

# Analyse spatio-temporelle de la croissance des épinettes noires *(Picea mariana* MILL.) à partir de données dendrochronologiques

ARCHIVES (2008-2013)



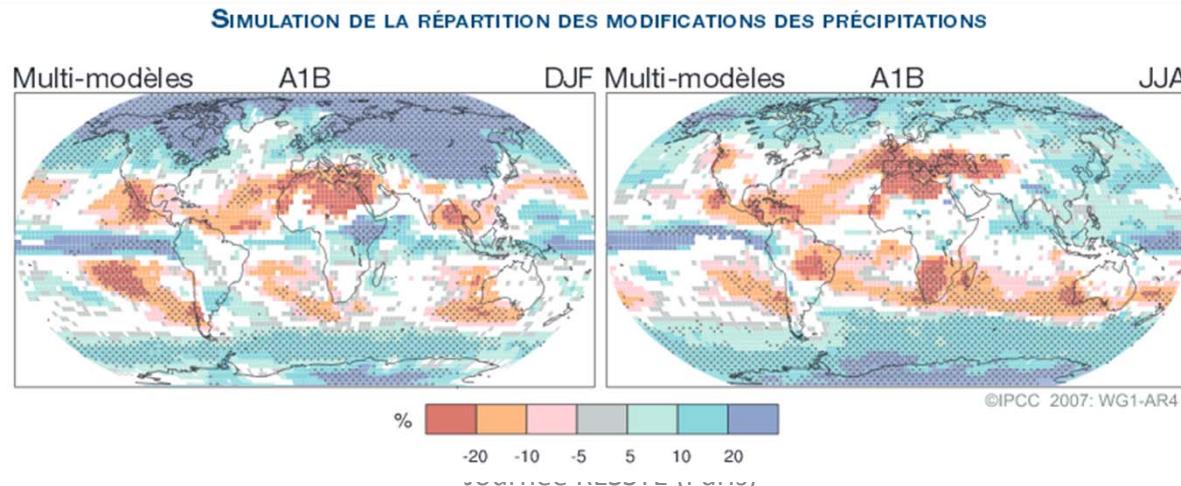
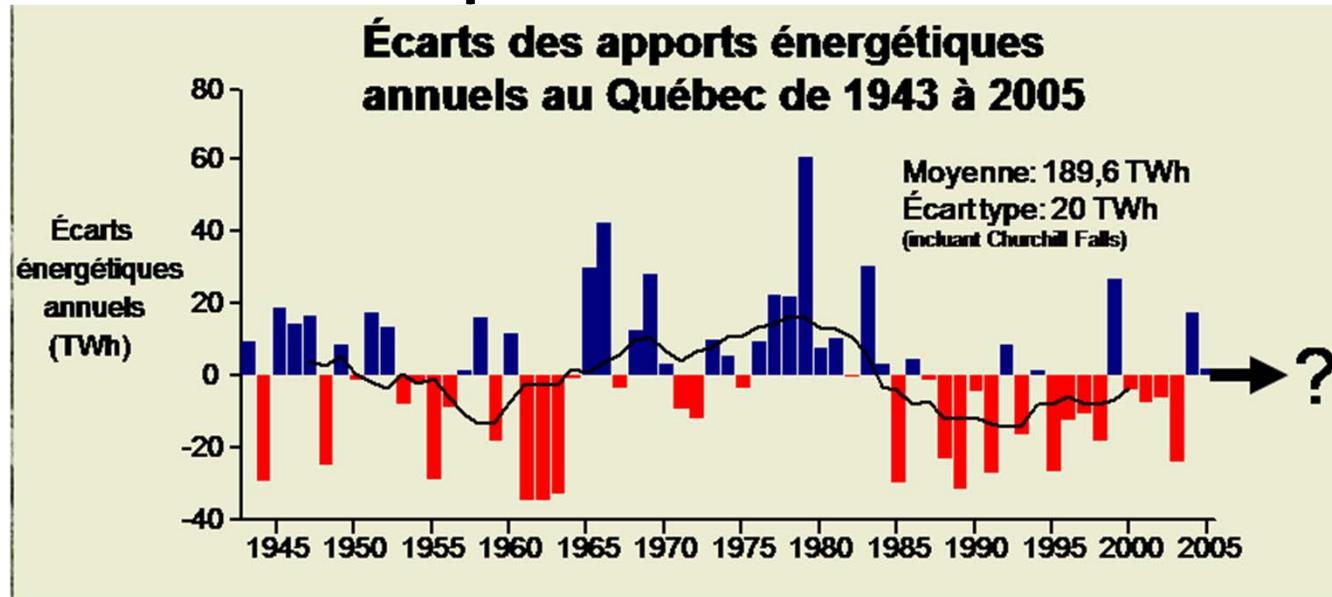
# L'équipe

- Antoine NICHAULT (ECCOREV, France)
- Luc PERREAULT (IREQ, Québec, Canada)
- Jean-Jacques BOREUX (ULg, Belgique)
- Nicolas JEANNÉE (Geovariances, France)

Le projet ARCHIVES

# **1: INTRODUCTION**

# Désaccord entre observations et prévisions





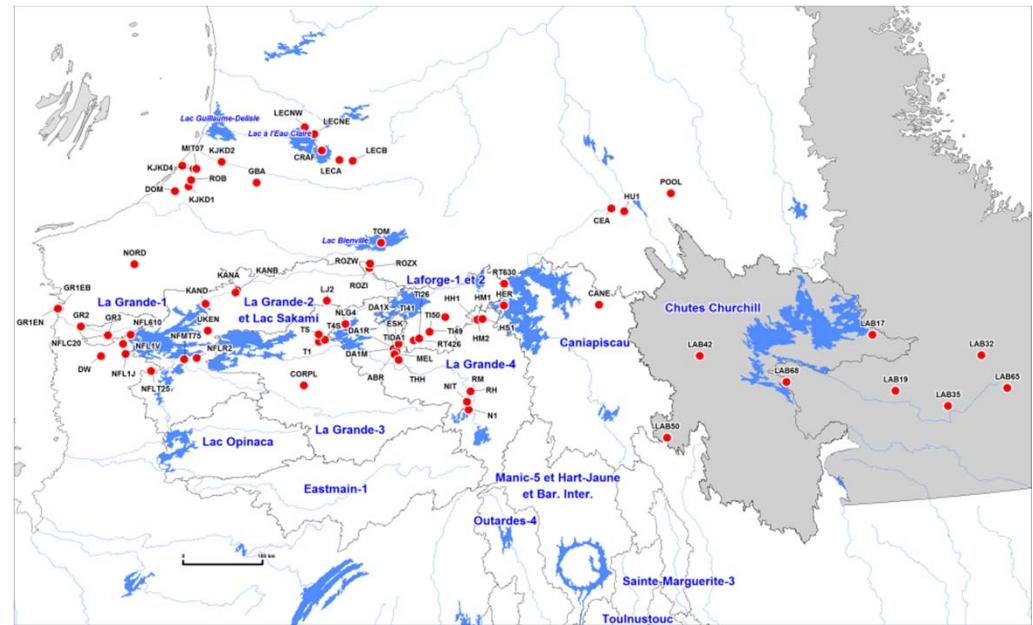
**Reservoir LG2  
Centrale hydroélectrique Robert Bourassa  
5 616 MW  
9<sup>ème</sup> au monde**

référence : <http://www.power-technology.com/features/feature-the-10-biggest-hydroelectric-power-plants-in-the-world/>

