



Dynamique de l'azote au cours de la décomposition du bois de 5 espèces représentatives des forêts de l'Est du Canada

Apolline Benoist, Robert L. Bradley, Daniel Houle, Jean-Philippe Bellenger

Laboratoire de biogéochimie boréale - Université de Sherbrooke

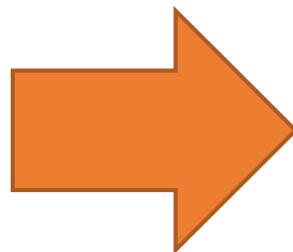
Colloque CEF – Septembre 2022



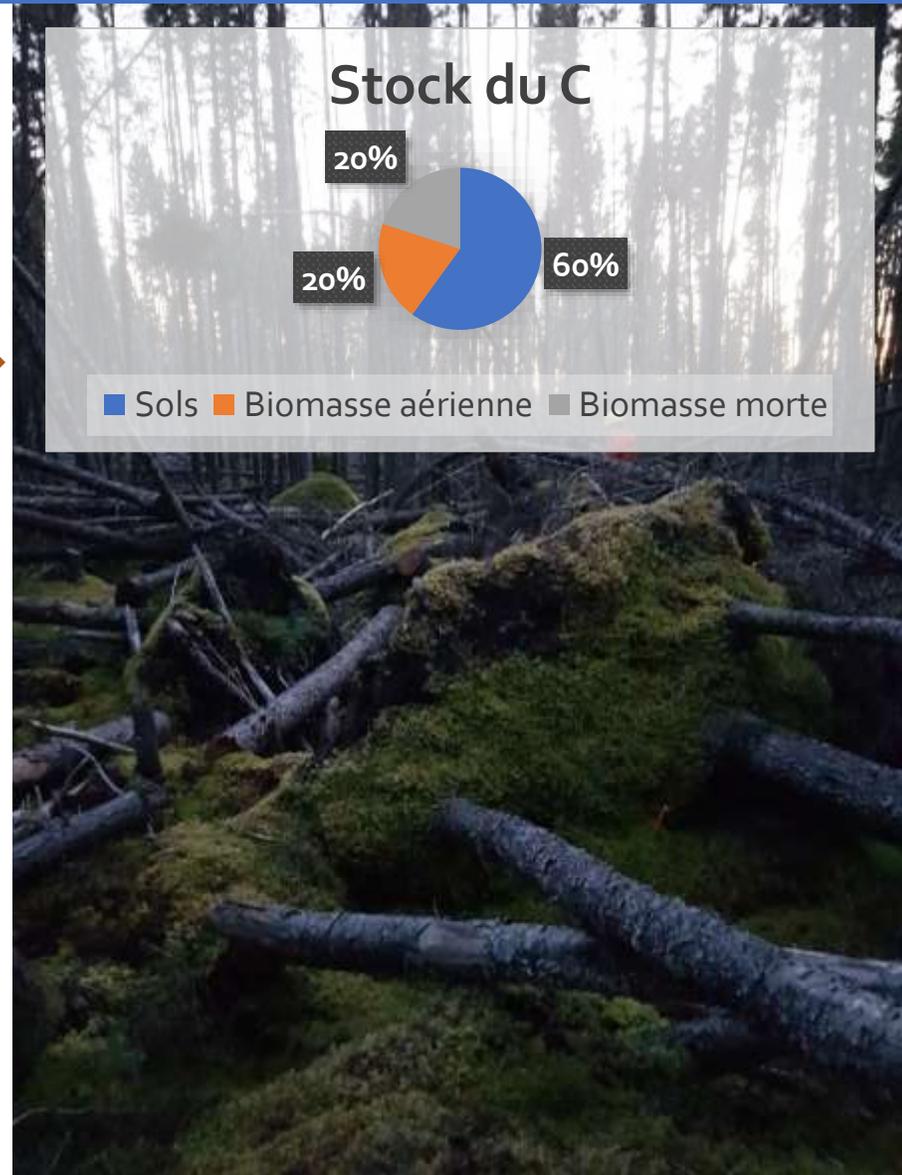
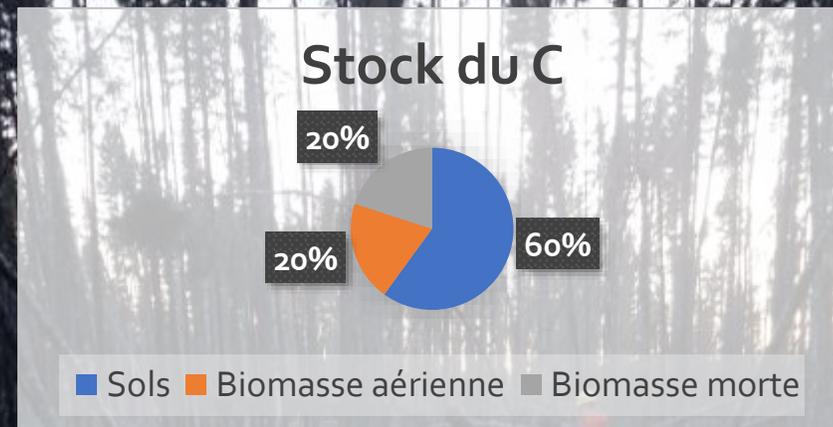
Introduction

- Particularités de la forêt
 - 1) Puits à carbone

0,5 Pg C/an



Respiration
Décomposition de la
matière organique



Tirasse, Réserve Ashuapmushuan, QC

Introduction

- Particularités de la forêt

- 1) Puits à carbone

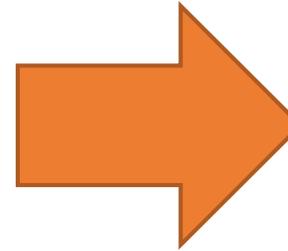
- 2) Limitation par l'azote

- Sols riches en N mais non biodisponible

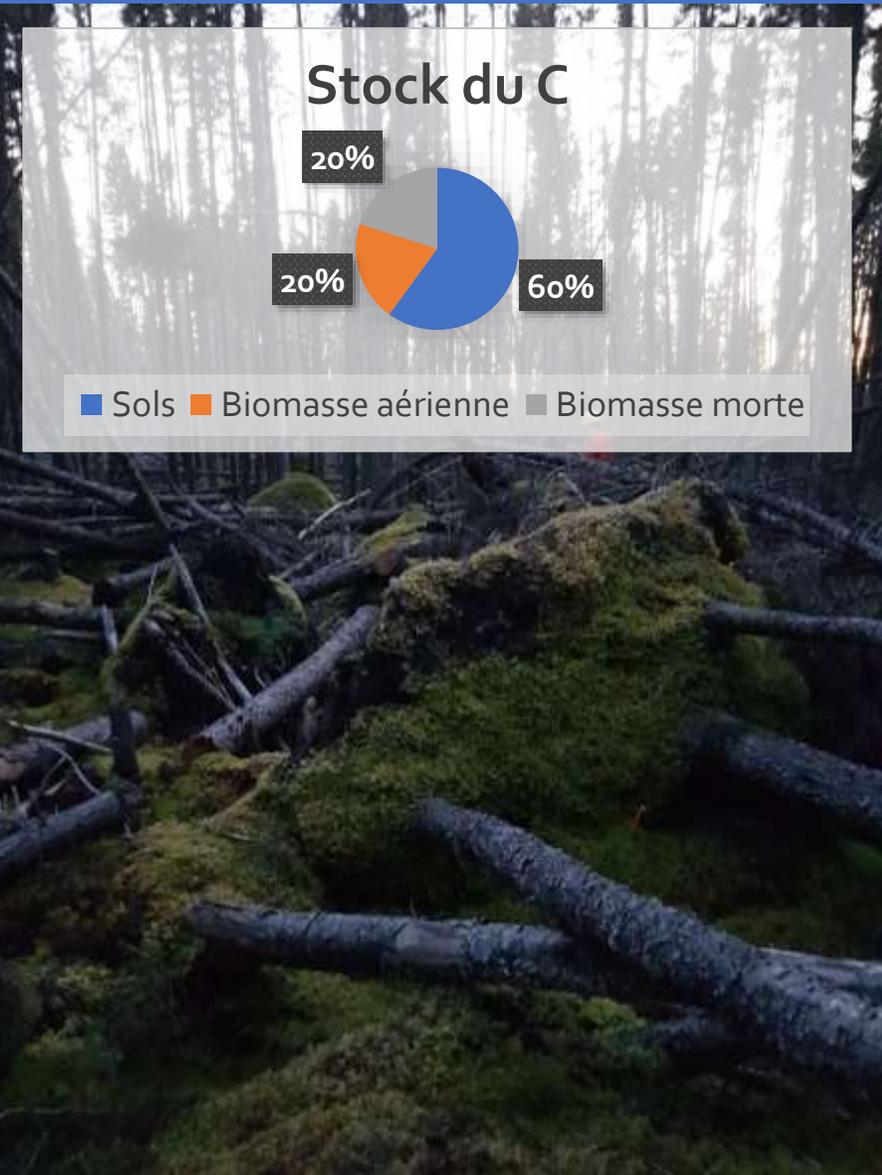
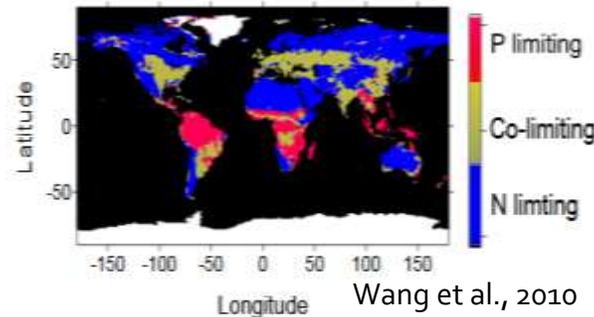
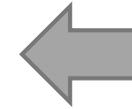
- Entrées d'azote faibles:

