

# Points de changement multivariés au Canada

---

**Emna Gontara**

Étudiante au doctorat en sciences de l'eau

# Plan de la présentation

---

1. Mise en contexte
2. Problématique
3. Méthodologie
4. Résultats sélectionnés
5. Conclusion

# 1. Mise en contexte

## Crues au Canada



Winnipeg, Manitoba 1950

- Évènement hydrologique **rare** mais potentiellement **dévastateur**: environ **64 %** des catastrophes naturelles
- ➔ Impacts environnementaux et socioéconomiques graves
- Au Canada: un défi unique et complexe, en étant la catastrophe naturelle la **plus fréquente** et la **plus coûteuse**



Saguenay, Québec 1996



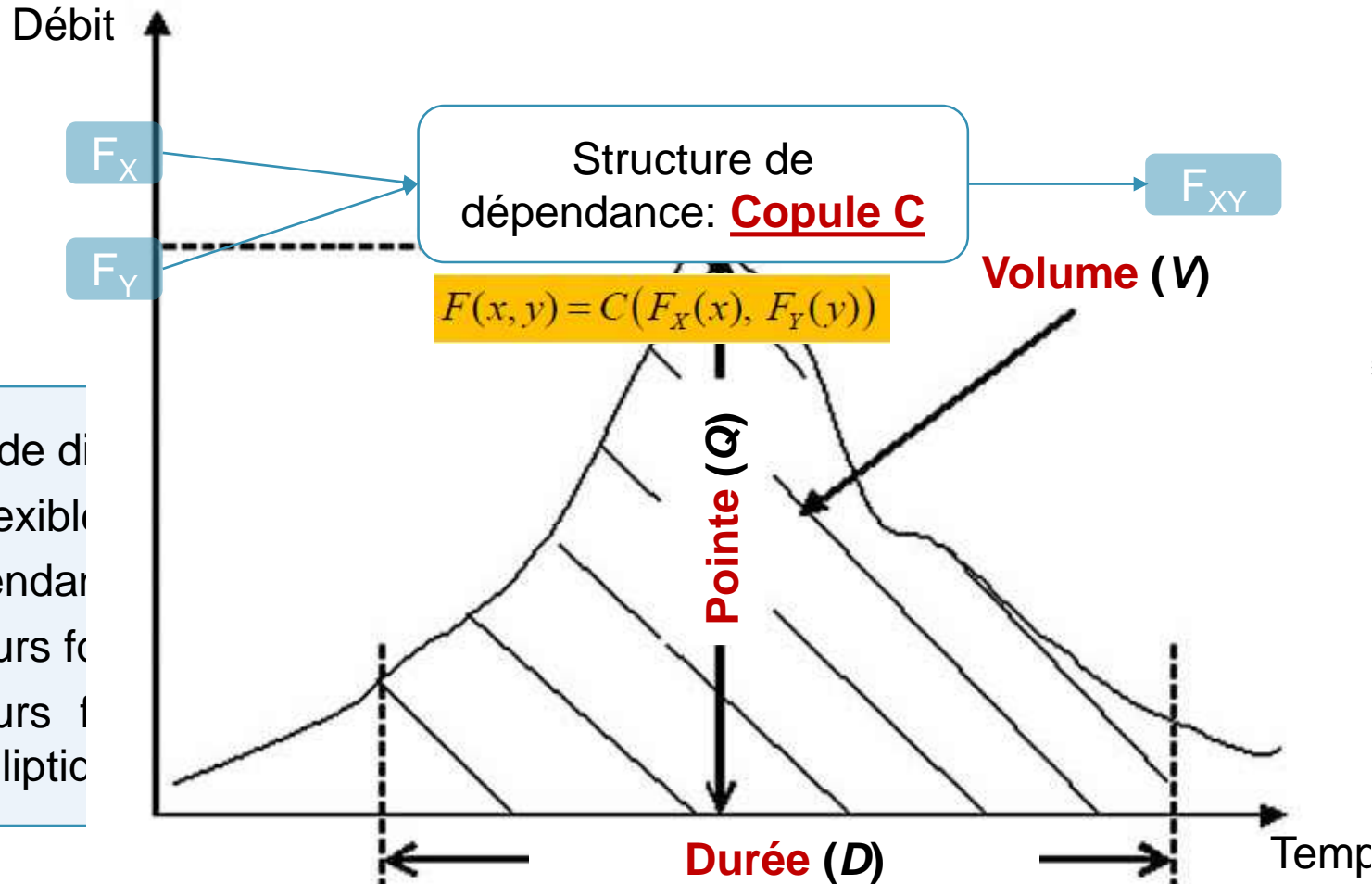
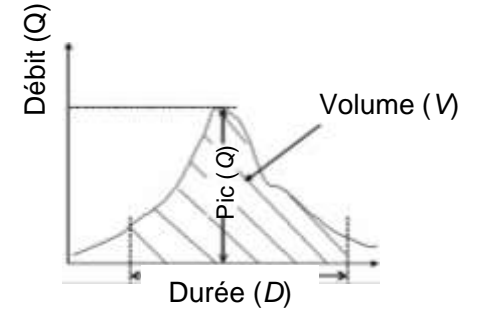
Calgary, Alberta 2013