# Mobiliser les témoins du passé



# ARCHIVES : un gros effort d'échantillonnage



**Many thanks to Yves BEGIN**



**Un Immense territoire de plus de 600000 Km<sup>2</sup>**

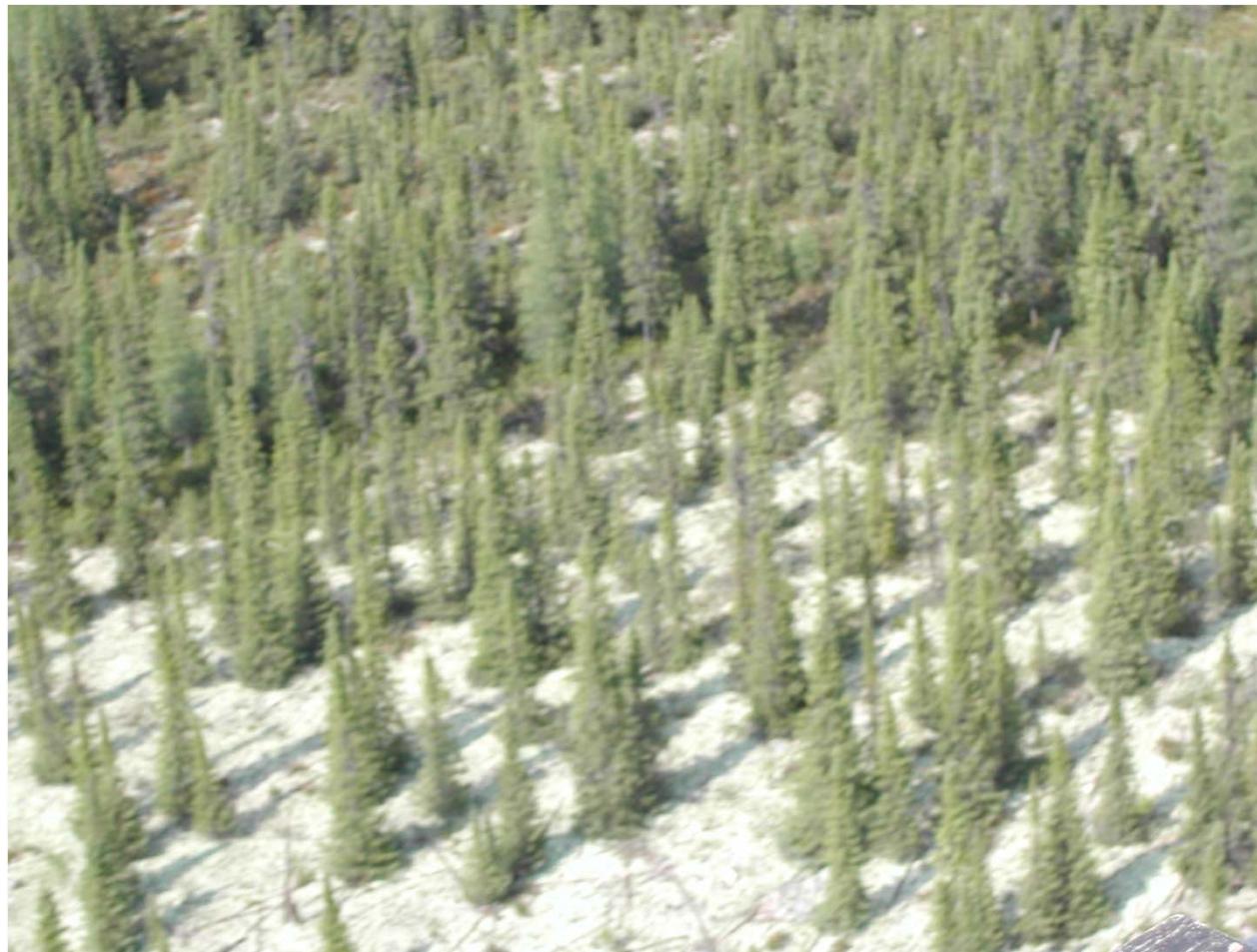
# ARCHIVES



Le projet ARCHIVES

