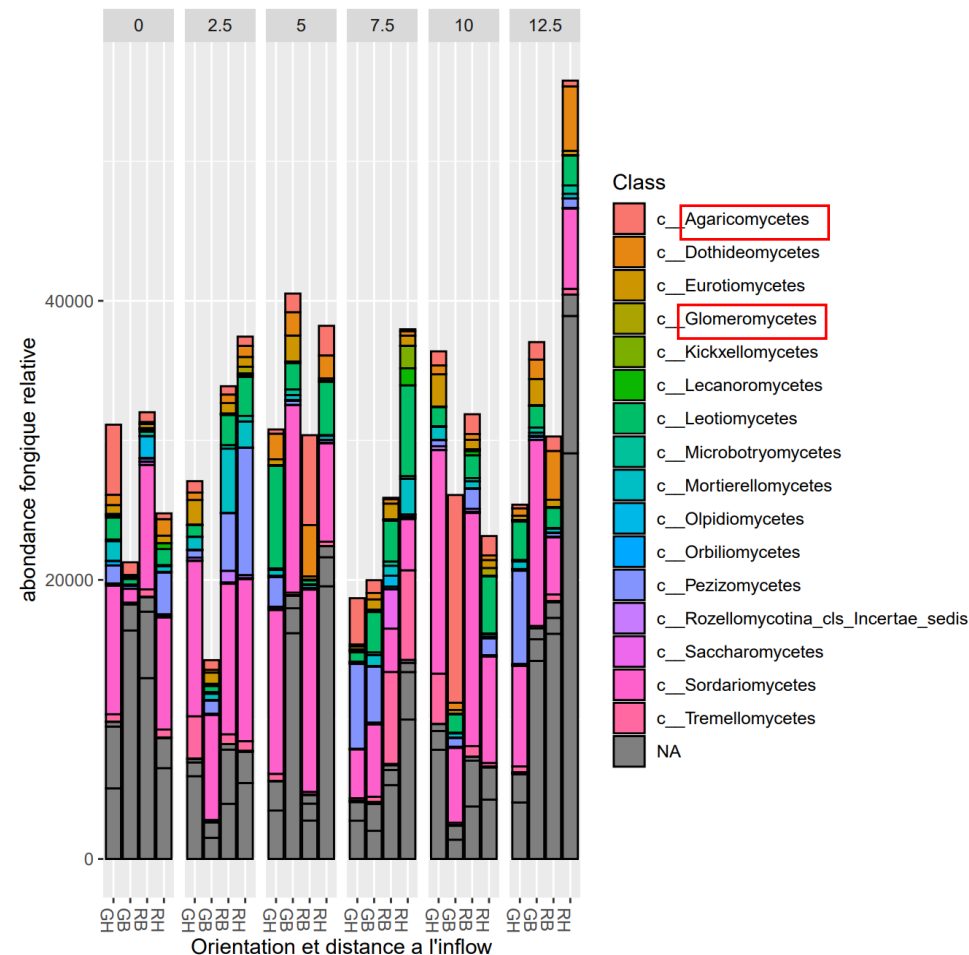
Pisolithus arrhizus



Cheilymenia theleboides



Coniochaeta baysunika



Pas d'effet de position dans la biorétention; Top 20 très similaire en serre

Conclusions chapitre 3

Diversité

La diversité fongique et bactérienne ont augmentés après 2 ans.
Les communautés s'homogénéise dans le temps.
Le NaCl ne semble pas avoir été suffisant pour modifier les communautés en serre contrairement à in-situ.

A suivre

Abondance de nitrificateurs et dénitrificateurs lié aux performances des biorétentions

The background features a gradient from light green on the left to dark blue on the right. It is filled with numerous out-of-focus circular bokeh spots and several translucent, 3D-rendered bubbles of varying sizes, some appearing to float in the foreground.

Merci pour votre
attention

Des questions?

Henry.beral@umontreal.ca