Toronto, Ontario 2024

# 1. Mise en contexte

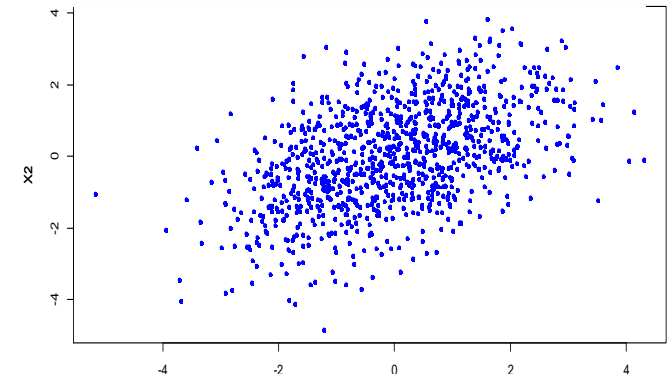
## Crués: Un phénomène multivarié



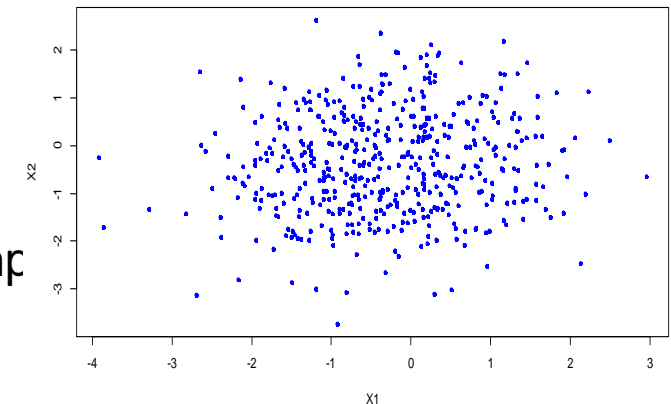
Fonction de densité

- Plus flexible
- Indépendance
- Plusieurs formes
- Plusieurs paramètres
- Métaelliptique