- Dépositions azotées:
Pluiolessivats/Dépositions sèches

0,5 Pg C/an



Respiration
Décomposition de la
matière organique



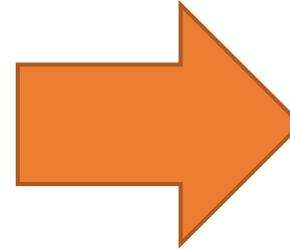
Tirasse, Réserve Ashuapmushuan, QC

Introduction

- Particularités de la forêt

- 1) Puits à carbone

0,5 Pg C/an



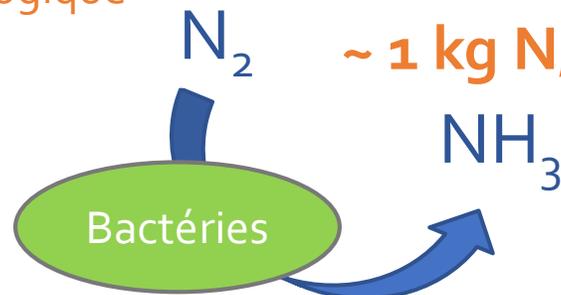
- 2) Limitation par l'azote

- Sols riches en N mais non biodisponible

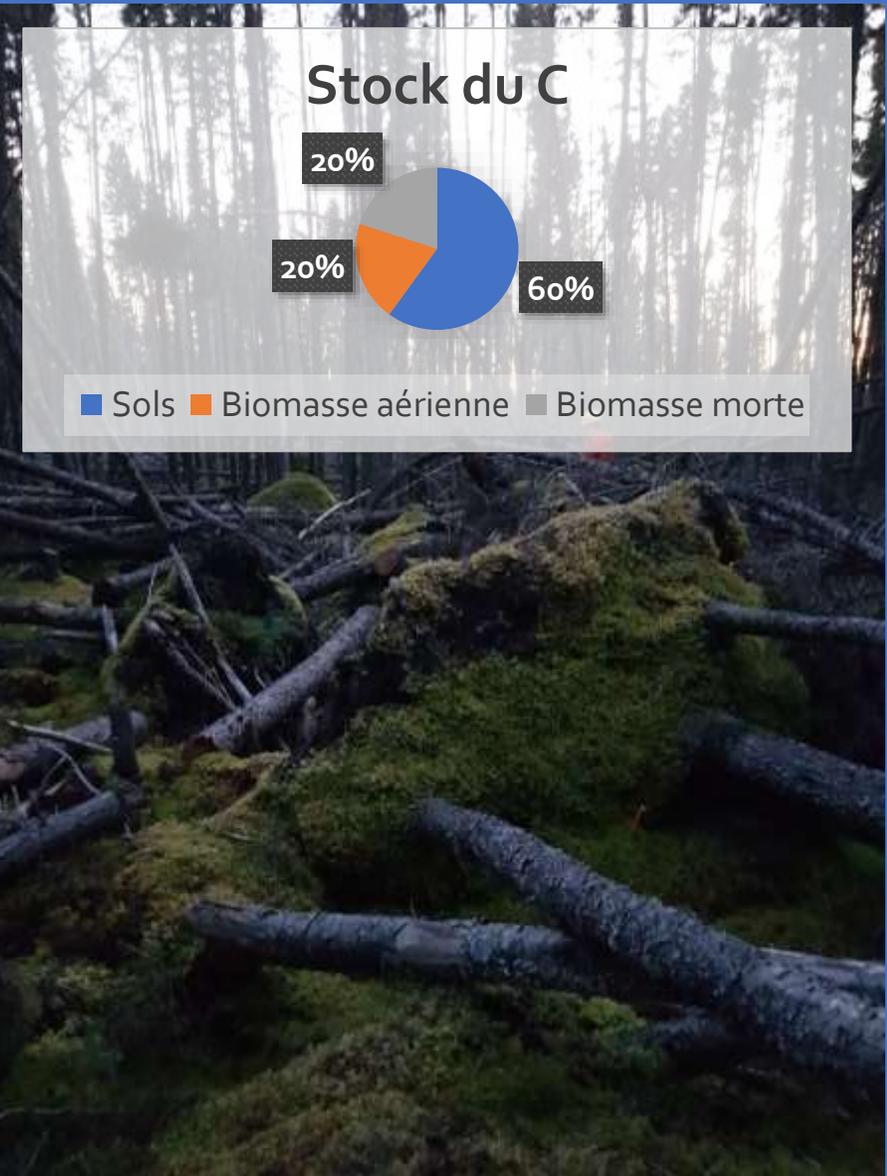
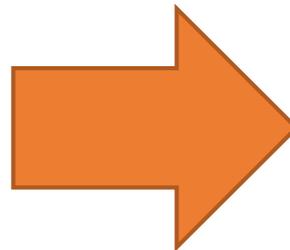
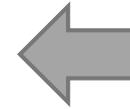
- Entrées d'azote faibles:

- Dépositions azotées:
Pluiolessivats/Dépositions sèches

- Fixation Biologique de l'Azote (FBA)



Respiration
Décomposition de la
matière organique

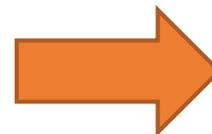


Tirasse, Réserve Ashuapmushuan, QC

Introduction

- Particularités de la forêt
- 3) Importance du bois mort
 - Maintien de la biodiversité & fertilité des sols
- Composant structural impliqué dans le cycle du C et N:
 - Puits à C
 - Matrice pauvre en N
 - Dynamique de l'N fortement corrélée au C

40 Tg C/an

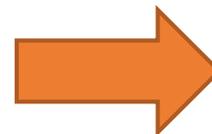


Introduction

- Particularités de la forêt
- 3) Importance du bois mort
 - Maintien de la biodiversité & fertilité des sols
- Composant structural impliqué dans le cycle du C et N:
 - Puits à C
 - Matrice pauvre en N
 - Dynamique de l'N fortement corrélée au C
- Modification de cet équilibre par:
 - Le changement climatique:
 - Augmentation des quantités de bois mort
 - Les facteurs contrôlant sa décomposition:
 - Abiotique
 - Biotique



40 Tg C/an



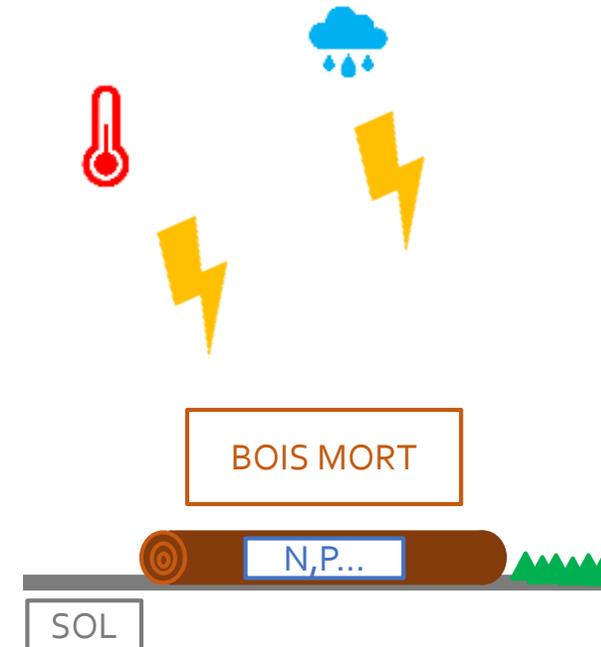
Merganiov et al., 2012; Ranius et al., 2014; Finzi et al., 2007

05/10/2022

Tirasse, Réserve Ashuapmushuan, QC

Introduction

- Facteurs contrôlant la décomposition:
 - **Abiotique:**
 - Taille du tronc
 - Niveau de décomposition
 - Climat
 - Propriétés du sol
 - Disponibilité en nutriments **dont le N**



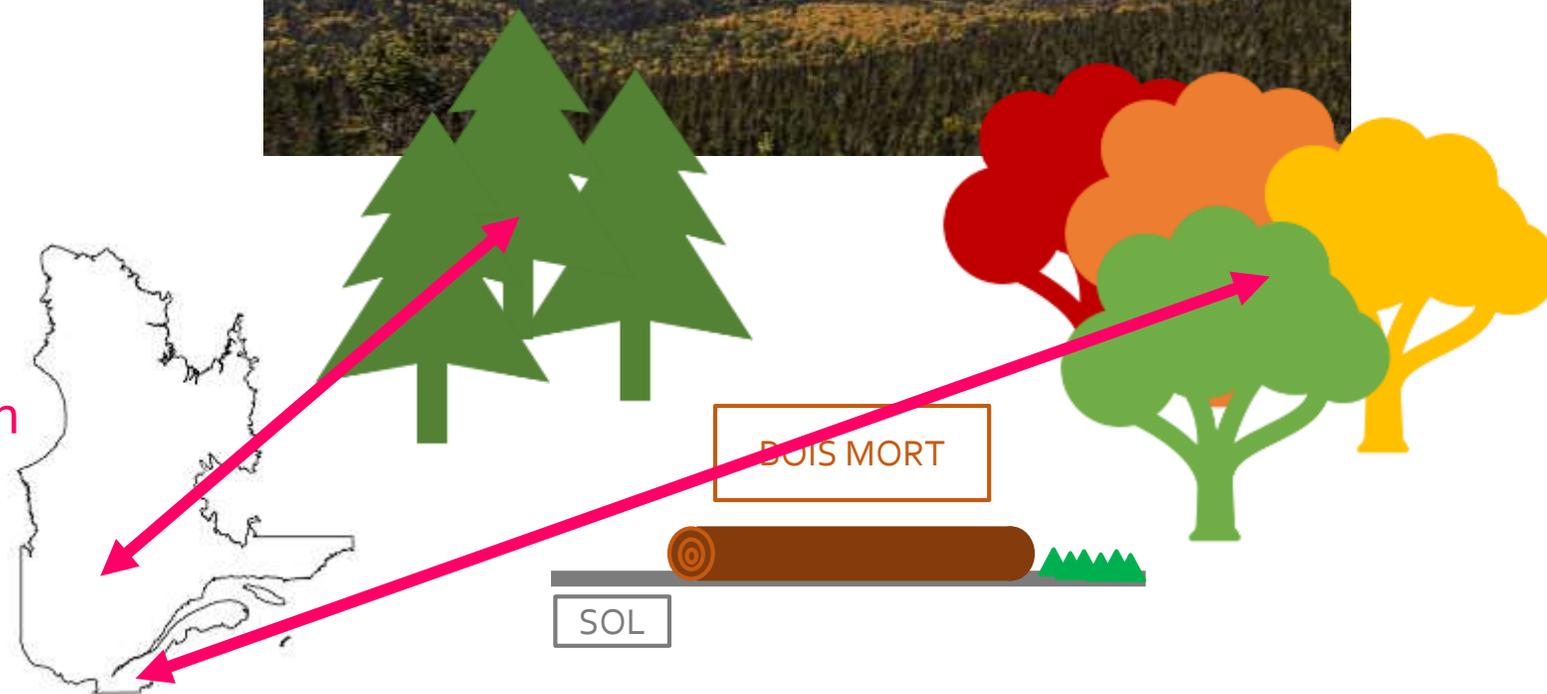
Introduction

- Facteurs contrôlant la décomposition:
 - ✓ Abiotique
 - Biotique:
 - Espèce de l'arbre*

Espèces angio/gymnospermes

=

Abondance relative différente selon site



Weedon et al., 2009; Oberle et al., 2019; Rinne-Garmston et al., 2019; Oberle et al., 2019; Gomez-Brandon et al., 2020

Introduction

- Facteurs contrôlant la décomposition:

