

# Changements Climatiques et Productivité Forestière: Complexité, Complications et Conclusion

**Carrefour de la recherche forestière 2007**

*Robin Duchesneau – IQAFF*

*Stephen Yamasaki – IQAFF*

*Frédéric Doyon - IQAFF*

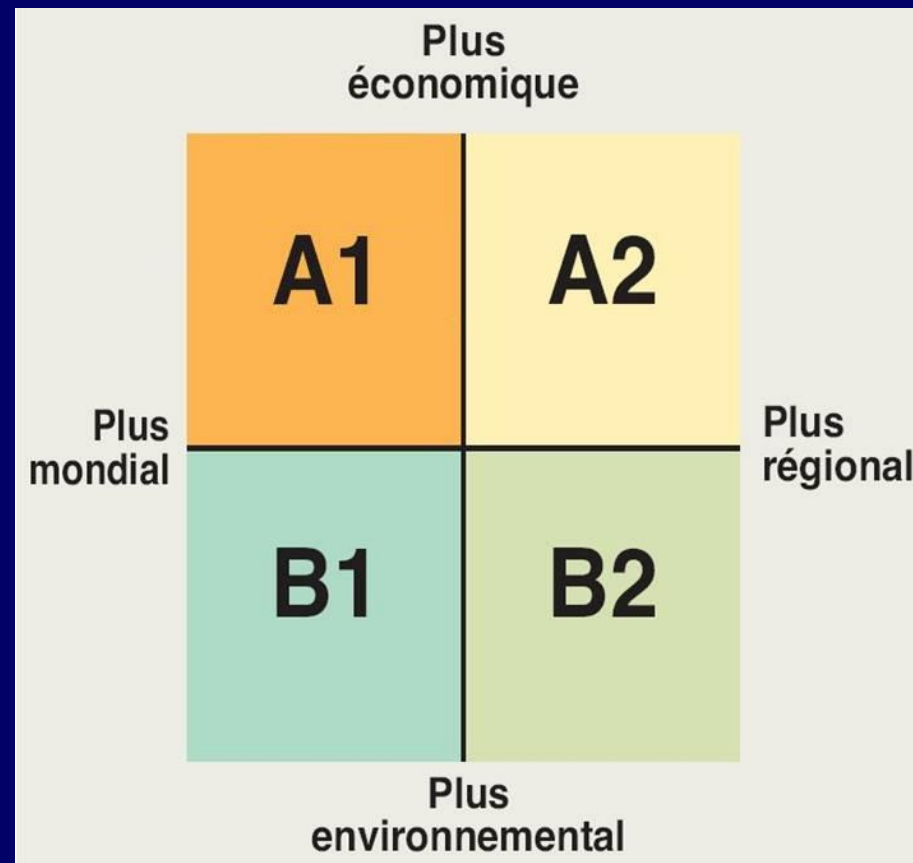


# La présentation

- Quelques concepts
- Comment prédire la productivité
- Évaluation (c.-à.-d *validation*)
- Complexité, complications et conclusions

