

# DÎNER BOTANIQUE

Jeudi 2 mars 2017



*Les tourbières ombrotrophes : un regard sur  
leur restauration et leur résilience au feu*

Présentation: **Ariane Blier-Langdeau**



# LA RÉPONSE AU FEU DES COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES D'UNE TOURBIÈRE OMBROTROPHE RESTAURÉE

Ariane Blier-Langdeau,  
étudiante à la Maîtrise  
supervisée par  
Line Rochefort

# LES MILIEUX HUMIDES



↑ nappe  
phréatique

Substrat ↓ O<sub>2</sub>

Espèces  
hydrophytes

# LES TOURBIÈRES

Mal drainé



Accumulation > Décomposition



≥ 30 cm tourbe



©E. Paradis

(Tarnocai 1978; Damman 1979; Glaser 1987; Kivinen et Pakarinen 1981; Wells et Zoltai 1985; Parkarinen 1985; Payette et Rochefort 2001)

# LA TOURBE



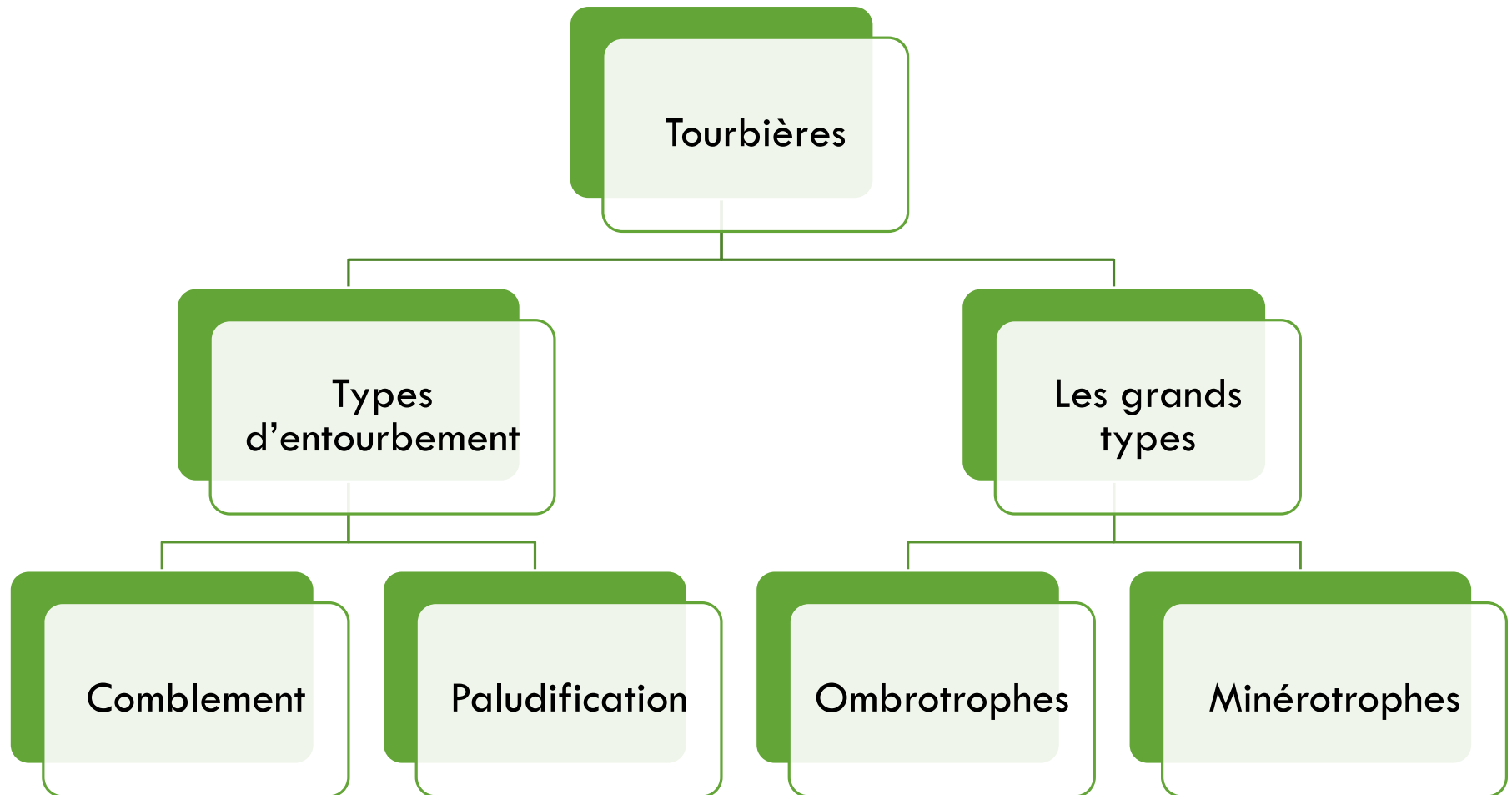
© Sandrine H. Hugron

Végétation morte et  
partiellement décomposée,  
accumulée *in situ*

≥ 30 % de matière sèche

Rapport C/N entre 20 et  
40

# TYPES DE TOURBIÈRES



# TOURBIÈRES MINÉROTROPHES

Pauvres: pH entre 3.8 à 6.5

Riches: pH entre 5.5 à 7.5

+ O<sub>2</sub> → + décomposition

+ Alcaline et + CaCO<sub>3</sub>

Cypéracées, Herbacés, mousses  
brunes, arbustes et Sphaignes



(DuRietz 1949; Sjörs 1963; Payette et Lepage 1977; Payette et al. 1978; Grondin et Ouzilleau 1980  
Clymo 1983; Couillard et Grondin 1986; Gorham et Janssens 1992; Payette et Rochefort 2001; Photo  
de Mélina Guêné-Nanchen)

# LES TOURBIÈRES OMBROTROPHES



Apport en eau et en minéraux par les précipitations

Recouvrement végétal dominé par les sphaignes et les éricacées

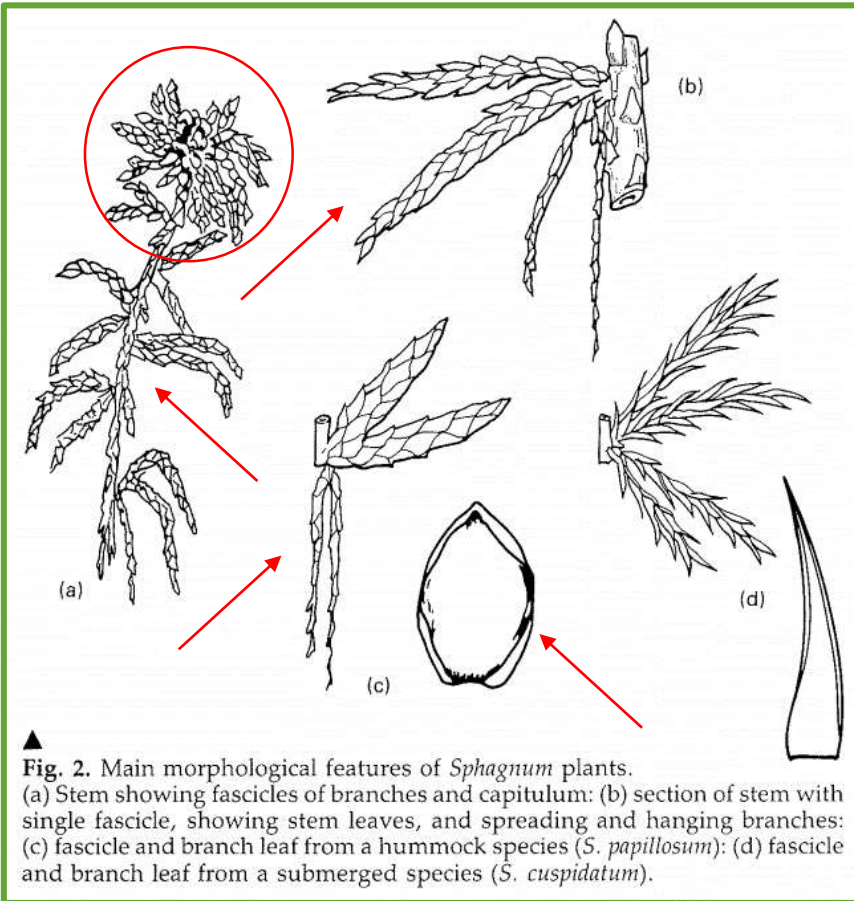


# LES ÉRICACÉES



Plantes ligneuses à fleurs souvent retrouvées dans les tourbières et en toundra

# LA SPHAIGNE



## Sphaigne

- Bryophytes
- Cellules hyalines et chlorophylliennes
- Polyoïques, bifurcation et régénération
- Acidophile
- 50aines espèces au Québec
- Beaucoup sont tourbicoles

© Daniels 1989

(Daniels 1989; Payette et Rochefort 2001)