- ✓ **Abiotique:**

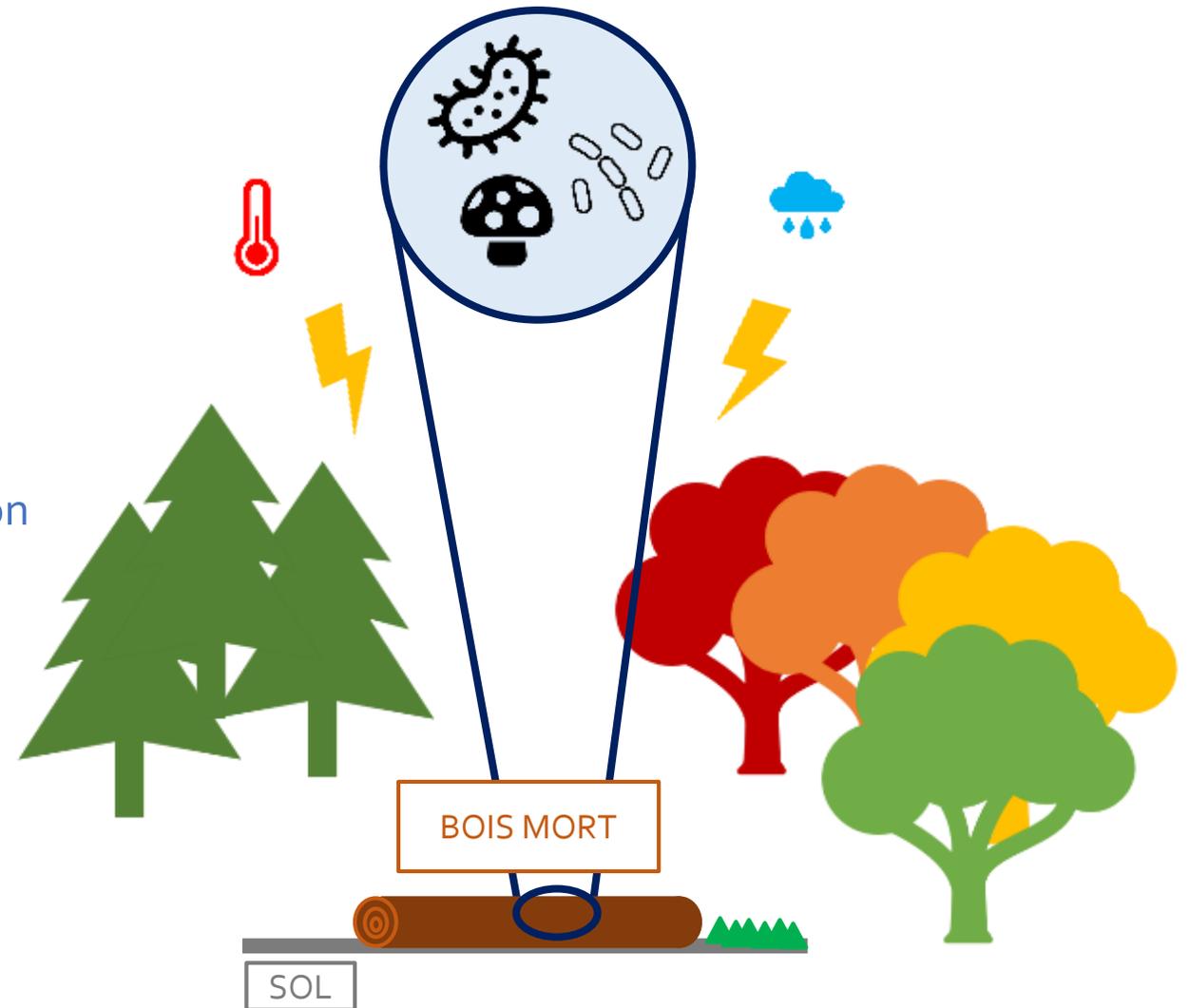
- ✓ **Biotique:**

- ✓ **Espèce de l'arbre***

- Respiration => flux de C issus de la décomposition fongique et bactérienne

- Facteurs affectant l'activité microbienne

- C, N, lignine, pH



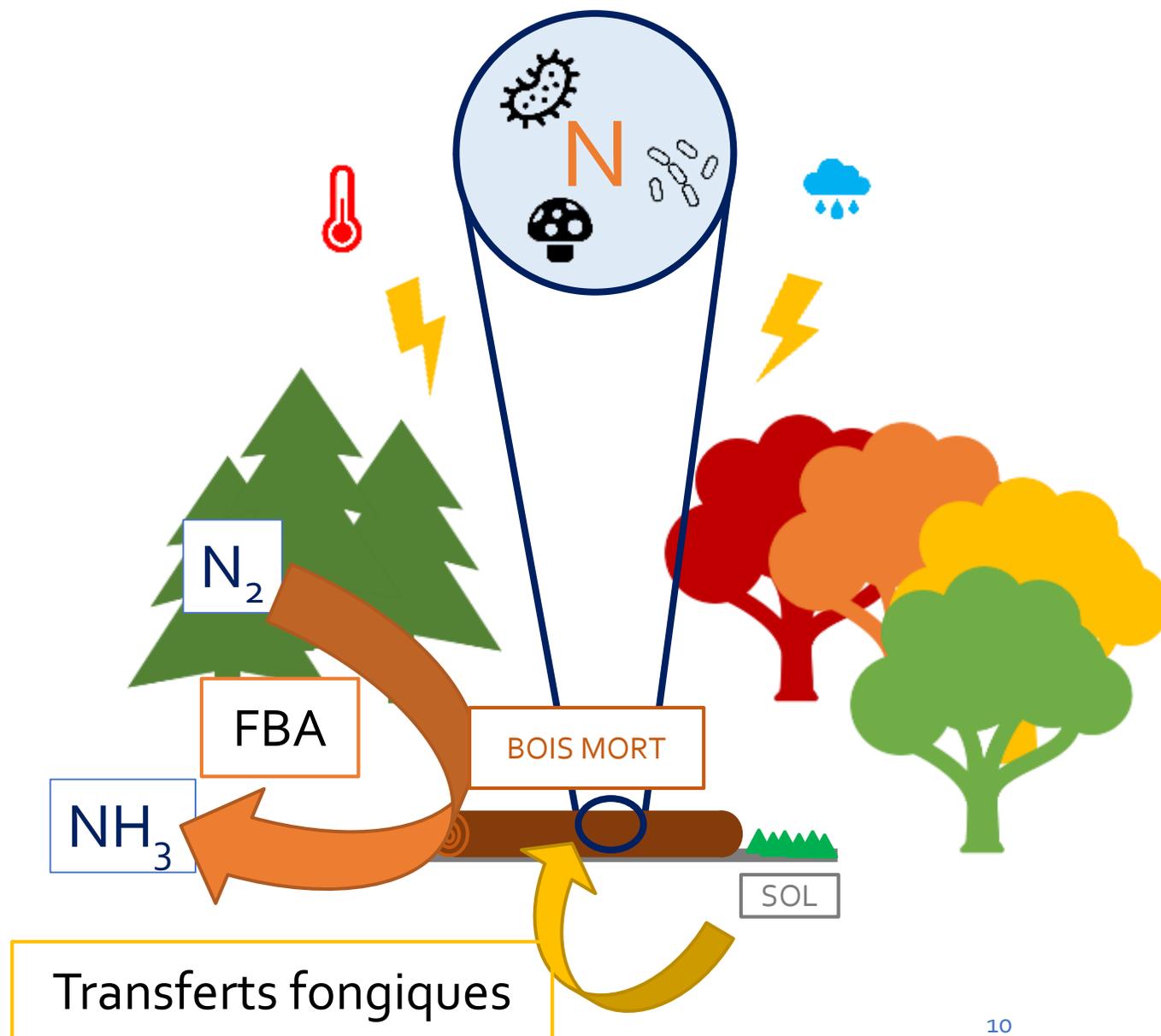
Introduction

- Impact de ces facteurs sur l'N:

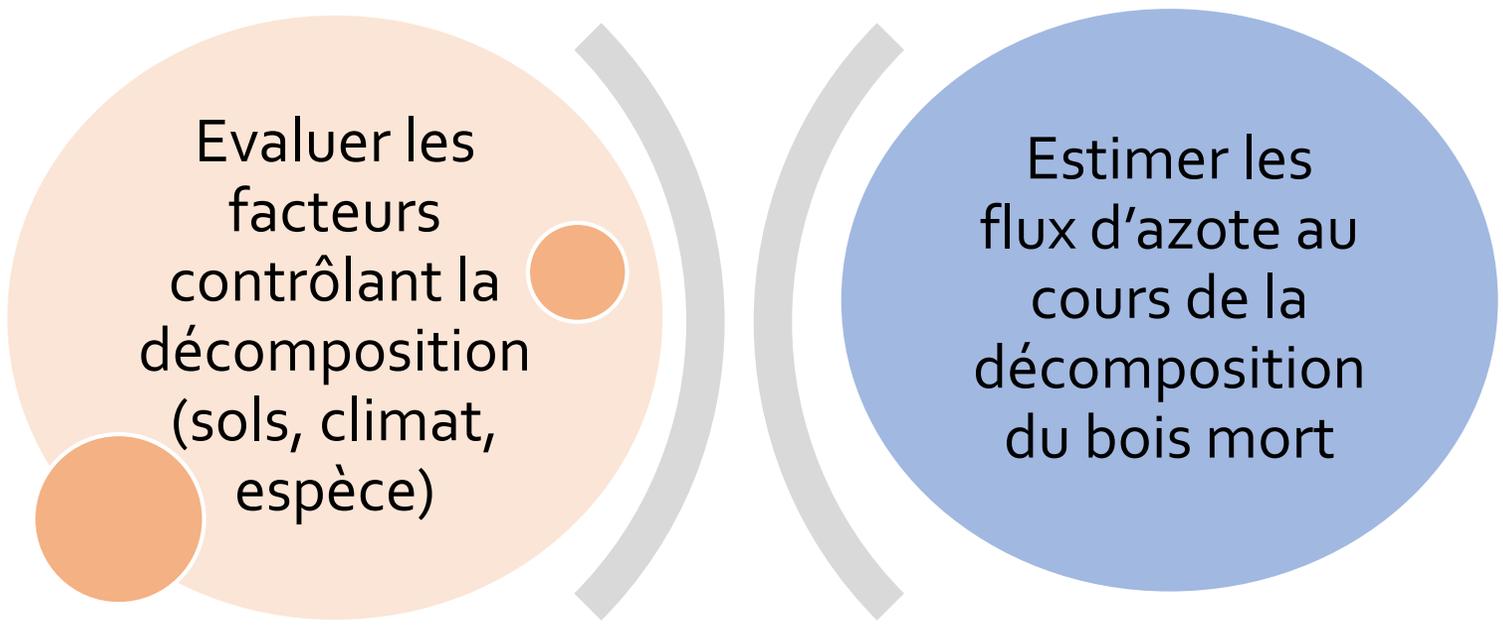
✓ Abiotique

✓ Biotique

Dynamique de l'N
encore méconnue



Objectifs de l'étude



Evaluer les
facteurs
contrôlant la
décomposition
(sols, climat,
espèce)

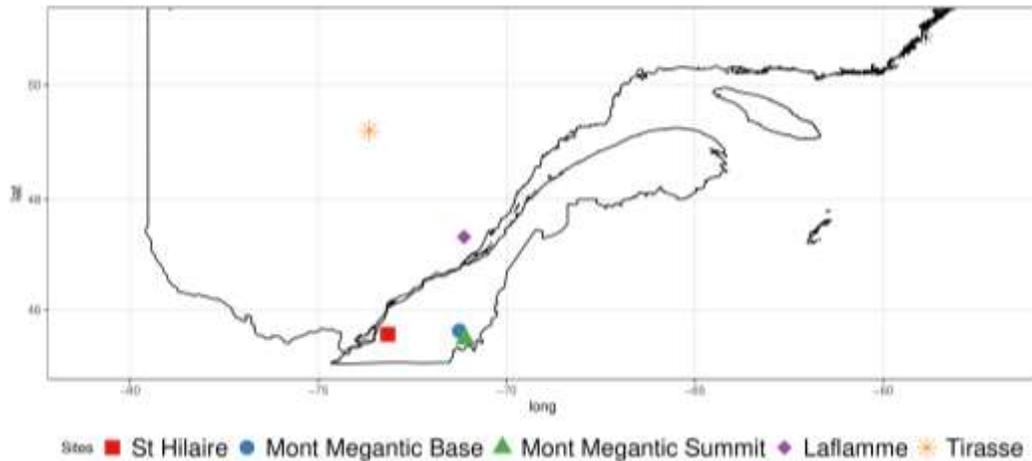
1)

Estimer les
flux d'azote au
cours de la
décomposition
du bois mort

2)

Méthodologie

1) Choix de sites représentatifs de l'Est du Canada:



Site protégé par McGill: **St Hilaire**: Erablière avec feuillus tolérants à l'ombre

Sites protégés par la Sépaq

- **Mont-Mégantic Base**: Erablière à bouleaux jaunes
- **Mont Mégantic Sommet**: Sapinière à sapins baumiers

Sites suivis par le MFFP depuis > 20 ans

- **Laflamme**: Sapinière à sapins baumiers
- **Tirasse**: Pessièrre à mousses

2) Choix de cinq essences représentatives de l'Est du Canada:



Picea mariana
(Mill.) B.S.P.