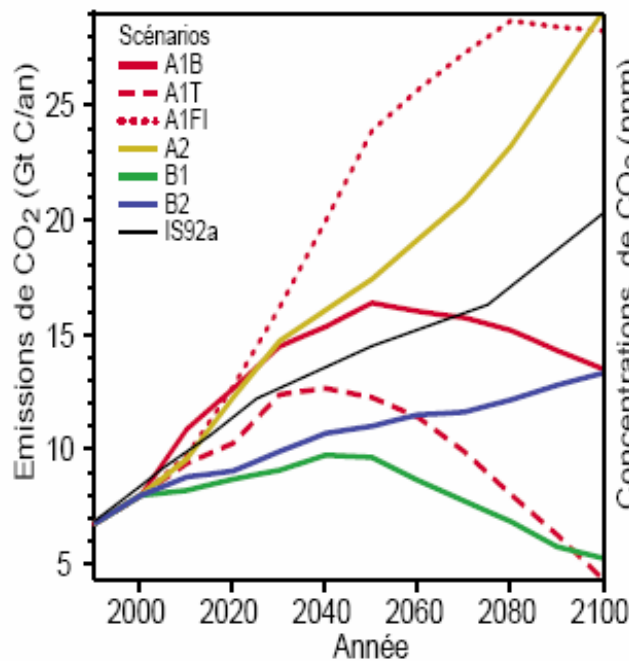
# Scénarios d'émissions

Du groupe d'experts intergouvernemental  
sur l'évolution du climat

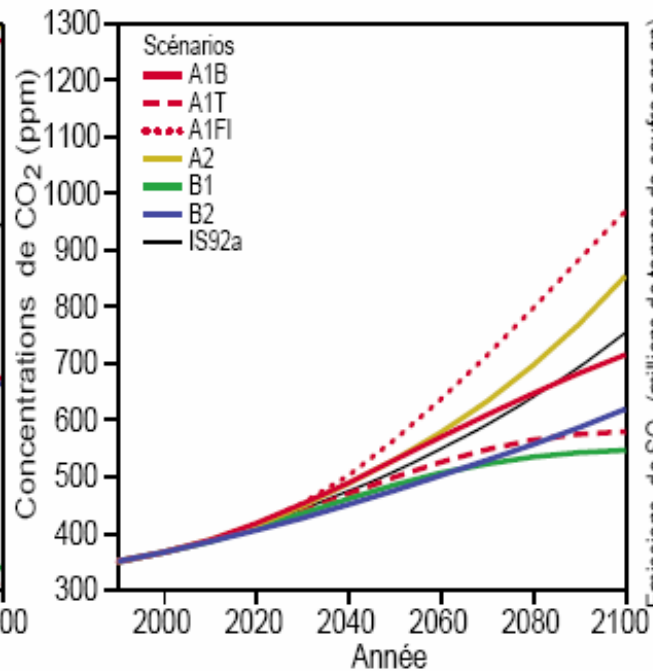


# Le climat du XXI<sup>e</sup> siècle

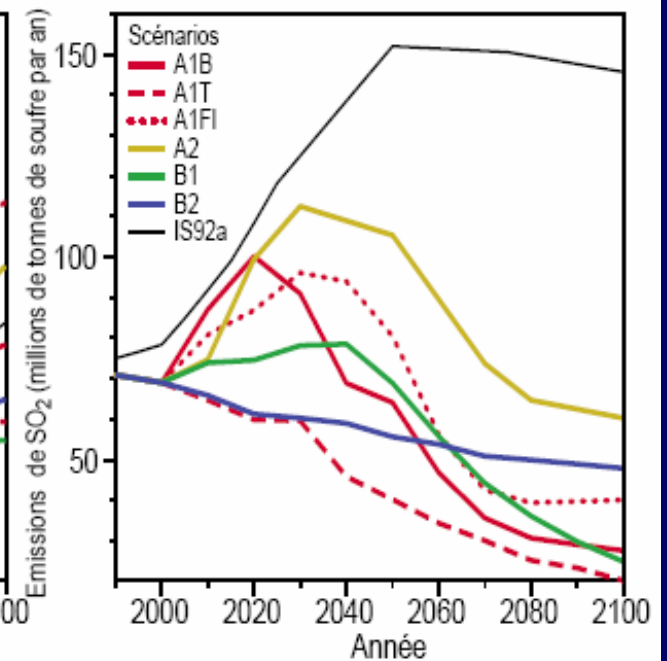
a) Emissions de CO<sub>2</sub>



b) Concentrations de CO<sub>2</sub>



c) Emissions de SO<sub>2</sub>



# Plusieurs modèles

- États-Unis (7)
- Japon (2)
- Chine (2)
- Canada
- Royaume Uni
- Allemagne
- Norvège
- Australie
- Russie
- France
- Corée
- Italie

# Complication #1

- Plusieurs modèles climatiques
- Plusieurs scénarios d'émissions
- Modèles x Scénarios = vaste choix