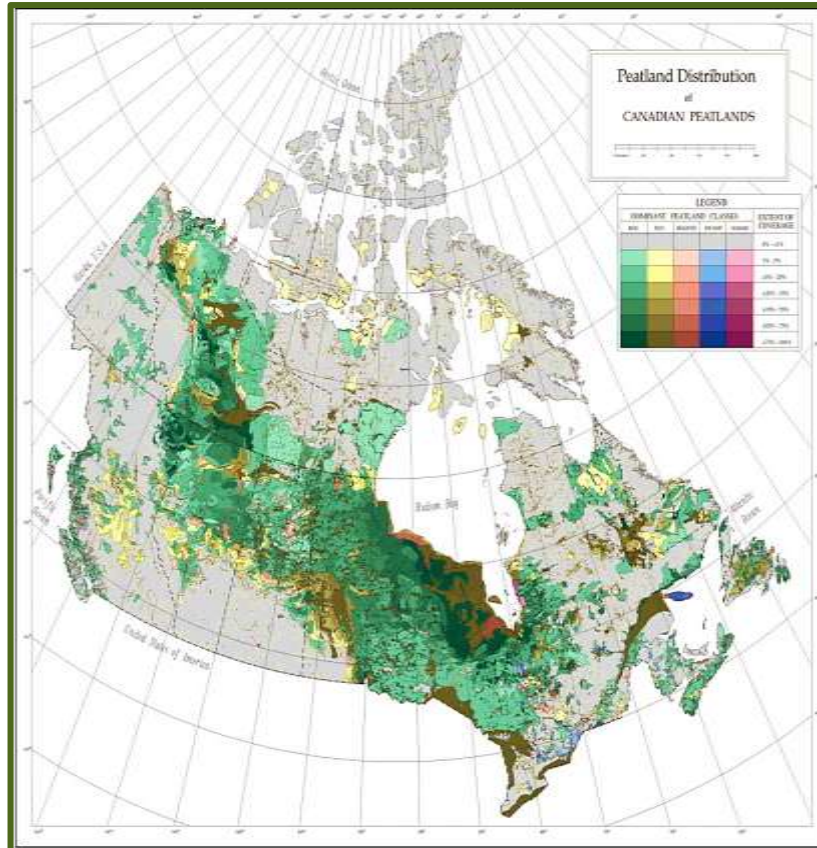
# LA SPHAIGNE: LES SOUS-GENRES



Sous-genres et sections: **Sphagnum**, Rigidia, Insulosa, Squarrosa, **Cuspidata**, Mollusca, Hemitheca, Polyclada, Subsecunda et **Acutifolia**

(Payette et Rochefort 2001;  
Photos de Mélina Guêné-Nanchen)

# LES BOGS EN BORÉALIE CANADIENNE



Carte: Tarnocai et al. 2000

Cycle de feu  
Forêt boréale: 50 – 200 ans  
Bogs: 200 – 1 400 ans



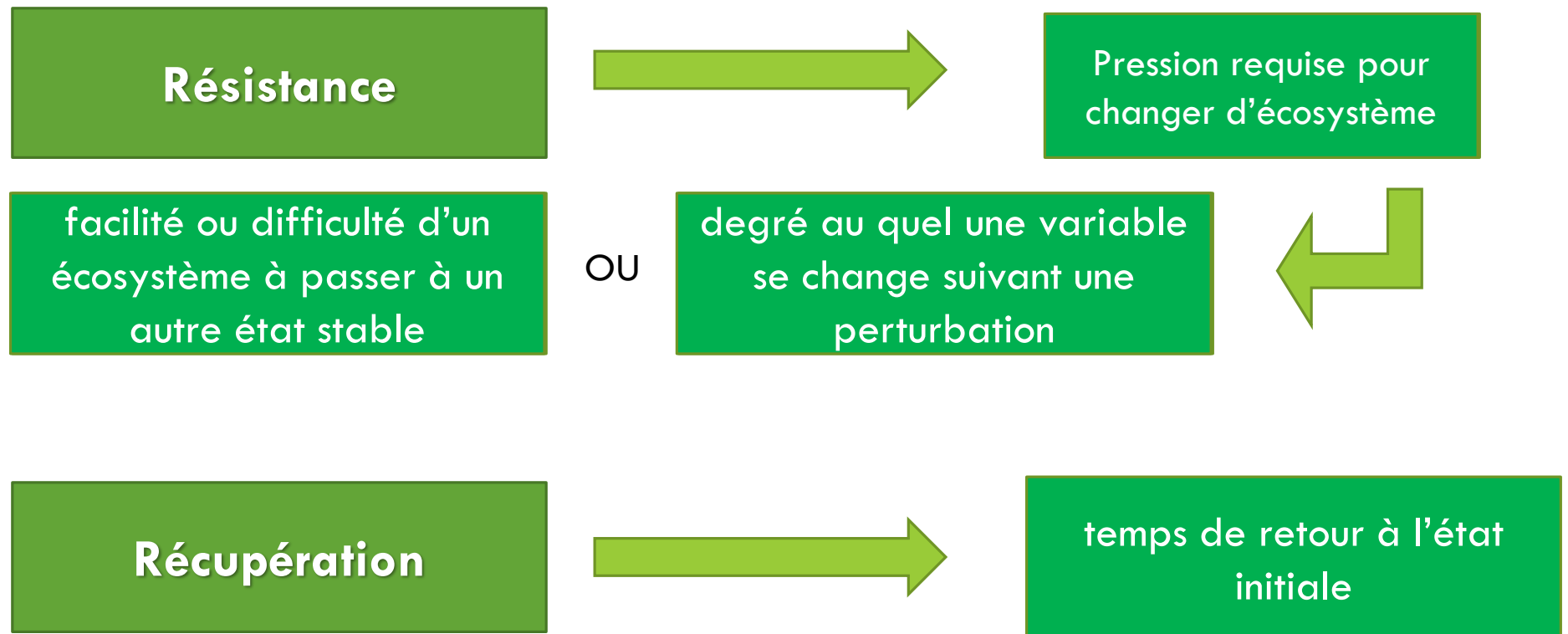
Résistance et barrière au feu



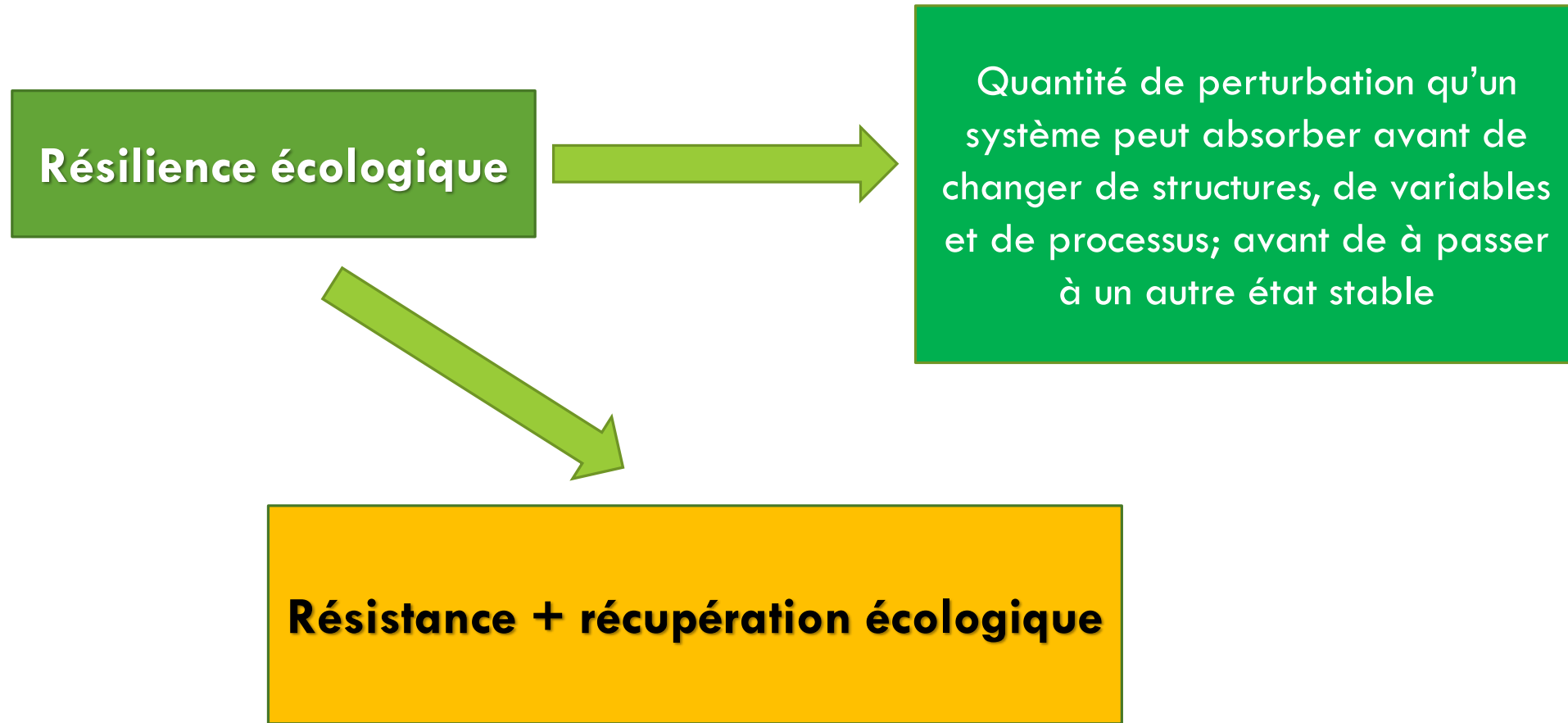
Résilience au feu

(Iasienuk et Johnson 1982; Ritchie 1987; Kuhry 1994; Clarkson 1997; Turetsky et al. 2004; Benscoter 2006; Magan et al. 2011; Turetsky et al. 2012; Clark et al. 2015)