Exemple de la copule **Frank**

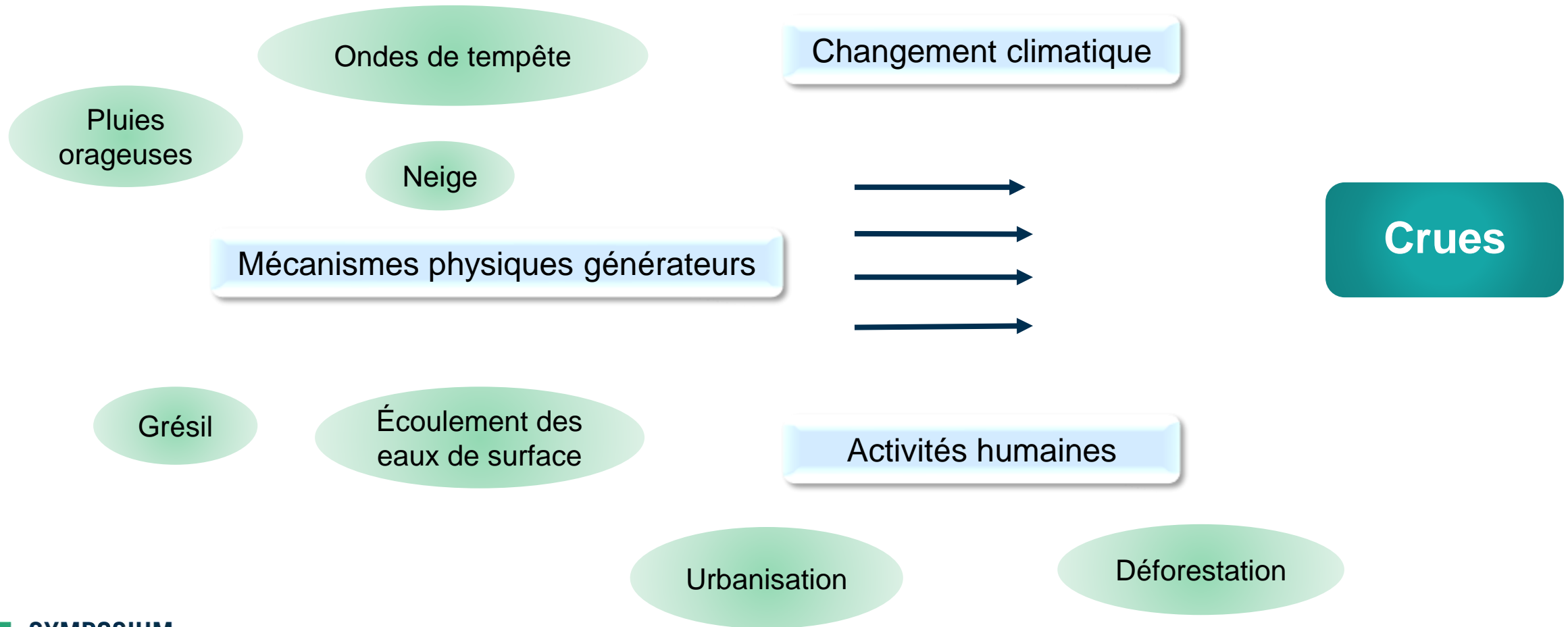


Exemple de la copule **Gumbel**



# 1. Mise en contexte

## Crues: Un phénomène hétérogène



# 1. Mise en contexte

- Changements possibles aux crues :
  - Tendance
  - **Points de changements brusques** représentant la forme principale d'hétérogénéité

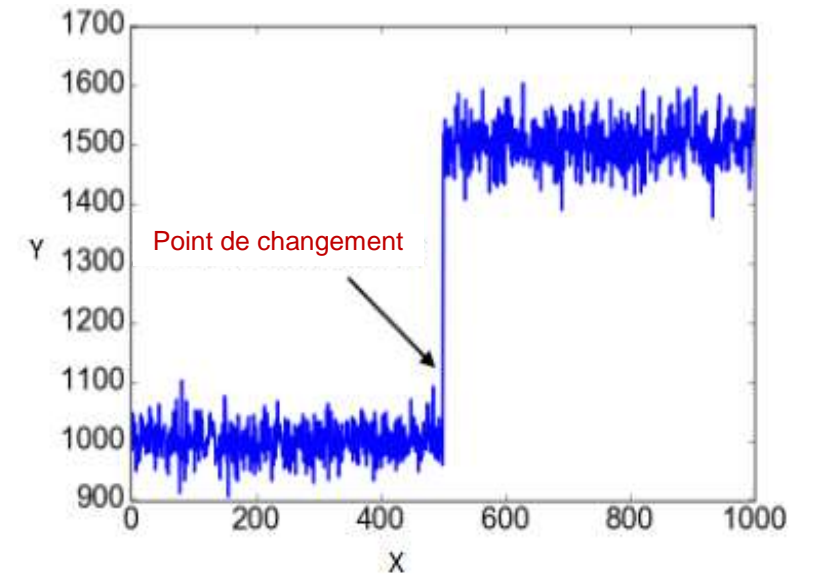
Hétérogénéité

Séries de données avec des caractéristiques statistiques **différentes: Mélange** de sous-échantillons de différentes populations

### **Point de changement brusque (CP):**

Distributions marginales: Paramètre de localisation (p.ex. la moyenne), l'échelle (p.ex. la variance), ou la tendance (p.ex. la pente)

Copules: paramètre ou le type



## 2. Problématique

- Etant donné la complexité des crues, plusieurs études se sont intéressées sur la détection de changements dans le cadre spatial : **limitations à la non-stationnarité (tendance)**
- **Quelques** études dans le cadre multivarié avec les crues par composantes (compound floods)

