



CONSERVATION ET RESTORATION DES SOLS
ORGANIQUES CULTIVÉS

Amendement des sols organiques-impact sur la fertilité et les stocks de carbone

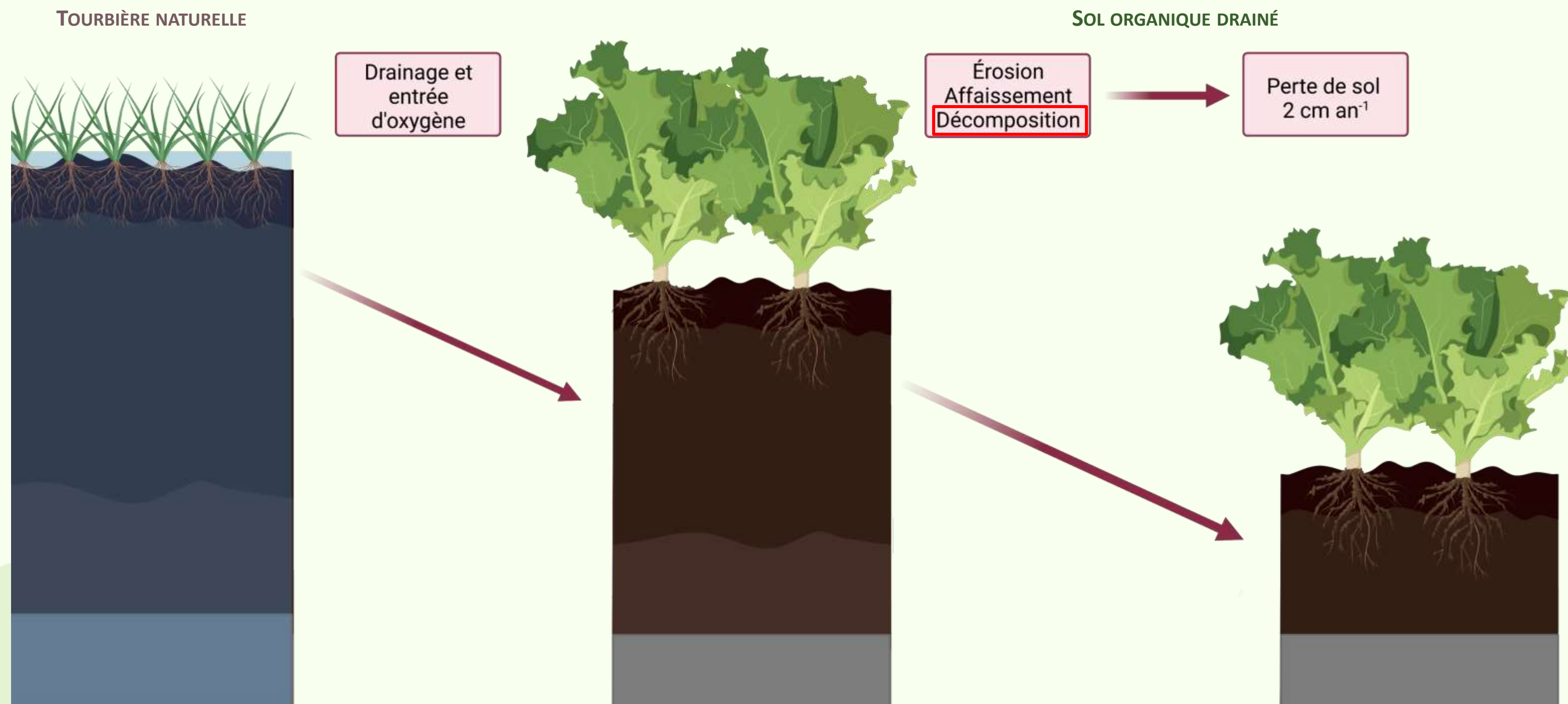
Jacynthe Dessureault-Rompré, professeure ULaval.
Les Journées Horticoles Décembre 2022

Déroulement de la présentation

- *Impact du processus de dégradation des sols organiques cultivés sur leur contenu en carbone, azote et phosphore*
- *Pourquoi amender un sol organique?*
- *Quel amendement choisir?*
- *Impact de l'amendement sur la fertilité et les stock de carbone:*
 - *En conditions contrôlées*
 - *En conditions réelles au champs*
- *Perspectives*

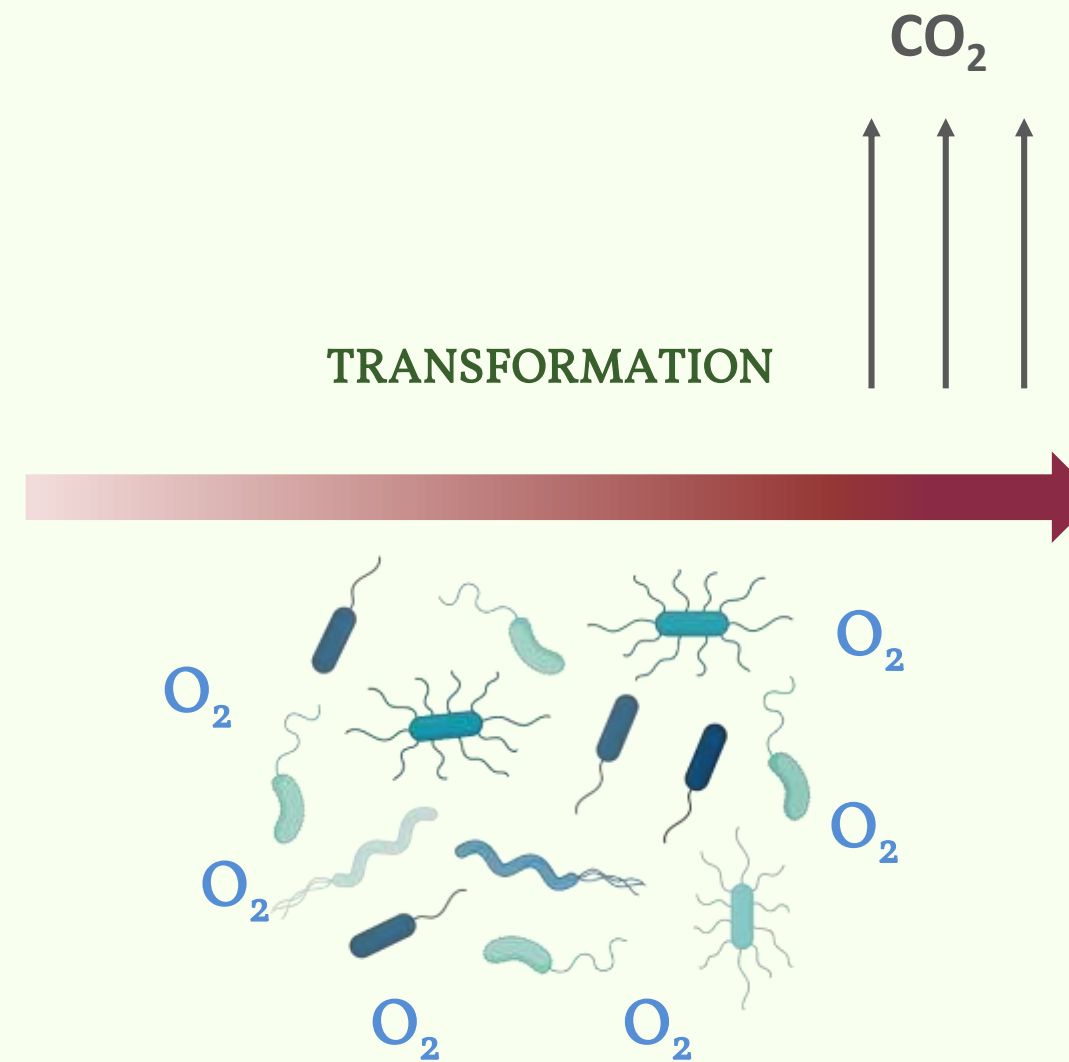


Impact du PROCESSUS DE DÉGRADATION des sols organiques cultivés sur leur contenu en carbone, azote et phosphore

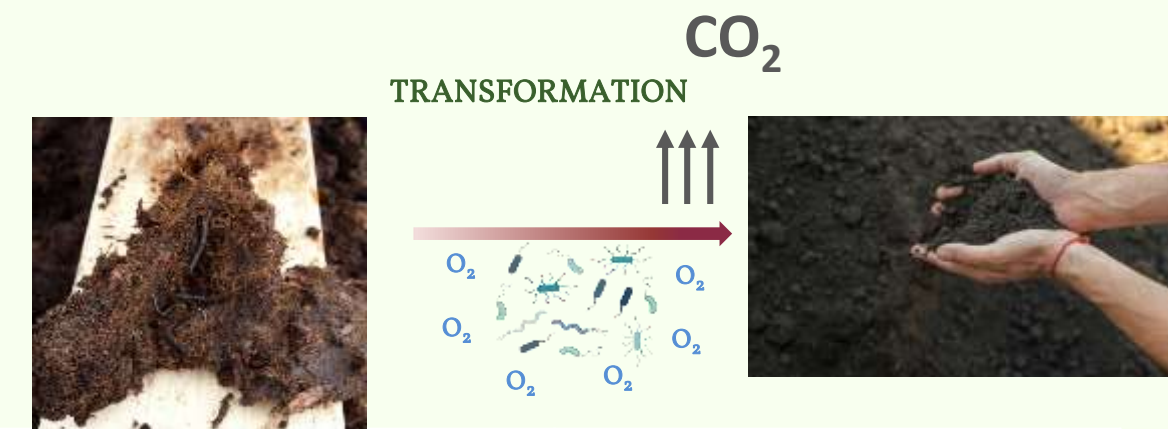
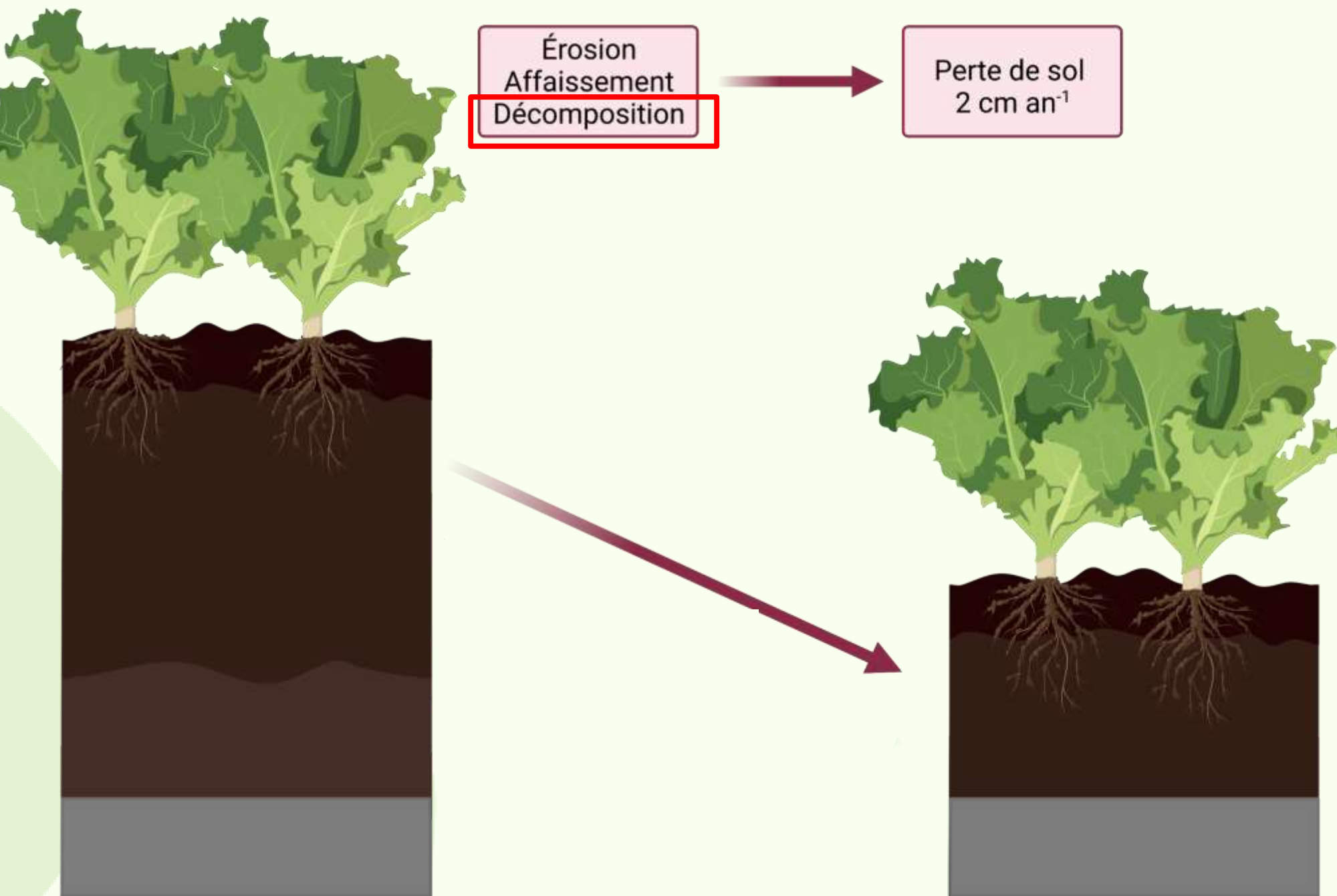


Impact du PROCESSUS DE DÉGRADATION des sols organiques cultivés sur leur contenu en carbone, azote et phosphore

Décomposition, minéralisation, oxydation...

