

Recrutement de conifères dans les peuplements de tremble (*Populus tremuloides* Michx.), le long d'un gradient Est-Ouest dans la forêt boréale du Canada

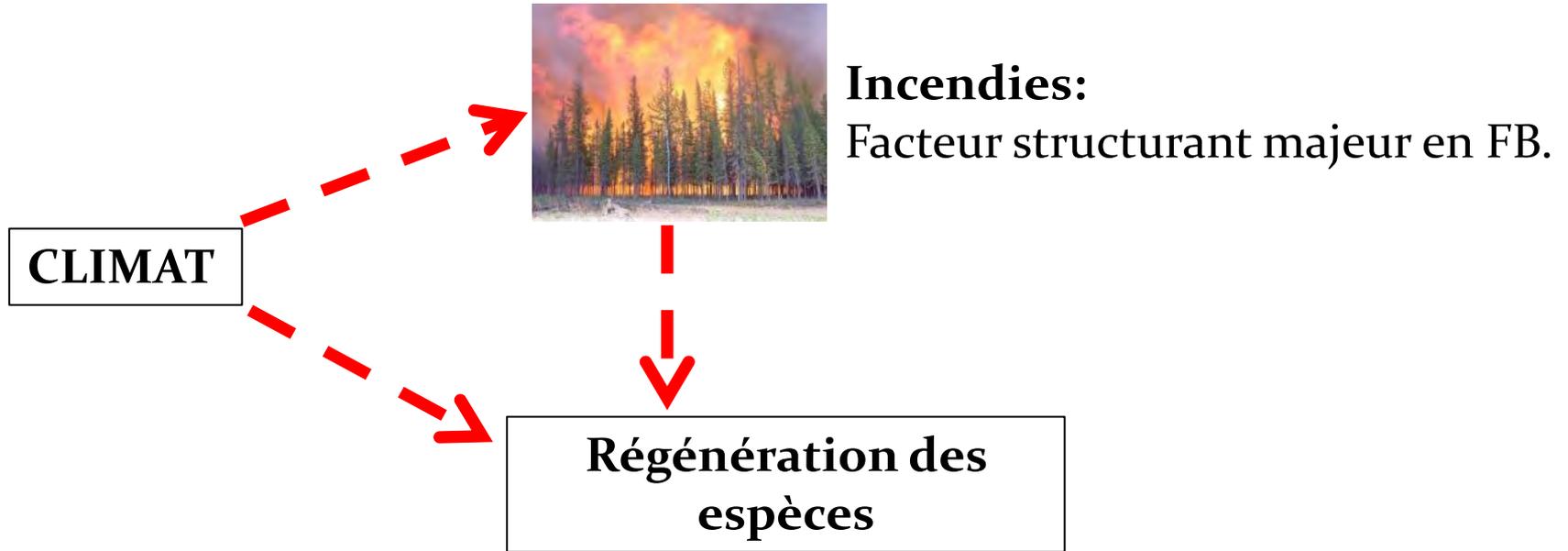
Pierre NLUNGU – KWETA, *PhD student*

Yves Bergeron

Alain Leduc



CONTEXTE



Contexte actuel de changements climatiques:



OBJECTIFS

Cible de l'étude:

Peuplements de tremble (couvert forestier continu), le long d'un transect est-ouest dans FBC (**échelle pan-canadienne**).



“**CANADA**” = conditions géo-climatiques variables (e) provinces, et au sein d'une même province.



Objectif global:

Analyser l'impact du climat et de regimes de perturbation (feu) sur la régénération de conifères (RCs), dans le sous-bois des peuplements dominés par le tremble.

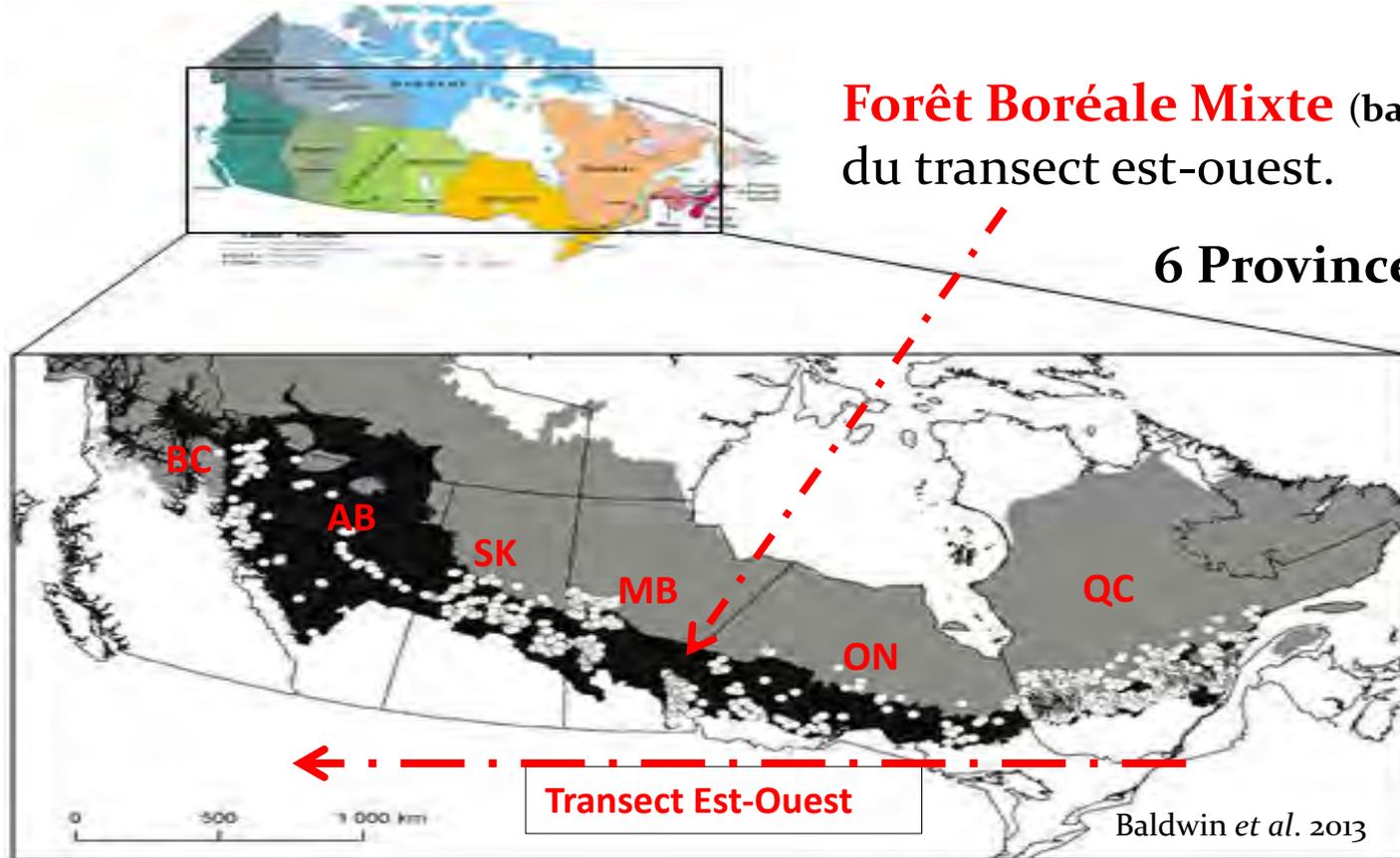
Objectifs spécifiques :