# RÉSISTANCE ET RÉCUPÉRATION

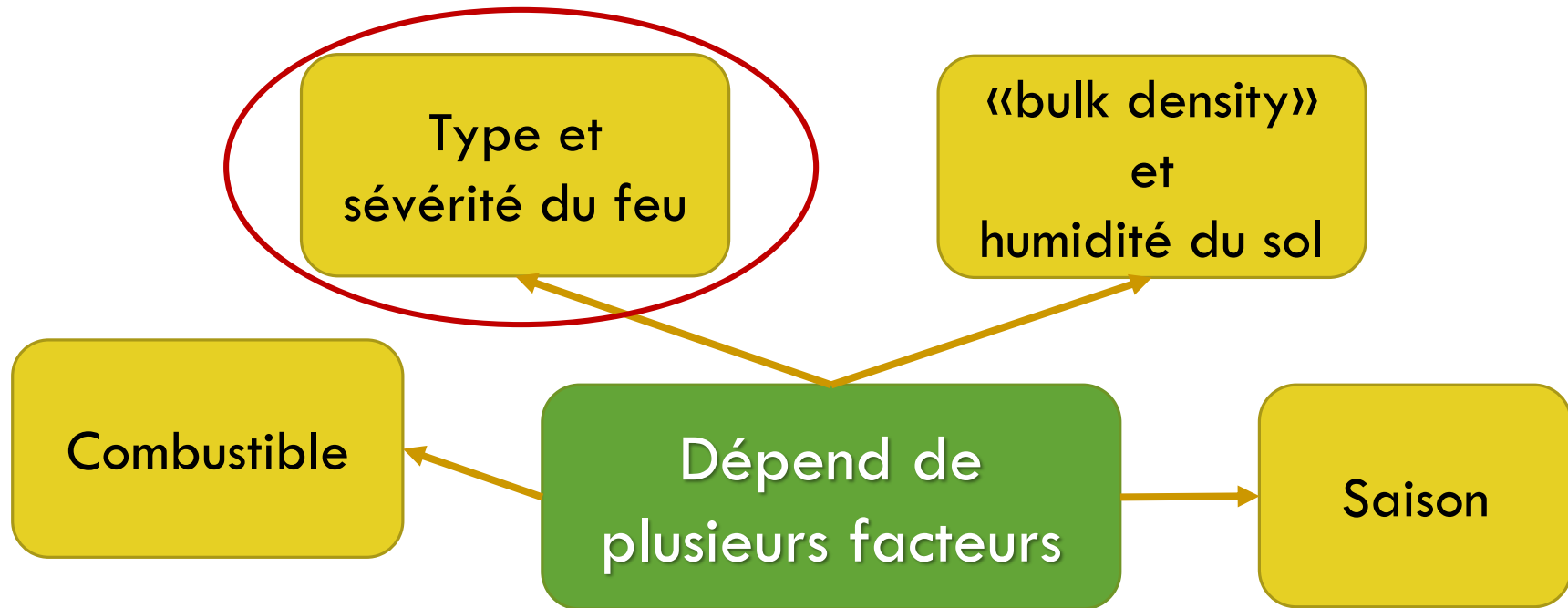


# RÉSILIENCE ÉCOLOGIQUE



(Holling 1973; Walker et al. 1981; Gunderson 2000; Côté et Darling 2010; McClanahan et al. 2012)

# LA RÉSILIENCE AU FEU DES BOGS: LA RÉSISTANCE



(Van Wagner 1972; Miyanishi et Johnson 2002; Bencoter et al. 2011)

# L'INFLUENCE DES SPHAIGNES



**(Acutifolia) Espèces de buttes:**  
Populations denses, durables, formant des hummocks et qui retiennent l'eau facilement



**(Cuspidata) Espèces de creux:**  
Populations peu denses, qui se décomposent + vite et retiennent peu l'eau



# LA RÉSILIENCE AU FEU DES BOGS: LA RÉCUPÉRATION

## Étapes de retour

- 1) Fen ouvert
- 2) Fen riche
- 3) Retour vers un bog

# LA RÉSILIENCE AU FEU DES BOGS: LA RÉCUPÉRATION

1) *Polytrichum strictum*  
et espèces avec  
rhizomes



2) ↑herbacées  
(Cypéracées) et  
espèces opportunistes



2-4  
ans

3) Retour des arbustes  
et ↓ des herbacées et  
des colonisatrices



10 –  
40 ans

4) Espèces typiques de  
bog et bon retour des  
Sphaignes

# L'EXTRACTION DE TOURBE HORTICOLE



(Salonen 1987; Salonen et Setälä 1992; Price 1997; Price et al. 1998; Campbell et al. 2000; Rochefort et al. 2003; Lavoie et al. 2003; Poulin et al. 2005)

# LA RESTAURATION ÉCOLOGIQUE

Actions d'aménagement visant à ramener un écosystème auto-suffisant sur un secteur dégradé



Vaincre la résistance et la résilience de la communauté dégradée



Établir une communauté spécifique (processus, structures, rétroaction)

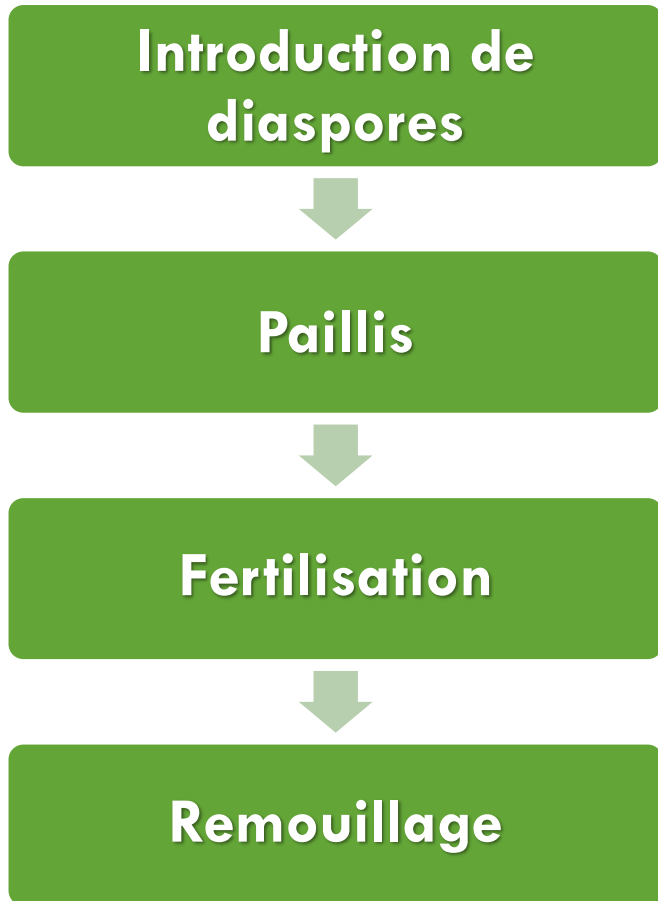
# SERVICES ÉCOLOGIQUES DES TOURBIÈRES



**Retour des services  
écologiques**

- **Séquestration de Carbone**
- Récolte plantes, fruits et baies
- Ressources archéologiques
- Archives des communautés et de l'évolution des espèces
- Activités récréatives (chasse, botanique et ornithologie)
- Régulation de la chimie atmosphérique etc.