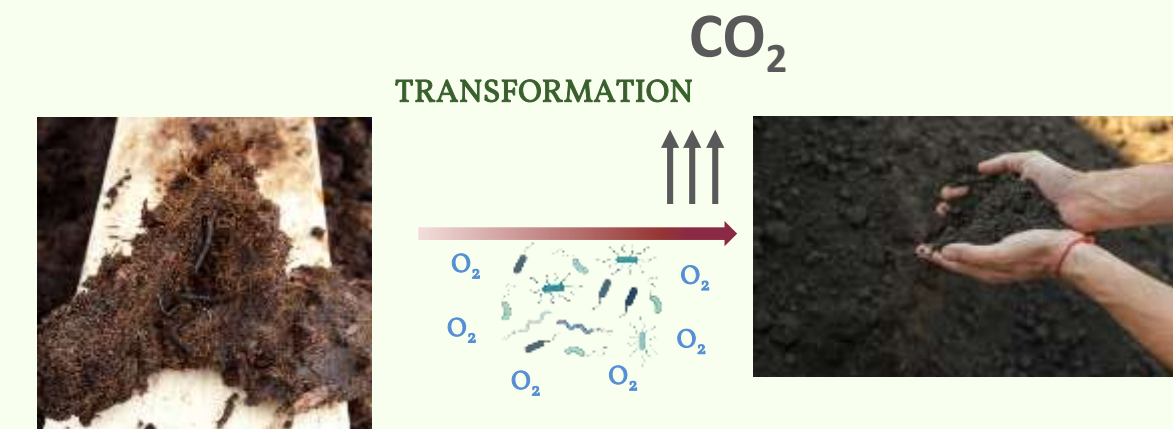
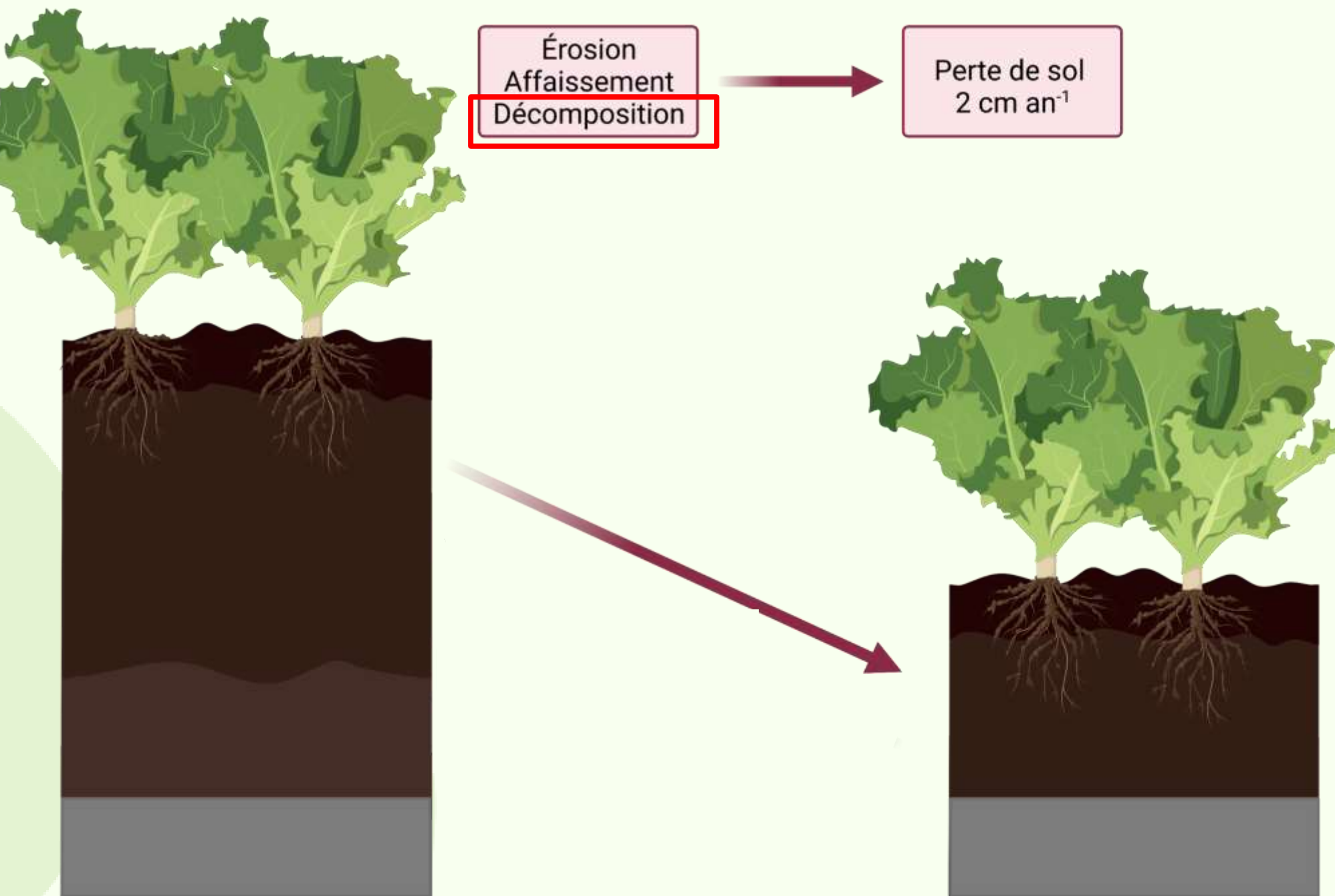


Impact du processus de dégradation des sols organiques cultivés sur leur contenu en CARBONE, azote et phosphore



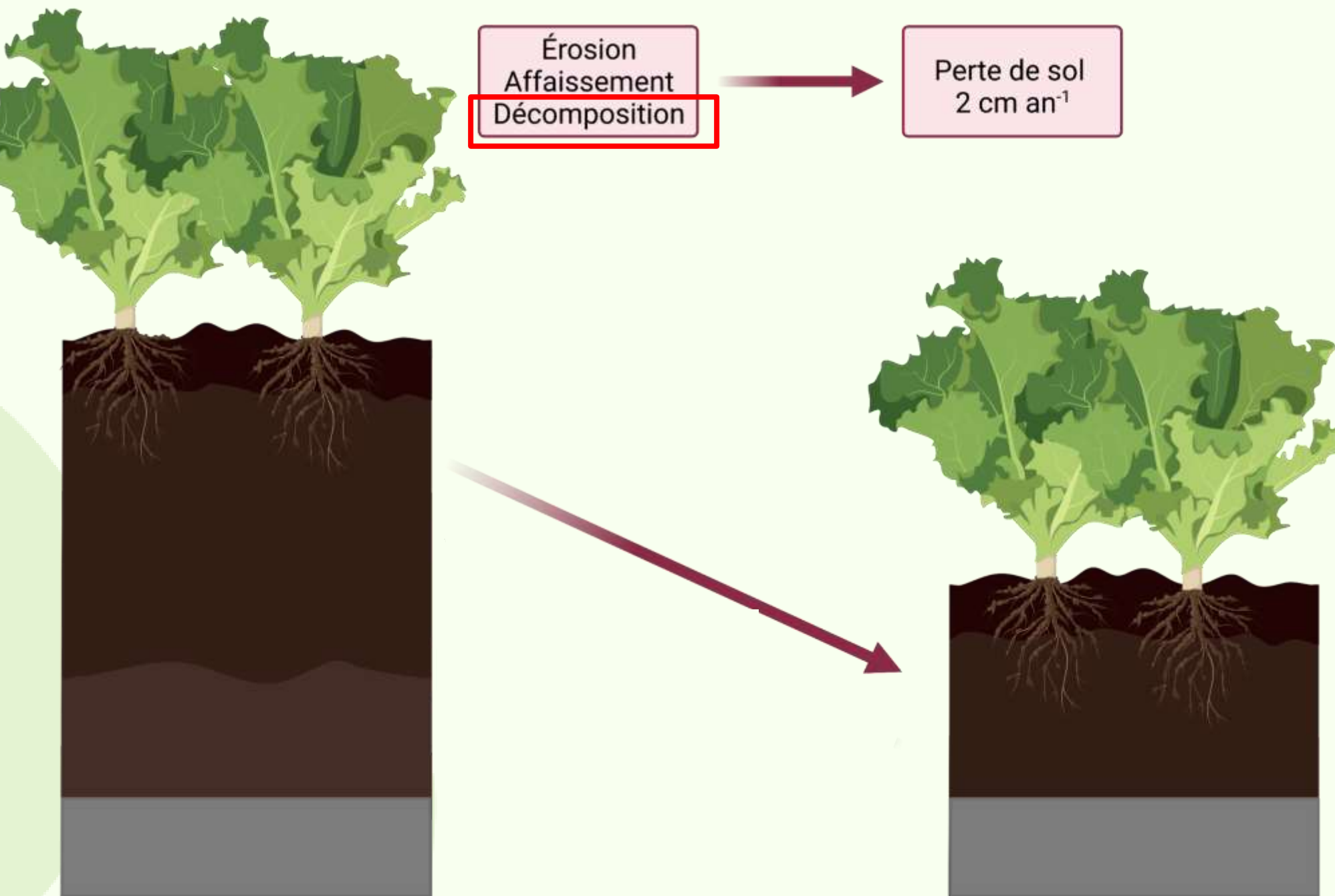
	Peu dégradé (mésique)	Dégradé (humique)
Matière organique (%)	81	↓46% 44
Carbone total (%)	39	↓46% 21
Carbone actif (mg kg ⁻¹)	8600	↓53% 4000
Carbone soluble à l'eau (mg kg ⁻¹)	2700	↓30% 1900
Masse volumique apparente (g cm ⁻³)	0,18	↑64% 0,50

Impact du processus de dégradation des sols organiques cultivés sur leur contenu en carbone, AZOTE ET PHOSPHORE