## **2: LES DONNÉES BRUTES**

# Sélection des sites

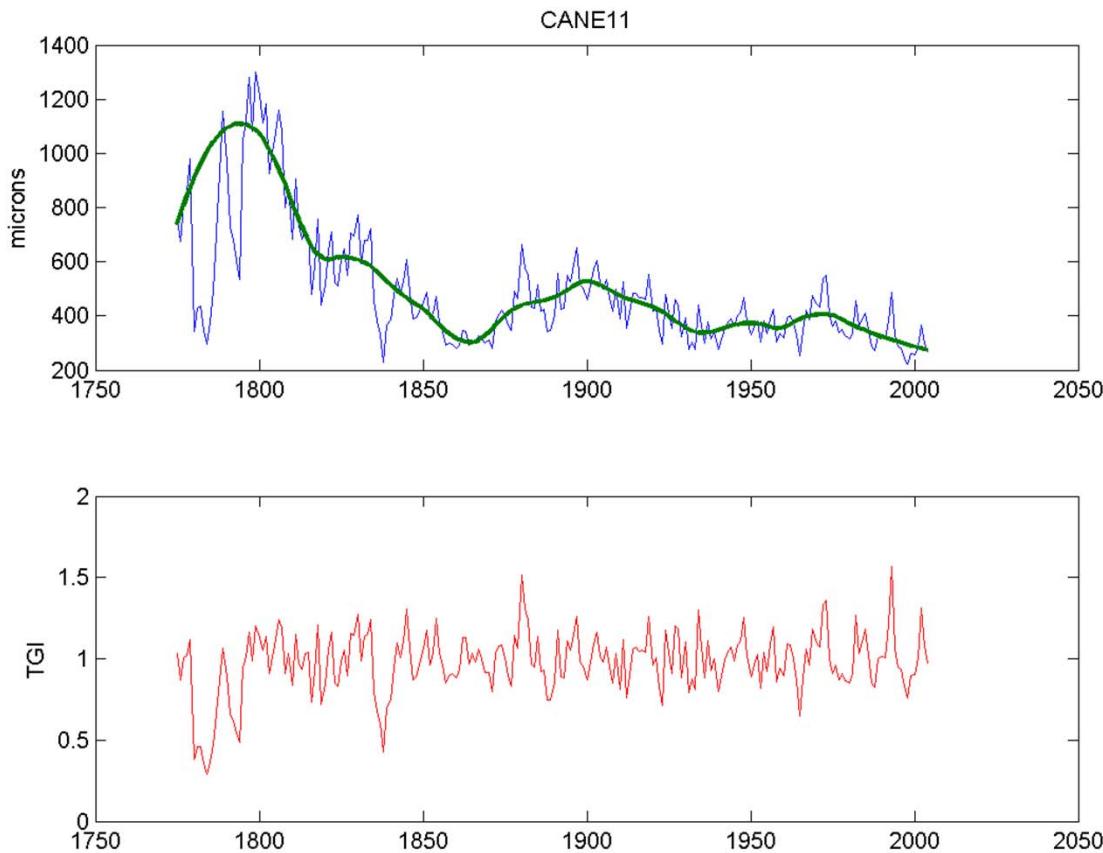


**Site RT485  
1757-2006**





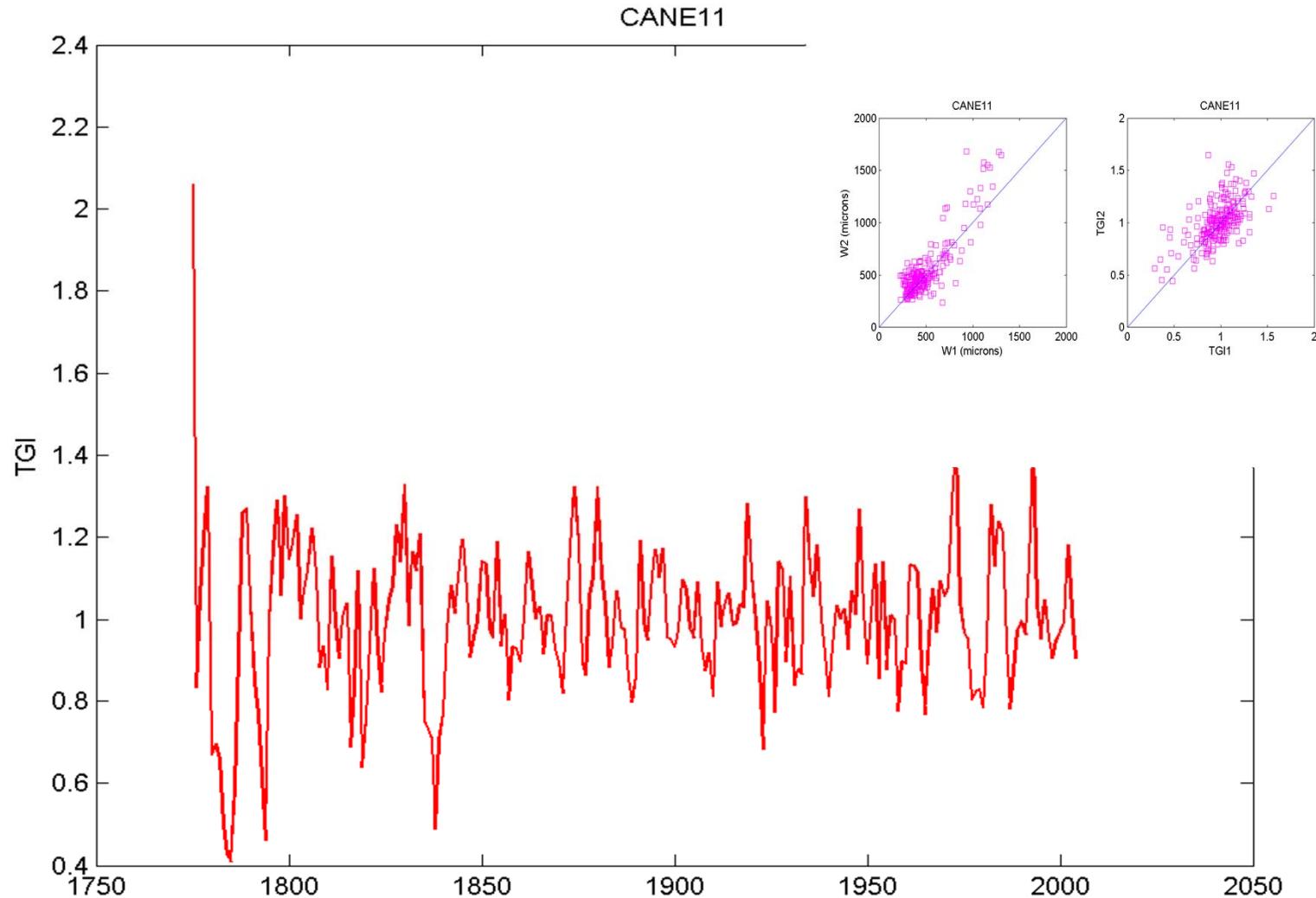
# Chaque arbre produit deux séries



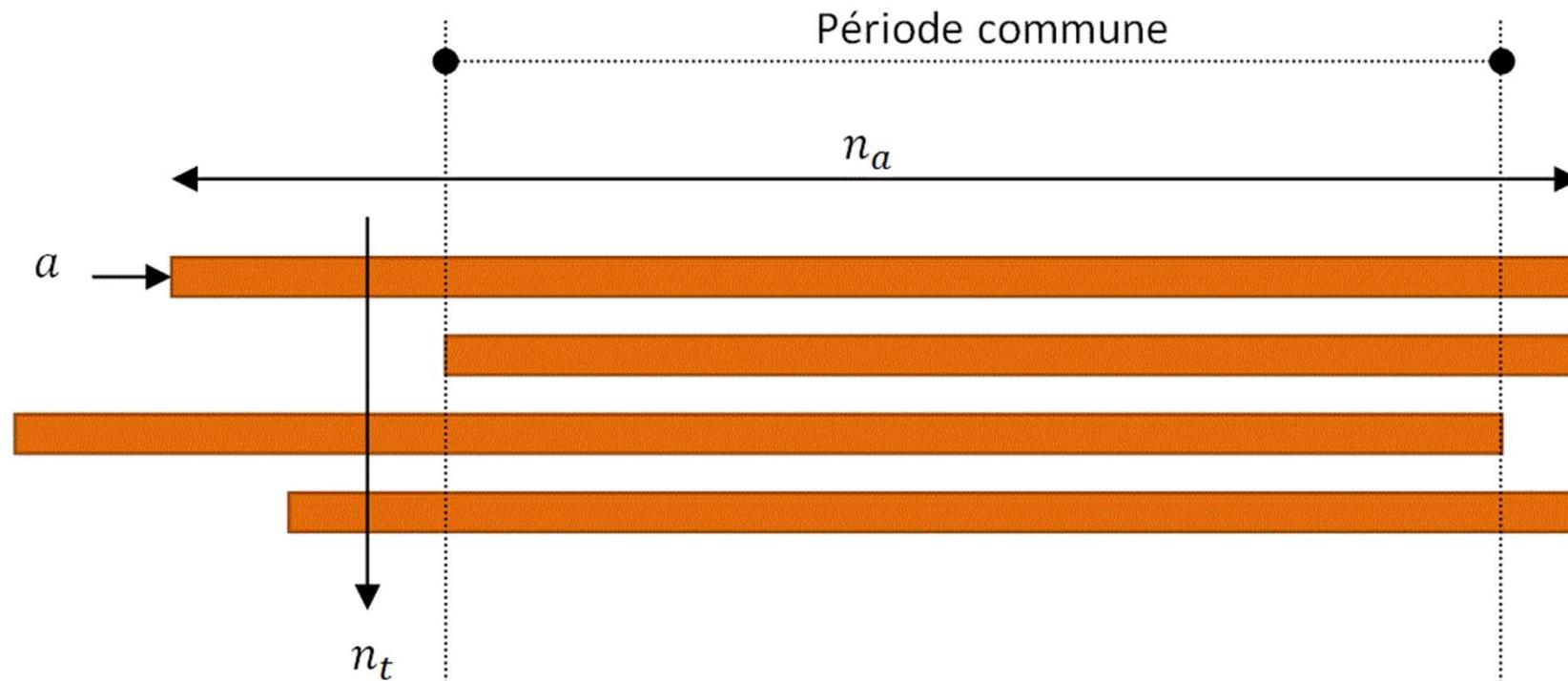
Standardisation : Spline, fenêtre de 40 Ans