a) Analyser abondance et occurrence de recrutements de **3 espèces de tolérants à l'ombre**;

- sapin baumier (**BF**)
- épinette noire (**BS**)
- épinette blanche (**WS**).

b) Expliquer variations observées, le long du transect.

ZONE D'ÉTUDE



SOURCE DONNÉES

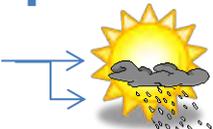
Bases de données d'inventaires forestiers (*PET* and *PEP*), provinciaux disponibles.



HYPOTHESES de RECHERCHE



Caractéristiques

Climat :	 - Plus Chaud et Sec (400-600 mm)	- Plus Humide  (600-1200 mm)
Incendies :	 - Feux fréquents, larges & sévères	- moins fréquents, taille et sévérité variables 
Cycle de Feu :	- court	- Long
	Ouest	Est

Hypothèses

H1: Occurrence

1. Peu ou pas du tout de RCs dans sous-bois tremblaies.

1. RCs très présents

H2: Abondance

2. Si présents, alors moins abondants

2. Plus abondants

H3: Activités anthropiques (expl. forest.) pvt affecter abondance et occurrence



SELECTION DONNÉES

Selection peuplements **dominés par tremble** ($\geq 75\%$ ST.)



Peuplements d'au moins **400 tiges/ha.**, et situés dans FBM.



Total de **2636** tremblaies sélectionnés pour l'étude.

ANALYSE DONNÉES

Abondance (**Comptage**) et **Occurrence** (**Frequence**) de nos 3 conifères parmi les données de **Gaules** ($1 > dbh < 9cm$).

Sélection modèles :

Régression multiple (**abondance**) et
Régression logistique binaire (**occurrence**)

} avec R program
(**Select Best model** :
le plus faible AIC)

Variables explicatives sélectionnées :

1. Drought Index (**DI**)
 2. Degree day (**DD**)
 3. Cyclefire (**CF**)
 4. Distance to the nearest great river, lake or bay (**DistWater**)
 5. Hydrography (**PctHydro**)
 6. Physiographic regions (**RegiPhysio**)
 7. Distance to the nearest main road (**DistRoad**)
 8. Distance to agricultural area (**DistAgri**)
 9. Road density (**DensRoad**).
 10. Longitude
 11. Latitude
 12. Elevation
-
- The diagram illustrates the classification of 12 explanatory variables into three categories:
- Climate**: Includes Drought Index (DI) and Degree day (DD).
 - Fire regime**: Includes Cyclefire (CF).
 - Physical environment**: Includes Distance to the nearest great river, lake or bay (DistWater), Hydrography (PctHydro), and Physiographic regions (RegiPhysio).
 - Anthropogenic**: Includes Distance to the nearest main road (DistRoad), Distance to agricultural area (DistAgri), and Road density (DensRoad).
 - Locate**: Includes Longitude, Latitude, and Elevation.

Variables dépendantes analysées :

Abondance (Var. continue) et **Occurrence** (Var. binaire: Presence/Absence)

1. **Ws** (**White spruce**)
2. **Bs** (**Black spruce**)
3. **Bf** (**Balsam fir**)
4. **Conif** (**Three shade-tolerant conifers together**)