# TECHNIQUE PAR TRANSFERT DE LA COUCHE MUSCINALE



# EFFICACITÉ DE LA TECHNIQUE PAR TRANSFERT DE LA COUCHE MUSCINALE



Écosystème accumulateur de carbone

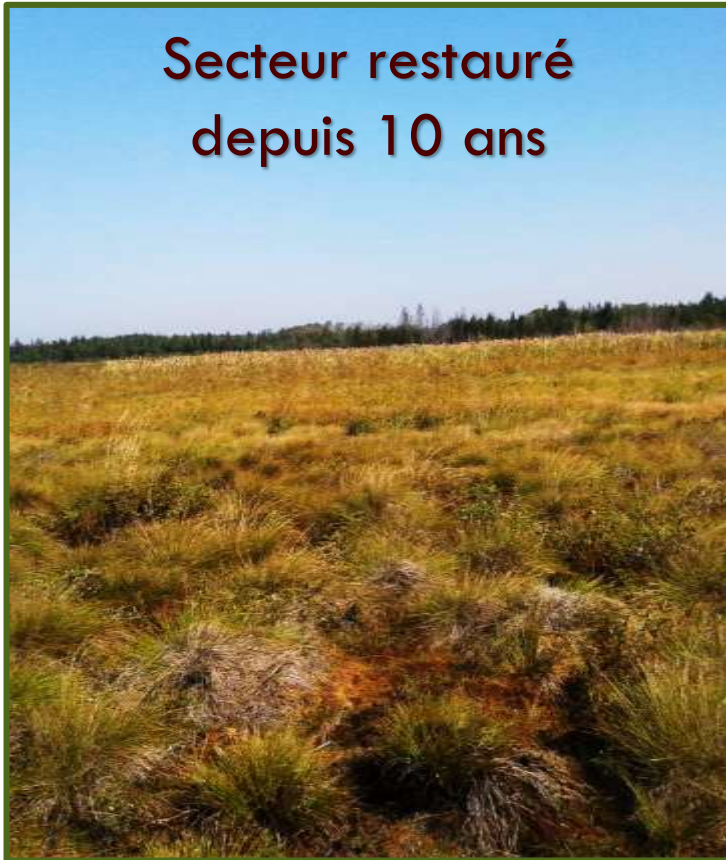
Végétation dominée par les sphaignes et les plantes tourbicoles

Retour d'une hydrologie typique

**Résilience au feu  
des bogs restaurés?**

# INCENDIE ACCIDENTEL DANS UN BOG RESTAURÉ (FIN AOÛT 2014)

Secteur restauré  
depuis 10 ans




Mai 2015 (9 mois après feu, dans un site  
restauré depuis 10 ans)





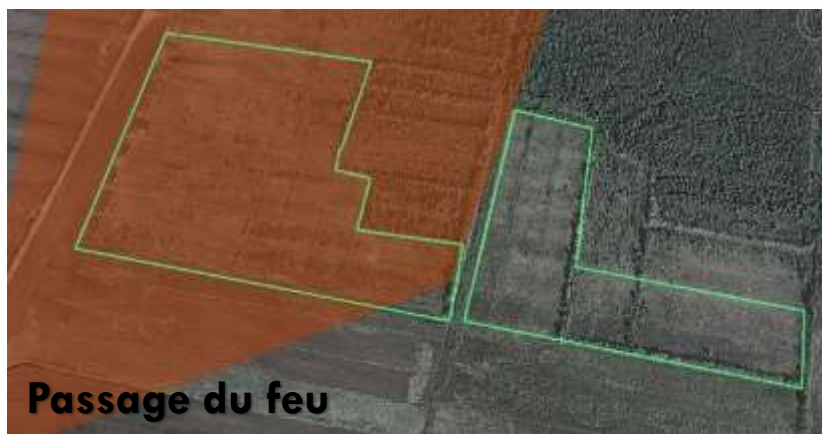
# OBJECTIF PRINCIPAL

La première réponse au feu d'une tourbière ombrotrophe restaurée



Comparer la production de phyto-biomasse et le recouvrement végétal entre les sections brûlées (B) et les sections non-brûlées (NB) après la première saison de croissance après un feu.