Nicault & Guiot 2011

# Tri des arbres



# Un site = une période commune



Le project ARCHIVES

## **3: EXTRAIRE UNE SÉRIE COMMUNE AUX ARBRES DU SITE**

# Le modèle DENDRO-AR(1)

Bayesian Hierarchical Model (BHM)

*Data model:*  $[Y|Z, \theta]$

*Process model:*  $[Z|\theta]$

*Parameter model:*  $[\theta]$

Joint distribution

$$[Y, Z, \theta] = [Y|Z, \theta][Z|\theta][\theta]$$

Bayes' Theorem

$$[Z, \theta | y] = \frac{1}{[y]} [y|Z, \theta][Z|\theta][\theta]$$

# A BMH to extract a common signal from a set of tree growth index series

A process model

$$Z_j = \rho_Z Z_{j-1} + U_j \sim N(0, 1 - \rho_Z^2)$$

A regression model

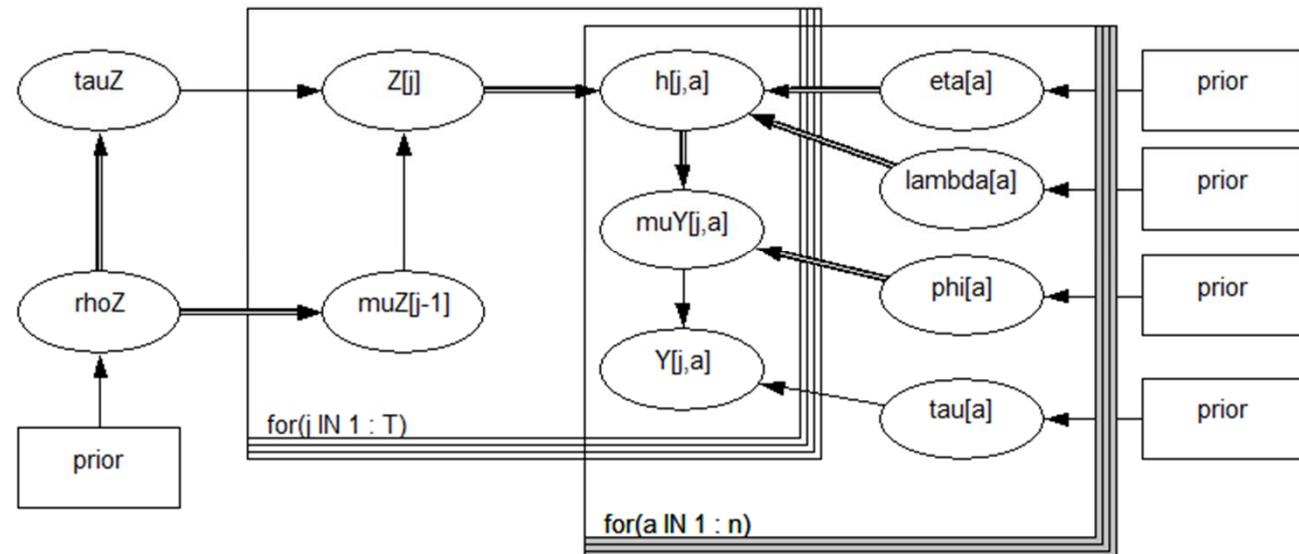
$$h_{ja} = \eta_a + \lambda_a Z_j$$

A data model

$$Y_{ja} - h_{ja} = \phi_a(Y_{(j-1)a} - h_{(j-1)a}) + \epsilon_{ja} \sim N(0, \tau_a)$$