RESULTATS 1 : Fréquence “occurrence” globale

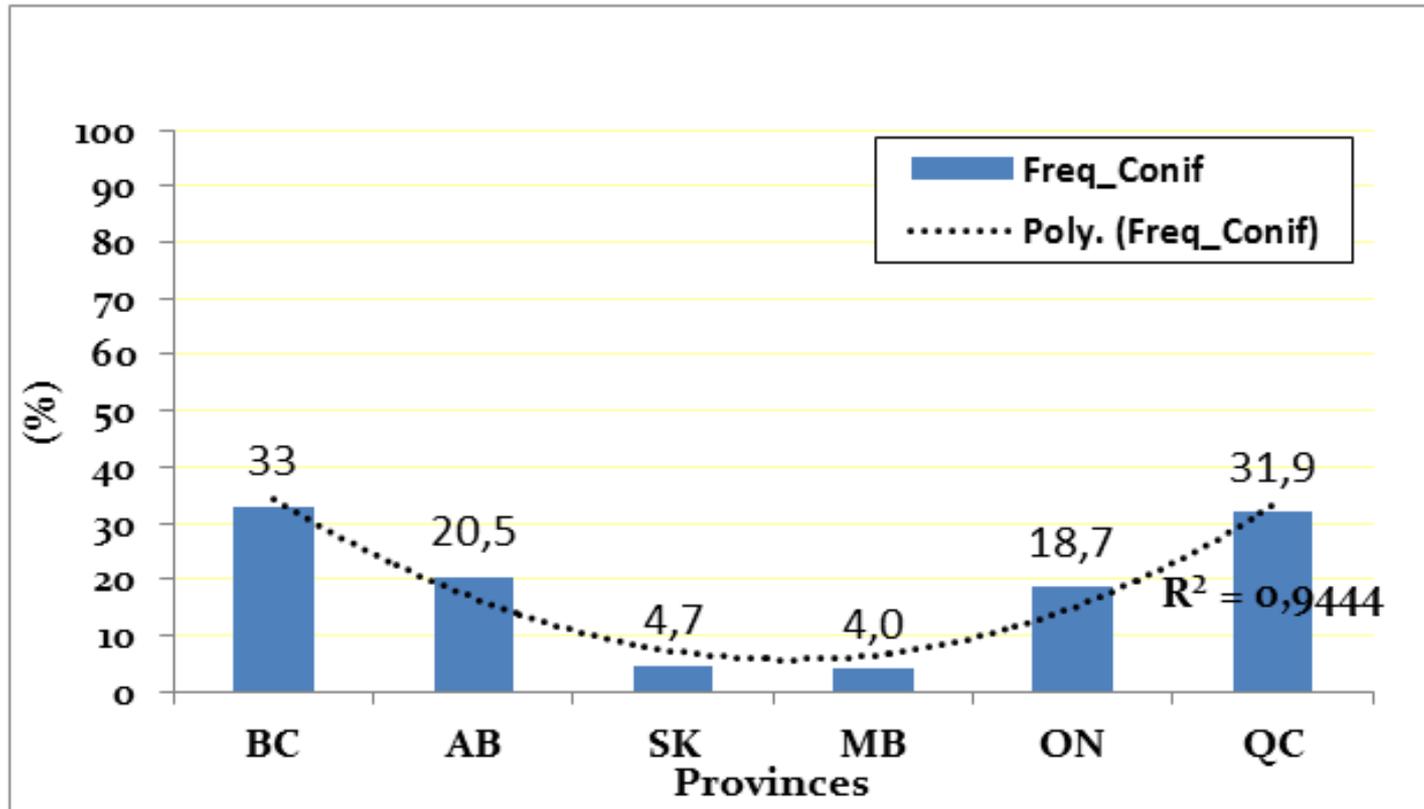


Fig.1. Fréquence tremblais ayant régénération coniferienne globale (**Conif**: 3 sp. réunies)

Principales observations:

- Recrutements de conifères présents partout le long du gradient
- Fréquence d'occurrence quasi-pareille (e) tremblais de l'Est et l'Ouest.
- Fréquence globale plus faible dans le centre du Canada (Provinces de Prairies)