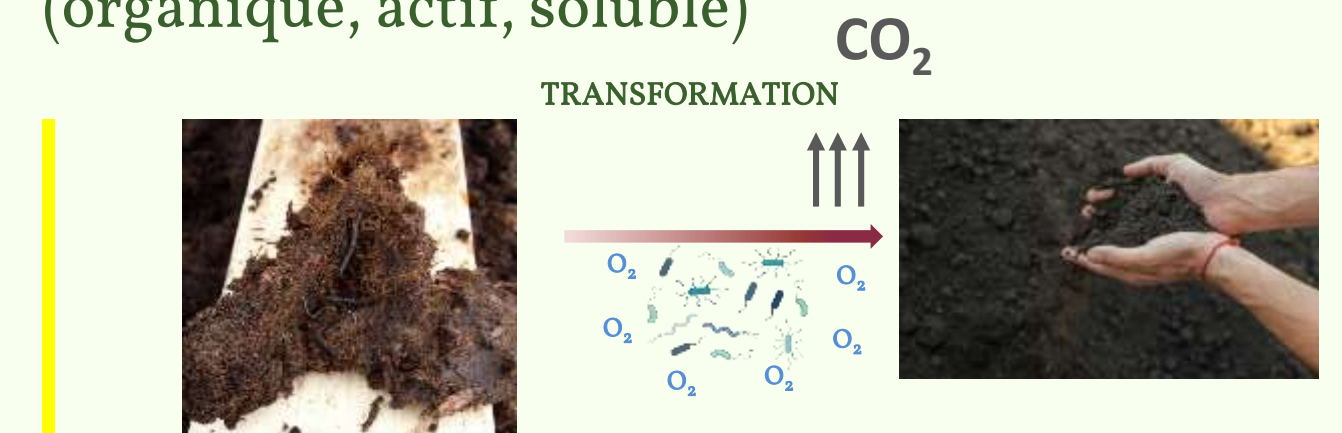


	Peu dégradé (mésique)		Dégradé (humique)
Azote total (%)	1,7	↓ 12%	1,5
Azote minéral (mg kg ⁻¹)	204	↑ 8%	222
Azote minéralisable (mg kg ⁻¹)	285	↑ 25%	380
P total (mg kg ⁻¹)	560	↑ 72%	2000
P-MIII (mg kg ⁻¹)	60	↑ 83%	360
Rapport C/N	48	↓ 40%	29

Impact du processus de dégradation des sols organiques cultivés sur leur contenu en carbone, azote et phosphore

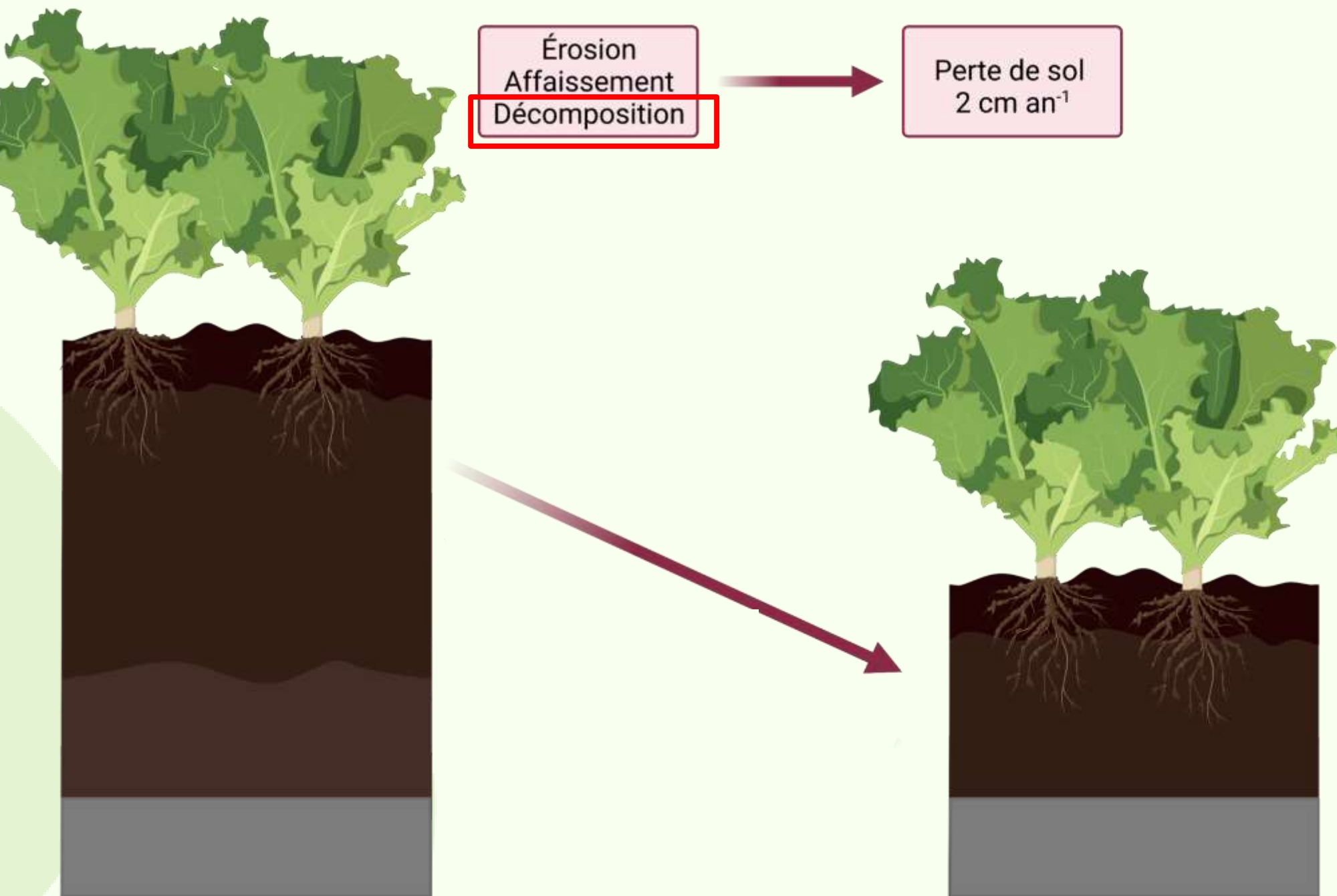


- Transformation de la matière organique *fibreuse* en matière organique *terreuse*
- Diminution du contenu en matière organique et des réservoirs en carbone (organique, actif, soluble)



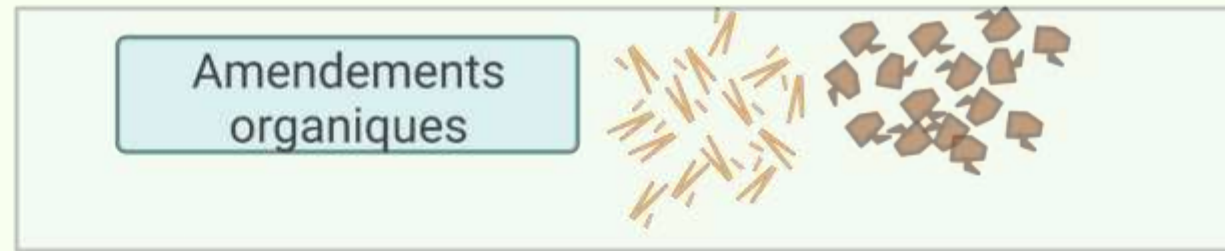
- Augmentation de l'azote minéralisable
- Augmentation des réservoirs de phosphore

Pourquoi amender un sol organique?



Décomposition
↓
= perte de sol
↓
= perte de carbone

Pourquoi amender un sol organique?



Conserver?



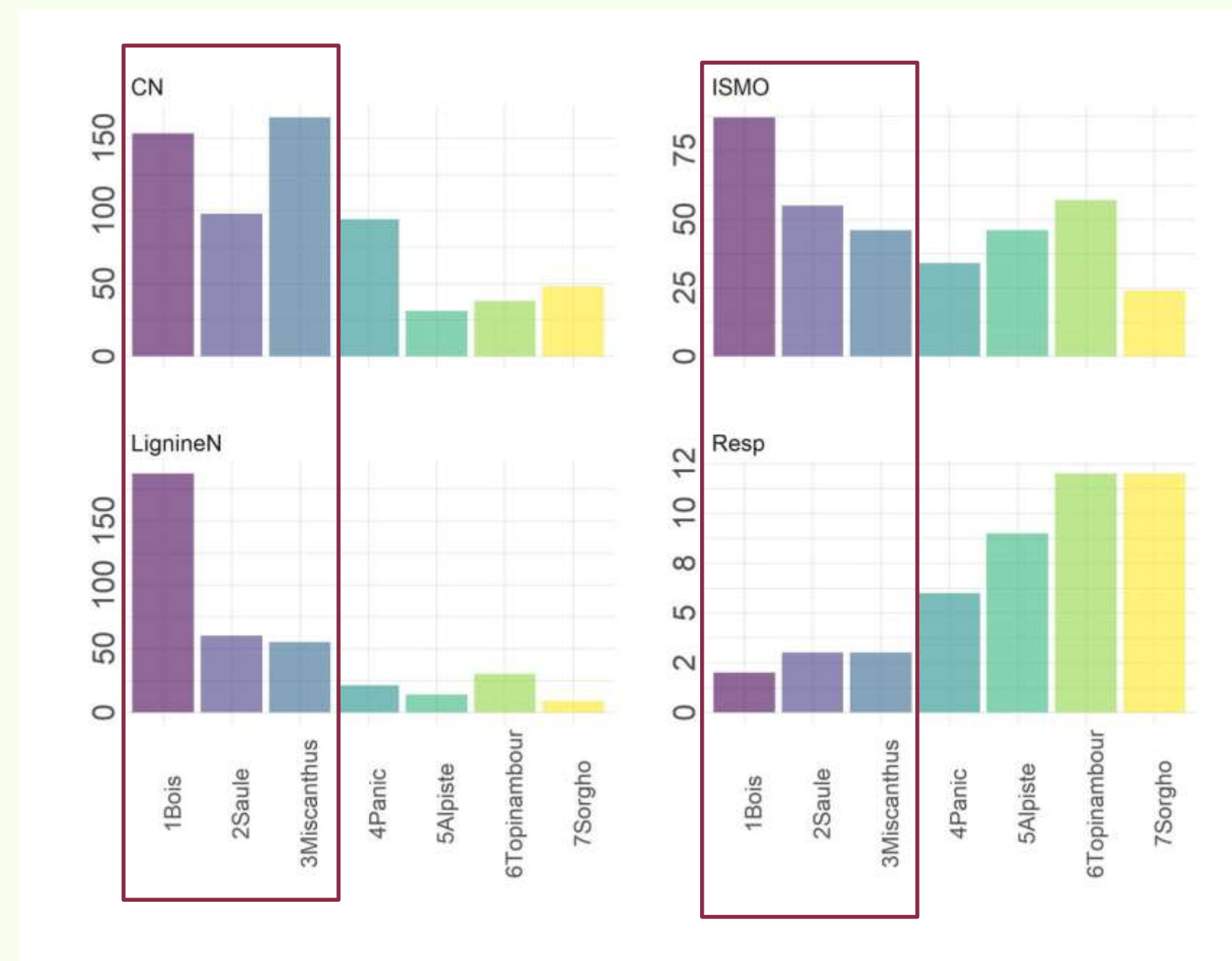
Quel amendement choisir?

- Avec l'entrée d'air et l'activation des microorganismes aérobies, le processus de minéralisation est quasi-irréversible
- Très peu de mécanismes de protection du carbone en sol organique
 - Peu d'agrégation
 - Peu de surfaces minérales
 - BIOSTABILITÉ de l'amendement
- On recherche la **RÉCALCITRANCE** (résistance à la dégradation microbienne et enzymatique en raison de la structure chimique)