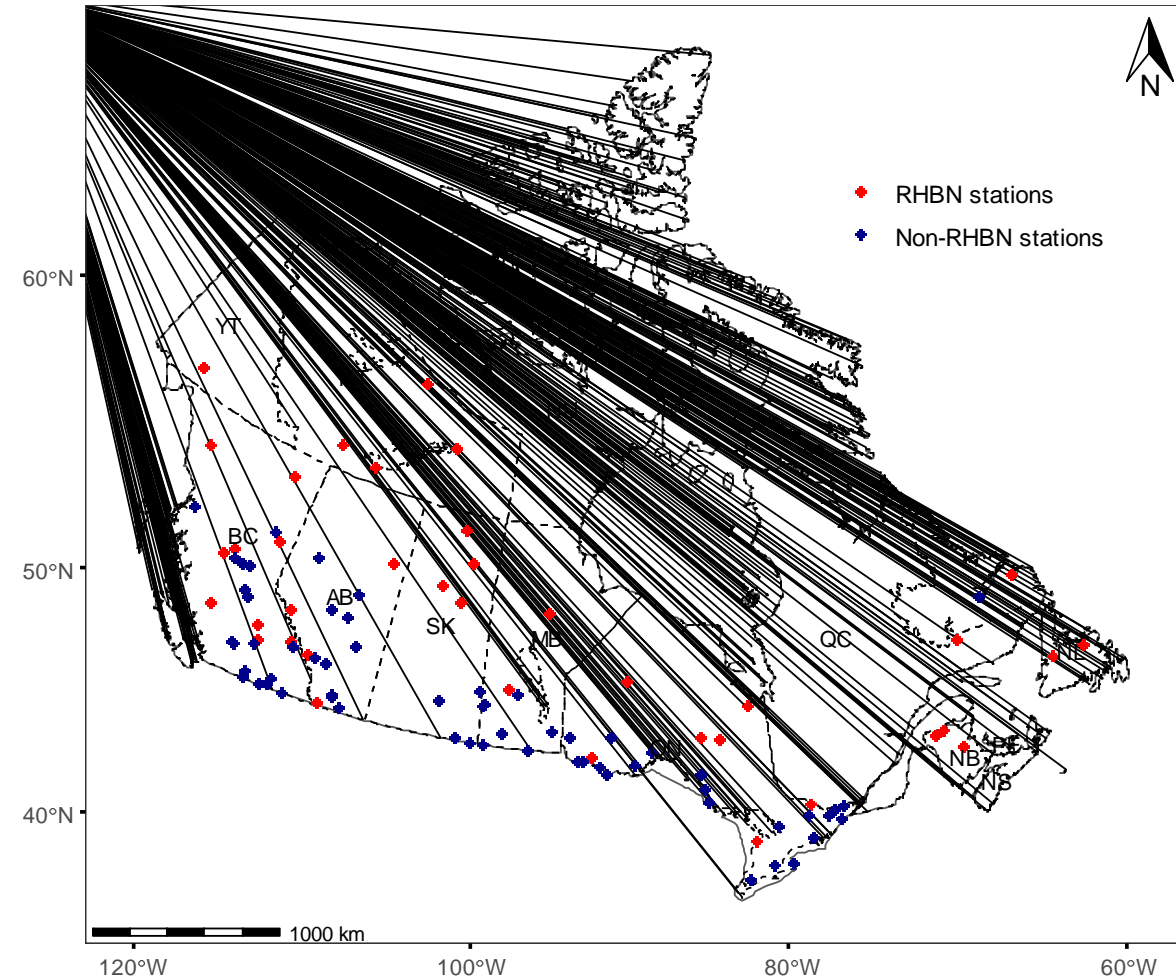
Contexte	Référence	Événement météorologique
Univarié	Burn et al. (2016) Mallakpour and Villarini (2015) Gaur et al. (2018) Ishak and Rahman (2019)	Crues (Canada) Crues (Canada) Crues (Canada) Crues (Australie)
Multivarié	Jalili Pirani and Najafi (2020) Wahl et al. (2015)	Crues (Canada) Crues (US)

Compte tenu de la complexité des crues au Canada et leurs importances, et de l'importance de l'hétérogénéité, il serait intéressant d'étudier les points de changement de crues au Canada sur l'échelle **spatiale**