# SITE À L'ÉTUDE



# COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES CHOISIES



**Acutifolia**

**115 points  
d'échantillonnage**



**Cuspidata**

**80 points  
d'échantillonnage**



***Polytrichum***

**50 points  
d'échantillonnage**

# APPROCHE PAR COMMUNAUTÉS VÉGÉTALES



Collecte de biomasse aérienne et inventaire végétal

**245**  
points  
d'échantillonnage

Divisés entre  
les  
communautés

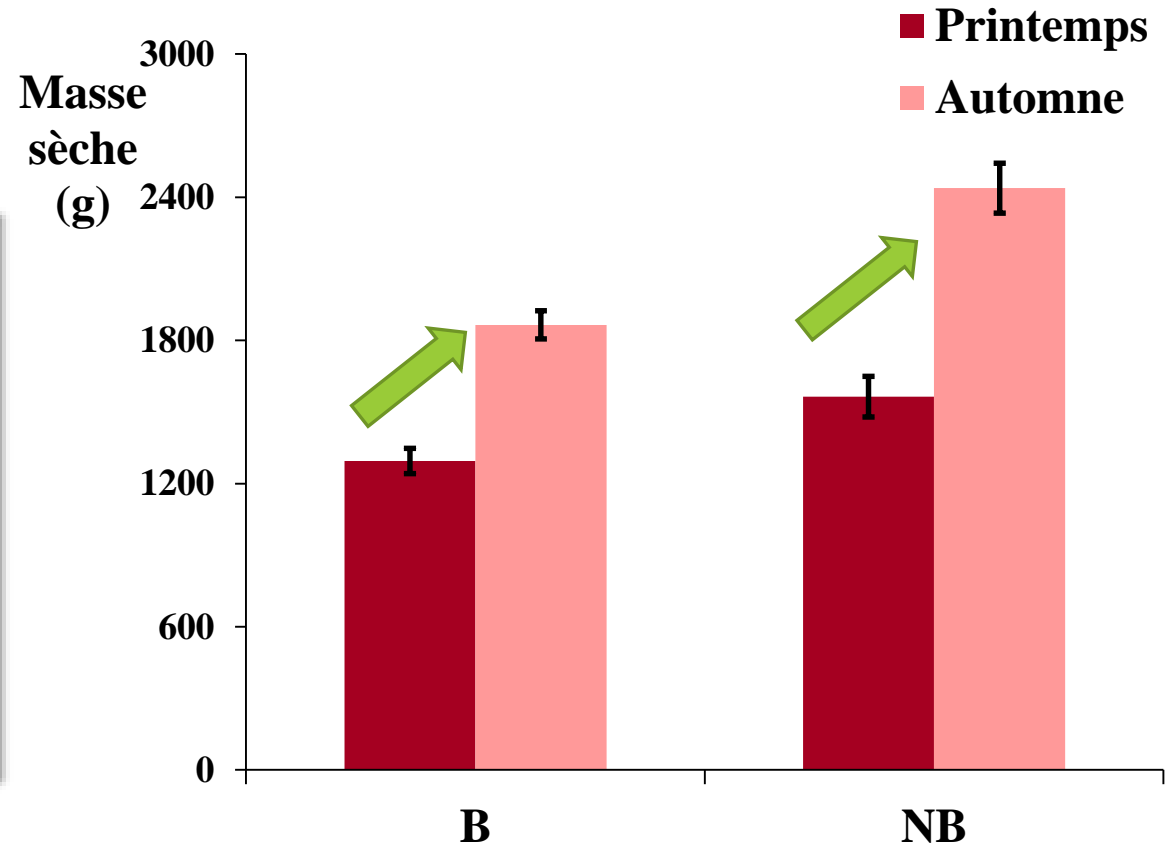
Brûlé et  
Non-brûlé

# RÉSULTATS: PRODUCTION VÉGÉTALE

Biomasse végétale  
aérienne récoltée dans des  
cadre de 1m<sup>2</sup>