# Méthodes Scientifiques

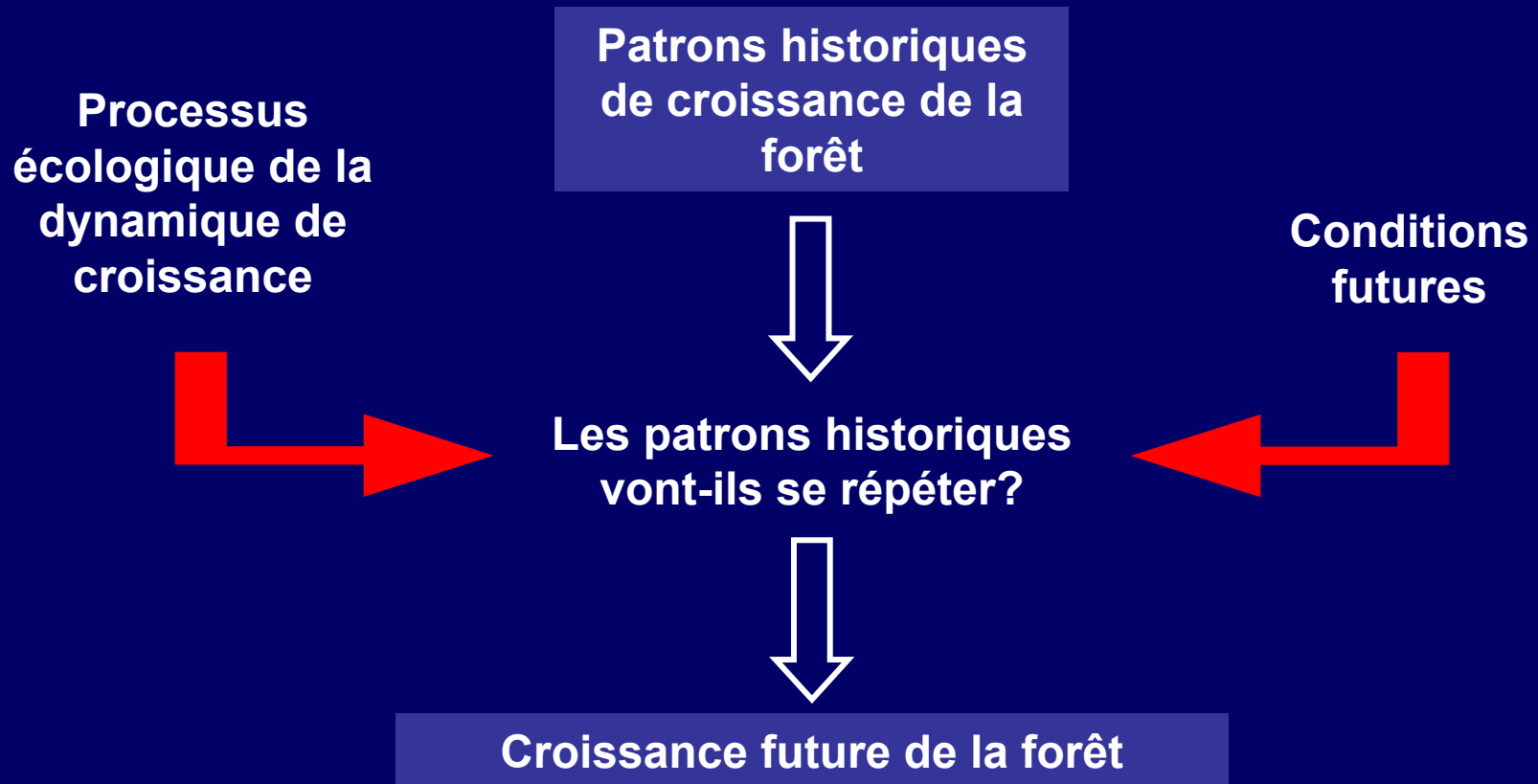
## CC - productivité

- Gradients environnementaux (ex. Nord/Sud)
- Paléoclimatologie
- Dendroclimatologie
- Écophysiologie / études en serre
- Enrichissement *in situ* (ex. FACE)
- Modèles de simulation informatique

## Complication #2

- L'empirisme a ses limites
  - Le passé n'égale pas le future
  - Mise à l'échelle pas linéaire
  - Boucles de rétroaction, interactions
  - Évolution des systèmes et des espèces