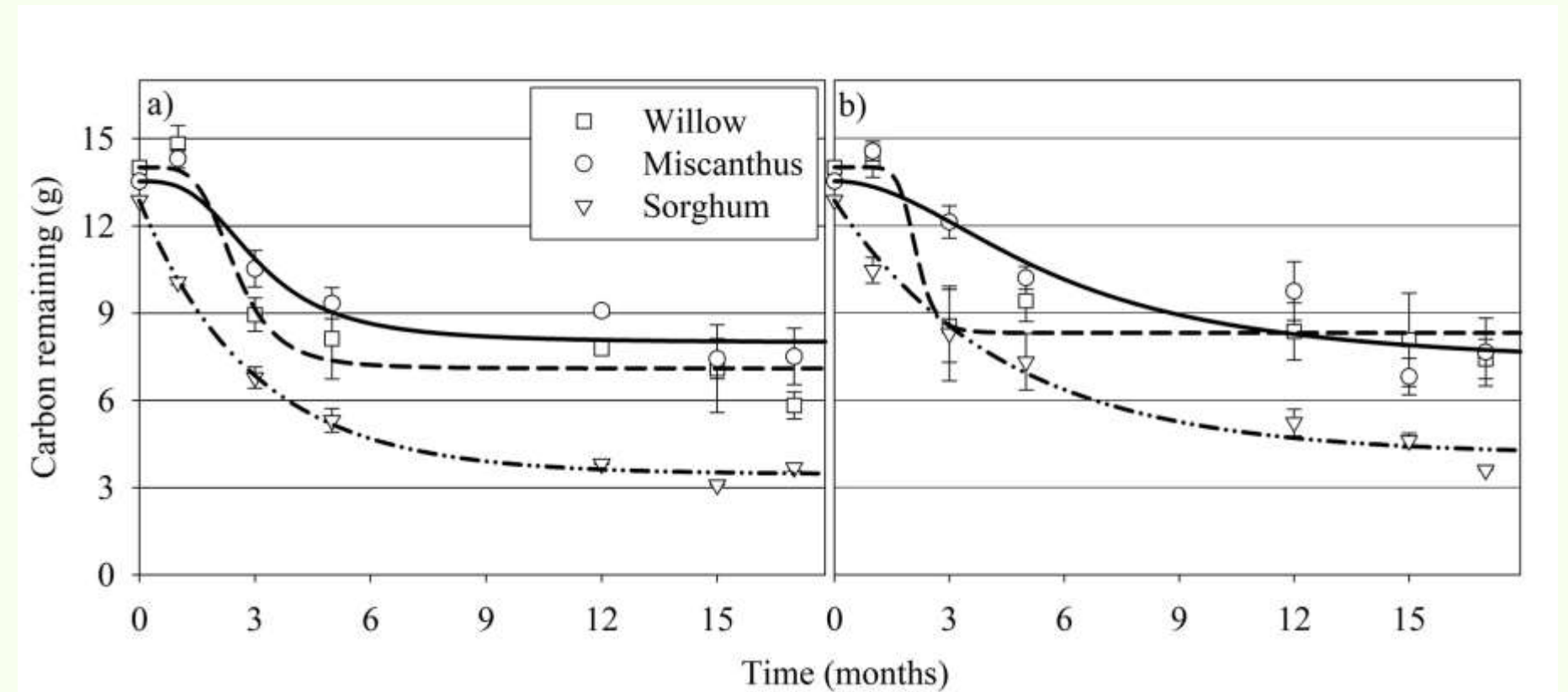
Quel amendement choisir?

- Avec l'entrée d'air et l'activation des microorganismes aérobies, le processus de minéralisation est quasi-irréversible
- Très peu de mécanismes de protection du carbone en sol organique
 - Peu d'agrégation
 - Peu de surfaces minérales
 - BIOSTABILITÉ de l'amendement
- On recherche la **récalcitrance** (résistance à la dégradation microbienne et enzymatique en raison de la structure chimique)
- Pas d'indice universelle
- Les résultats pointent vers les bois-miscanthus et saule



Quel amendement choisir?

Une étude de décomposition in-situ a montré:



PERTE DE CARBONE:

Sorgho: 71%

Saule: 58%

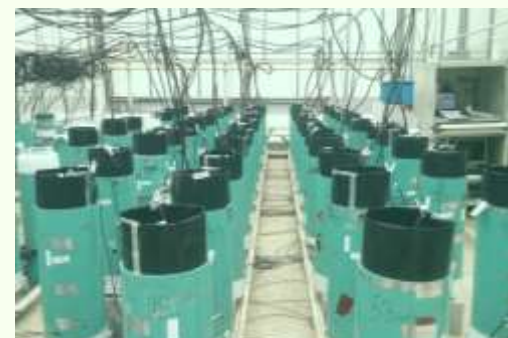
Miscanthus: 44%

- Dessureault-Rompré, J., Libbrecht, C., & Caron, J. (2020). Biomass crops as a soil amendment in cultivated histosols: Can we reach carbon equilibrium?
- CSA news: Biomass Crop to Conserve Cultivated Histosols
- SSSAJ-Web Story: Overcoming carbon loss from farming in peatlands

EXPÉRIMENTATIONS RÉALISÉES SUR LES AMENDMENTS: CONDITIONS CONTRÔLÉES



Essais en pots



Essai en colonne
sans culture



Essai en colonne
avec culture



Karolane Bourdon

Candidate au PhD

Influence de l'apport de biomasse végétales broyées sur la disponibilité des nutriments et bilan carbone en conditions contrôlées



Incubation avec différents amendements

- Biochar, miscanthus, saule et résidus forestiers

Vincent Marmier

MSc

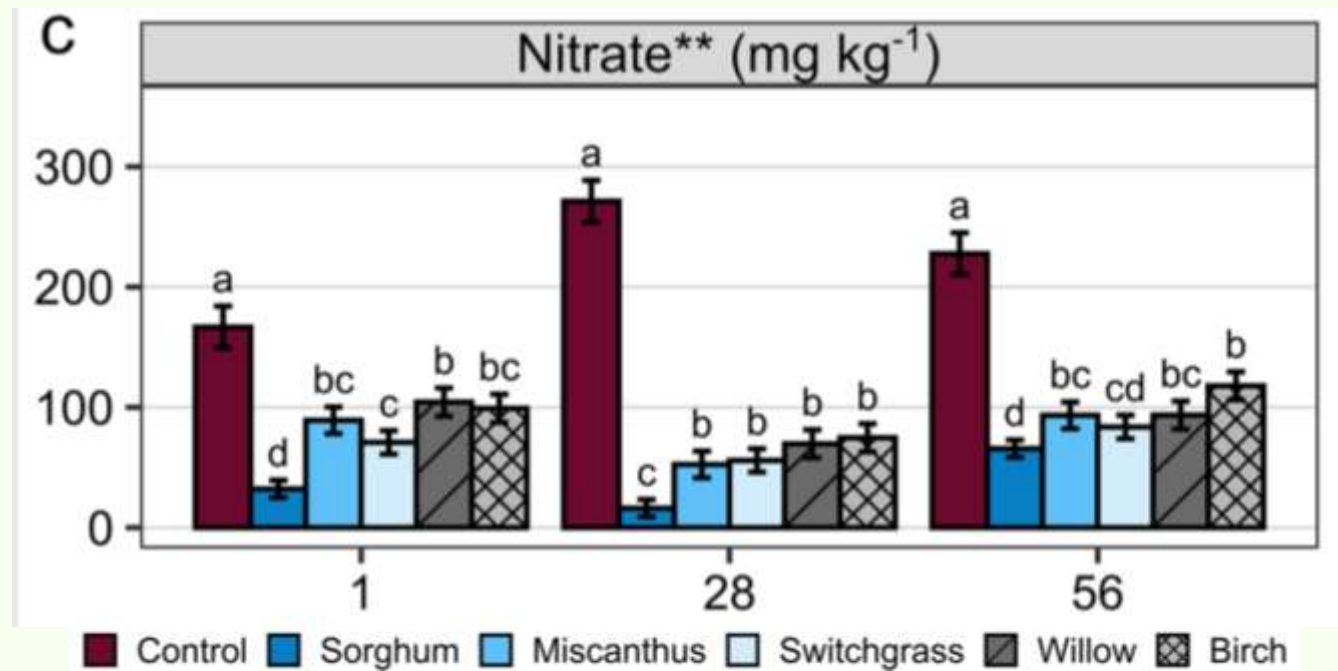
Influence de l'apport de biomasse végétales broyées sur la cinétique de minéralisation de l'azote en conditions contrôlées



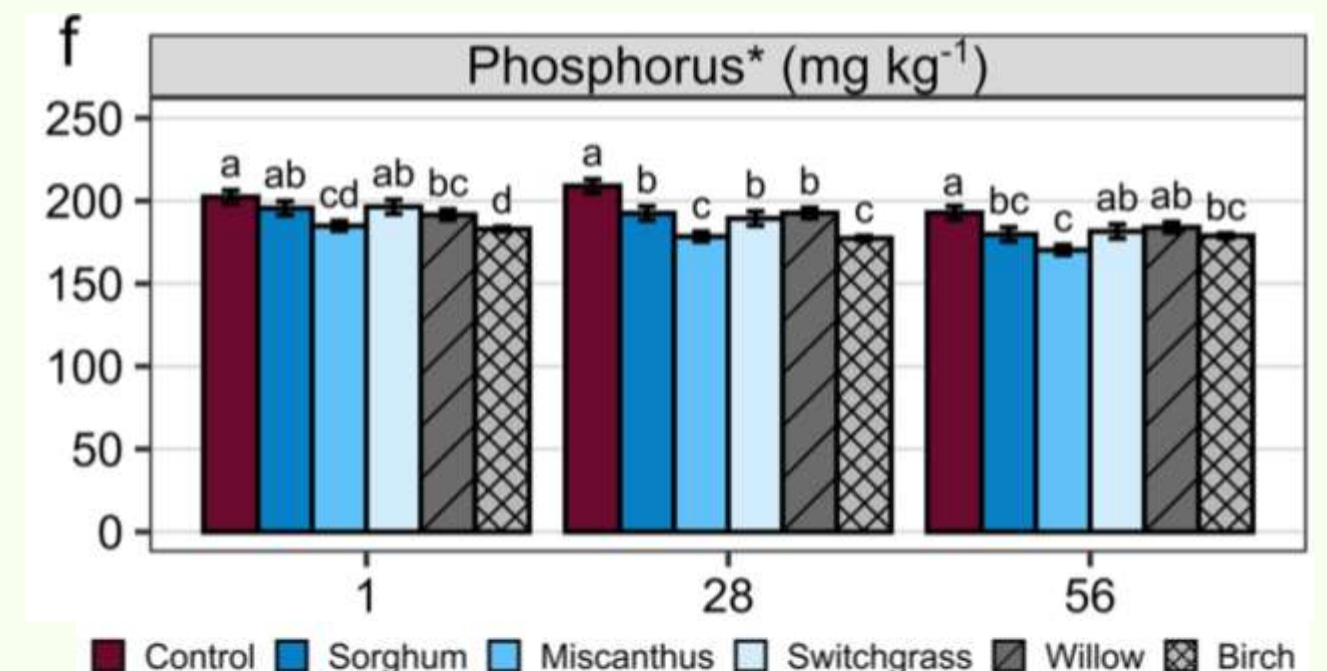
AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-**FERTILITÉ**



Essai en pot-incubation de courte durée (56 jours en pot) avec dose unique de 11 T ha⁻¹



↓
Diminution moyenne vs témoin
 Sorgho: 80%
 Miscanthus: 51%
 Panic érigé: 70%
 Saule: 60%
 Bouleau: 52%