RESULTATS 2 : Fréquence “occurrence” par espèce

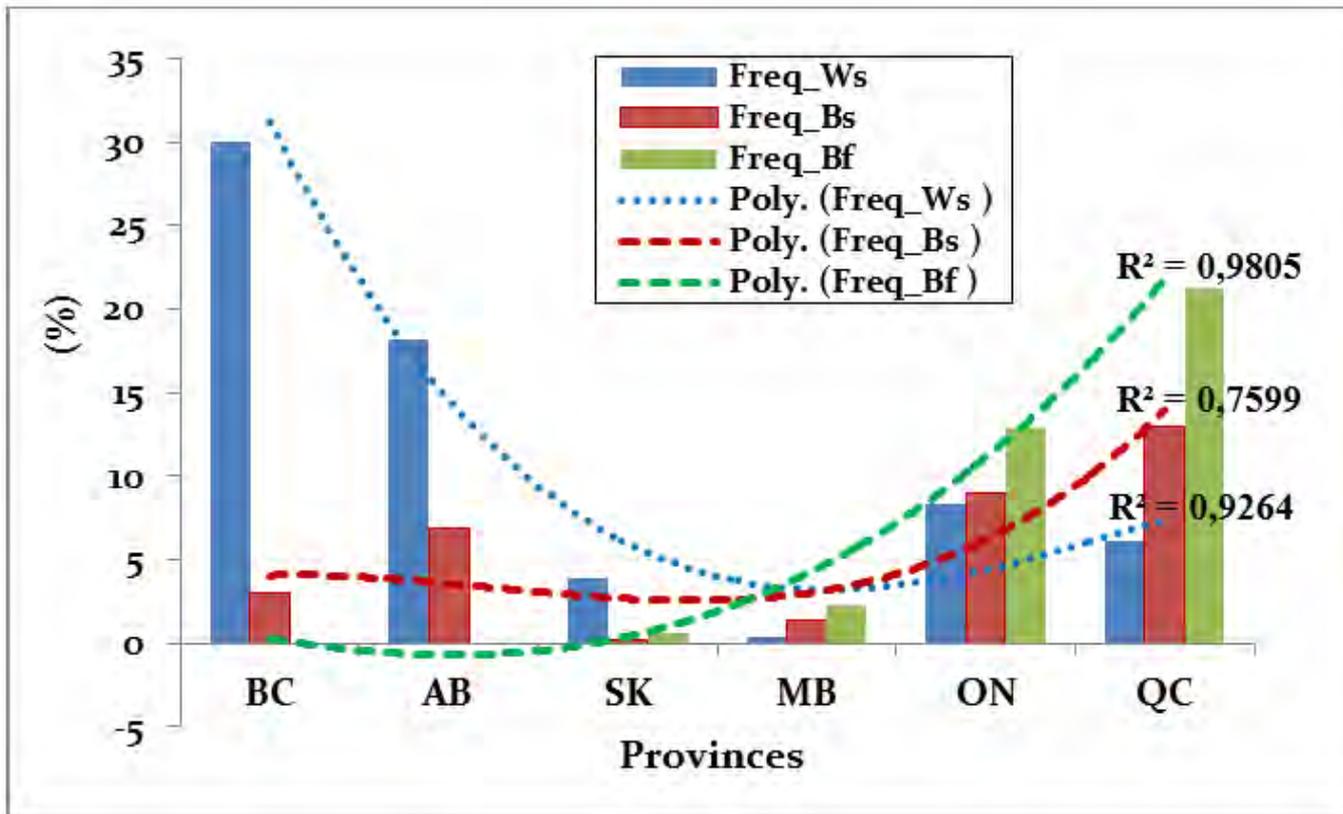


Fig.2. Fréquence tremblaies ayant régénération coniferienne par espèce

Principales observations:

- Sapin** (Bf) et **Épinette noire** (Bs) décroissent de l'Est vers l'Ouest.
- Épinette blanche** (Ws) significativement présente dans l'Ouest et décroît vers l'Est.
- “**Bf**” complètement absent dans l'extrême Ouest (après SK), tandis que “**Bs**” demeure encore présent (faiblement) dans cette partie.

RESULTATS 3 : “Abondance” globale (Conif)

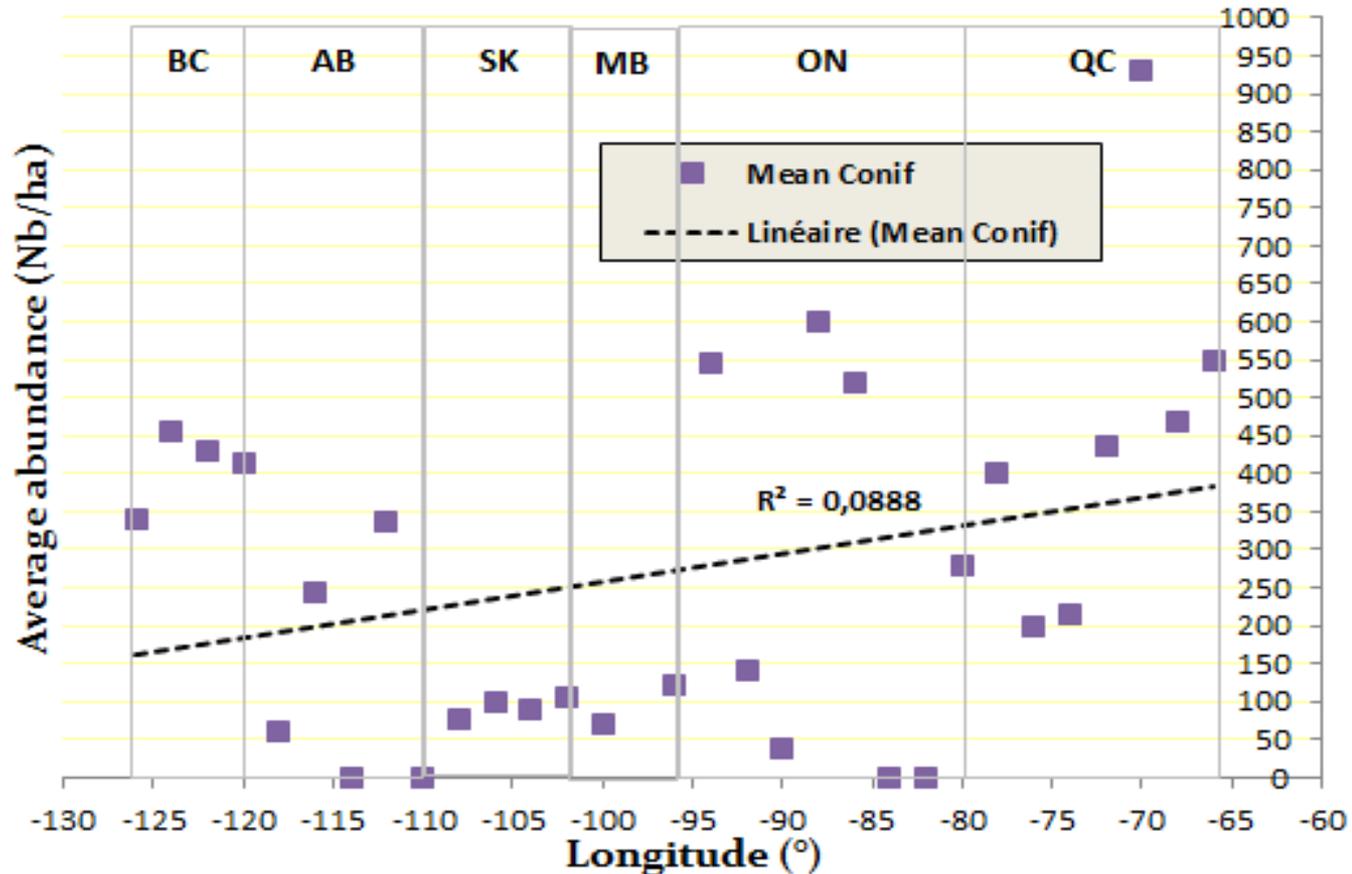


Fig.3. Distribution d’Abondance Globale de recrutements de conifères, le long du gradient longitudinal

Principale observation:

- Abondance “globale” plus élevée à l’Est qu’à l’Ouest.