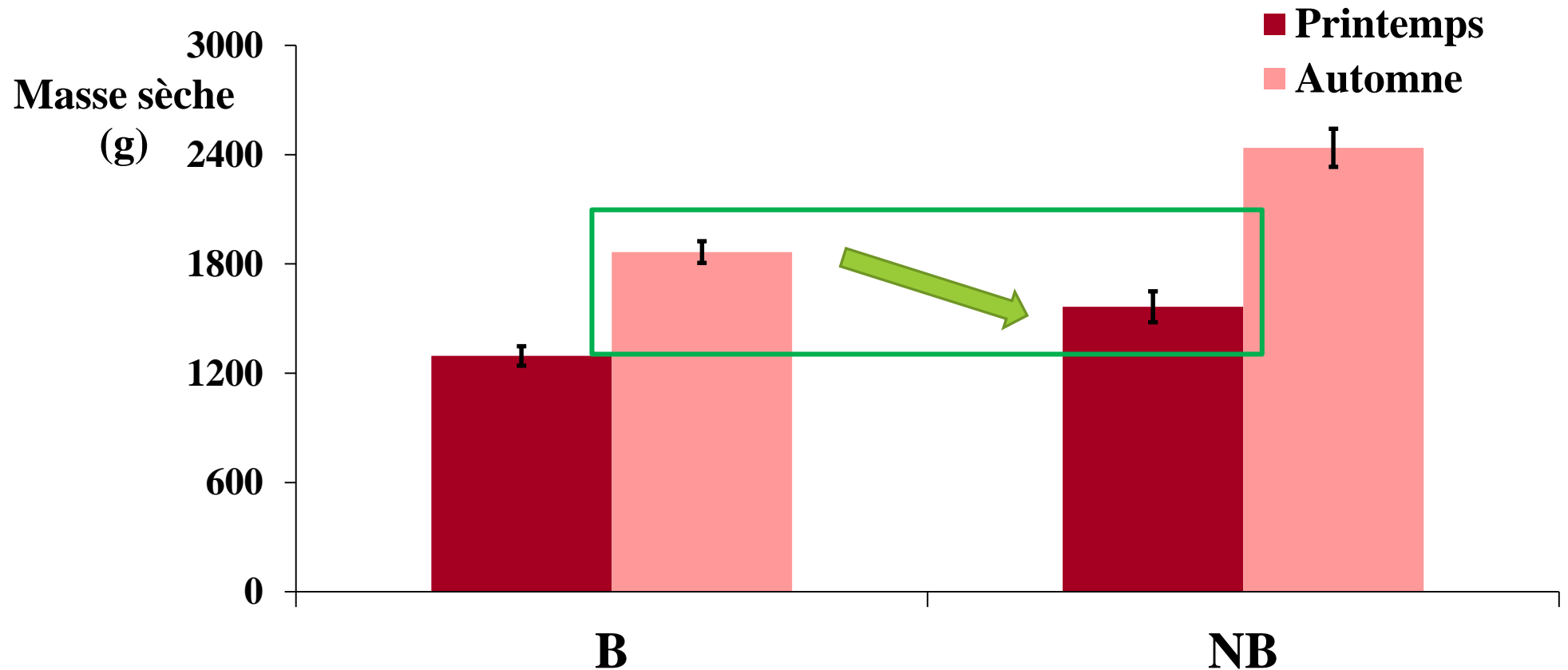


Phyto-biomasse - Acutifolia



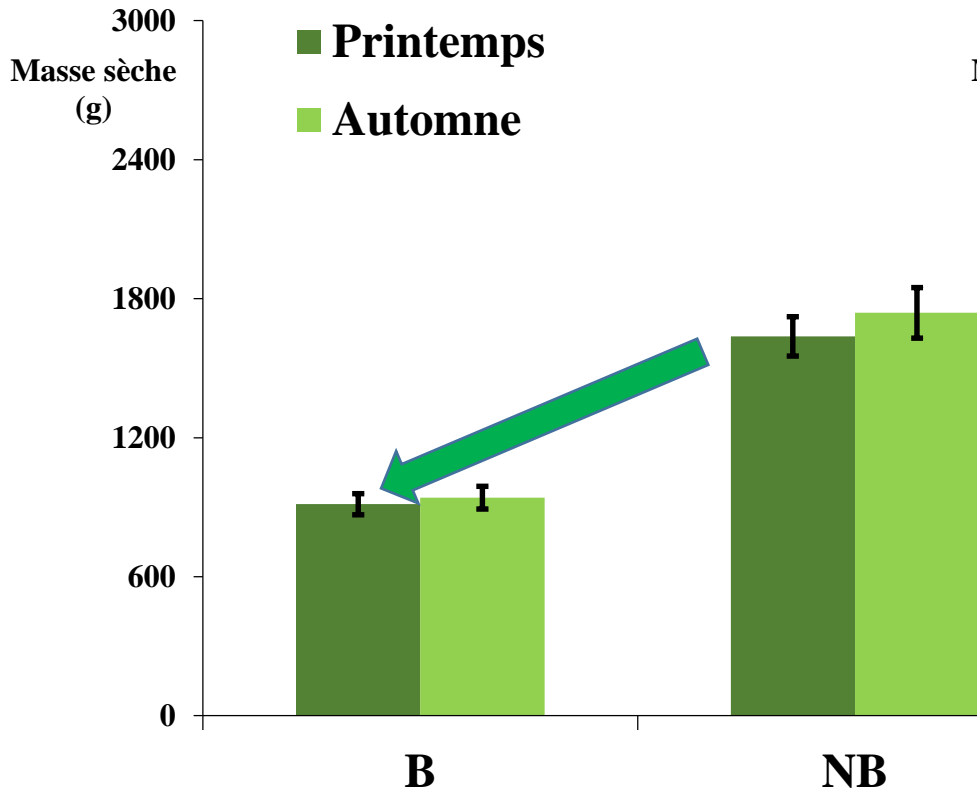
# RÉSULTATS: PRODUCTION VÉGÉTALE

## Phyto-biomasse - Acutifolia

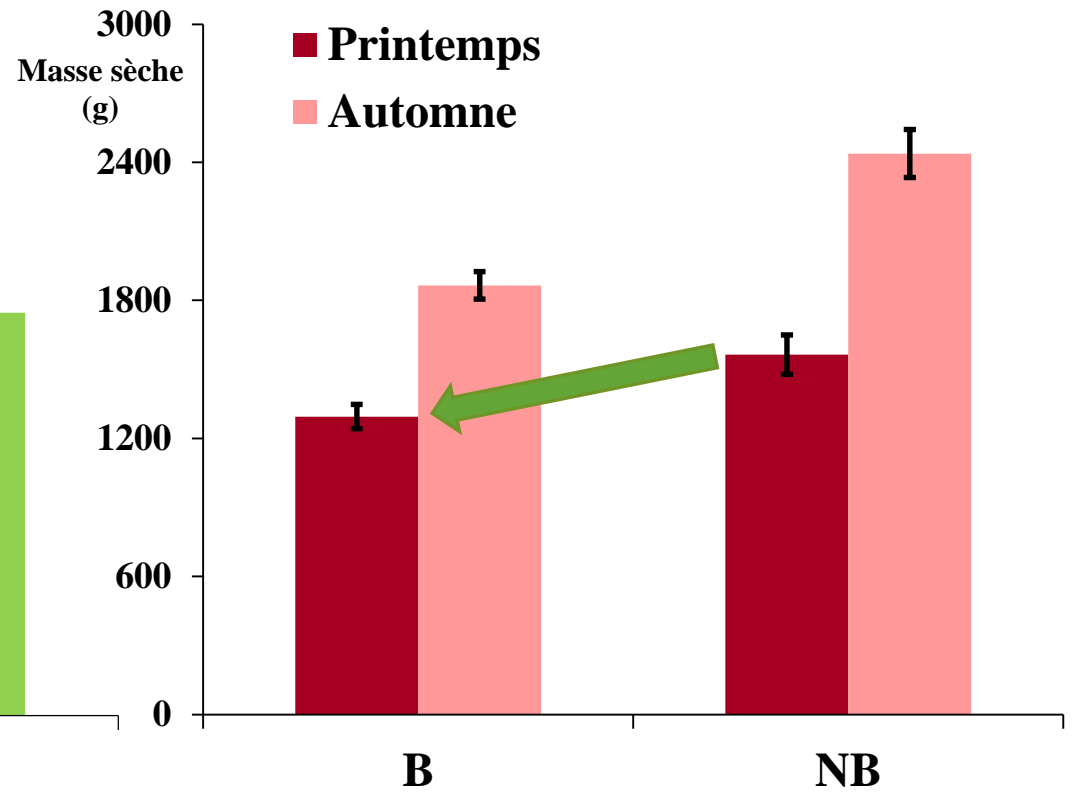


# RÉSULTATS: PRODUCTION VÉGÉTALE

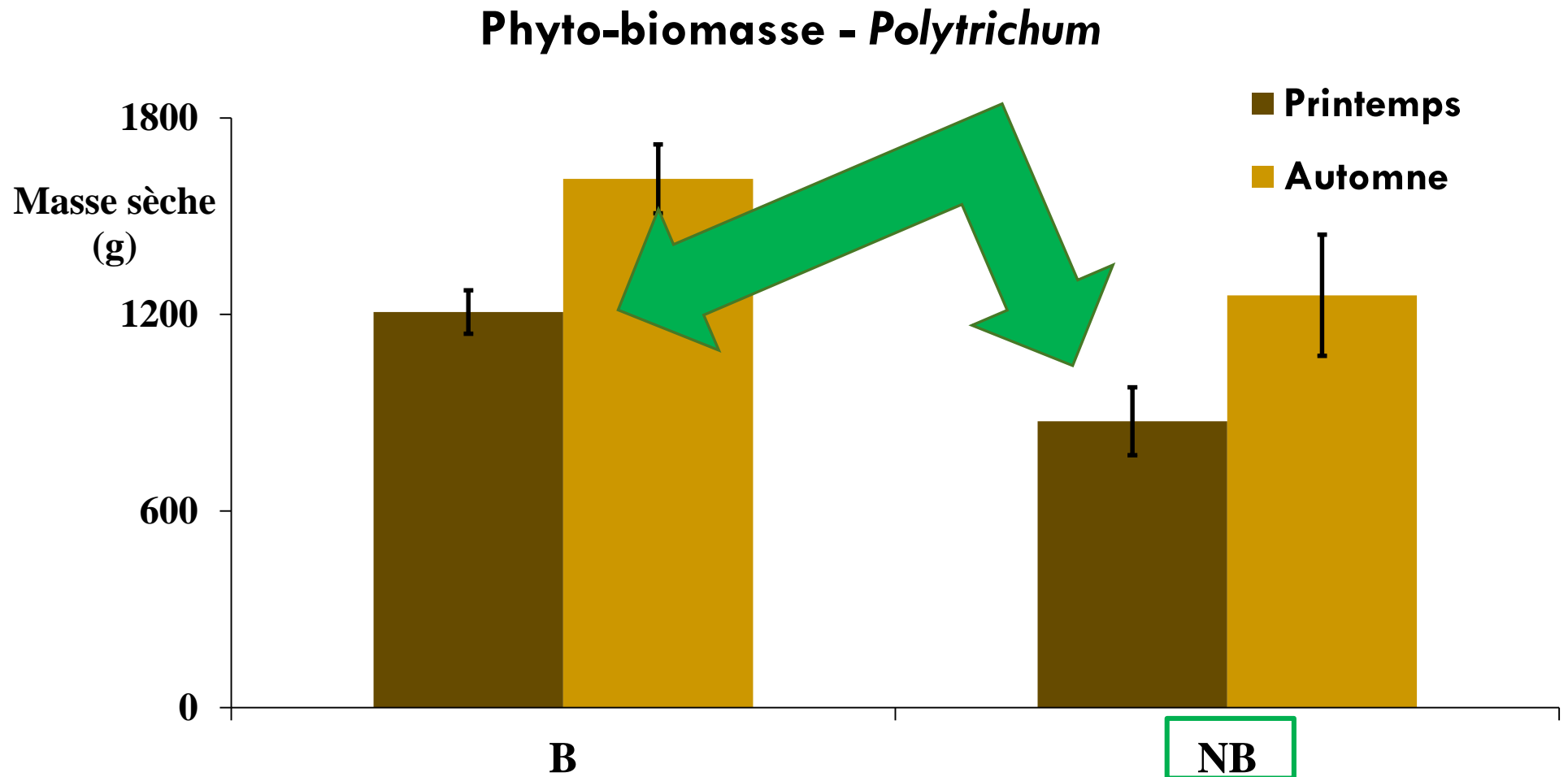
## Phyto-biomasse - Cuspidata



## Phyto-biomasse - Acutifolia



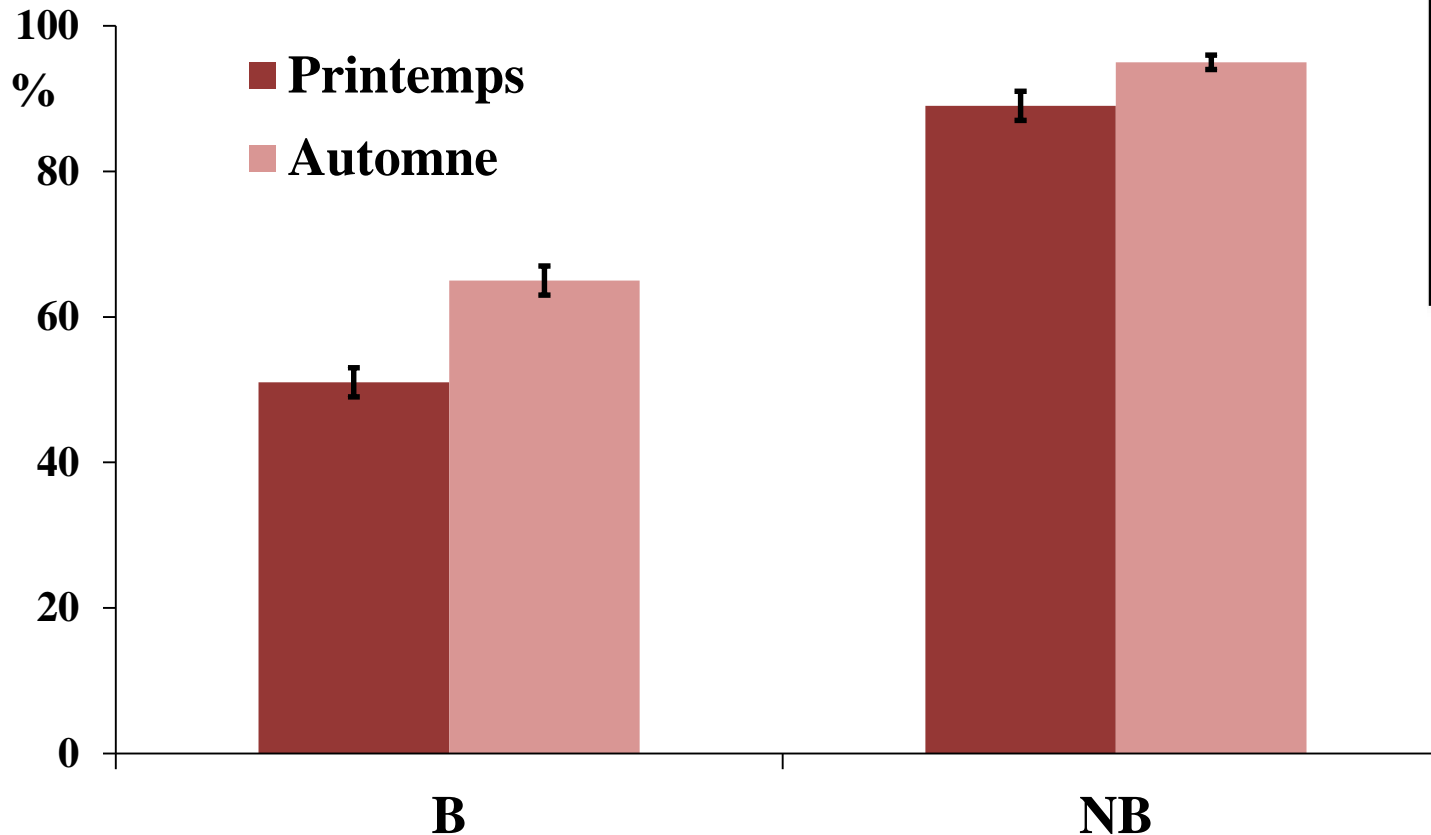
# RÉSULTATS: PRODUCTION VÉGÉTALE - *POLYTRICHUM*





# RÉSULTATS: RECOUVREMENT VÉGÉTAL - ACUTIFOLIA

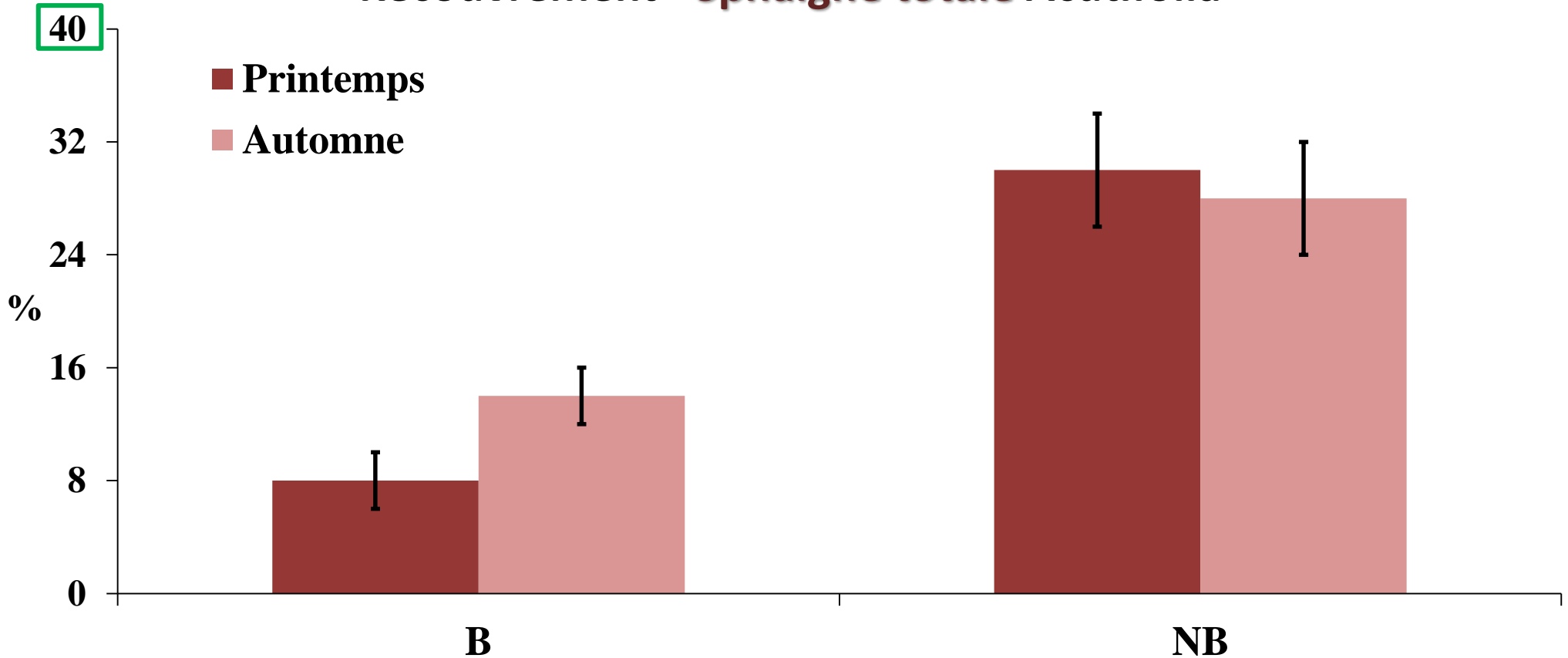
## Recouvrement - Végétation totale Acutifolia