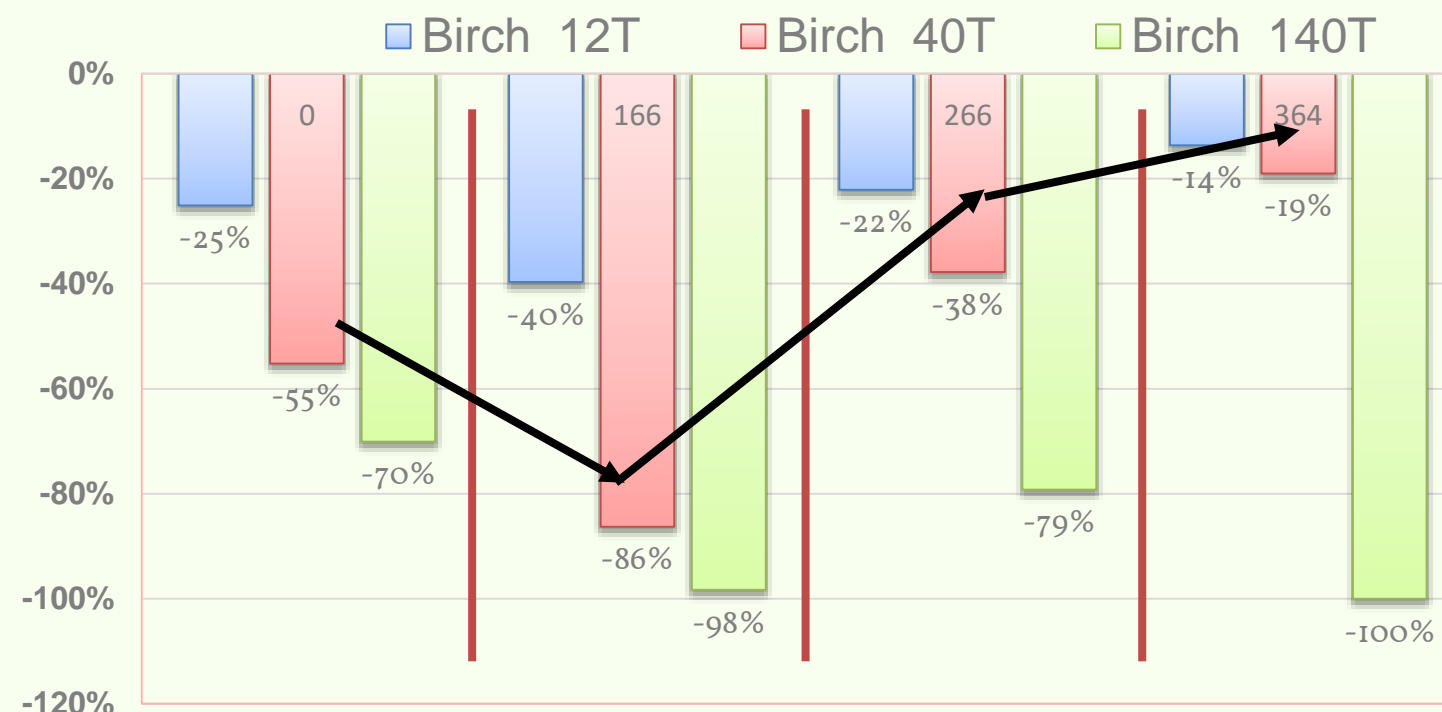
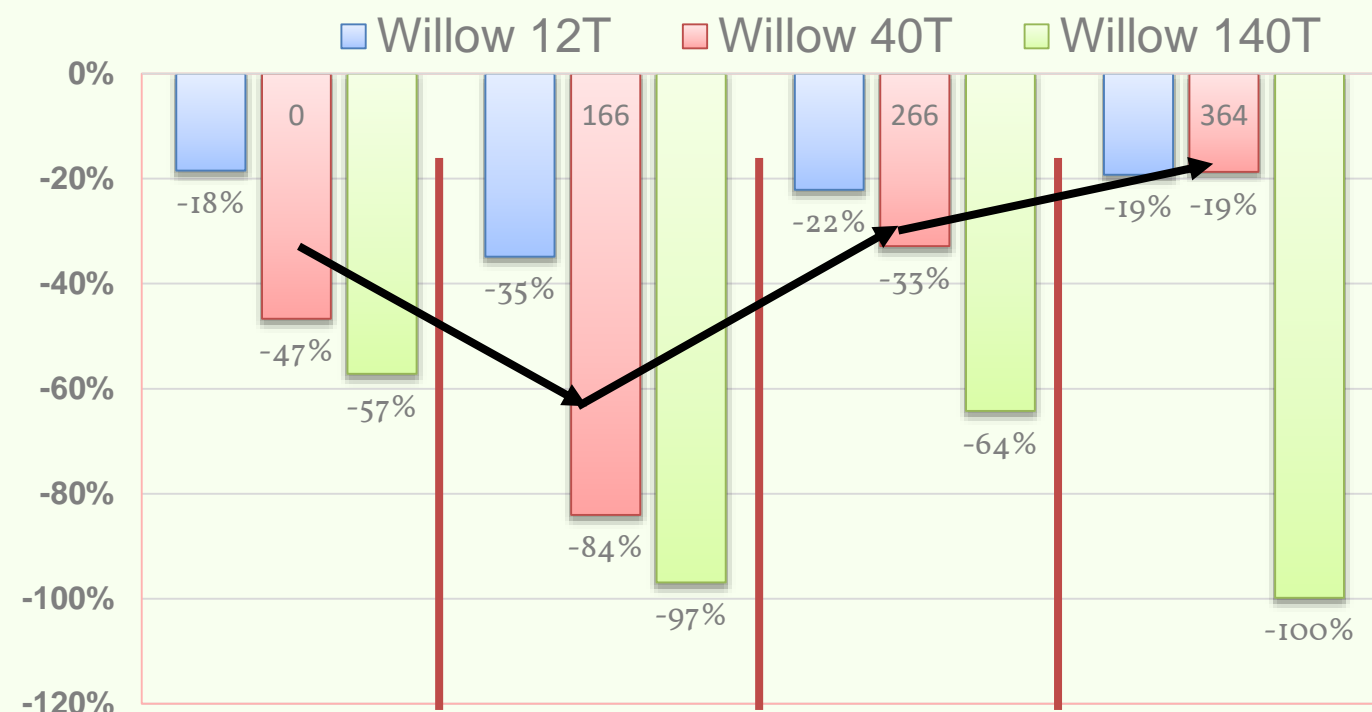
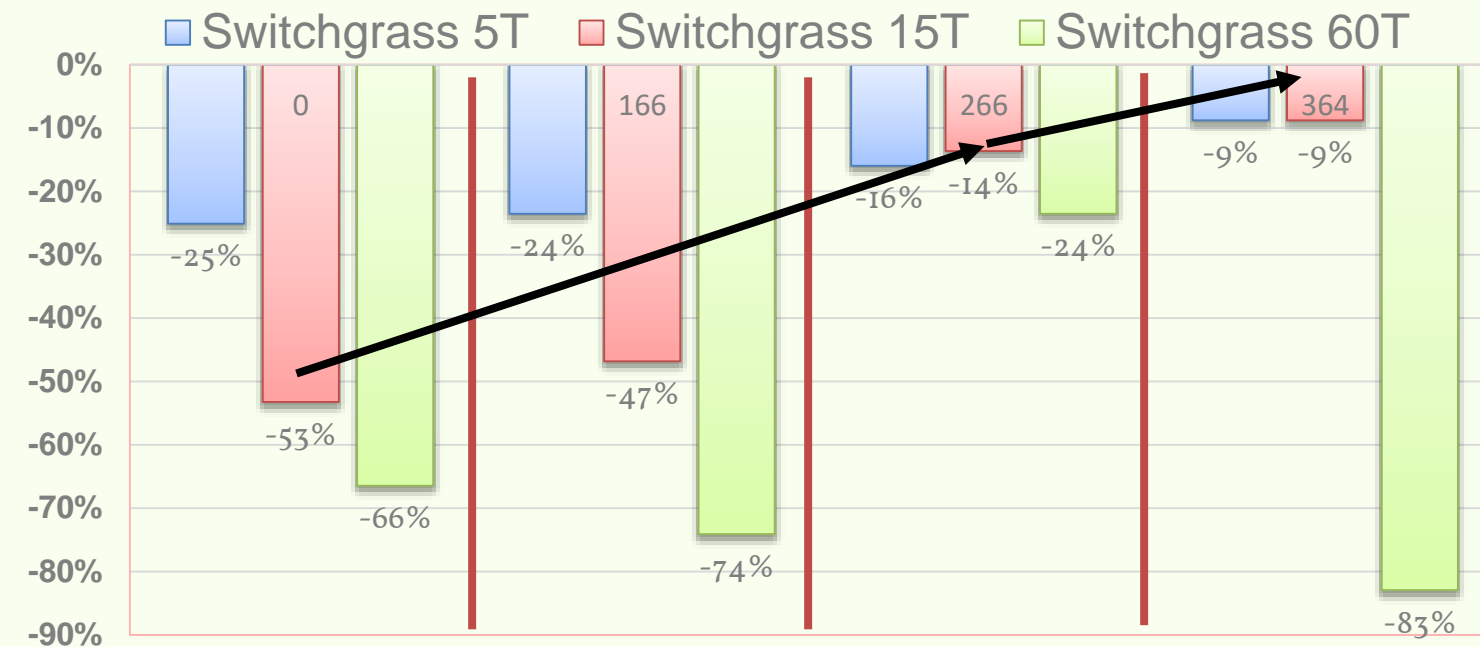
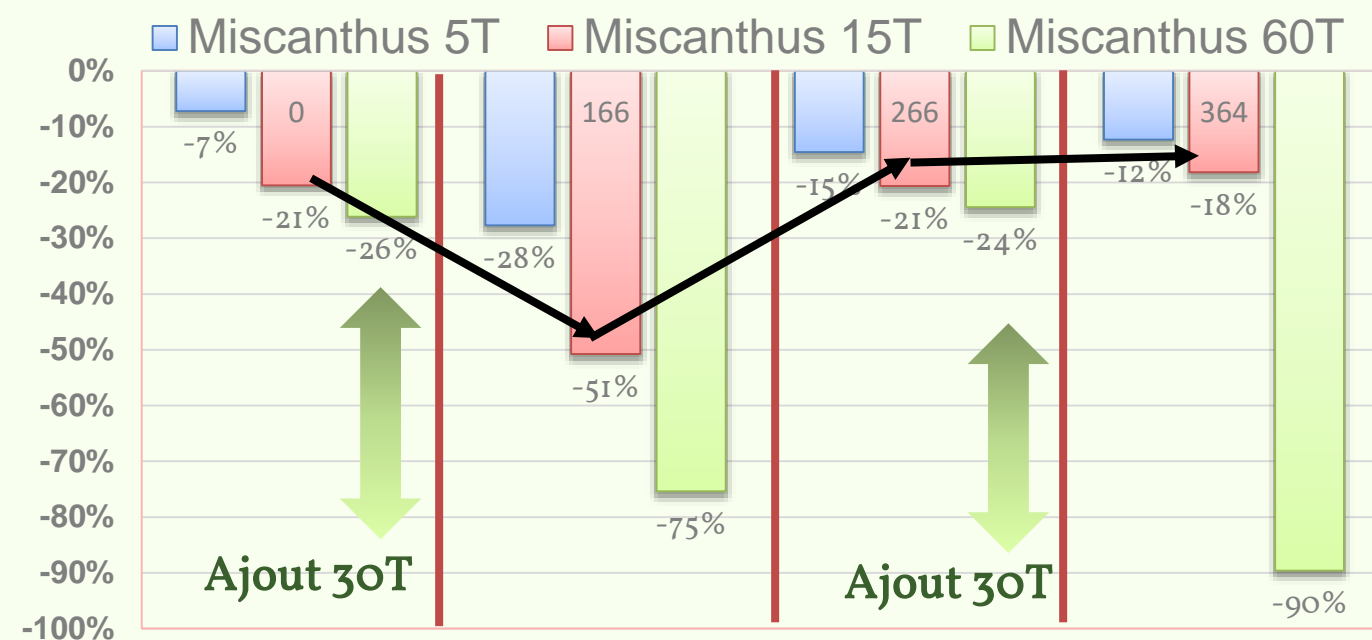
↓
Diminution moyenne vs témoin
 Sorgho: 12%
 Miscanthus: 17%
 Panic érigé: 14%
 Saule: 12%
 Bouleau: 18%



AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-**FERTILITÉ**



Essai en colonne sans culture-essai de longue durée (365 jours en serre)-plusieurs doses (T ha⁻¹)



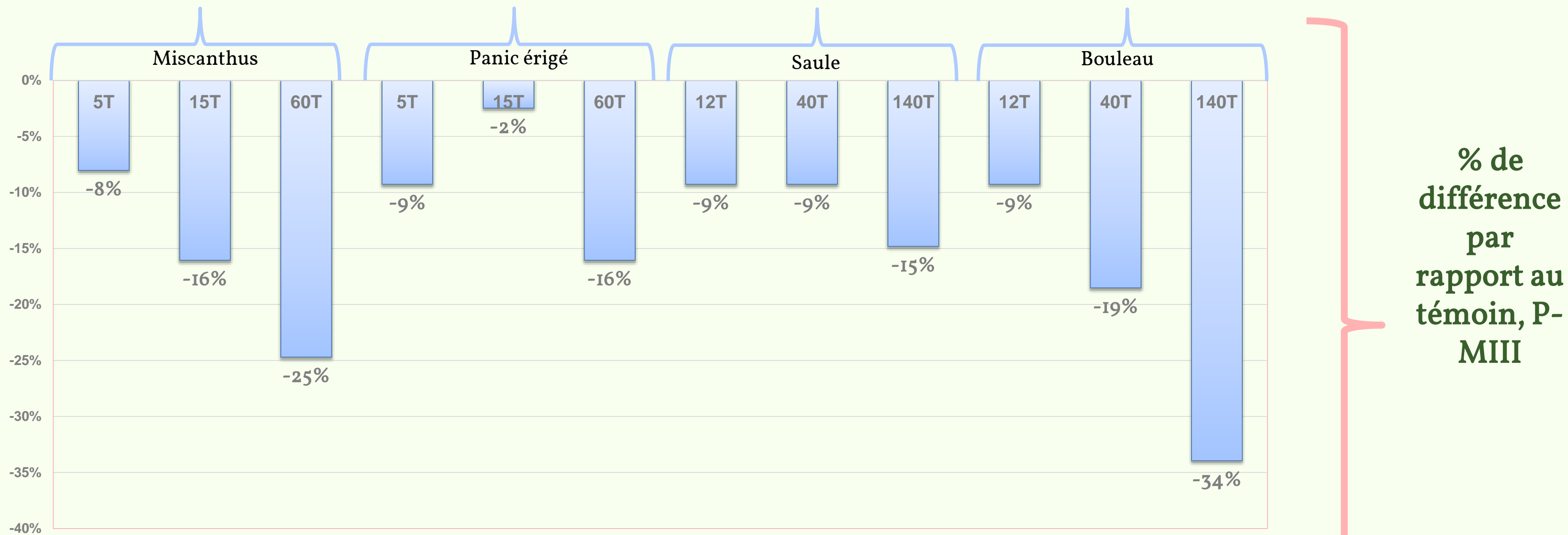
**% de
différence
par
rapport au
témoin,
Nitrates
extrait au
KCl**



AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-**FERTILITÉ**



Essai en colonne sans culture-essai de longue durée (365 jours en serre)-plusieurs doses (T ha⁻¹)



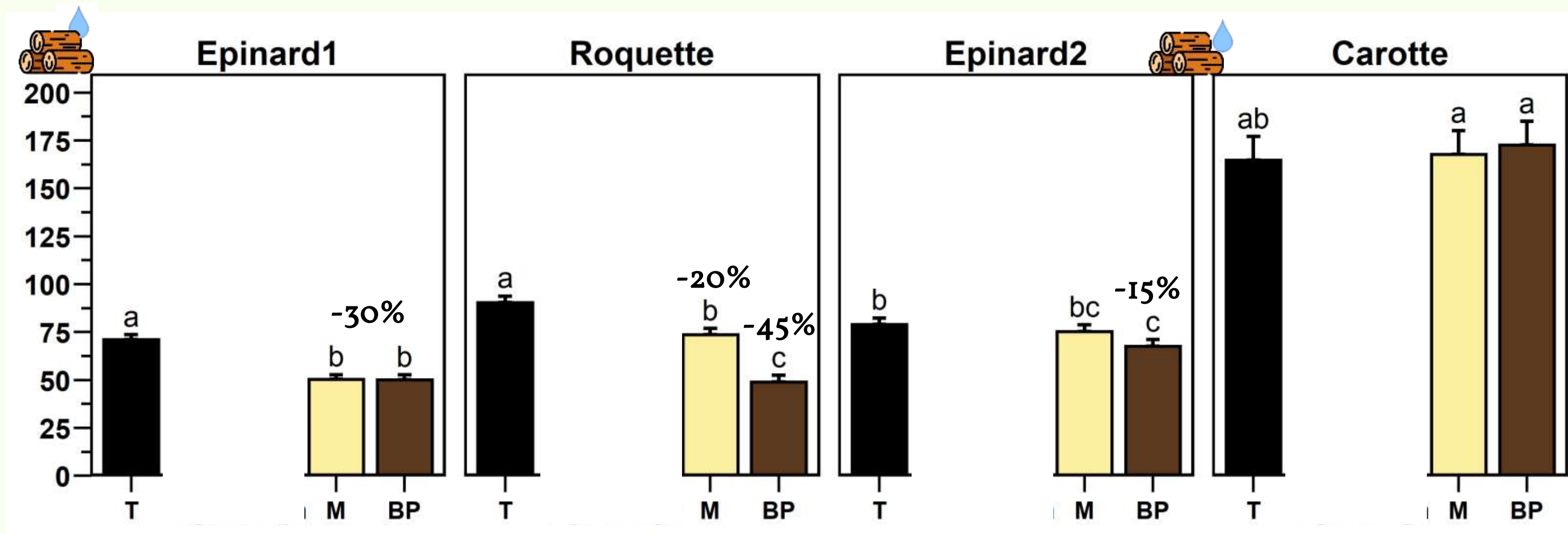
**% de
différence
par
rapport au
témoin, P-
MII**



AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-**FERTILITÉ**



Essai en colonne avec culture amendement à 15 T ha⁻¹-résultats Rendements



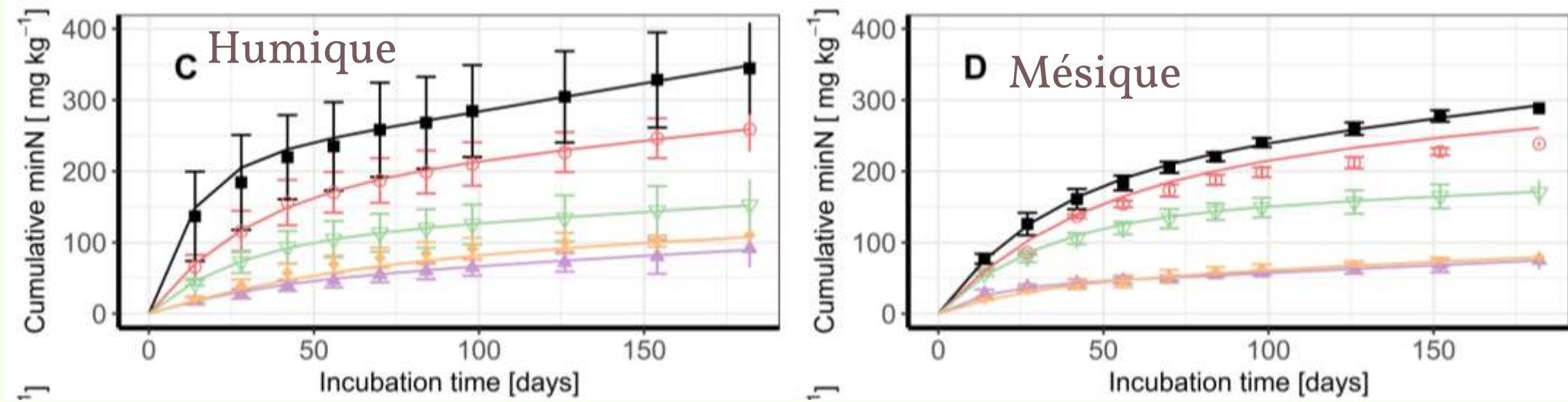
↓ -62% -80% -38% -75% -30% -75% -10% -28%
% de diminution nitrate vs témoin



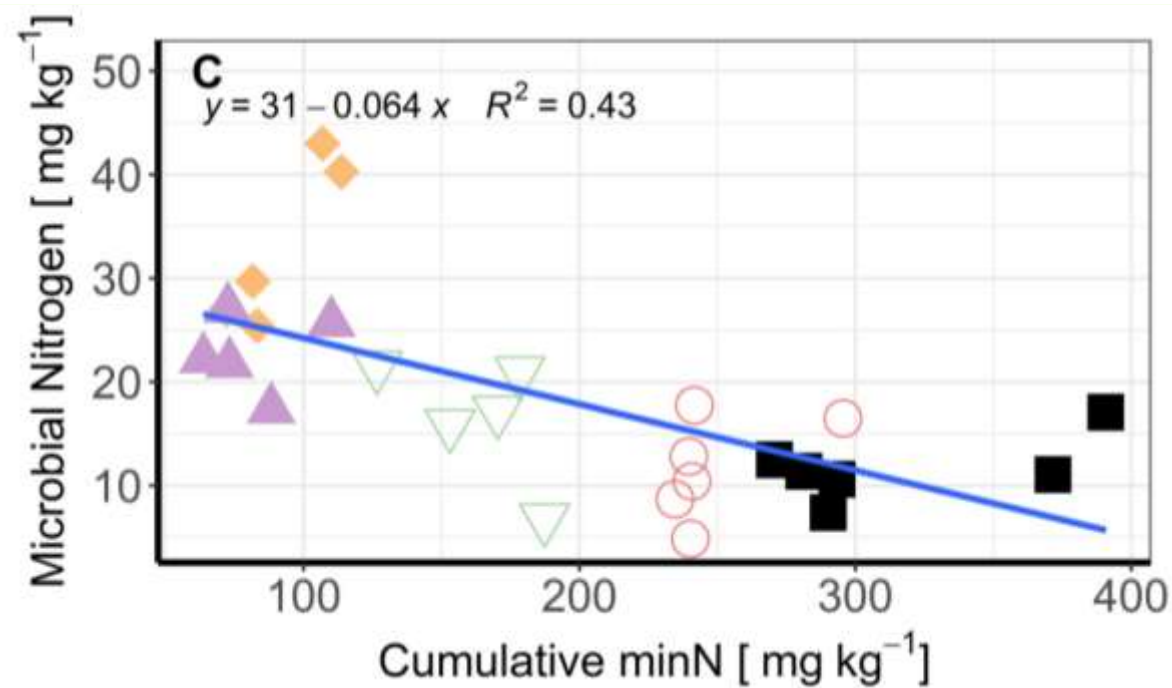
AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-**FERTILITÉ**



Essai en colonne de lessivage-amendements à 15 T ha⁻¹



Amendment-Dose ○ Biochar-15 ■ Control-0 ▽ Forest Mix-15 ▲ Miscanthus-15 ◆ Willow-15



- Effet persistant sur les 6 mois de l'incubation
- Saule et miscanthus ont le plus d'effet
- Diminution moyenne vs témoin

	Humique	Mésique
Biochar	-32%	-17%
Miscanthus	-76%	-74%
Saule	-71%	-73%
Forestier	-60%	-41%

- L'azote dans la biomasse microbienne mesurée en fin d'expérience est significativement reliée au taux d'azote mineral mesuré dans les lessivats



AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-STOCKS DE **CARBONE**



Essai en pot-incubation de moyenne durée (145 jours en pot)- dose d'amendement de 17 T ha⁻¹

Bilan carbone pour un sol humique

	Bilan carbone	Apport de biomasse pour atteindre l'équilibre carbone
	t C ha ⁻¹	t biomass ha ⁻¹
Control	-0.67	-
Miscanthus	4.82	2.2 abc
Panic érigé	4.44	2.3 bc
Saule	5.12	2.2 ab
Bouleau	5.40	2.1 ab

✓ **Bilan carbone positif pour tous les types de biomasse**

***Bilan carbone:**
Carbone de la biomasse –
Perte de carbone par
minéralisation (CO₂)*



AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-STOCKS DE **CARBONE**



Essai en pot-incubation de moyenne durée (365 jours en pot) avec 3 doses de 15 T ha⁻¹

	Bilan carbone	Apport de biomasse pour atteindre l'équilibre carbone
	t C ha ⁻¹	t biomass ha ⁻¹
Control	-7.03	-
Miscanthus	-3.52	30 a
Bois défibré	-2.97	26 b
Pin pressé	-2.69	24 b
Deuxième apport		
Control	-1.05	-
Miscanthus	3.24	3.6 a
Bois défibré	3.33	3.5 a
Pin pressé	3.89	3.1 b
Troisième apport		
Control	-0.48	-
Miscanthus	3.64	1.6 a
Bois défibré	3.83	1.6 a
Pin pressé	4.21	1.4 b