# Approche Hybride



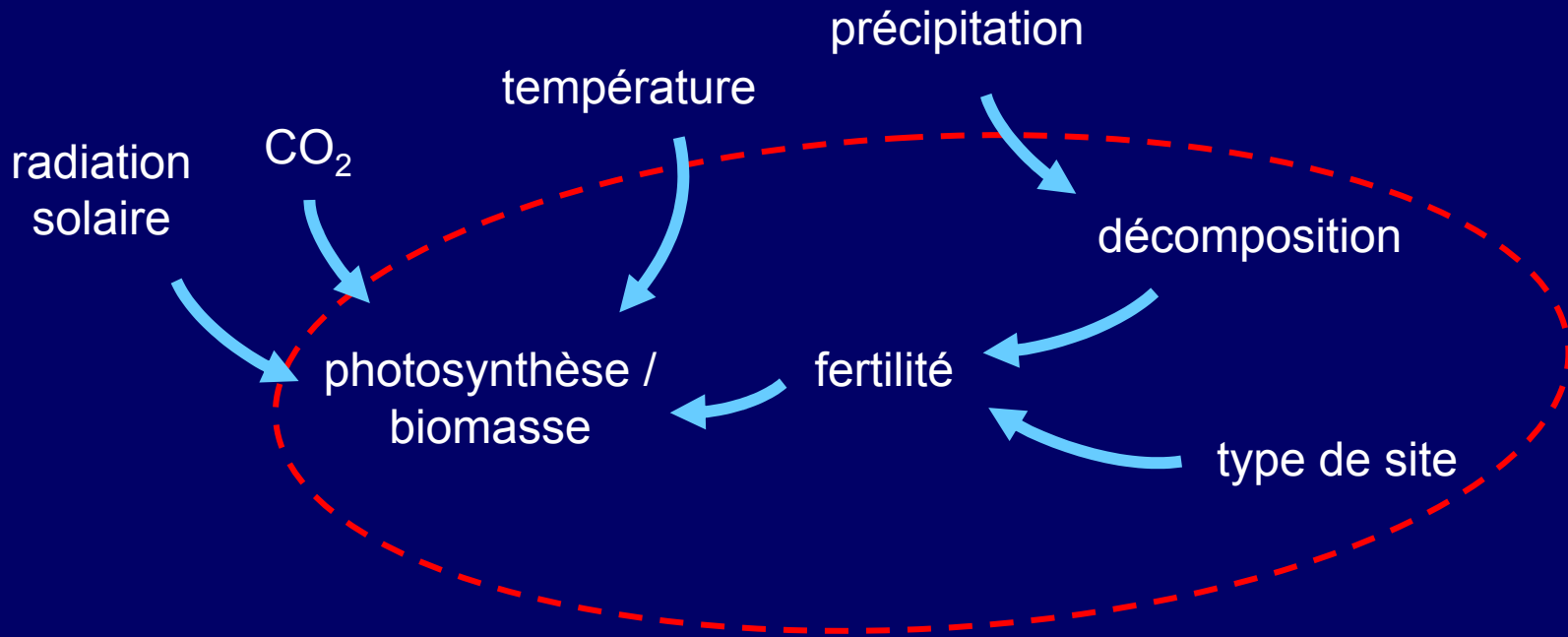
# Étude de cas

## FORECAST / Millar Western

Les objectifs principaux de cette étude sont:

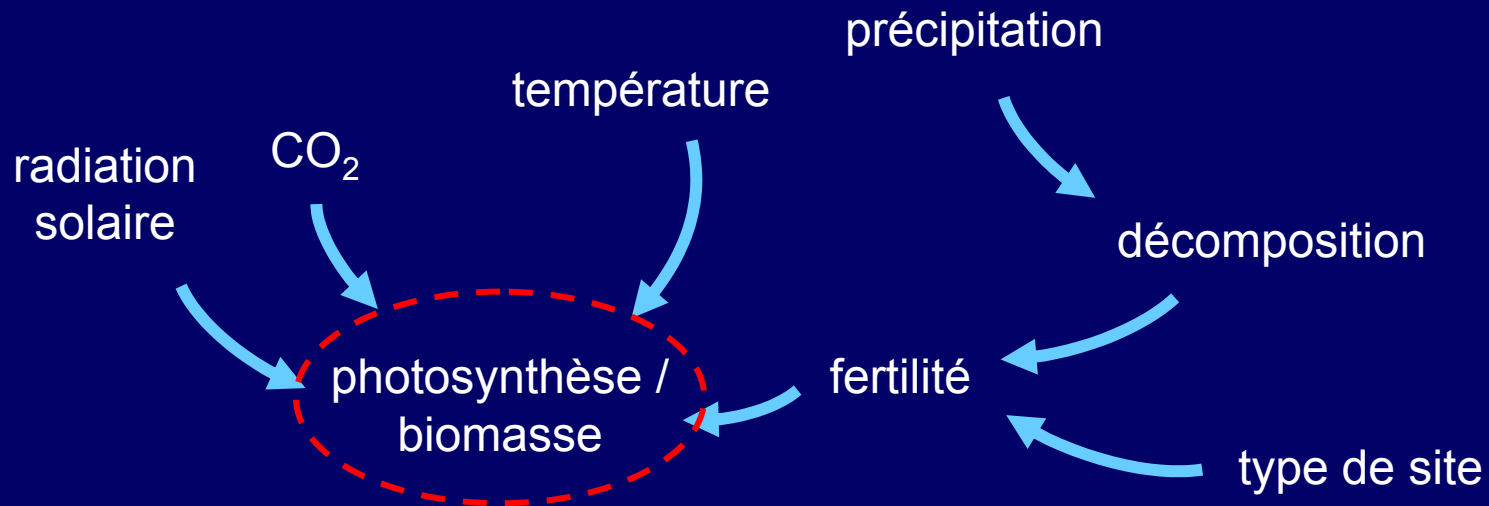
- 1) d'explorer l'influence des CC
  - productivité, succession, fertilité des sols
- 2) créer courbes de croissance
  - espèces commerciales
- 3) intégrer CC au plan d'aménagement
  - une première!