Abies balsamea (L.)
Mill.



Betula papyrifera
(Marsh)



Acer saccharum
(Marsh)



Fagus grandifolia
Ehrh

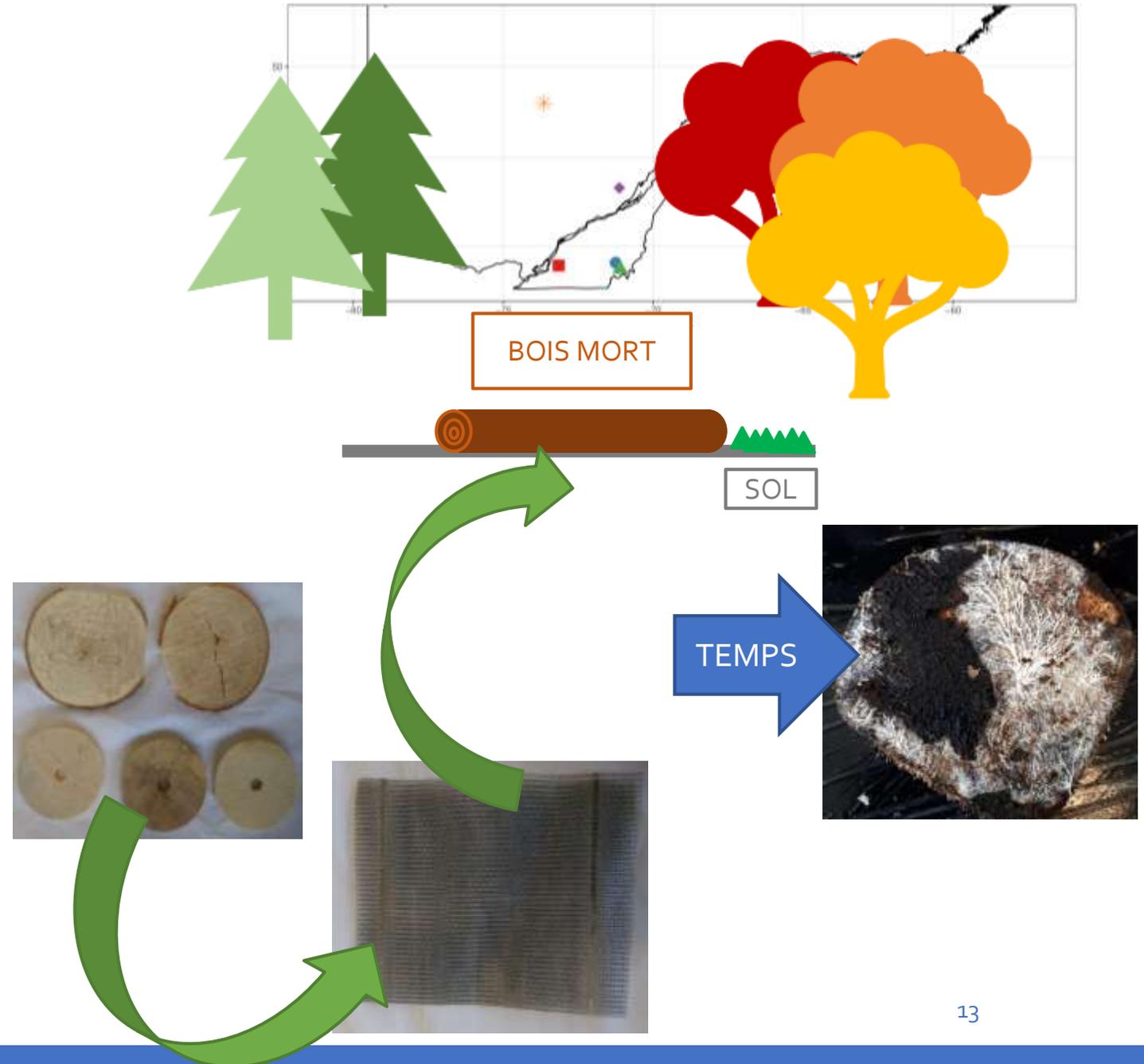
Méthodologie

3) Préparation des lamelles de bois

➤ **Suivi de la décomposition en temps réel pendant 3 ans**

- 5 répliques
- 5 espèces
- 5 sites
- 9 time point (Mai – Juillet – Septembre de 2018 a 2020)
- + témoins

= ~ **1300 lamelles**



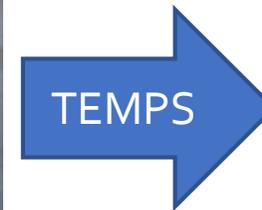
Méthodologie

4) Suivi de la perte de biomasse:

i) Pesée a To

ii) Identification par un numéro unique

iii) Pesée a Tx

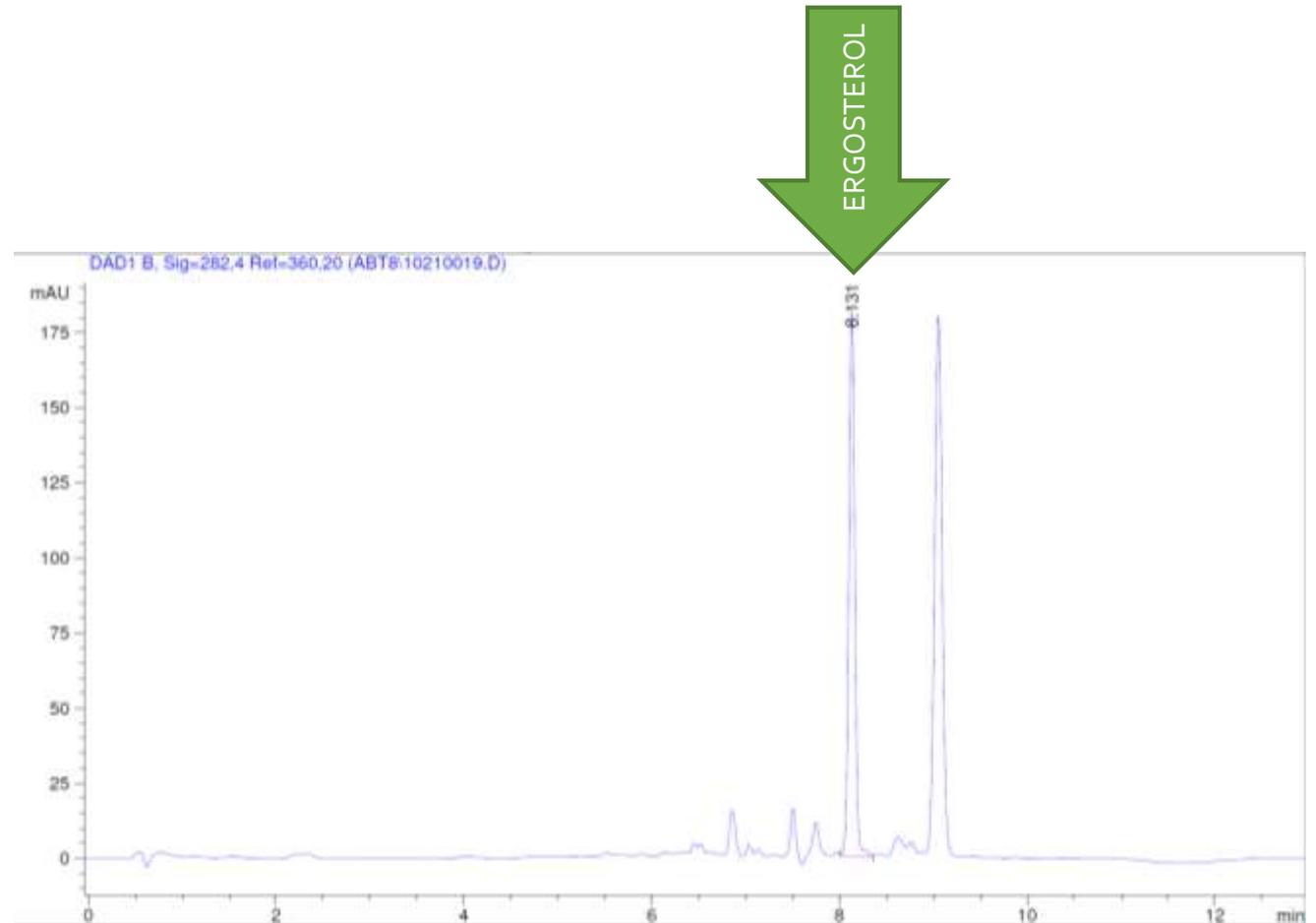


Méthodologie

5) Mesure de la biomasse fongique vivante (ergostérol):

i) Extraction liquide via une saponification avec 10% KOH / MeOH puis purification à l'hexane et évaporation à sec sous flux d' N_2 (Baath 2001)