RESULTATS 4 : “Abondance” par espèce (Bf)

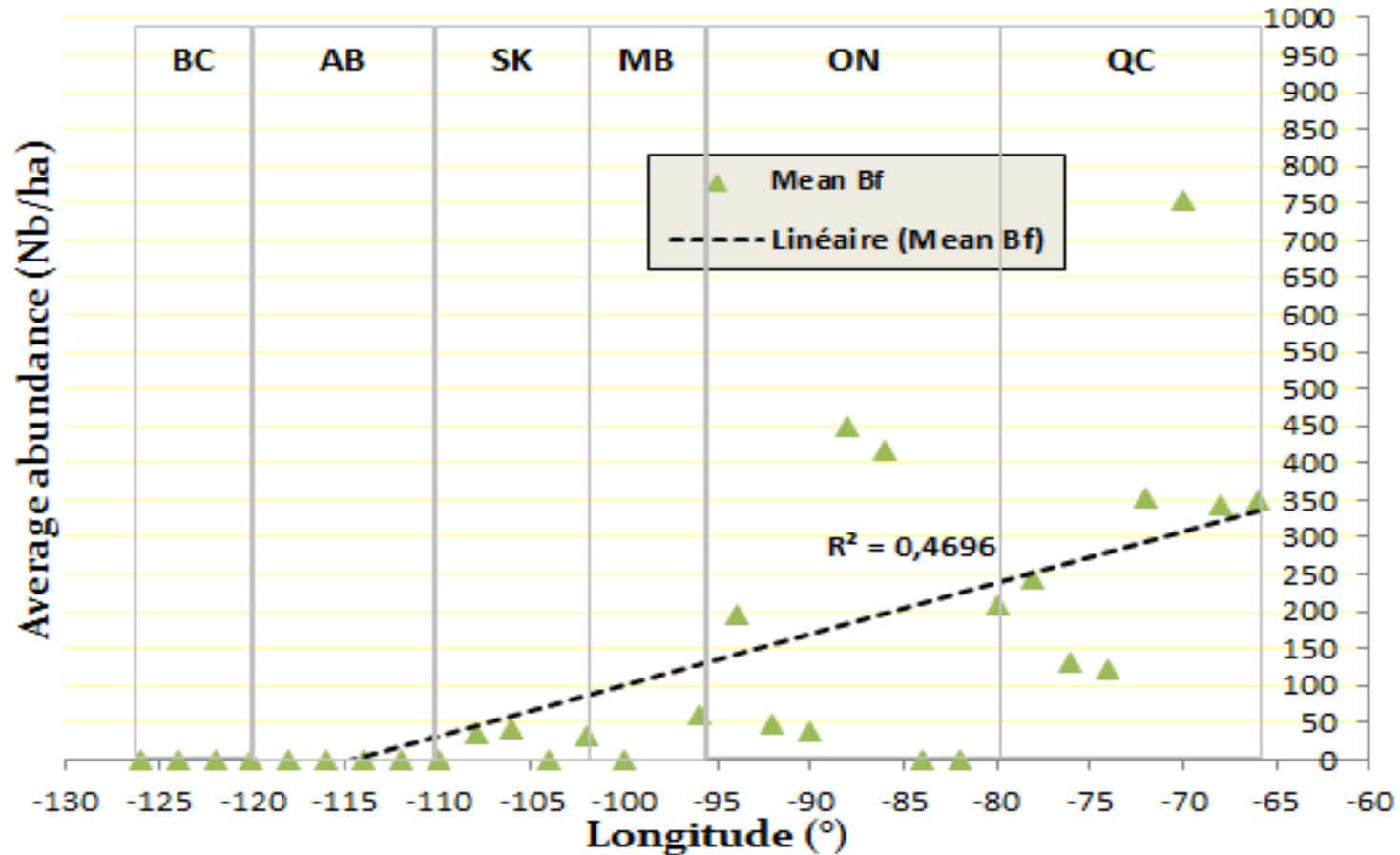


Fig.4. Distribution d’abondance de recrutements du **Sapin baumier (Bf)**, le long du gradient longitudinal

Principales observations:

- Abondance de recrutements du “Bf” décroît de l’Est vers l’Ouest.
- Cohérence entre résultats abondance et occurrence.

RESULTATS 5 : “Abondance” par espèce (Bs)