# 3. Méthodologie

## Tests de points de changements

- Tests **univariés** : Test de Pettit
- Tests **multivariés**: **CP Global** : Tests basés sur les fonctions de profondeur
  - CP au niveau de la copule:**
    - Test basé sur le Tau de Kendal
    - Test de CvM
    - Test basés sur les L-moments
- 99 stations: **38** RHBN et **61** non-RHBN ont été sélectionnées, pour la période de 1912 jusqu'à 2018, de longueur minimale 46

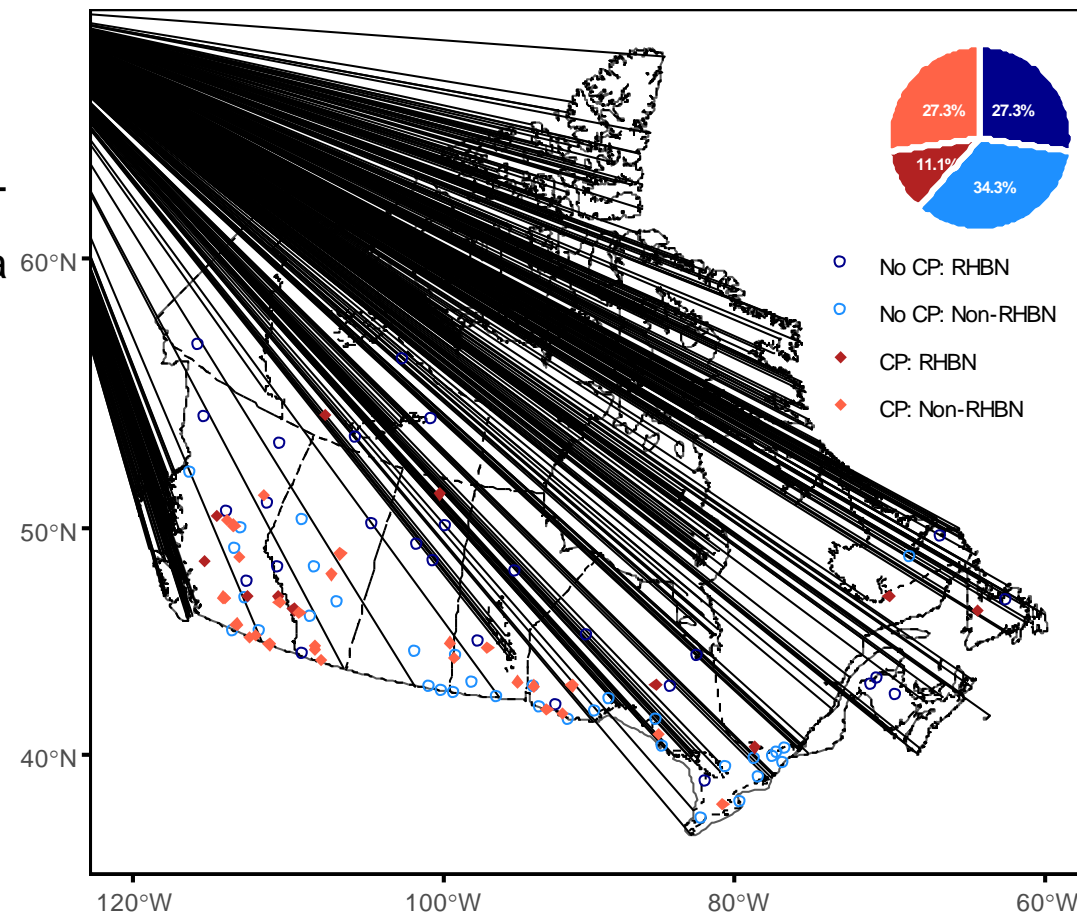