ii) Quantification par HPLC-UV a 282 nm



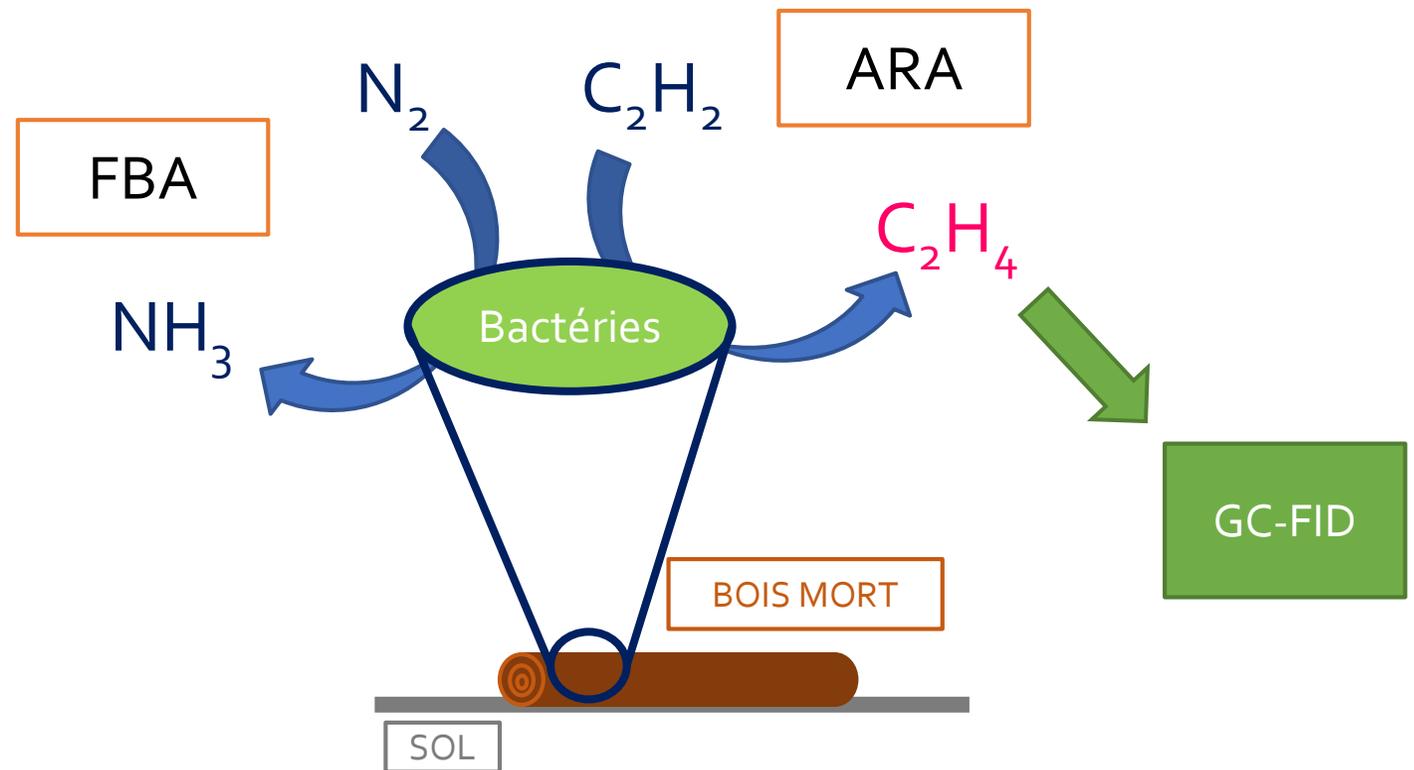
Méthodologie

6) Mesure de l'activité des bactéries fixatrices de l'azote atmosphérique:

i) Incubation avec 20 % d'acétylène pendant 48h

ii) Quantification de l'éthylène produit par GC-FID

Méthode de la réduction de l'acétylène (ARA) (Hardy et al., 1968)



Méthodologie

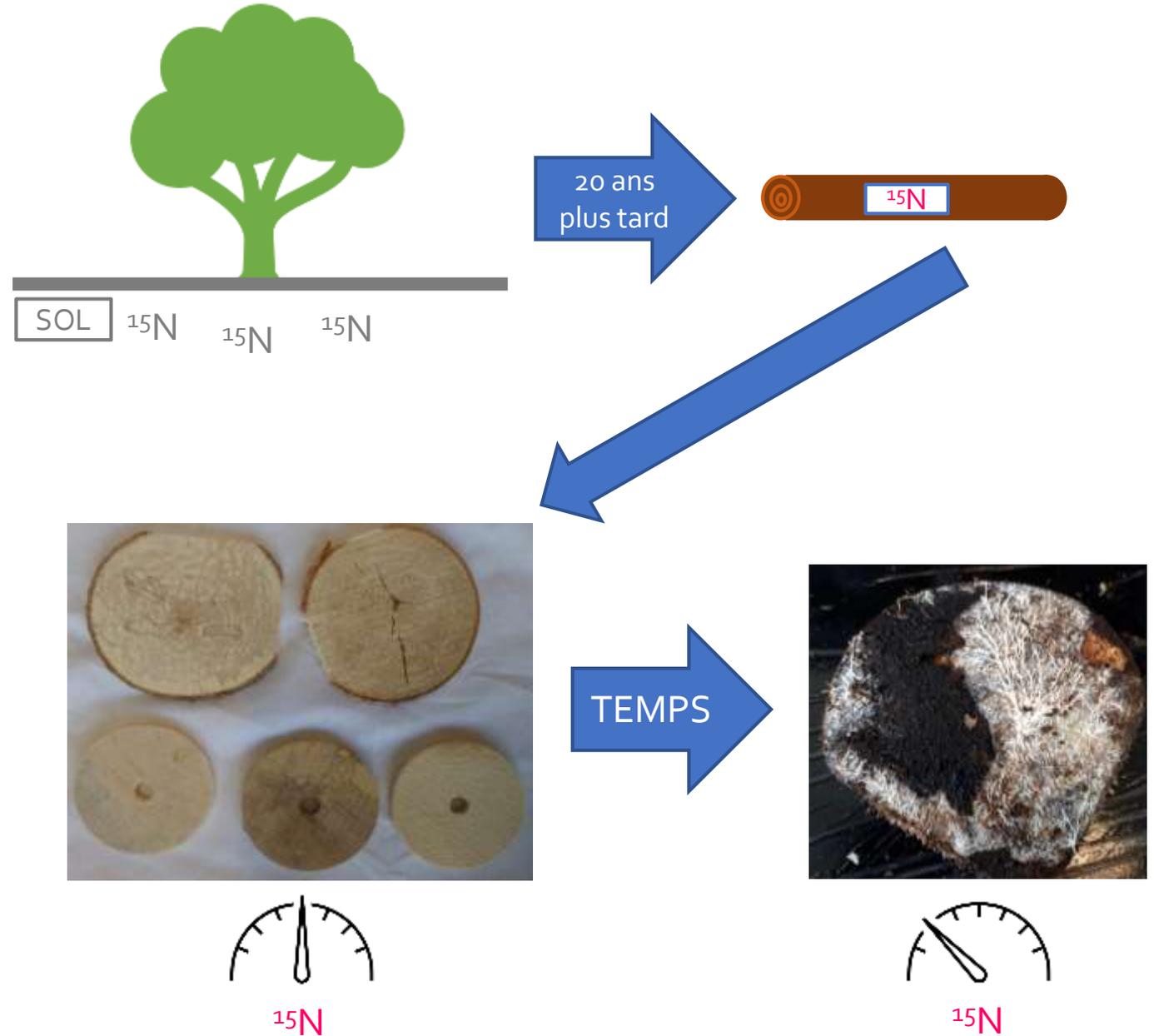
7) Suivi du signal d'¹⁵N:

i) Enrichi en ¹⁵N à To

ii) Mesure du N et ¹⁵N par EA-IRMS (Stable Isotope Facility, University of California, USA)

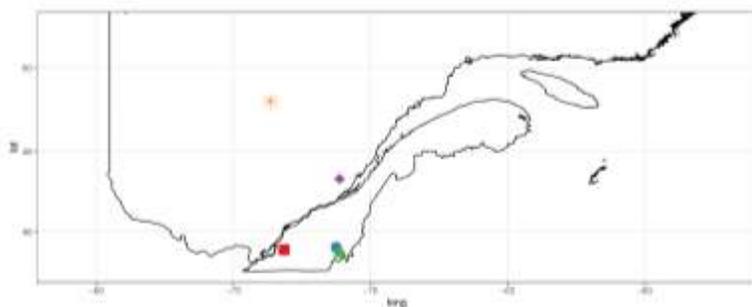
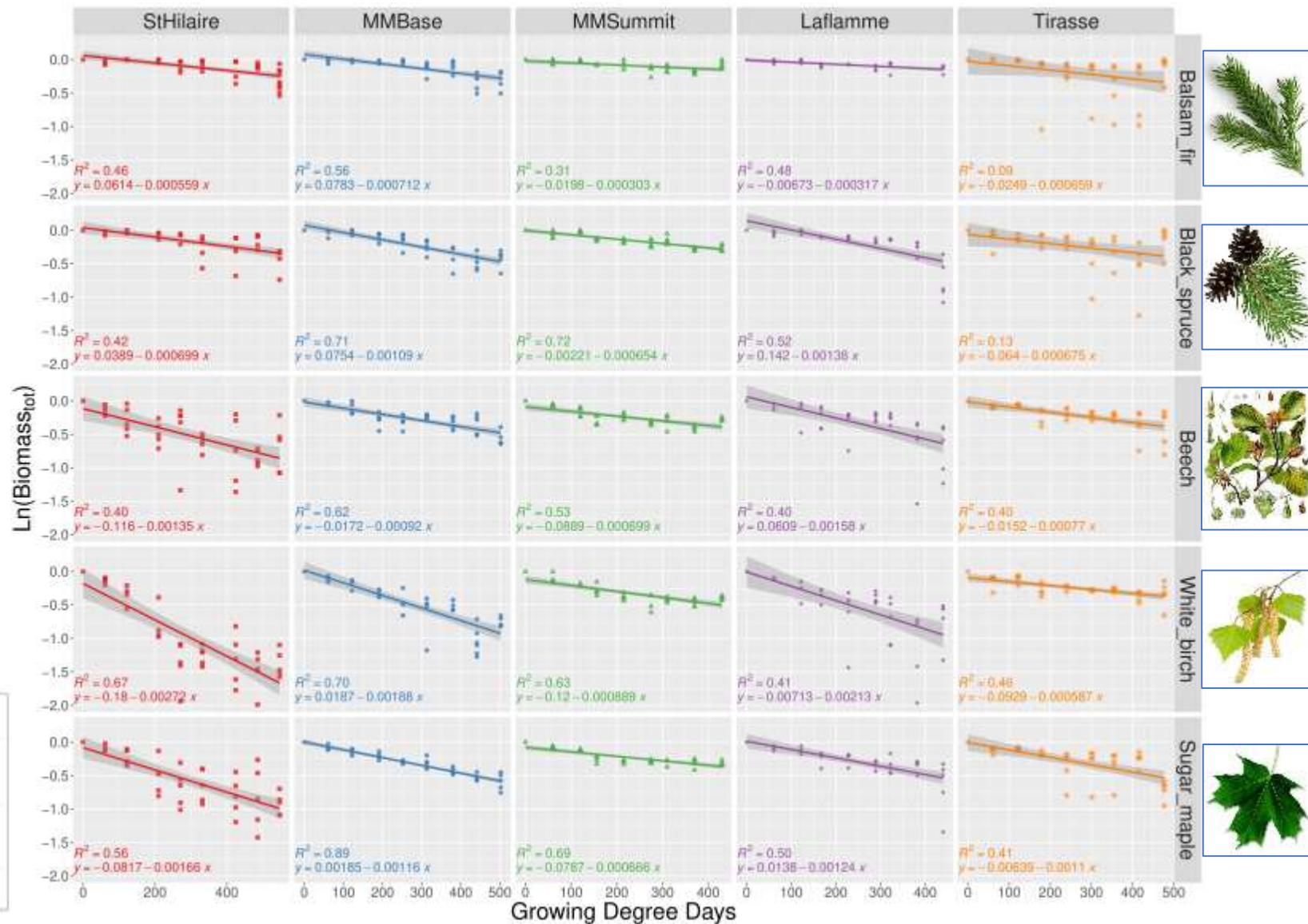
iii) Utilisation de la variation du signal de ¹⁵N pour calculer les flux:

$$R = \frac{{}^{15}\text{N}}{{}^{14}\text{N}}$$



Résultats (1): Taux de décomposition

- Perte de masse = $\sim \exp(-kt)$

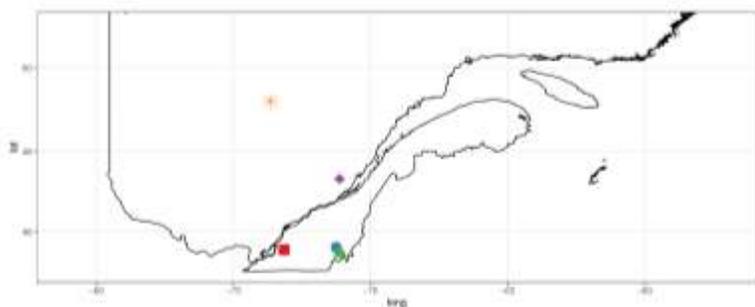


■ St Hilaire ● Mont Megantic Base ▲ Mont Megantic Summit ● Laflamme ● Tirasse

Figure 1: Perte de biomasse et vitesse de décomposition selon l'essence d'arbre et le site