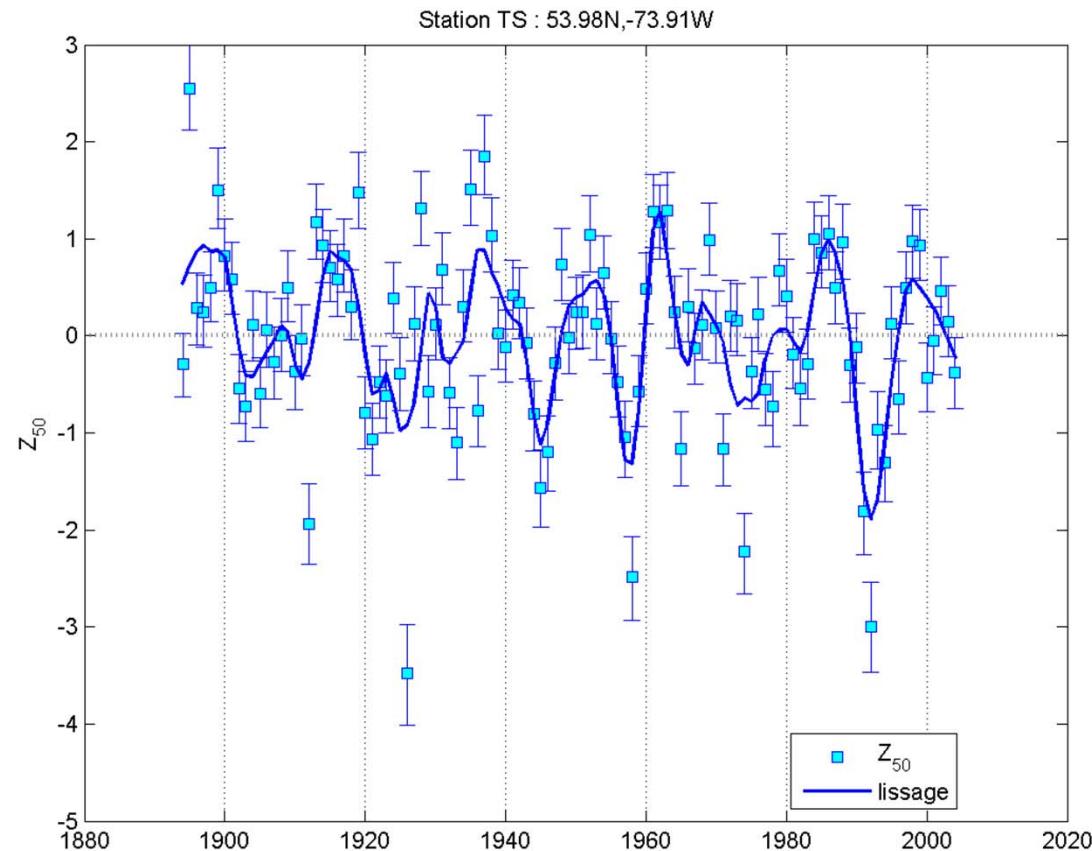
A parameter model

+ some assumptions



# Station TS: 17 TGI

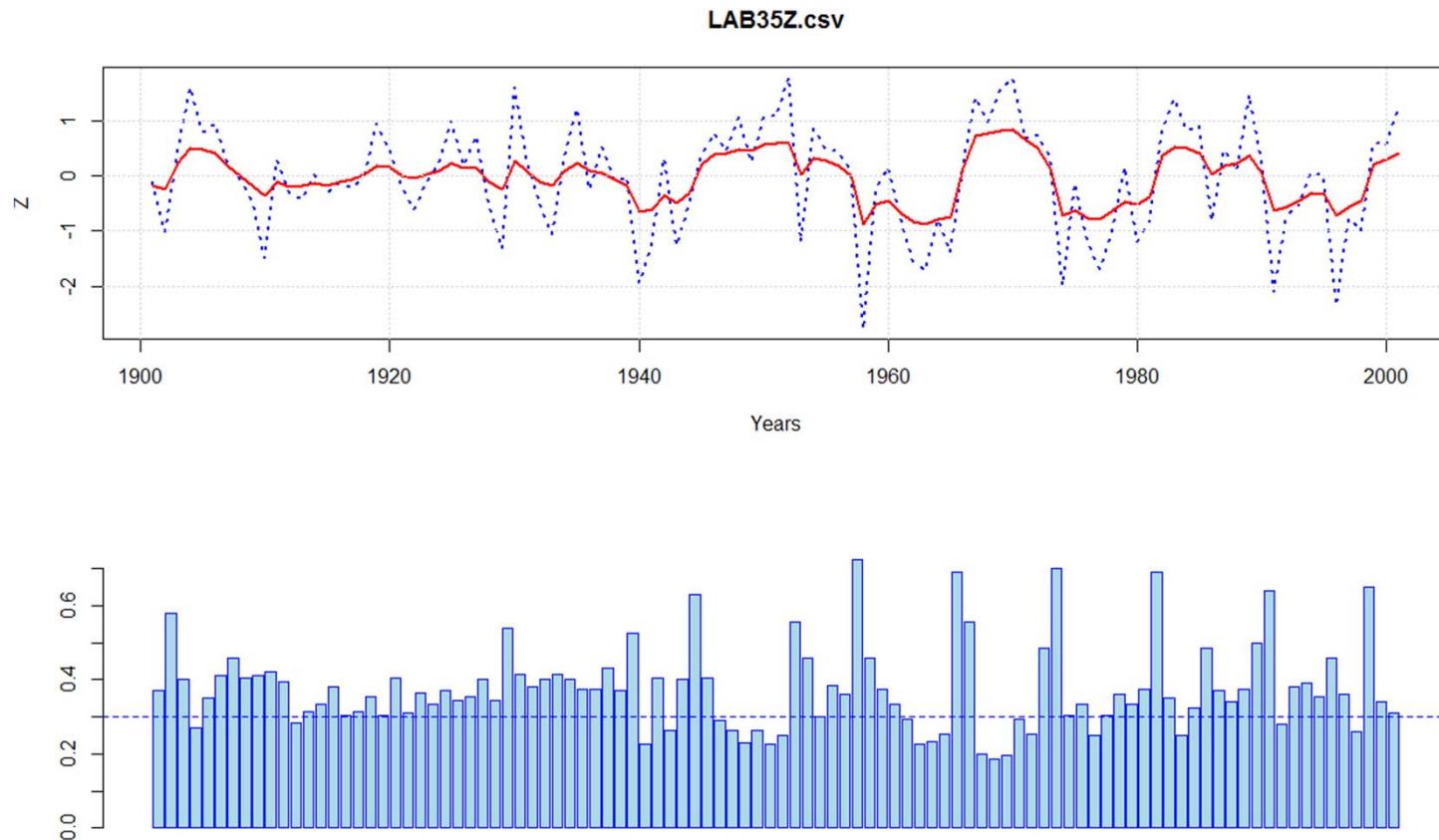
## Période commune : 1894 - 2004



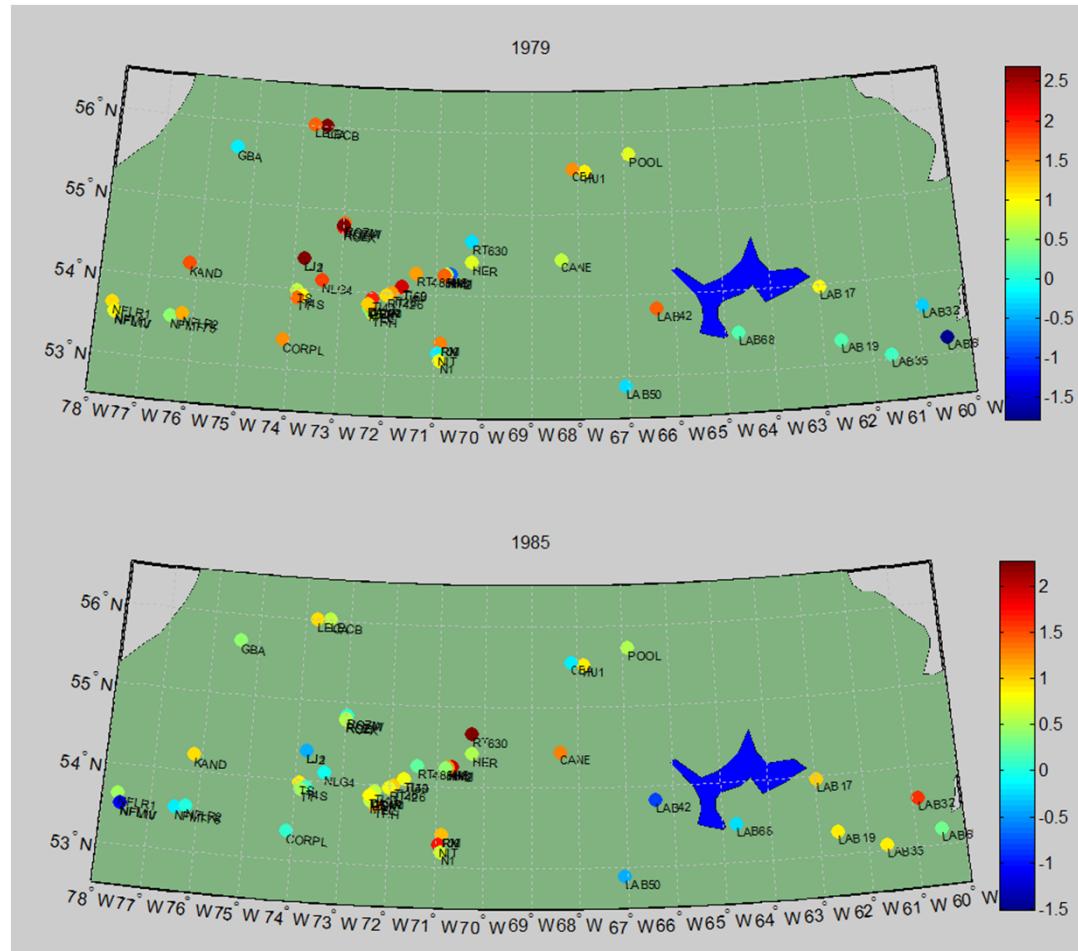
Le projet ARCHIVES

## **4: ANALYSE SPATIO-TEMPORELLE**

# Profil temporel d'un quantile



# Représentation spatiale d'un quantile



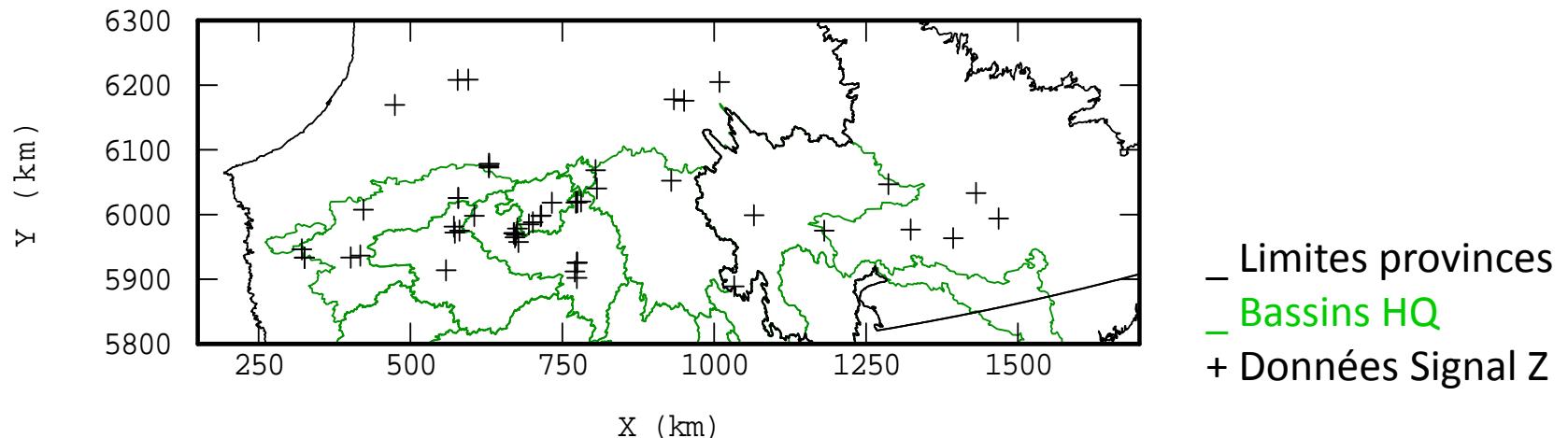
# Croissance des arbres et hydrologie dans le nord du Québec

*Analyse exploratoire & préliminaire du signal Z*

Nicolas Jeannée – 4 mai 2015

# Variabilité spatiale du signal Z

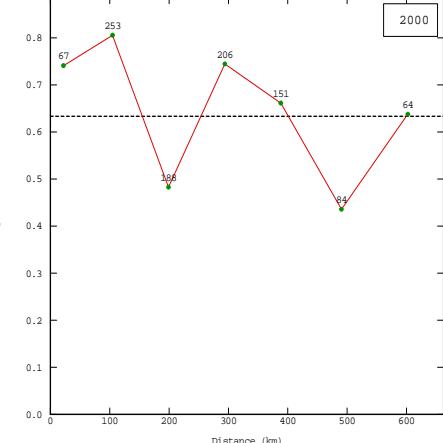
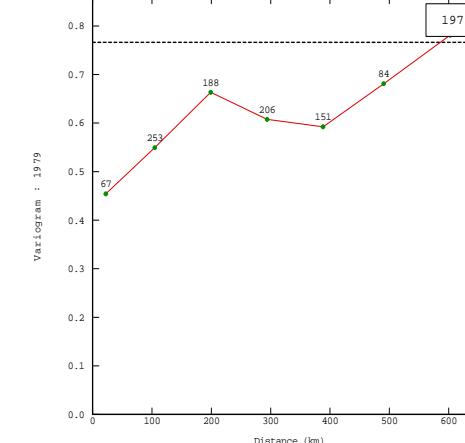
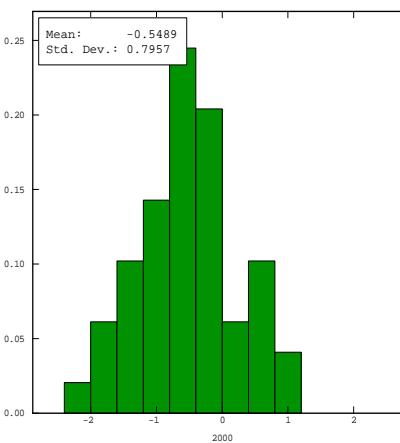