Recouvrement évalué dans des cercles de **65 cm** de diamètre

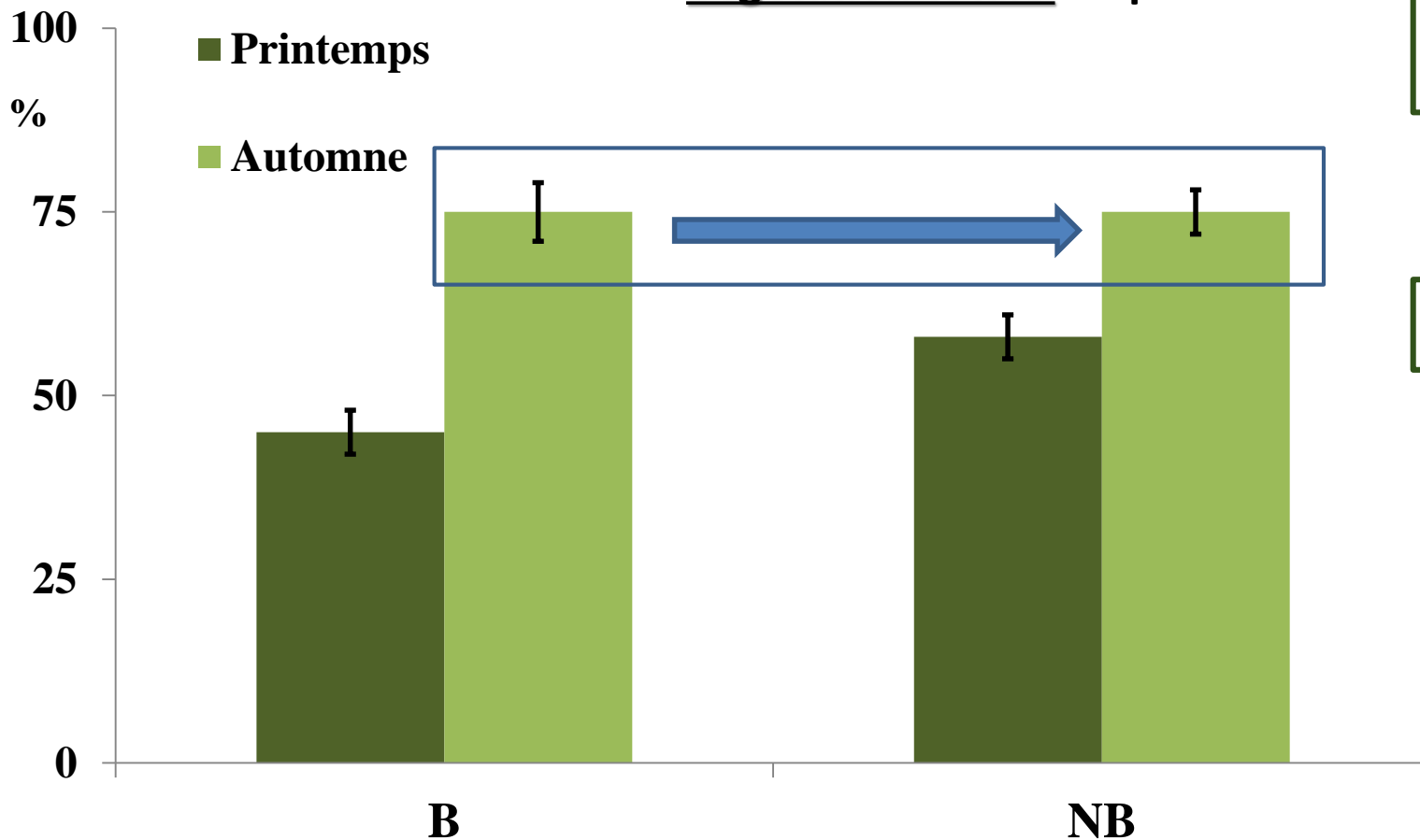
# RÉSULTATS: RECOUVREMENT VÉGÉTAL - ACUTIFOLIA

## Recouvrement - **Sphaigne totale** Acutifolia



# RÉSULTATS: RECOUVREMENT VÉGÉTAL - CUSPIDATA

Recouvrement - Végétation totale Cuspidata



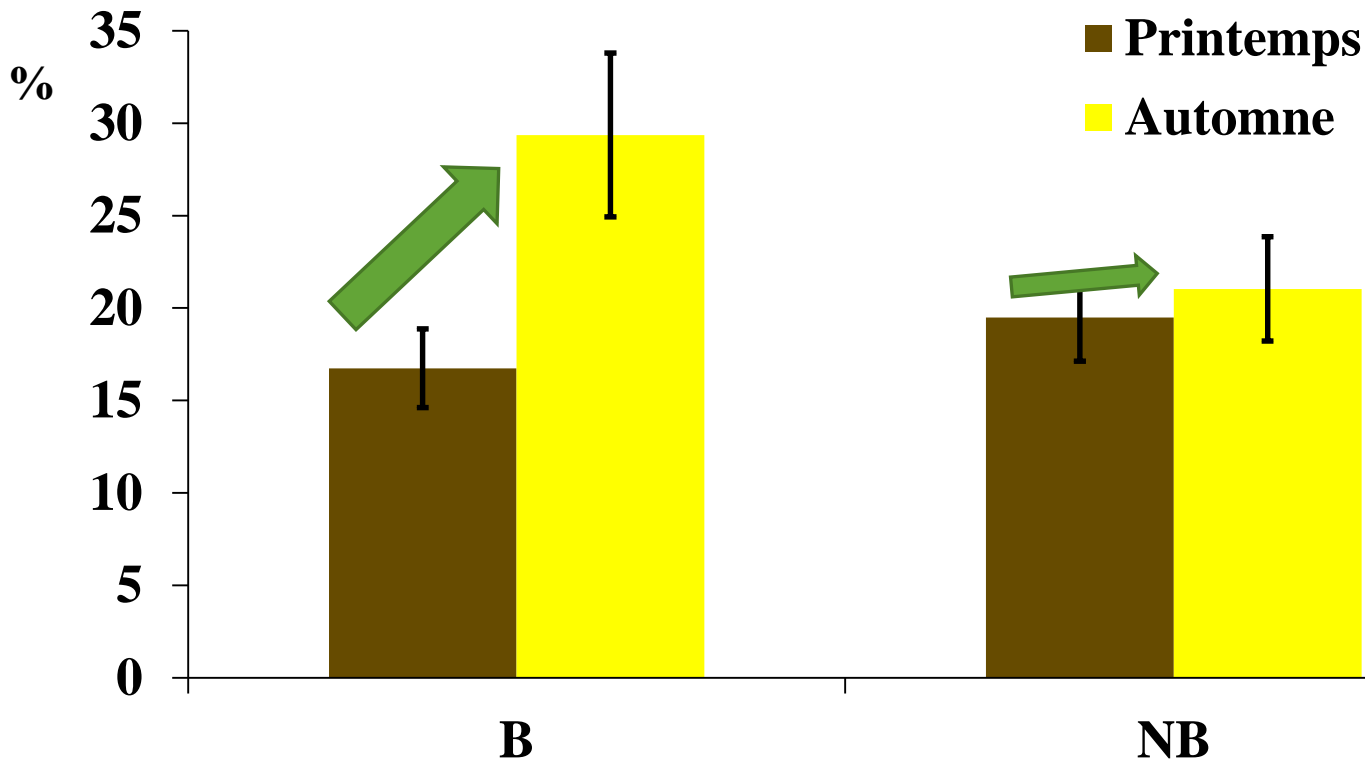
Expliqué par la  
strate herbacée



*Scirpus cyperinus*

# RÉSULTATS: RECOUVREMENT VÉGÉTAL - *POLYTRICHUM*

Recouvrement - *Polytrichum strictum* Polytrichum



Meilleure croissance  
dans les secteurs  
brûlés



Le *Polytrichum strictum*, une espèce favorisée par le feu

# CONCLUSION

Bonne  
récupération  
végétale  
prévue

Même production végétale  
entre les secteurs brûlés et  
non-brûlés

Couche muscinale et  
sphaignes pas entièrement  
brûlées

Impact des caractéristiques  
de la couche muscinale

Résilience

Point de départ d'une étude  
sur la résilience d'un  
écosystème restauré

Tendance vers la résilience au  
feu

2 ans après feu



# RÉMERCIEMENTS



Special thanks to Premier Tech Horticulture for its great support

Many thanks to my research group (PERG) and my field assistants for their precious help!