Résultats (1): Taux de décomposition

- Perte de masse = $\sim \exp(-kt)$
- Vitesse de décomposition:
 - Effet significatif de l'essence d'arbre (P -value < 0.001)
 - Plus faible pour le sapin baumier
 - Plus rapide pour le bouleau blanc



■ St Hilaire
 ● Mont Megantic Base
 ▲ Mont Megantic Summit
 ◆ Laflamme
 ○ Tirasse

05/10/2022

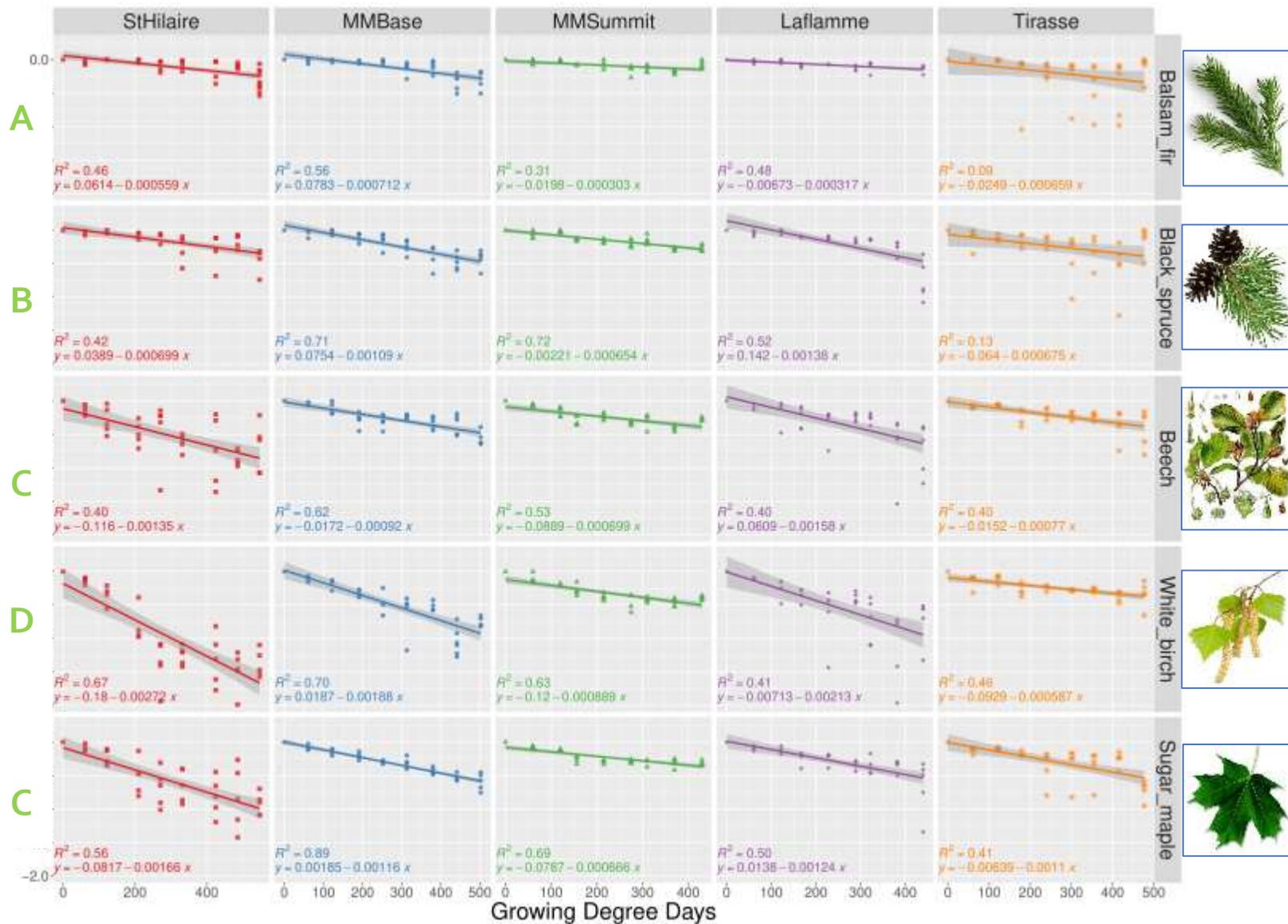
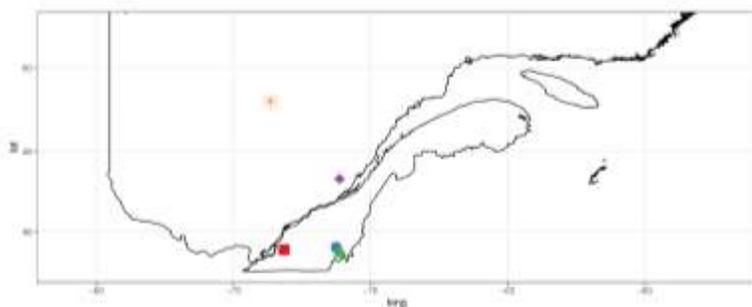


Figure 1: Perte de biomasse et vitesse de décomposition selon l'essence d'arbre et le site

Résultats (1): Taux de décomposition

- Perte de masse = $\sim \exp(-kt)$
- Vitesse de décomposition:
 - Effet significatif de l'essence d'arbre (P -value < 0.001)
 - Effet significatif du site (P -value < 0.001)



■ St Hilaire ● Mont Megantic Base ▲ Mont Megantic Summit ● Laflamme ● Tirasse

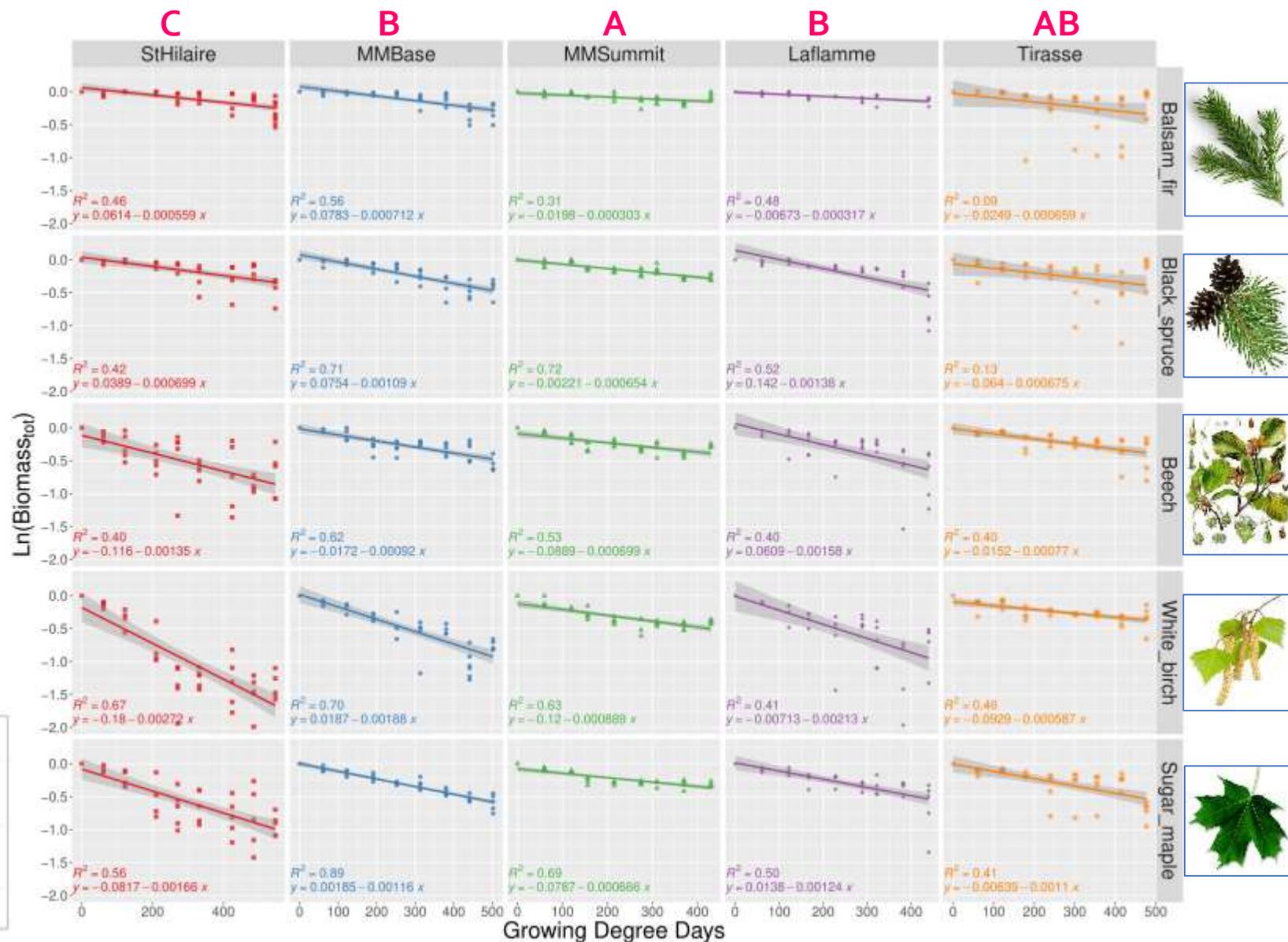


Figure 1: Perte de biomasse et vitesse de décomposition selon l'essence d'arbre et le site