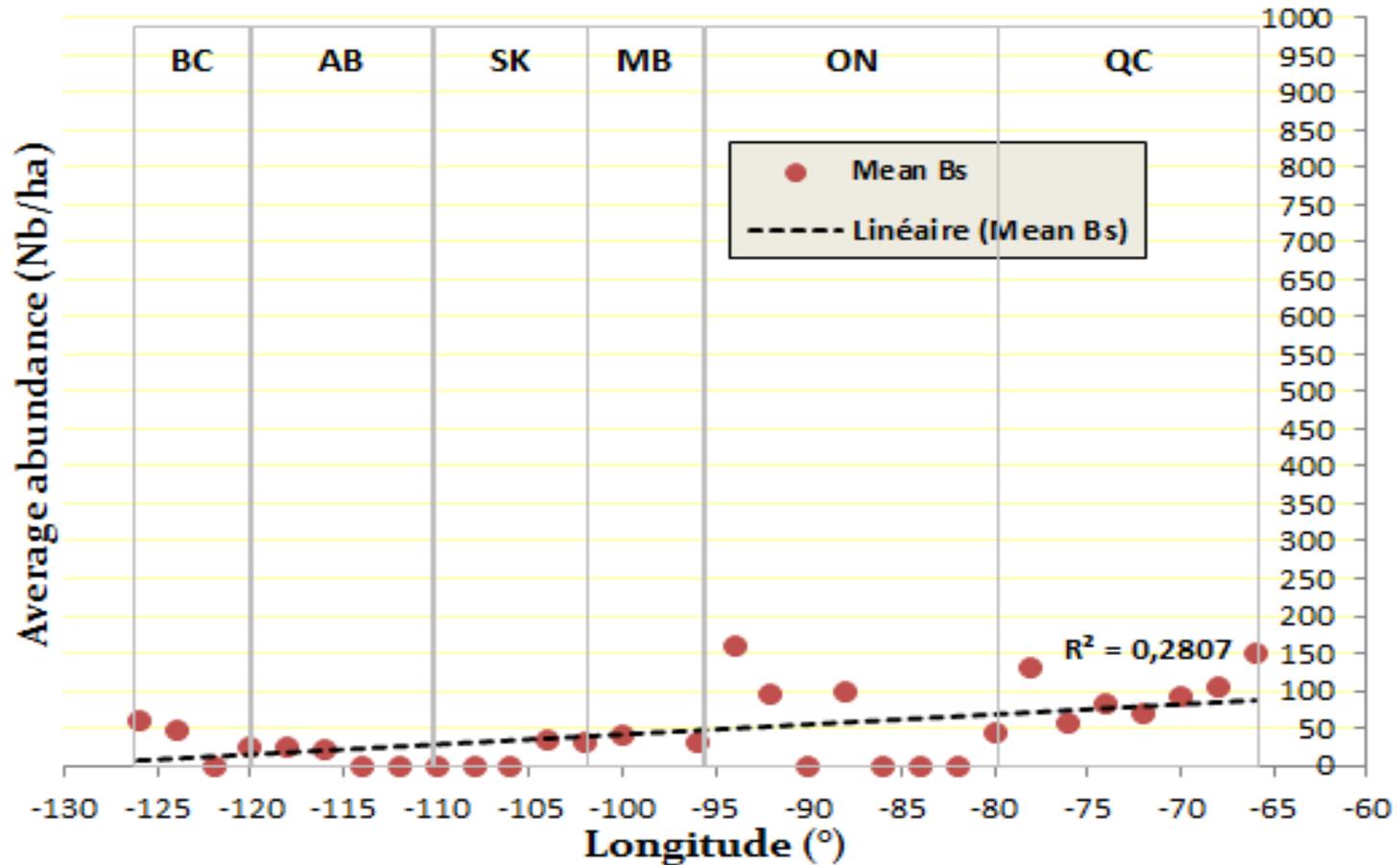


Fig.5. Distribution d’abondance de recrutements de l’Épinette noire (Bs), le long du gradient longitudinal

Principales observations:

- Abondance de recrutements de “Bs” décroît de l’Est vers l’Ouest, mais en proportion moindre que “Bf”.
- Cohérence entre résultats abondance et occurrence.

RESULTATS 6 : “Abondance” par espèce (Ws)