# 4. Résultats sélectionnés

## Tests multivariés: Points de changement dans la structure de dépendance

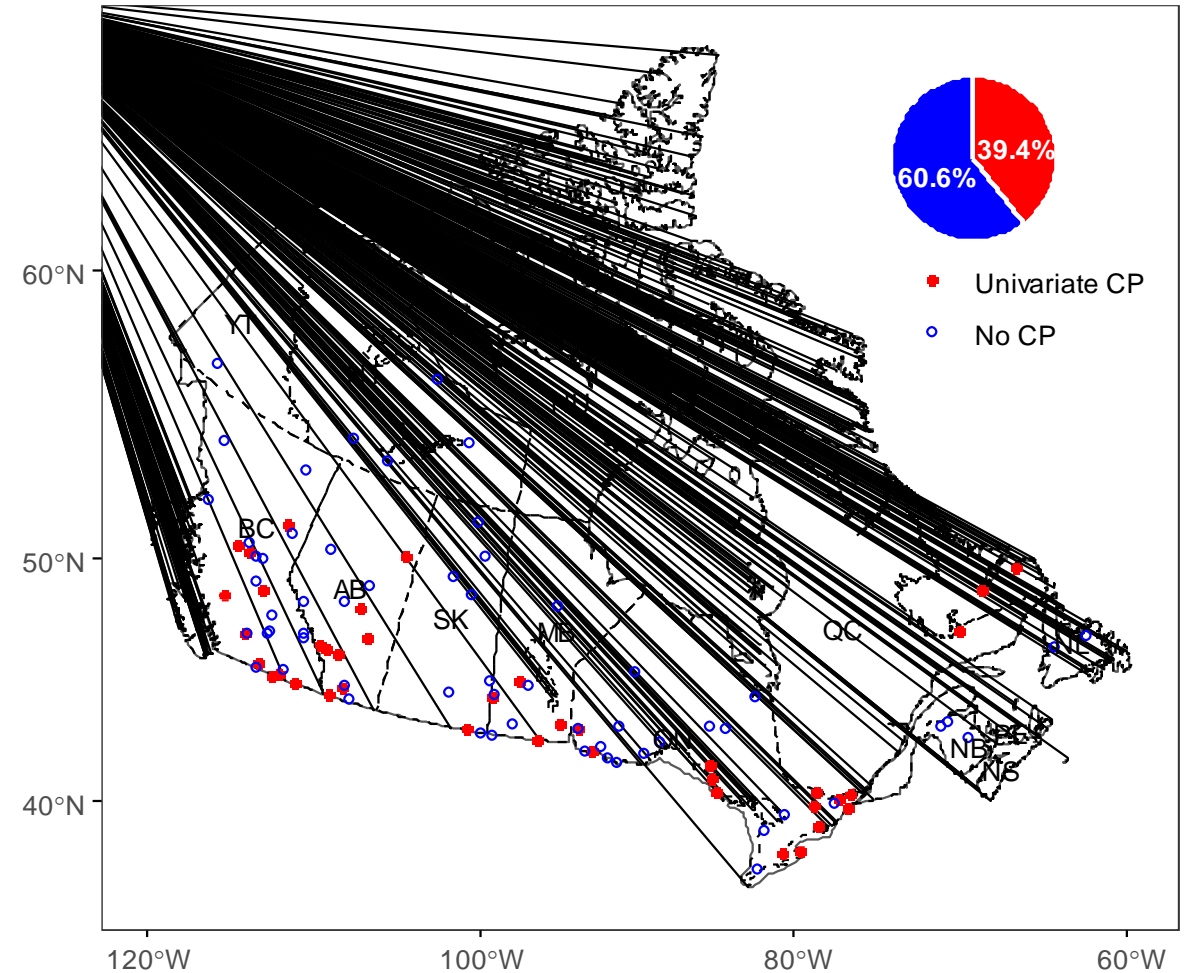
- 38 stations (11 RHBN et 27 non-RHBN) représentant **38%**
- Dominance dans l'**Ouest canadien**: provinces de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de la Saskatchewan et du Manitoba et la région des **montagnes Rocheuses** en Colombie-Britannique
- Quelques stations dans la **partie Est**
- Regroupement des CPs entre les années **1940** et **1990**
- Plus tôt dans l'ouest que dans l'est