Résultats (2): Facteurs qui affectent la décomposition

Decay rates

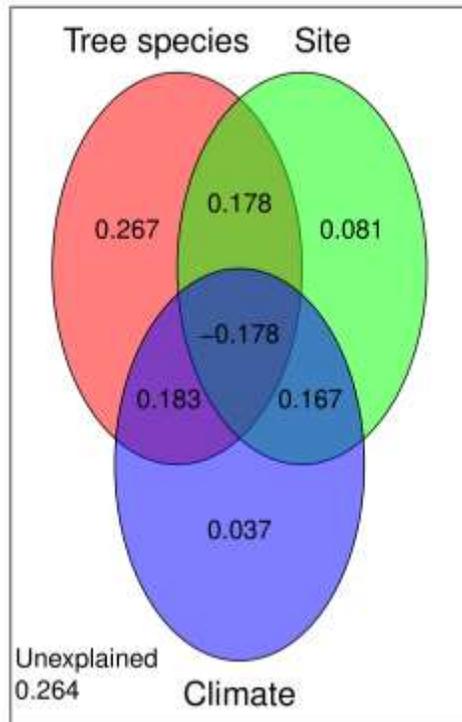


Figure 2: Diagrammes de Venn des modèles linéaires sur les taux de décomposition

Résultats (2): Facteurs qui affectent la décomposition

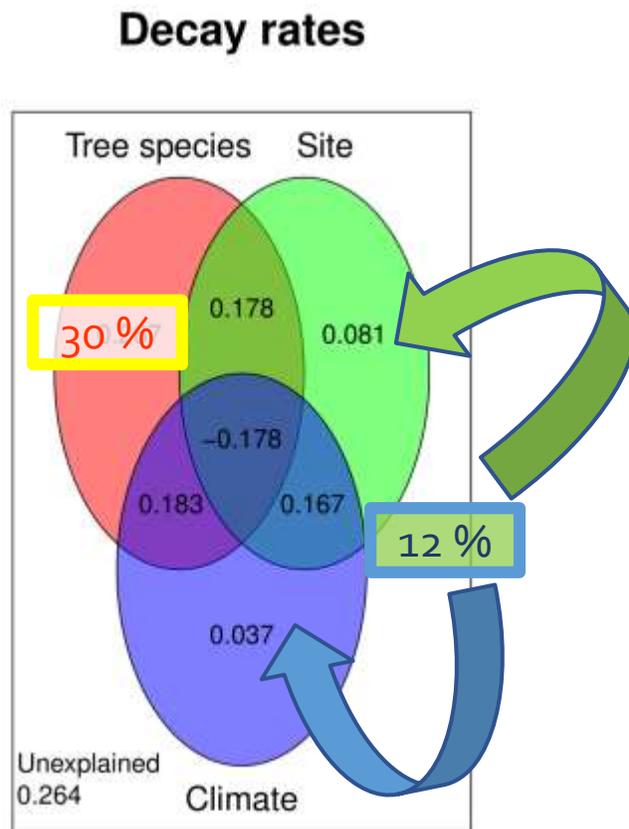


Figure 2: Diagrammes de Venn des modèles linéaires sur les taux de décomposition

Résultats (2): Facteurs qui affectent la décomposition, les taux de colonisation fongique et l'azote total

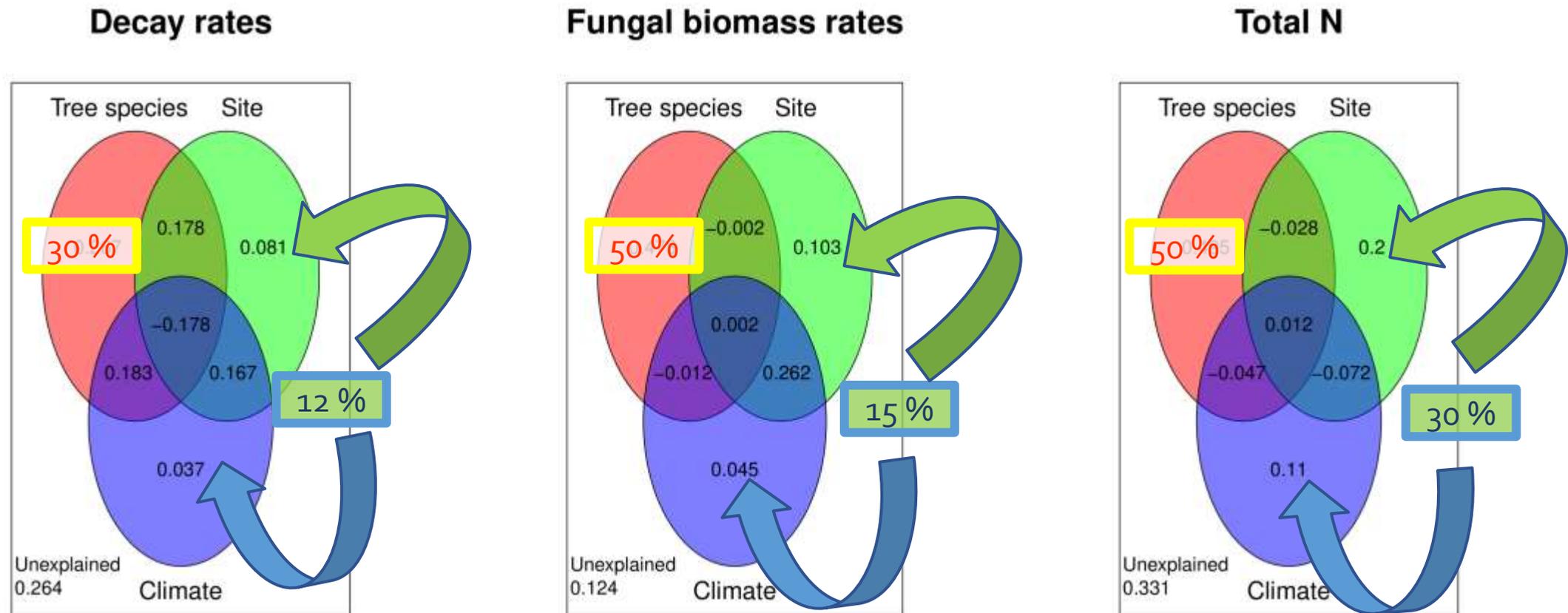


Figure 2: Diagrammes de Venn des modèles linéaires sur les taux de décomposition, les taux de colonisation fongique et l'azote total

Résultats (3): Les flux d'N

- Une certaine proportion du N exogène est gagné puis perdu rapidement.
- L'accumulation de N cache des flux significatifs.
- Flux ne sont sûrement pas affectés par la même saisonnalité
 - Dépositions atmosphériques / FBA (Benoist et al., 2021)
 - Lessivage (Lasota et al., 2018; Minnich et al., 2020).

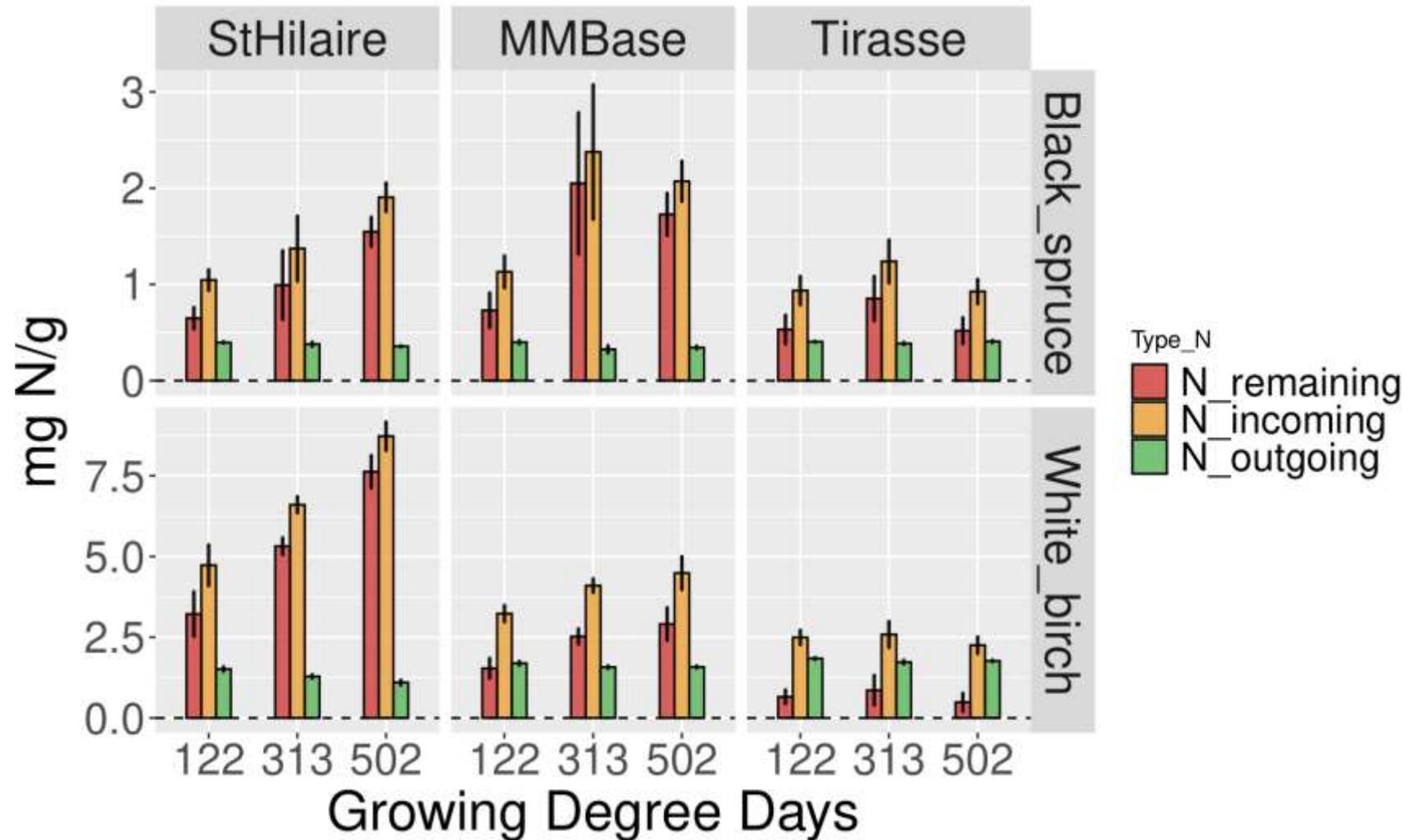


Figure 3: Flux d'azote au cours de la décomposition selon le site et l'essence d'arbre

Résultats (4): Contribution de la FBA et du N fongique aux entrées d'N

- FBA = < 2% de l'N entrant

- Transferts fongiques = jusqu'à 30 %

➤ FBA =

1. Aide à diminuer les contraintes à la décomposition fongique (Tlaskal et al., 2021).
2. Entrée non négligeable de N dans les sols une fois le bois décomposé (surtout en forêt boréale) (Benoist et al., 2021).