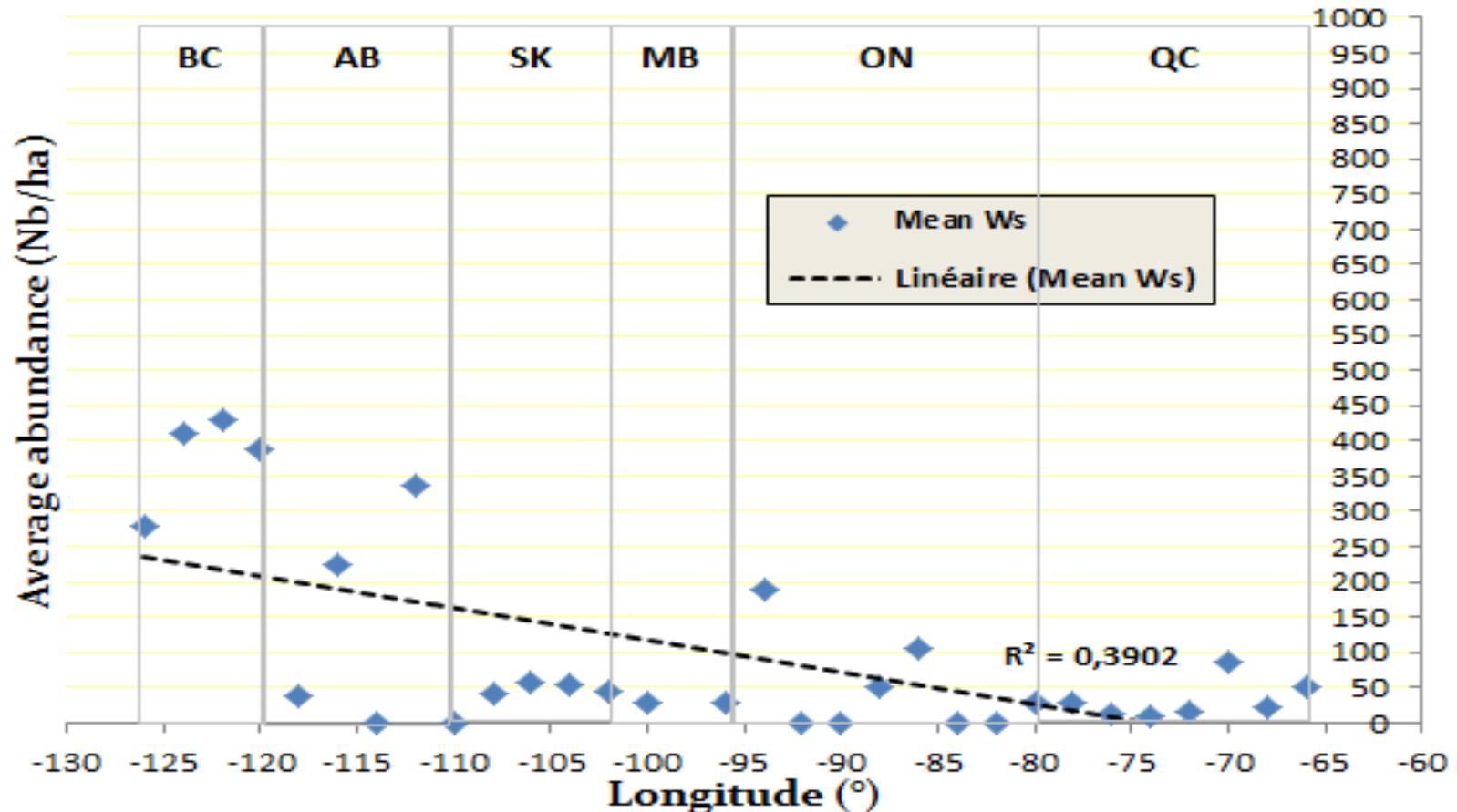


Fig.6. Distribution d’abondance de recrutements de l’Épinette blanche (Ws), le long du gradient longitudinal

Principales observations:

- Abondance de recrutements du “Ws” décroît de l’Ouest vers l’Est.
- Cohérence entre résultats abondance et occurrence.

RESULTATS 7 : Modèles prédictifs

Table 1. Description et **meilleurs modèles d'Abondance**, basés sur Akaike's Information Criterion (AIC)

Model	AIC	R ²
(model 1) Ws ~ DensRoad25Km ⁽⁻⁾ + DD ⁽⁻⁾ + Lat ⁽⁺⁾	28372,2	0,029
(model 2) Bs ~ DI ⁽⁻⁾ + DensRoad25Km ⁽⁻⁾ + Lat ⁽⁺⁾	30657,7	0,030
(model 3) Bf ~ DI ⁽⁻⁾	36270,8	0,031
(model 4) Conif ~ DI ⁽⁻⁾ + DensRoad25Km ⁽⁻⁾ + Lat ⁽⁺⁾	36842,5	0,048

Principales observations:

- Climat (DI), Perturbations anthropiques (DensRoad25Km) et Gradient spatiale (Lat) ==> **incidence sur l'abondance globale.**
- Sécheresse (DI) affecte négativement l'abondance de "Bf" et "Bs".
- Latitude (Lat) affecte positivement l'abondance.

RESULTATS 7 : Modèles prédictifs

Table 2. Proportion de variance de prédicteurs (modèles d'abondance)

Model	Predictors	Variance (%)
Ws	DensRoad25Km	29,043
	DD	26,06
	Lat	19,224
Bs	DI	39,824
	DensRoad25Km	29,316
	Lat	3,073
Bf	DI
	DI	46,413
Conif	DensRoad25Km	9,997
	Lat	2,831

Principales observations:

- Climat(DI), principal facteur expliquant variabilité observée.
- Perturbations anthropiques (**DensRoad25Km**) vient ensuite.
- Gradient spatiale (**Lat**) n'apporte que peu de variabilité.

DISCUSSION

1. **Bf** absent ou moins abondant dans l'ouest:
 - Pas adapté au feu
 - Très sensible à la sécheresse (climat sec et cycle de feu court limiteraient sa régénération)
 - Feux de gde taille seraient défavorables pr la dispersion de graines (Bf possède graines plus grosses que les autres conifères)
2. **BS** tjrs présent (faiblement) dans l'ouest car adaptée au feu (possède cônes sérotineux, qui s'ouvrent avec le feu)
3. Distribution actuelle de **Ws** (dominance à l'ouest) serait résultat d'un leg biologique==> **Hypothèse biogéographique**.
 - Faible dominance à l'Est suite à la compétition avec Bf.
4. **Activités de l'ho**. (aménagement territoire, expl. for.,...) affectent **occurrence** et **abondance** de RCs.
5. Intensification aménagement forestier ==> Plus de peuplements feuillus sans RCs.

CONCLUSION

Cette étude a révélé que:

1. À l'exception des tremblaies affectés par les activités humaines, les RCs sont présents à travers tout le transect.
2. Augmentation de la T° et du risque d'incendies associé prévue dans le futur en FB limiterait considérablement le recrutement du "Bf".
3. Par contre, l'impact des chgts clim. sur le BS pourrait-être moins important.
4. WS a démontré plasticité face aux variations environnementales.
5. Intensification des activités d'AF nuirait sur l'abondance et l'occurrence de RCs.

Acknowledgments



**Yves Bergeron
Alain Leduc
Dave Gervais
Yassine Messaoud
Danielle Charron
Mélanie Desrochers
Stéphane Daigle
Daniel Lesieur
Nicolas Fauvart
Annie Claude Bélisle
and
Managers of forest inventory data, in
the various provinces of Canada.**



RESULTATS 7 : Modèles prédictifs

Table 1. Description et **meilleurs modèles d'Occurrence**, basés sur Akaike's Information Criterion (AIC)

Model	AIC	R²
(model 5) Ws ~ Lat+ Elev+ DI+ Long+ DD+DensRoad25Km	1026,2	0,12
(model 6) Bs ~ DI+Lat +DistAgri +Long+ DensRoad25Km +RegiPhysio	1184,3	0,17
(model 7) Bf ~ Long+ PctHydro+ RegiPhysio+ DI + CF +DistAgri	1548,1	0,20
(model 8) Conif ~ DI+Lat+Long+Elev+RegiPhysio+PctHydro+DD +DistAgri	2240,1	0,16

Principales observations:

- Climat (**DI**), Perturbations anthropiques (**DensRoad25Km**) et Gradient spatiale (**Lat**) ==> **incidence sur l'occurrence globale.**
- Sécheresse (**DI**) affecte négativement l'occurrence de "Bf" et "Bs".
- Latitude (**Lat**) affecte positivement l'occurrence.