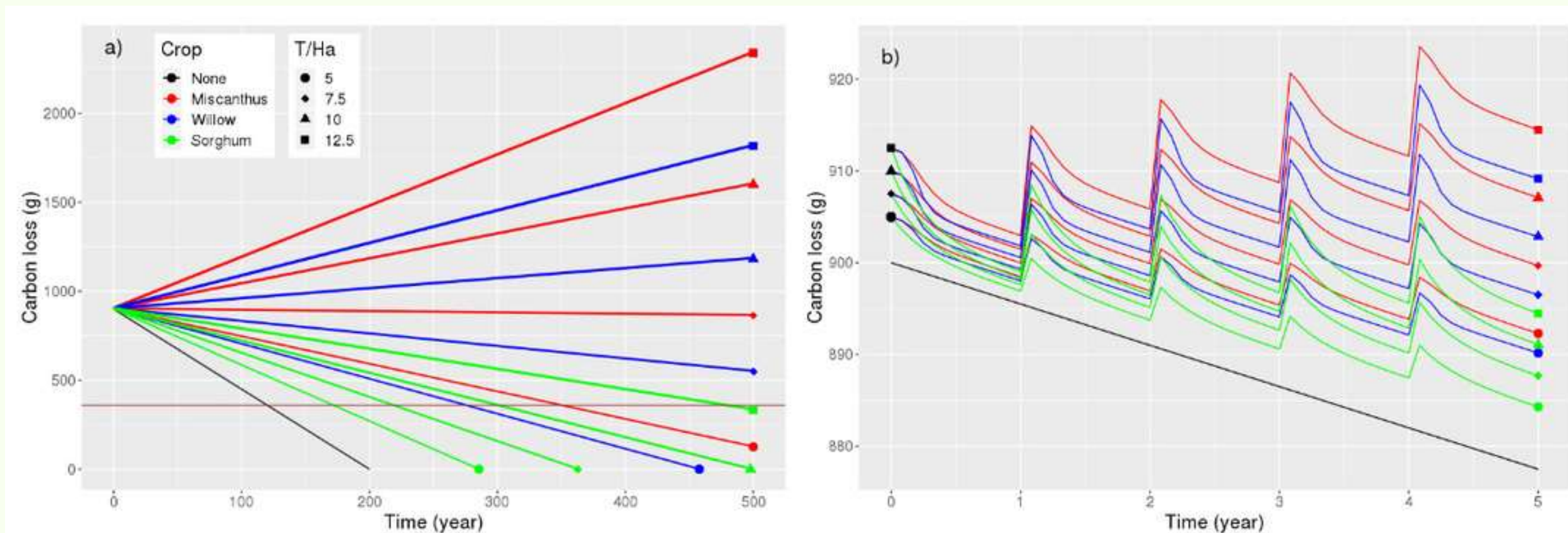
Bilan carbone pour un sol mésique

- ✓ **Bilan carbone négatif après un apport de 15 T**
- ✓ **Bilan positif après un second apport de 15 T**
- ✓ **Peu de différences entre les biomasses testées.**

AMENDEMENT DES SOLS-ESSAIS EN CONDITIONS CONTRÔLÉES-STOCKS DE **CARBONE**



Modélisation de l'impact d'amendement répétés sur les stocks de carbone



Modélisation sur le très long-terme

Dynamique de décomposition et stockage annuel

- ✓ Bilan carbone **positif** pour le miscanthus et le saule
- ✓ Dès 7.5 T ha^{-1} d'apport de carbone ou 15 T ha^{-1} de biomasse pour un sol moyennement dégradé
- ✓ **Augmentation des stocks de carbone** sur le long-terme avec des amendements annuels

- Dessureault-Rompré, J., Libbrecht, C., & Caron, J. (2020). Biomass crops as a soil amendment in cultivated histosols: Can we reach carbon equilibrium?
- CSA news: Biomass Crop to Conserve Cultivated Histosols
- SSSAJ-Web Story: Overcoming carbon loss from farming in peatlands



EXPÉRIENCES AU CHAMPS

Testées sur une dizaine de fermes partenaires

Miscanthus-Saule-Résidus forestiers

Dose à 15 T ha⁻¹



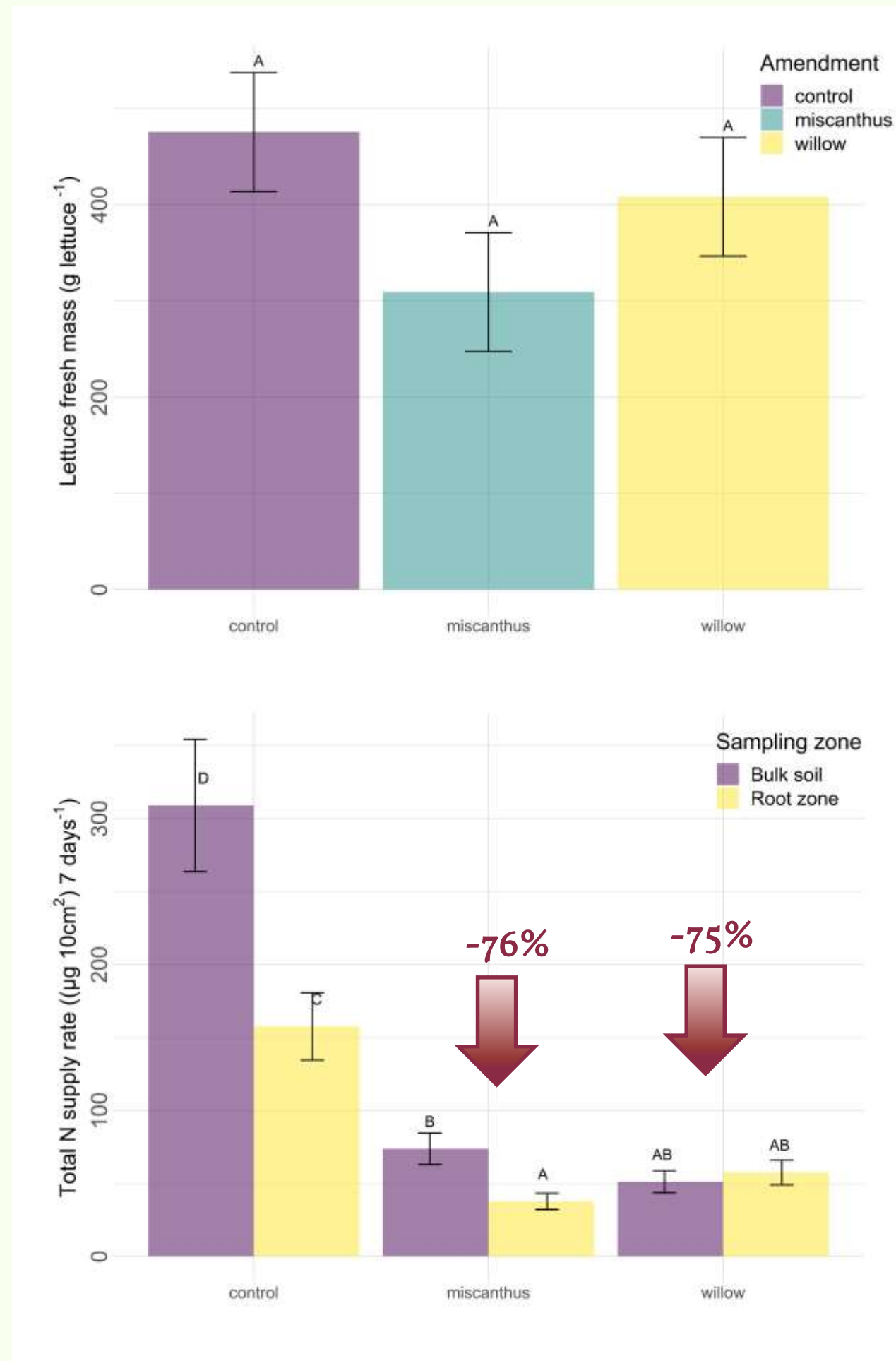
Amendements- expériences au champs

ESSAI RÉSINE D'ÉCHANGE IONIQUE- AZOTE

- Diminution du rendement (non-significatif)
- Diminution significative de la fourniture en azote dans les traitements de miscanthus et de saule
- Taux de prélèvement estimés plus faibles en sol amendés



Dessureault-Rompré, J., Gloutney, A., & Caron, J. (2022). Nutrient Availability for *Lactuca sativa* Cultivated in an Amended Peatland: An Ionic Exchange Study. *Nitrogen*, 3(1), 26-42.



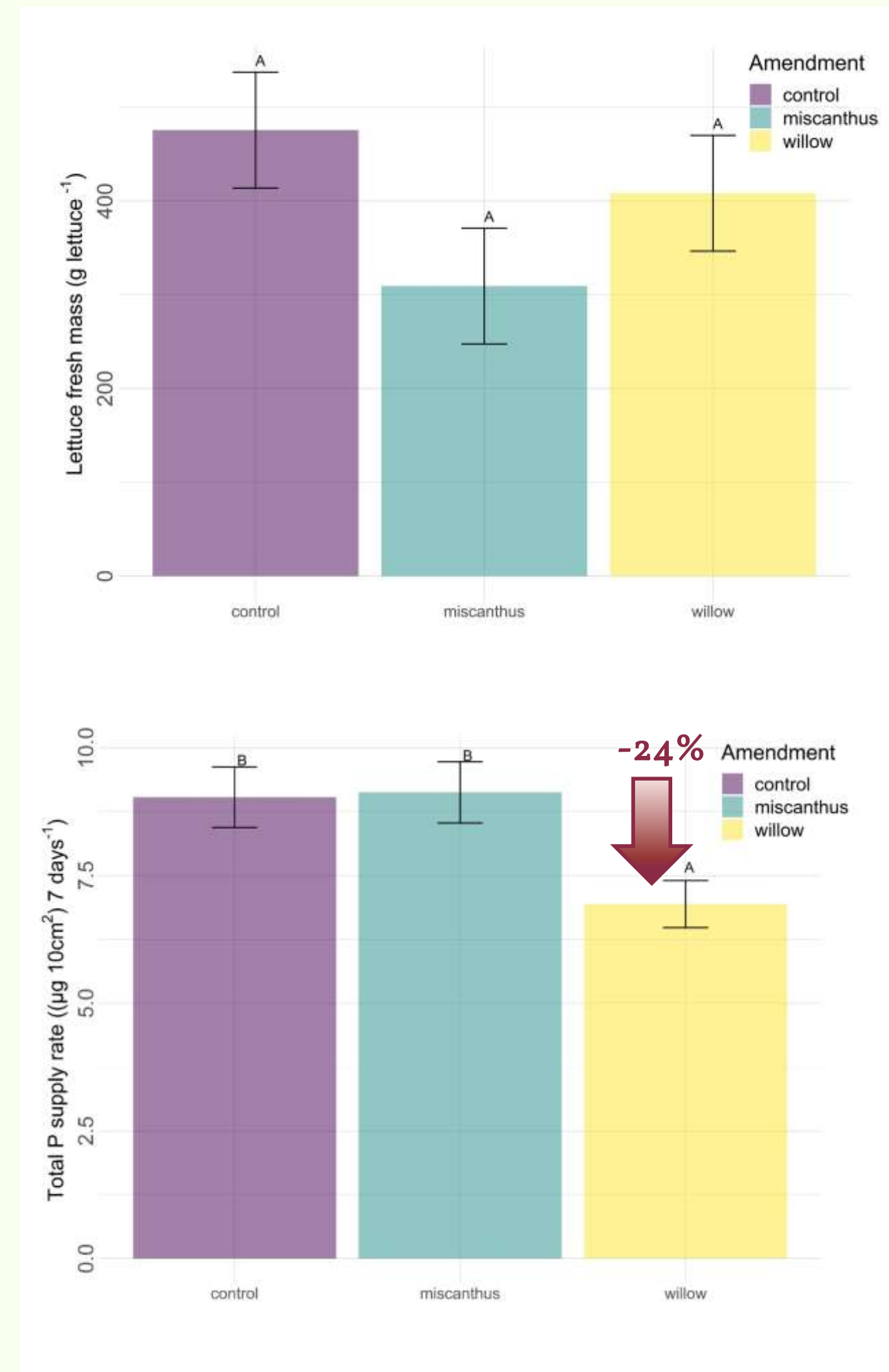
Amendements- expériences au champs

ESSAI RÉSINE D'ÉCHANGE IONIQUE- PHOSPHORE

- Diminution du rendement (non-significatif)
- Diminution faible de la fourniture en phosphore et seulement pour le traitement de saule