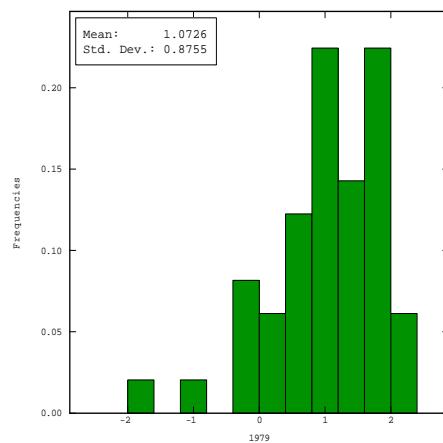
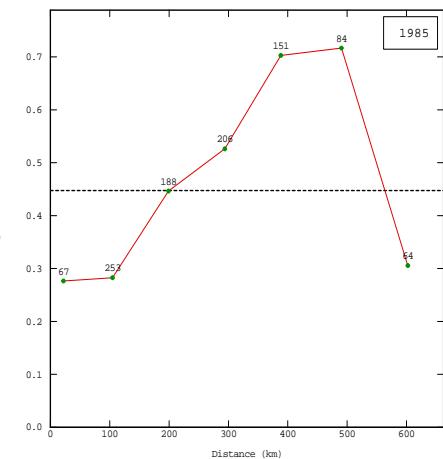
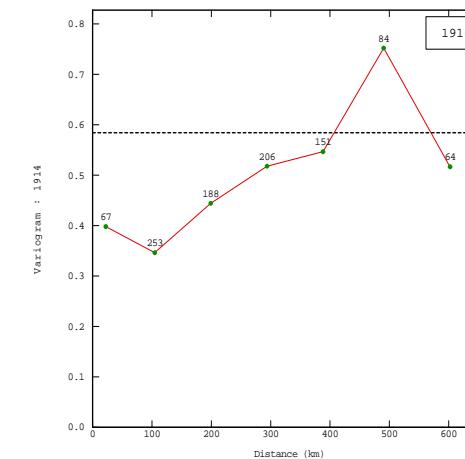
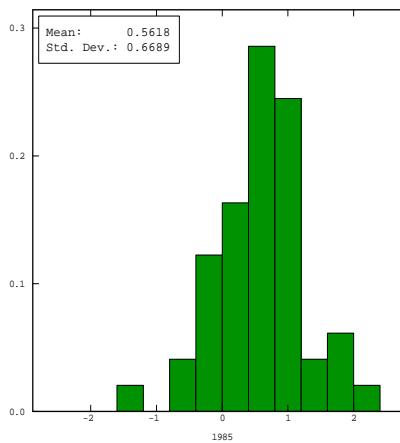
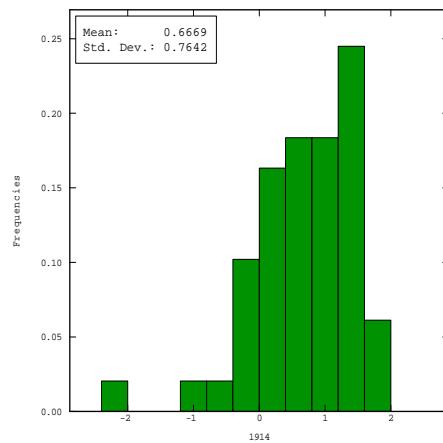
- Analyse exploratoire des données
  - Homogénéité de la population
    - Différentes régions (Labrador vs. Baie James) et non stationnarité éventuelle  
→ Dans un 1<sup>er</sup> temps, analyse conjointe de l'ensemble des données, précisément pour évaluer cette non stationnarité
    - Echantillonnage préférentiel et différentes conditions de drainage.
    - Forte variabilité à toute petite échelle du signal Z  
→ Sélection des données de type « drainage moyen » (49/57)