Table 1. Répartition de données par province et fréquence de présence de Rcs

Provinces	Total Aspen stands ^a	Frequency by species ^b			
		Ws	Bs	Bf	Conif
BC	100	30	3	0	33
AB	44	18,2	6,8	0	20,5
SK	470	3,8	0,2	0,6	4,7
MB	574	0,3	1,4	2,3	4,0
ON	155	8,4	9,0	12,9	18,7
QC	1293	6,1	13,0	21,3	31,9
Total	2636				

a Nb. total de tremblaies sélectionnés par province au Canada

b Proportion (%) de tremblaies ayant de RCs par rapport au nombre total de tremblaies par espèce.

Provinces: BC (British-Colombia), AB (Alberta), SK (Saskatchewan), MB (Manitoba), ON (Ontario), and QC (Quebec).

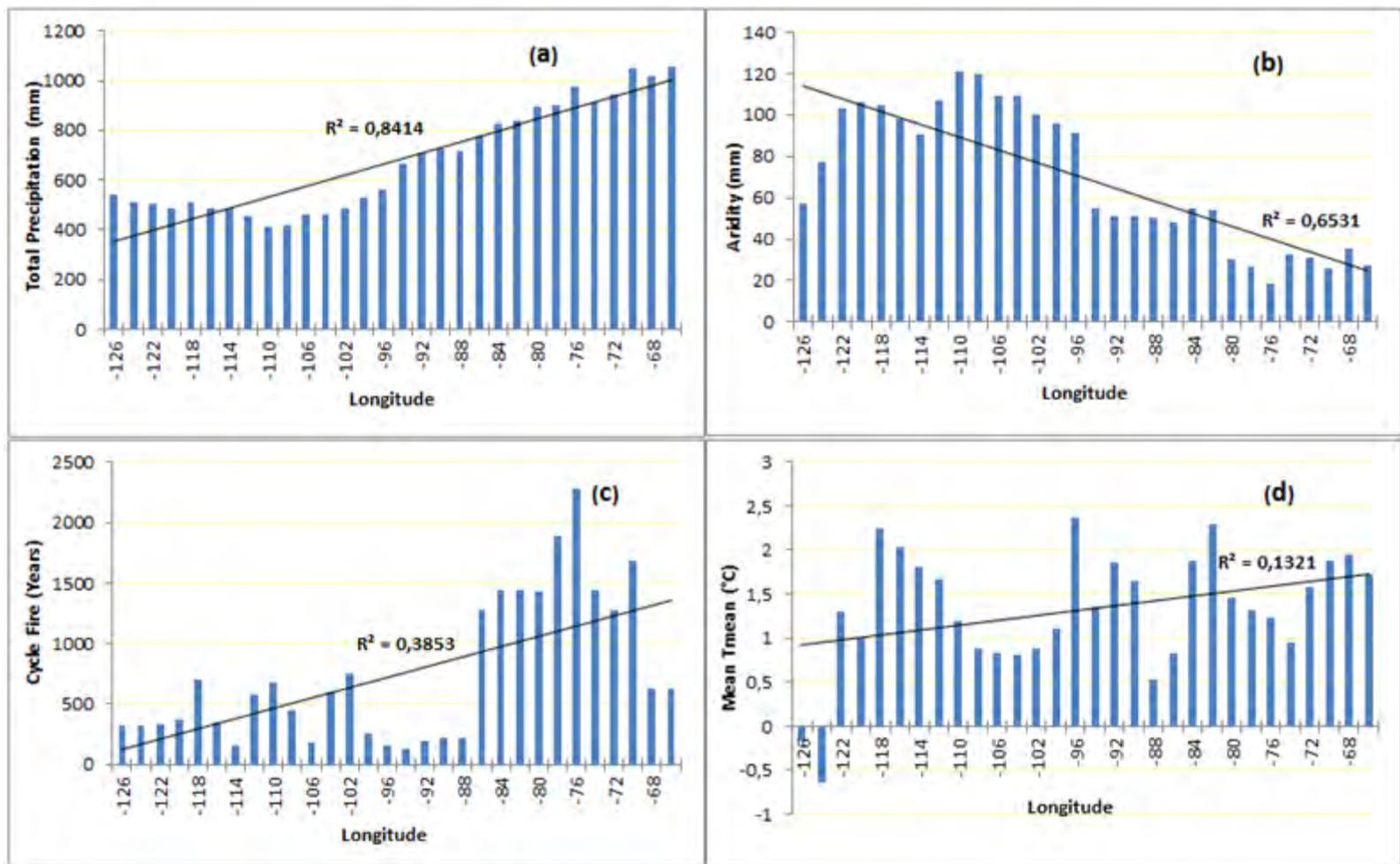


Figure 5. Histogrammes d'illustration de la variabilité des conditions environnementales en fonction du gradient longitudinal.

(a) P° annuelles totales; (b) Indice de sécheresse; (c) Cycle de feu, (d) T° moyenne annuelle, (e) Longueur totale de routes (Km) par kilomètre carré dans un rayon de 25 Km autour du peuplement et (f) Distance du peuplement à la zone agricole la plus proche.

La régression linéaire (ligne noire) ajoutée sur chaque histogramme représente la tendance des fluctuations dans la distribution de la variable à travers le gradient de l'étude.