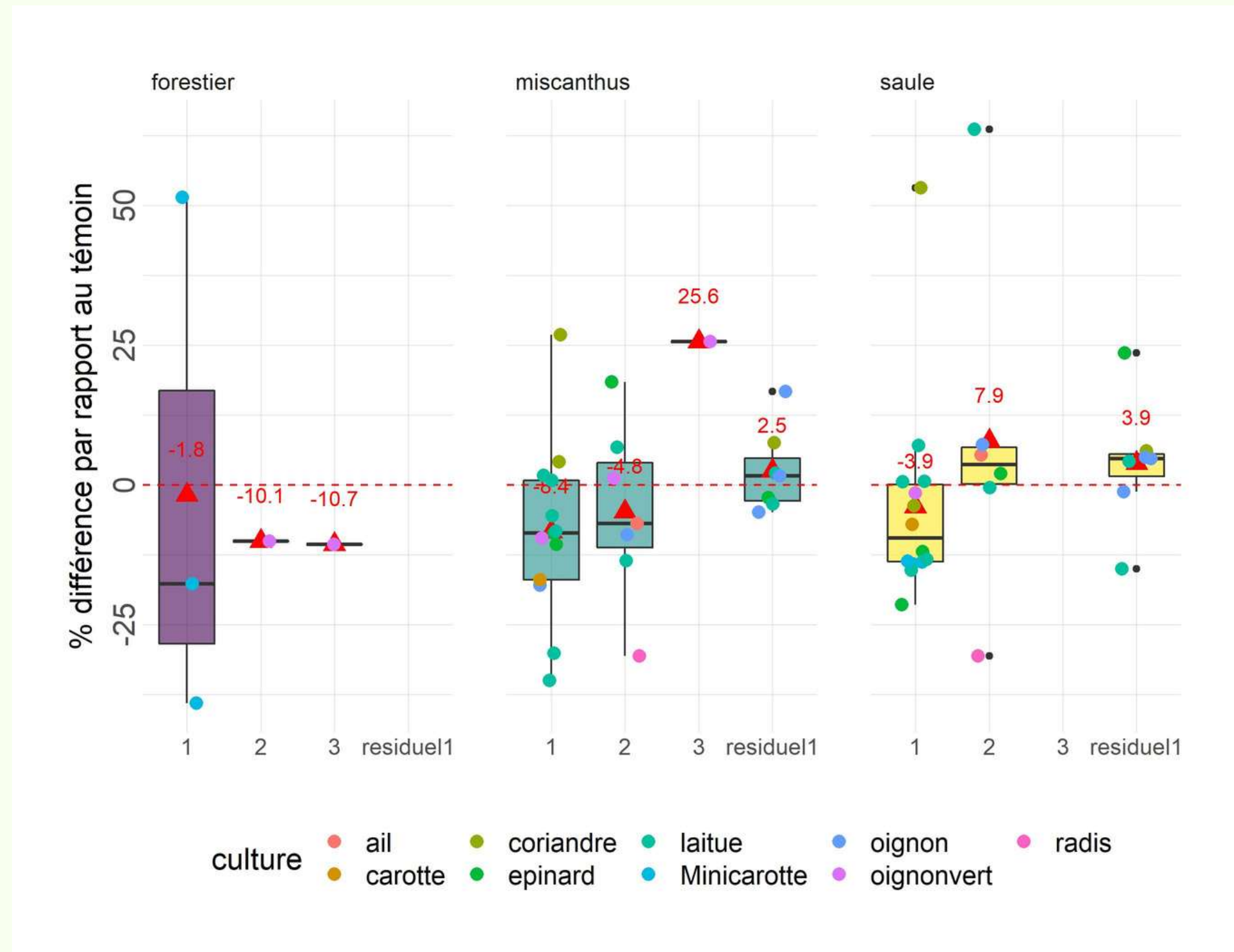
Dessureault-Rompré, J., Gloutney, A., & Caron, J. (2022). Nutrient Availability for *Lactuca sativa* Cultivated in an Amended Peatland: An Ionic Exchange Study. *Nitrogen*, 3(1), 26-42.



Amendements- expériences au champs

RENDEMENTS

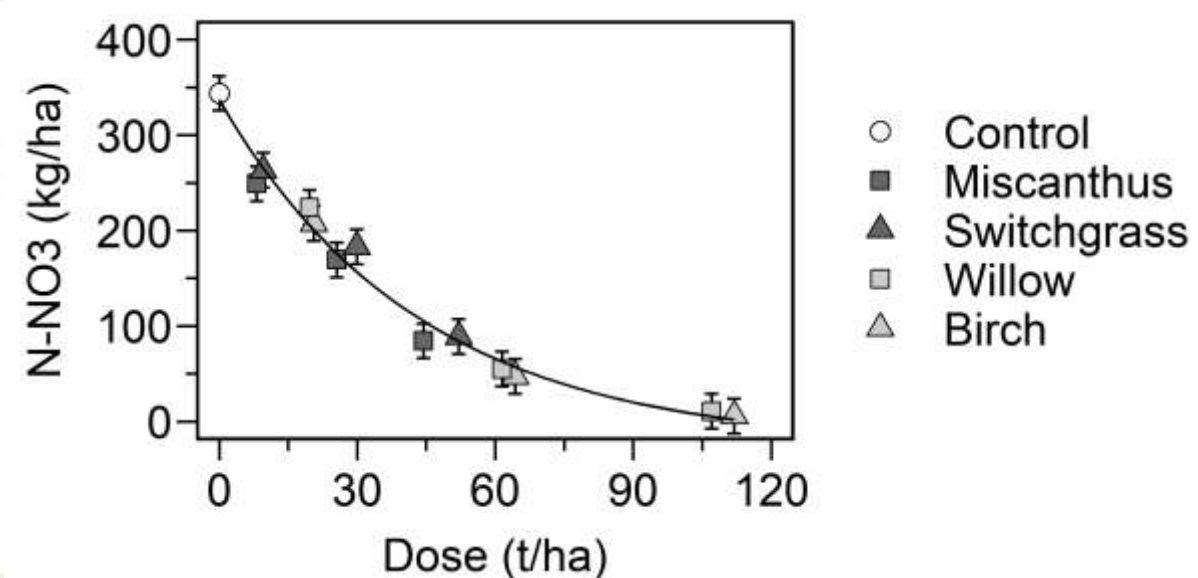
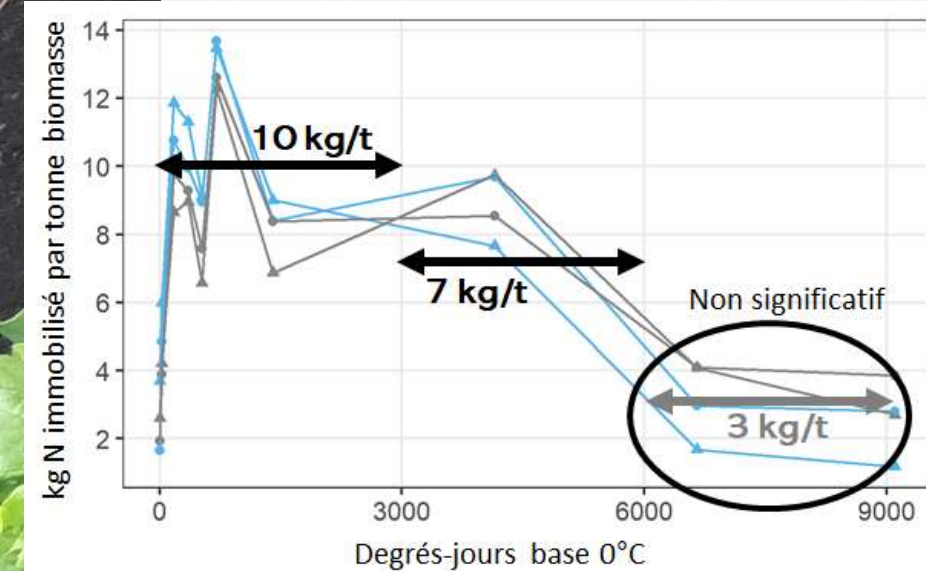
- Réponse variable entre les fermes
- Globalement l'année 1 semble la plus critique.
- Avec les amendements consécutifs on note une stabilité ou même une amélioration des rendements dans les parcelles pour les années 1 à 3
- L'effet résiduel est très faible
- Quatre amendements consécutifs vs année 2022



Récapitulatif

Fertilité

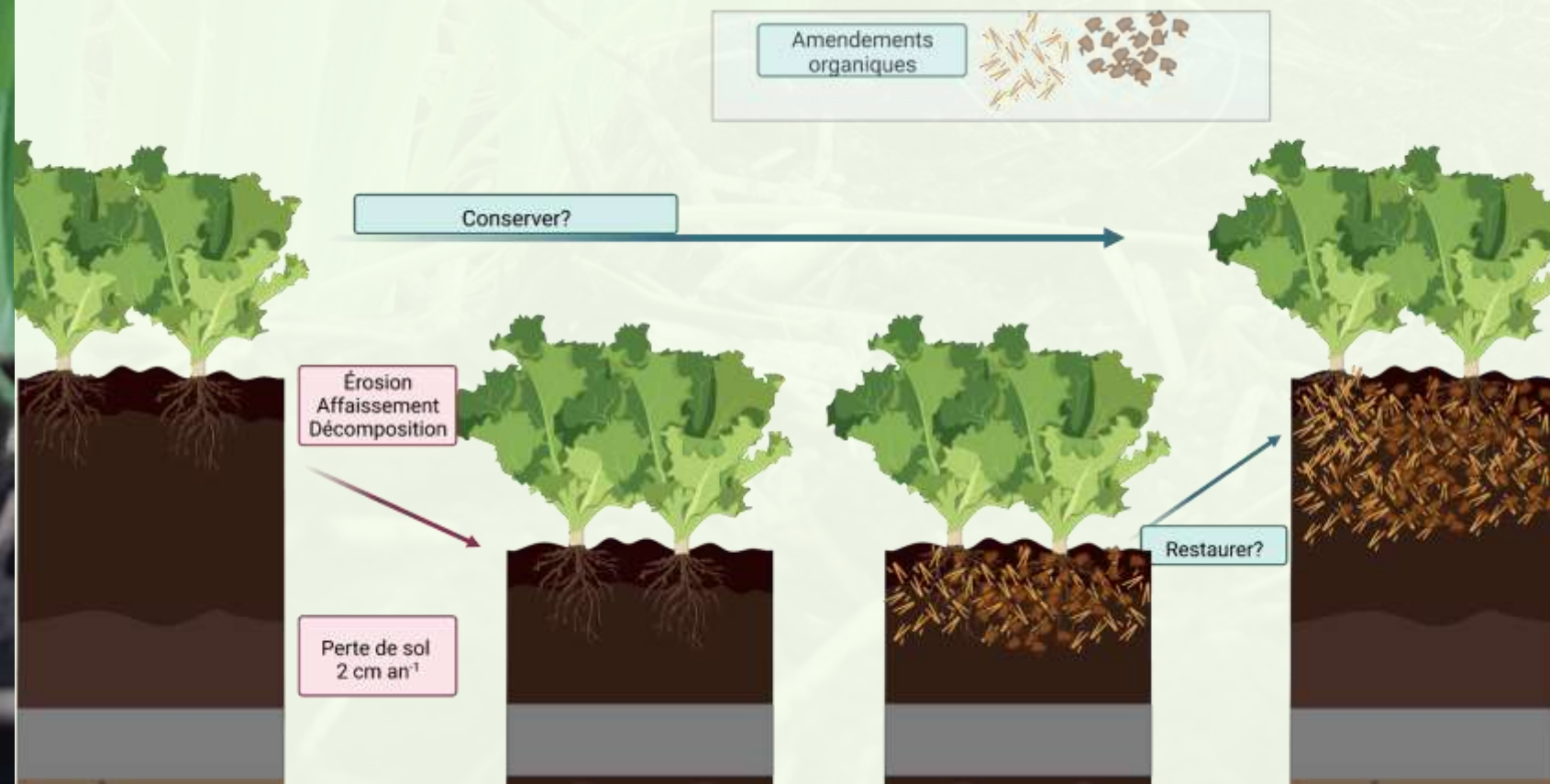
- ✓ Immobilisation de l'azote et du phosphore (forte dose)
- ✓ S'estompe avec le temps même à dose élevée
- ✓ Effet sur le rendement peut être important
- ✓ Effet résiduel négligeable
- ✓ Doses consécutives à surveiller



Récapitulatif

Stock de carbone

- ✓ Effet du type de sol très important
- ✓ Doses requises pour atteindre l'équilibre carbone plus faibles en sols plus dégradés



Perspectives

Stratégies d'amendements

- ✓ Impact long-terme?
- ✓ Microbiologie et phytopathologie?
- ✓ Quand amender?
- ✓ Quelle dose?
- ✓ Périodicité?



Perspectives Stratégies d'amendements

Bilan des pertes par minéralisation-
Félix L'heureux Bilodeau candidat à la
MSc

- ✓ Bilan annuel des pertes par minéralisation
- ✓ Ajustement des doses d'amendement en fonction des pertes réelles au champs



Conclusions