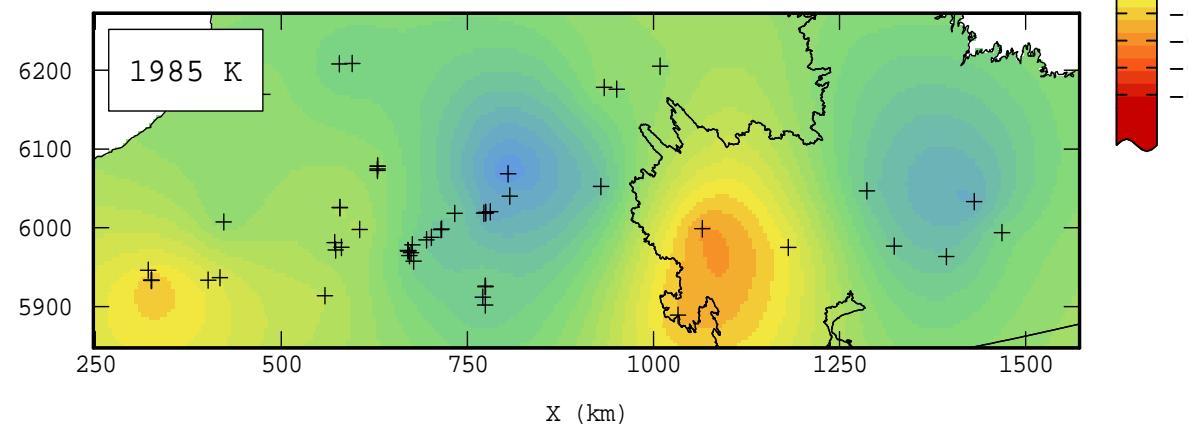
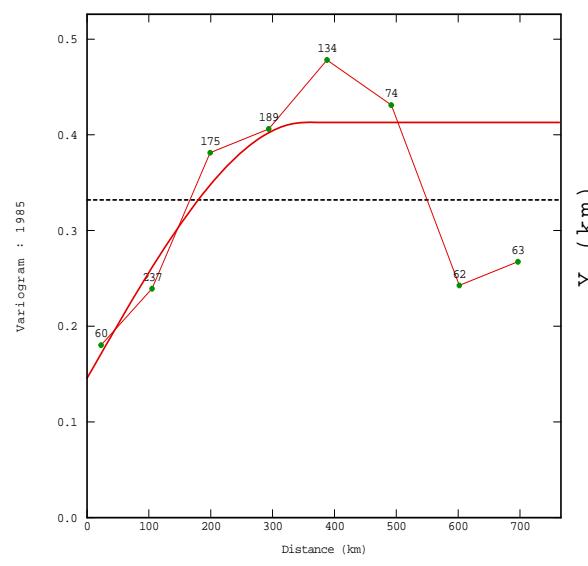
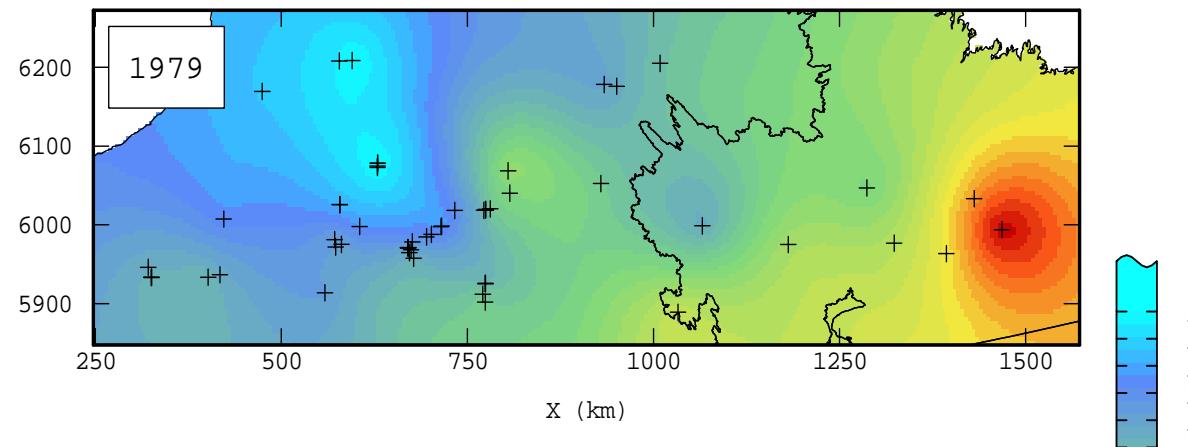
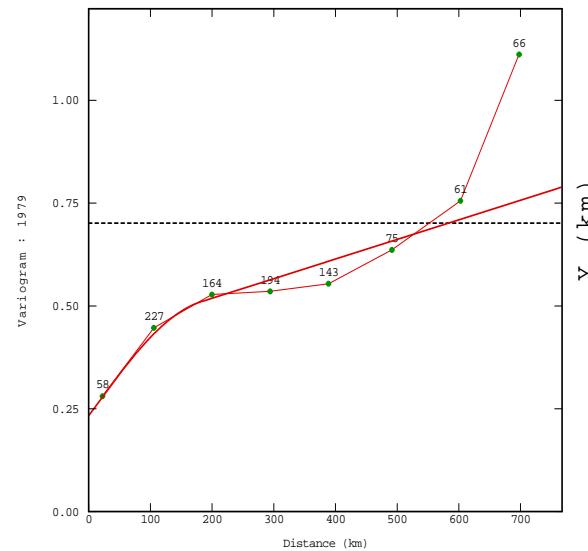
# Variabilité spatiale du signal Z

- Variographie

- Présence fréquente d'une structuration spatiale nette
- Variabilité à petite échelle (même en compensant le sur-échantillonnage)
- Lien structure spatiale vs. hydrolicité (Ex : 1979 / 1985)
- Relation entre gamme de valeurs et structure spatiale (ex : 2000)