# 4. Résultats sélectionnés

## Tests univariés: Test de Pettit

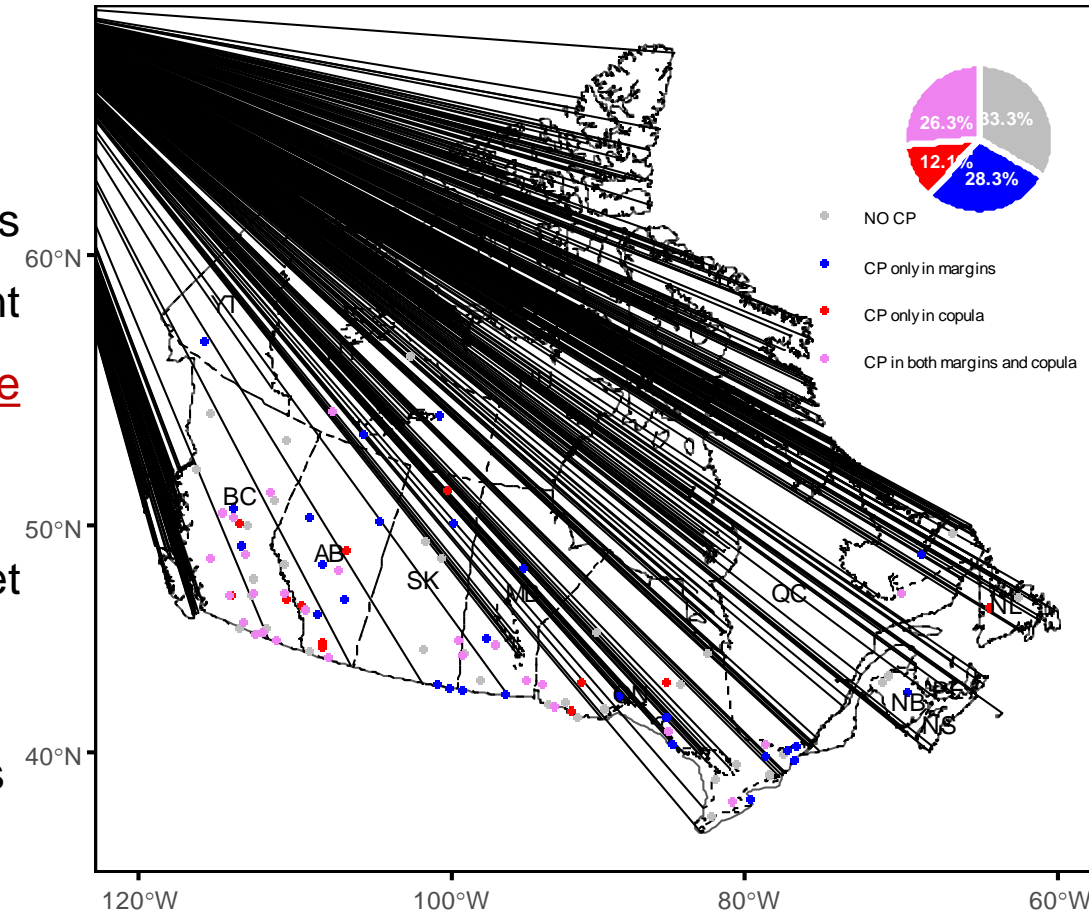
- 39 stations, représentant **39.4 %**
- Concentration dans les provinces
  - **Prairies** (partie sud de l'Alberta, de Saskatchewan et du Manitoba)
  - **Montagnes rocheuses**
  - Certaines parties des rivières sur la frontière sud.
- Les activités humaines et le changement climatique en sont les principales causes



# 4. Résultats sélectionnés

## Tests univarié et multivariés

- La détection des points de changements est assez variable
- **28%** des stations présentent des CP significatifs **uniquement** dans les paramètres marginaux, tandis que seulement **12%** présentent des CP significatifs **uniquement** dans la structure de dépendance (copule)
- **26** stations avec des CP dans les distributions marginales et copules ensemble
- **33** stations ne présentent aucun CP dans aucune des composantes



## 5. Conclusion

---

- Tester l'hétérogénéité des crues via la détection des CPs sur un ensemble de 99 stations sur le territoire Canadien en appliquant des tests **univariés** et **multivariés**
- Les points de changements détectés sont assez variables sur le plan de composantes et géographique
- Les résultats mettent l'accent sur l'importance de l'étape des tests avant d'aller à la modélisation, une étape souvent ignorée dans les études des événements hydrologiques extrêmes

Merci pour votre attention

---

 SYMPOSIUM  
OURANOS 2025

Des questions?



Scan me



MISSION UNIVERSITAIRE  
DE TUNISIE EN AMÉRIQUE  
DU NORD



NSERC  
CRSNG

E-mail: [emna.gontara@inrs.ca](mailto:emna.gontara@inrs.ca)