Also thanks to our financial partners



# RÉFÉRENCE

- Alday, J. G. et R. H. Marrs (2014) A simple test for alternative states in ecological restoration: the use of principal response curves. *Applied Vegetation Science* 17: 302–311
- Beisner, B., D. Haydon et K. Cuddington (2003) Alternative states in ecology. *Frontiers in Ecology* 1: 376–382.
- Benscoter, B. W. B. (2006) Post-fire bryophyte establishment in a continental bog. *Journal of Vegetation Science* 17: 647-652.
- Benscoter, B. W., D. K. Thompson, J. M. Waddington, M.D. Flannigan, B. M. Wotton, W. J. de Groot et M. R. Turetsky (2011) Interactive effects of vegetation, soil moisture and bulk density on depth of burning of thick organic soils. *International Journal of Wildland Fire* 20:418-429.
- Campbelle, D. R., L. Rochefort et C. Lavoie (2000) The colonization potential of peatland plants recolonization post-vacuum-extracted bogs. *Québec 2000: 11th International Peat Congress*.
- Carpenter, S. B. Walker, J. M. Anderies et N. Abel (2001) From Metaphor to Measurement: Resilience of What to What? *Ecosystems* 4: 765–781
- Clarkson, B. R. (1997) Vegetation recovery following fire in two Waikato peatlands at Whangamarino and Moanatuatua, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany* 35: 167-179
- Clarke, P. J., D. A. Keith, B. E. Vincent et A. D. Letten (2015) Post-grazing and post-fire vegetation dynamics: long-term changes in mountain bogs reveal community resilience. *Journal of Vegetation Science* 26: 278-290.
- Clymo, R. S. (1983) Peat. Pages 159-224 dans A.J.P. Gore (éd.). *Mires: Swamp, Bog, Fen et Moor, General Studies. Ecosystems of the World 4E*. Elsevier, Amsterdam
- Couillard, L. et P. Grondin (1986) *La végétation des milieux humides du Québec*. Les Publications du Québec. Gouvernement du Québec, Québec.
- Daman, A. W. H. (1979) Geographic patterns in peatland development in eastern North America. Pages 42-57 dans *Classification of Mires and Peats. Proceedings of the International Symposium on Classification of Peat and Peatlands*. International Peat Society, Hyytiälä
- Glaser, P. H. (1987) The ecology of patterned boreal peatlands of northern Minnesota: A community profile. U.S. Fish and Wildlife Service. *Biological Report 85*. Washington, D.C.
- González, E., L. Rochefort, S. Boudreau, S. Hugron, M. Poulin (2013) Can indicator species predict restoration outcomes early in the monitoring process? A case study with peatlands. *Ecological Indicators* 32: 232-238
- González, E. et L. Rochefort (2014) Drivers of success in 53 cutover bogs restored by a moss layer transfer technique. *Ecological Engineering* 68: 279-290.
- González, E., L. Rochefort, S. Boudreau, M. Poulin (2014) Combining indicator species and key environmental and management factors to predict restoration success. *Ecological Indicators* 46: 156-166

# RÉFÉRENCE

- Gorham, E. et J. A. Janssens (1992) Concepts of fen and bog re-examined in relation to bryophyte cover and the acidity of surface waters. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* 61: 7-20
- Grondin, P. et J. Ouzilleau (1980) Les tourbières du sud de la Jamésie, Québec. *Géographie physique et Quaternaire*, 34: 267-299
- Gunderson, L. H. (2000) Ecological Resilience—in theory and application. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics journal*. 31: 425–39
- Heinselman, M. L. (1981) Fire and succession in the conifer forests of northern North America. Dans D. C. West, H. H. Shugart, & D. B. Botkin (éd.), *Forest succession. Concepts and application* pages 374 et 405. New York: Springer.
- Hobbs, R. J., L. R. Walker et J. Walker (2007) Integrating restoration and succession. dans: Walker, L.R., Walker, J. & Hobbs, R.J. (eds.) *Linking restoration and ecological succession*, pages 168–179. Springer, New York, NY, US.
- Hölzel, N., E. Buisson et T. Dutoit (2012) Species introduction – a major topic in vegetation restoration. *Applied Vegetation Science* 15: 161–165.
- Jasieniuk, M. A. et E. A. Johnson (1982) Peatland vegetation organization and dynamics in the western subarctic, Northwest Territories, Canada. *Canadian Journal of Botany – Revue Canadienne De Botanique* 60: 2581-2593.
- Johnson, E. (1992) *Fire and Vegetation Dynamics: Studies from the North American Boreal Forest*. Cambridge University Press: Cambridge, UK.
- Kivinen, E. et P. Pakarinen (1981) Geographical distribution of peat resources and major peatland complex types in the world. *Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III*, 132: 1-28
- Klimes, L., M. Hájek, O. Mudrák, M. Dancák, Z. Preislerová, P. Hajkova, I. Jongepierová et J. Klimesová (2013) Effects of changes in management on resistance and resilience in three grassland communities. *Applied Vegetation Science* 16: 640–649
- Kuhry, P. (1994) The Role of Fire in the Development of *Sphagnum*-Dominated Peatlands in Western Boreal Canada. *Journal of Ecology* 82: 899-910.
- Lavoie, C., P. Grosvernier, M. Girard et K. Marcoux (2003) Spontaneous revegetation of mined peatlands: an useful restoration tool? *Wetlands Ecology and Management* 11: 97-107.
- McCarter, C. P. R. et J. S. Price. 2013. The hydrology of the Bois-des-Bel bog peatland restoration: 10 years post-restoration. *Ecological Engineering* 55: 73– 81
- Pakarinen, P. (1995) Classification of boreal mires in Finland and Scandinavia: A review. *Vegetatio* 118: 29-38
- Payette, S. et E. Lepage (1977) La flore vasculaire du golfe de Richmond, baie d'Hudson, Nouveau-Québec. *Provancheria* 7: 1-68
- Payette, S. et E. Lepage (1978) La flore vasculaire de la région du lac Minto, Nouveau-Québec. *Provancheria* 8: 1-44



# RÉFÉRENCES

- Payette, S. et L. Rochefort (2001) *Écologie des tourbières du Québec-Labrador*. Les Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, 621p.
- Pimm, S. L. (1984) The complexity and stability of ecosystems. *Nature* 307: 321–326.
- Price, J. (1997) Soil moisture, water tension and water table relationships in a managed cutover bog. *Journal of Hydrology* 202: 21-32.
- Price, J., L. Rochefort et F. Quinty (1998) Energy and moisture considerations on cutover peatlands: surface microtopography, mulch cover and *Sphagnum* regeneration. *Ecological Engineering* 10: 293-312.
- Poulin, M., L. Rochefort, F. Quinty, et C. Lavoie (2005) Spontaneous revegetation of mined peatlands in eastern Canada. *Canadian Journal of Botany* 83: 539-557.
- Poulin, M., R. Andersen et L. Rochefort (2012) A new approach for tracking vegetation change after restoration: A case study with peatlands. *Restoration Ecology*.
- Ritchie, J.C. (1987) *Postglacial Vegetation of Canada*. Cambridge University Press, New York
- Rochefort, L., F. Quinty, S. Campeau, K. Johnson, et T. Malterer (2003) North American approach to the restoration of sphagnum dominated peatlands. *Wetlands Ecology and Management* 11: 3-20.
- Rochefort, L. et E. Lode (2006) Restoration of degrade boreal peatlands. *Ecological studies* 188: 381-423.
- Rochefort, L., S. Boudreau, F. Isselin-Nondedeu et M. Poulin (2013) Comparing survey methods for monitoring vegetation change through time in a restored peatland. *Wetlands Ecology and Management* 21: 71-85
- Rydin, H. (1993) Mechanisms of interactions among *Sphagnum* species along water-level gradients. *Advances in Bryology* 5: 153-185.
- Ryömä, R. et S. Laaka-Lindberg (2005) Bryophyte recolonization on burnt soil and logs. *Scandinavian Journal of Forest Research* 20: S6, 5-16
- Salonen, V. (1987) Relationship between the seed rain and the establishment of vegetation in two areas abandoned after peat harvesting. *Holarctic Ecology* 10: 171-174.
- Salonen, V. et H. Setälä (1992) Plant colonization of bare peat surface. Relative importance of seed availability and soil. *Ecography* 15: 199-204
- SERI (2004) *The SER international primer on ecological restoration*. Tucson Society for Ecological Restoration International, Tucson, AZ, US. Disponible sur: <http://www.ser.org>.
- Sjörs, H. (1983) Mires of Sweden. Pages 69-94 dans A. J. P. Gore (éd). *Ecosystems of the world 4B: Mires: Swamp, Bog, Fen and Moor*. Elsevier, Amsterdam
- Tarnocai, C. (1978) Genesis of organic soils in Manitoba and the Northwest Territories. Pages 453-470 dans *Quaternary Soils*. W.C. Mahaney (éd). Geo Abstracts, Norwich

# RÉFÉRENCE

Tarnocai, C, I. M. Kettles et B. Lacelle (2000) Peatlands of Canada; Geological Survey of Canada Open file 3834

Turetsky, M. R., B. Bond-Lamberty, E. Euskirchen, J. Talbot, S. Frolking, A. D. McGuire et E.-S. Tuittila (2012) The resilience and functional role of moss in boreal and arctic ecosystems. *New Phytologist* 196: 49-67.

Van Wagner, C. E. (1972) Duff consumption by fire in eastern pine stands. *Canadian Journal of Forest Research* 2, 34–39.

Walker, L.R., P. J. Bellingham et D. A. Peltzer (2006) Plant characteristics are poor predictors of microsite colonization during the first two years of primary succession. *Journal of Vegetation Science* 17: 397–406.

Walker B. H., L. D., C. S. Holling et R. M. Peterman (1981) Stability of semi-arid savanna grazing systems. *Journal of Ecology* 69: 473–98

Wells, E.D. et S. C. Zoltai (1985) Canadian system of wetland classification and its application to circumboreal wetlands. *Aquilo Series Botanica* 21: 42-52