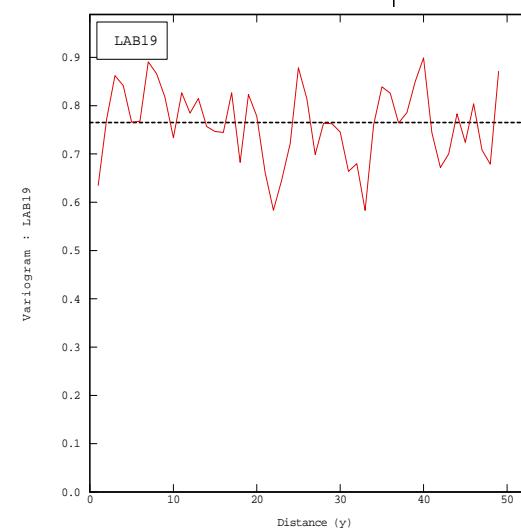
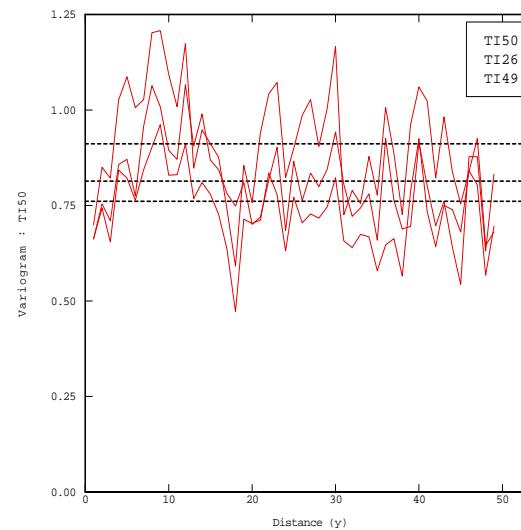
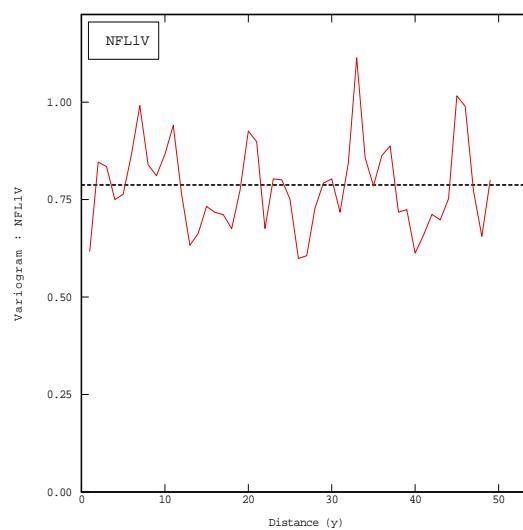
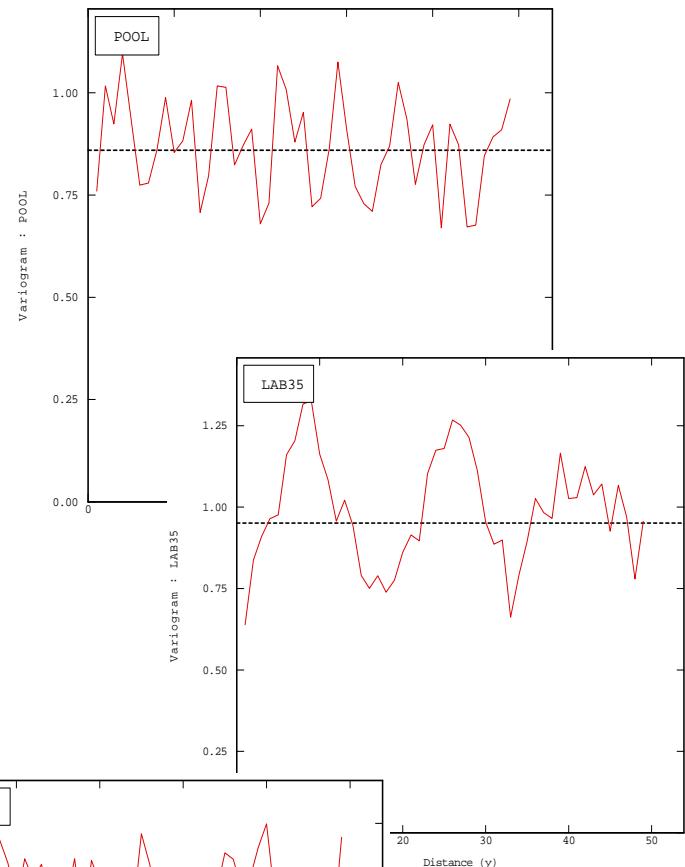
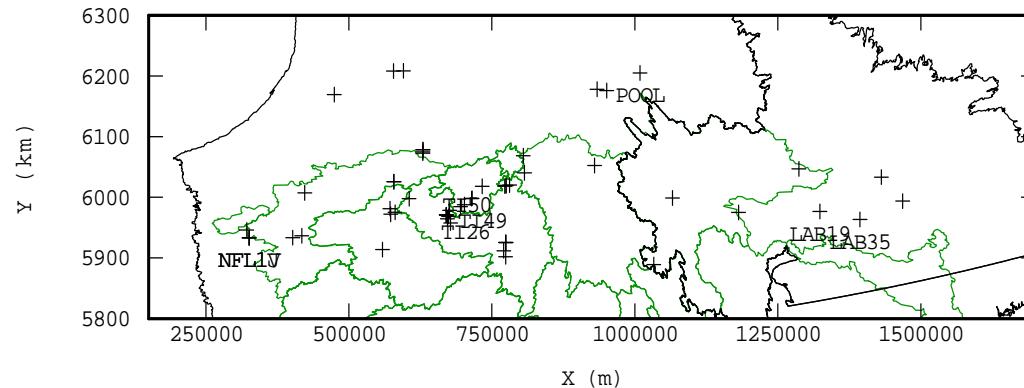


# Cartographie du signal Z : 1979-1985



# Variabilité temporelle du signal Z

- Exemples de structures temporelles
  - Mise en évidence de typologies différentes ? (intra/inter régions)
  - Similitude de certains patterns



# Conclusions & Perspectives

- Conclusion : apport prometteur de la géostatistique pour la compréhension du lien entre croissance des arbres et hydrolicité
  - Spécificités de l'échantillonnage à intégrer
  - Structuration spatiale du signal Z
- Perspectives
  - Affiner la prise en compte de la densité d'échantillonnage variable dans l'analyse des structures spatiales
  - Analyser plus précisément la variabilité à petite échelle
  - Analyse par « sous-région » vs. robustesse (nb données)
  - Influence de variables auxiliaires :
    - altitude, latitude, pluviométrie, EEN,
    - nombre d'arbres conduisant à chaque mesure,
    - ...
  - Non stationnarité temporelle à l'échelle du 20<sup>ème</sup> siècle ?

## References

- Boucher, É., Ouarda T.B.M.J., Bégin, Y. & Nicault, A., 2011. Spring flood reconstruction from continuous and discrete tree ring series. *Water Resources Research.* 47 : W07516, doi:10.1029/2010WR010131.
- Boreux, J.J., Naveau, P., Guin, O., Perreault, L., Bernier 2009 J. Extracting a common high frequency signal from Northern Quebec black spruce tree-rings with a Bayesian hierarchical model. *Clim. Past*, 5, 607-613.,
- Nicault A., Boucher É., Bégin C., Guiot J., Perreault L., Roy R., Savard M.M., and Y. Begin, 2014. Hydrological reconstruction from tree-ring multi-proxies over the last two centuries at the Caniapiscau Reservoir, northern Québec, Canada. *Journal of hydrology.* , 513, 435-445.
- Nicault, A., Boucher, É., Tapsoba, D., Arseneault, D., Bégin, C., Berninger, F., DesGranges, J.-L., Guiot, J., Marion, J., Wicha, S., Bégin, Y. , 2014. Spatial analysis of black spruce (*Picea mariana* [MILL] B.S.P.) radial growth response to climate in northern Québec-Labrador Peninsula, Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, (published online first). DOI: 10.1139/cjfr-2014-0080.
- Nicault A., Y. Bégin et J. Guiot. 2011 - La standardisation des séries dendrochronologiques. In Payette, S. & Filion, L. (eds) *Dendroécologie : concepts, méthodes et applications*. Presses de l'Université Laval, Québec

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier Ouranos, HydroQuébec et le CRSNG qui ont financé ces études.

Nous remercions également les projets ARCHIVES et ANHYCLI et le Professeur Yves Bégin (INRS ÉTÉ).

Jacques Bernier ....



Lagrande Rivière  
Avant LG4

2/24/201

32