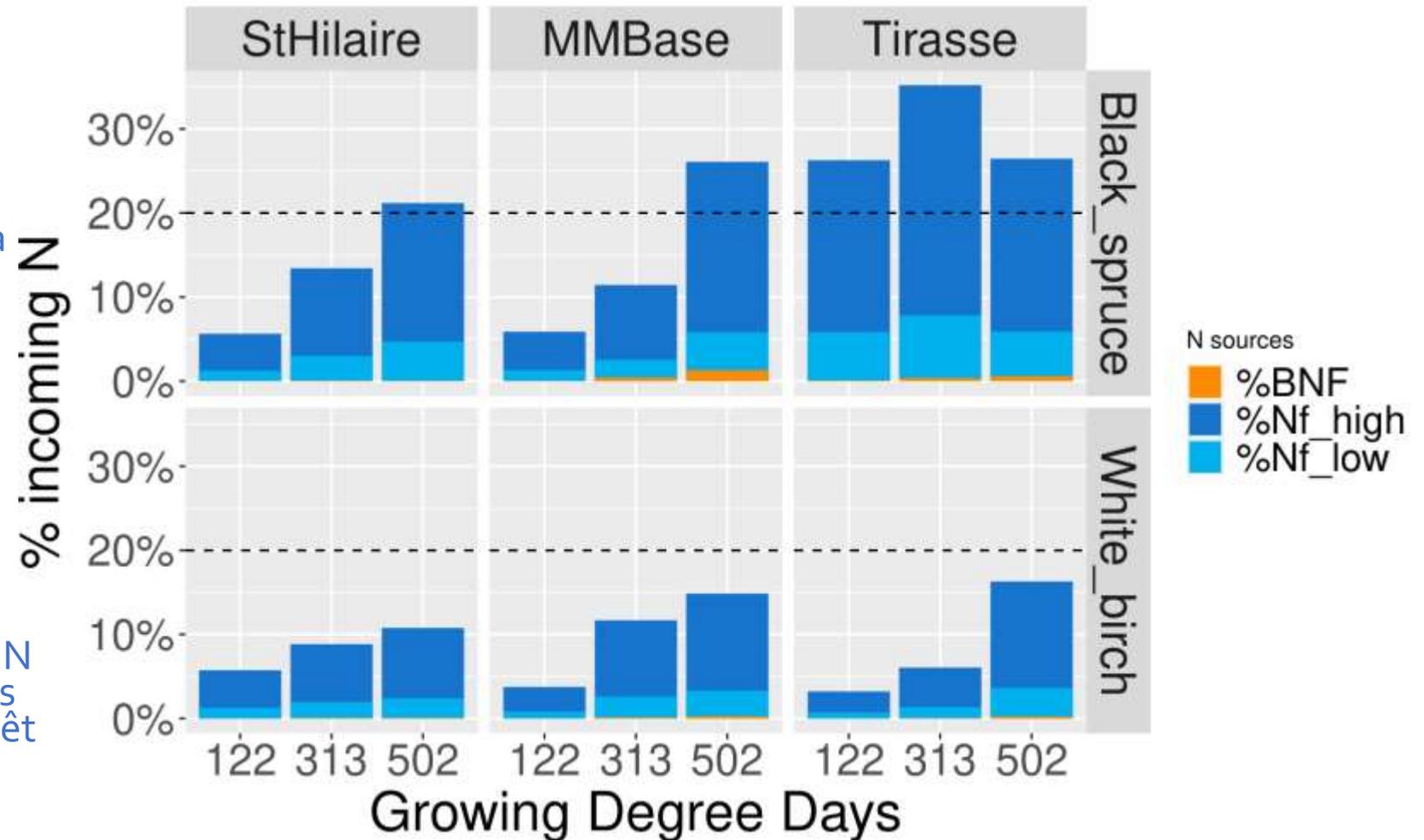
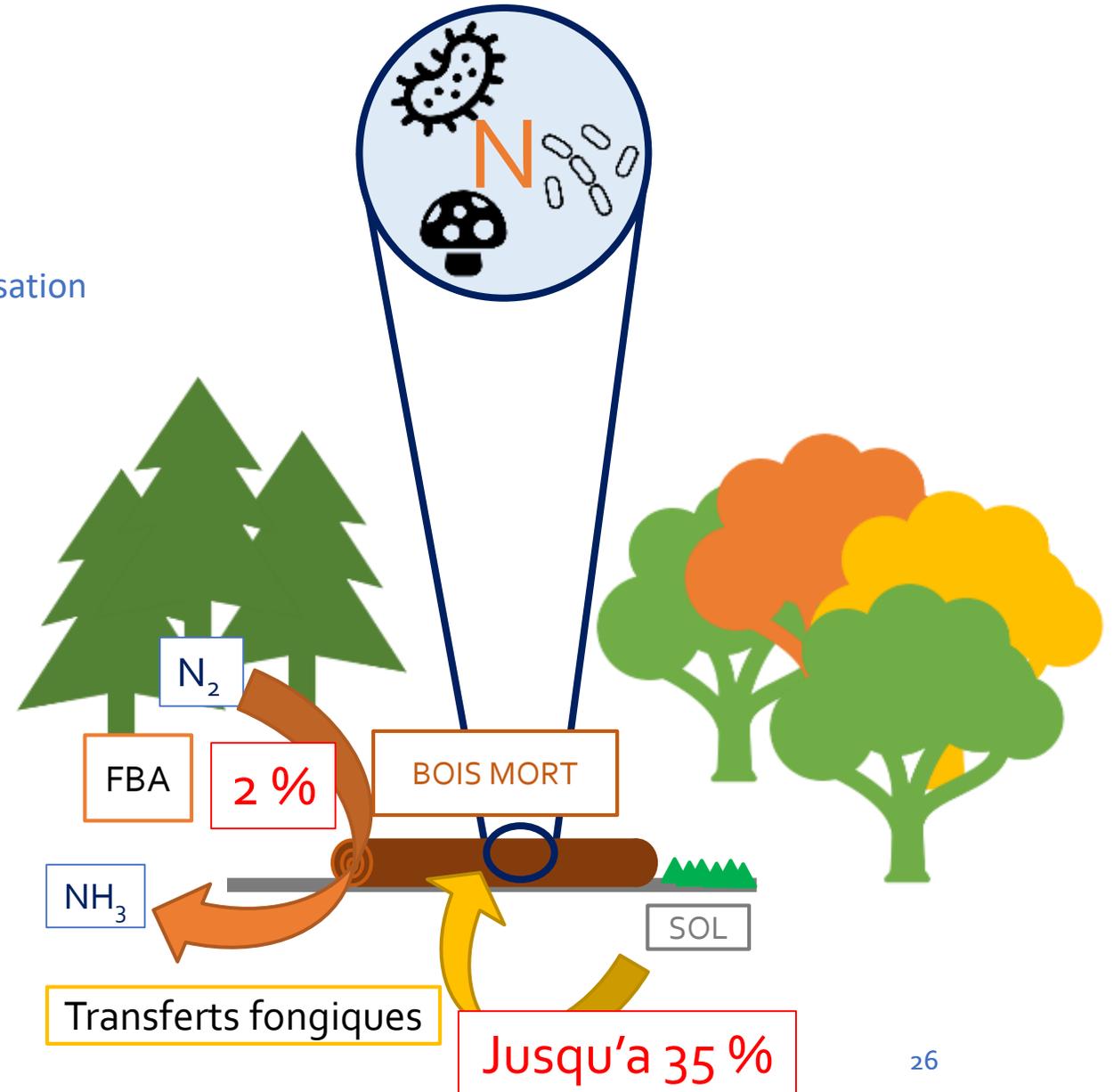


Figure 4: Proportion de l'azote selon les différentes sources: bactérienne (FBA) et fongique

Conclusion

- La décomposition du bois dans les forêts de l'Est du Canada:
 1. L'espèce d'arbre (30 %)
 2. Le climat (< 12 %)
 - Hiérarchie des facteurs identiques pour les taux de colonisation fongique et N total
- Les flux d'N:
 - Incorporation dans le bois puis relâché durant la décomposition
 - Majorité du N exogène = 
- Bois mort:
 - ✓ Faible source de nouvel N (FBA)
 - ✓ Hôte de transferts significatifs depuis les sols (champignons)
 - Synergie probable entre champignons et bactéries fixatrices de l'N atmosphérique
 - ➔ Impact sur le stock de C





**Boreal Biogeochemistry
Bellenger Lab**

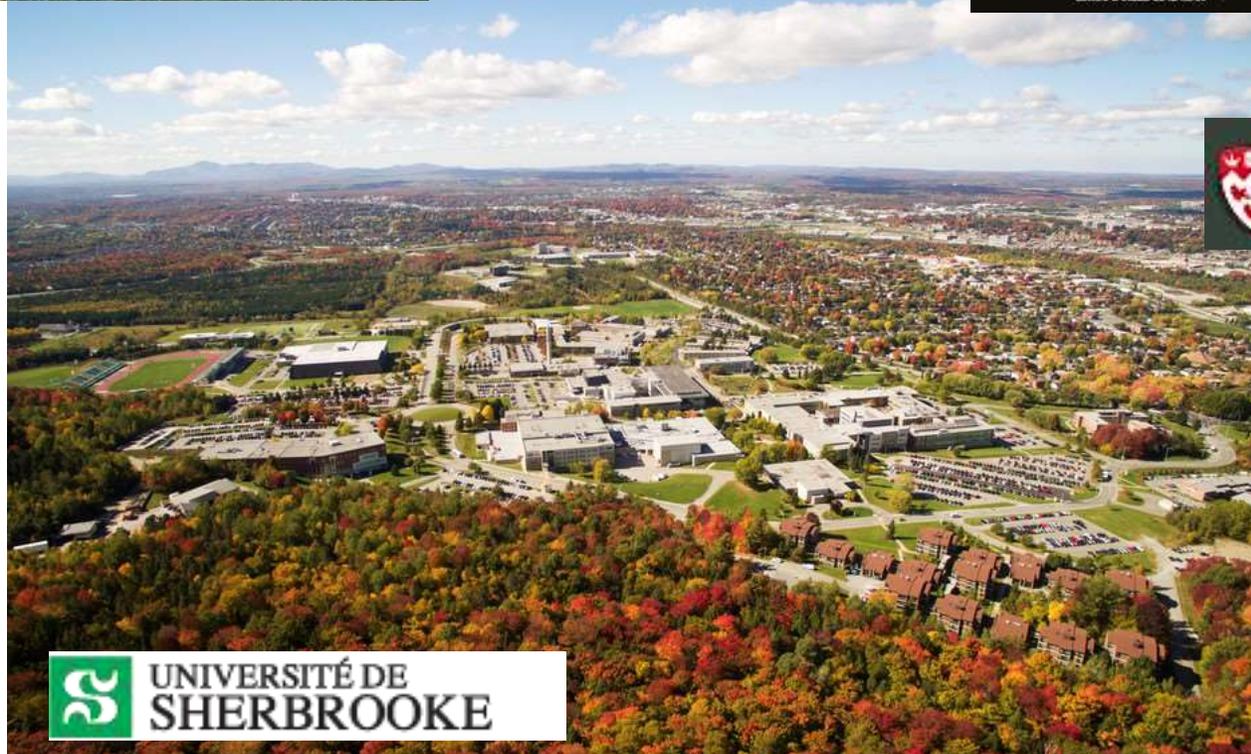
Merçi



Ayan Ibrahim
Stagiaire ETE19



05/10/2022



Forêts, Faune
et Parcs