# FORECAST-CC



Kimmins, UBC

# Calibration empirique

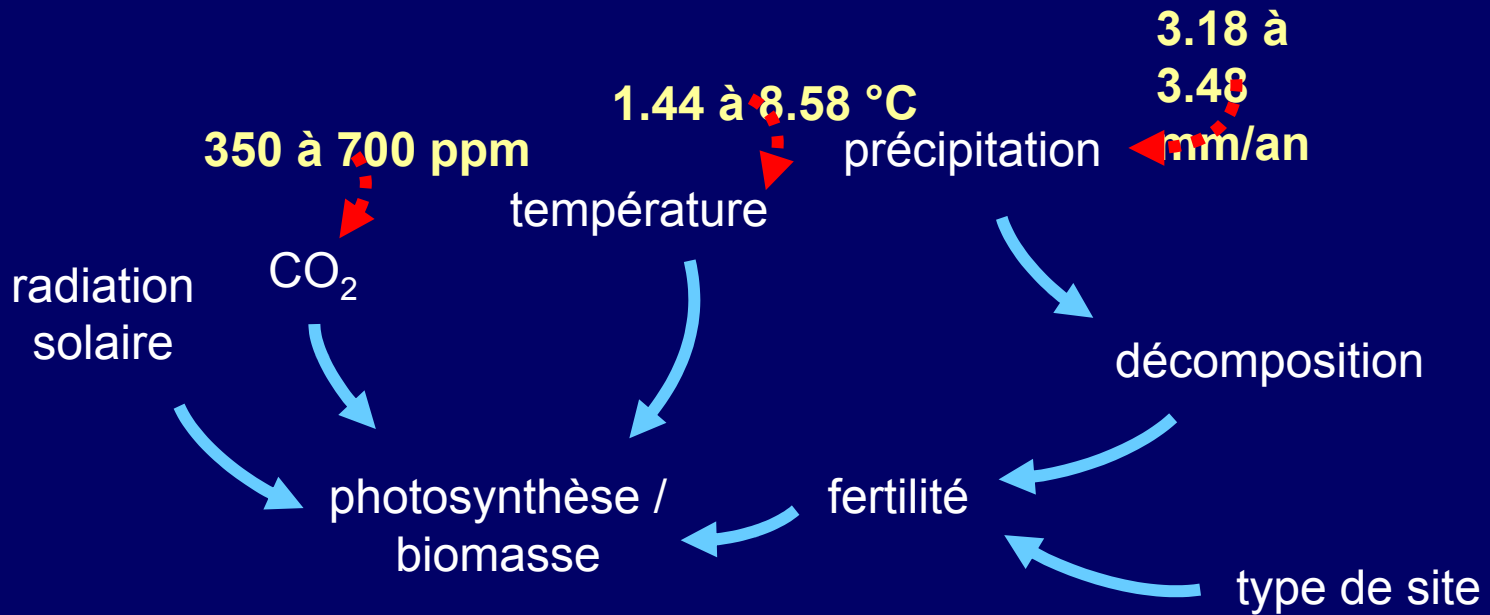


**Données du modèle MGM (Titus, UCalgary)**

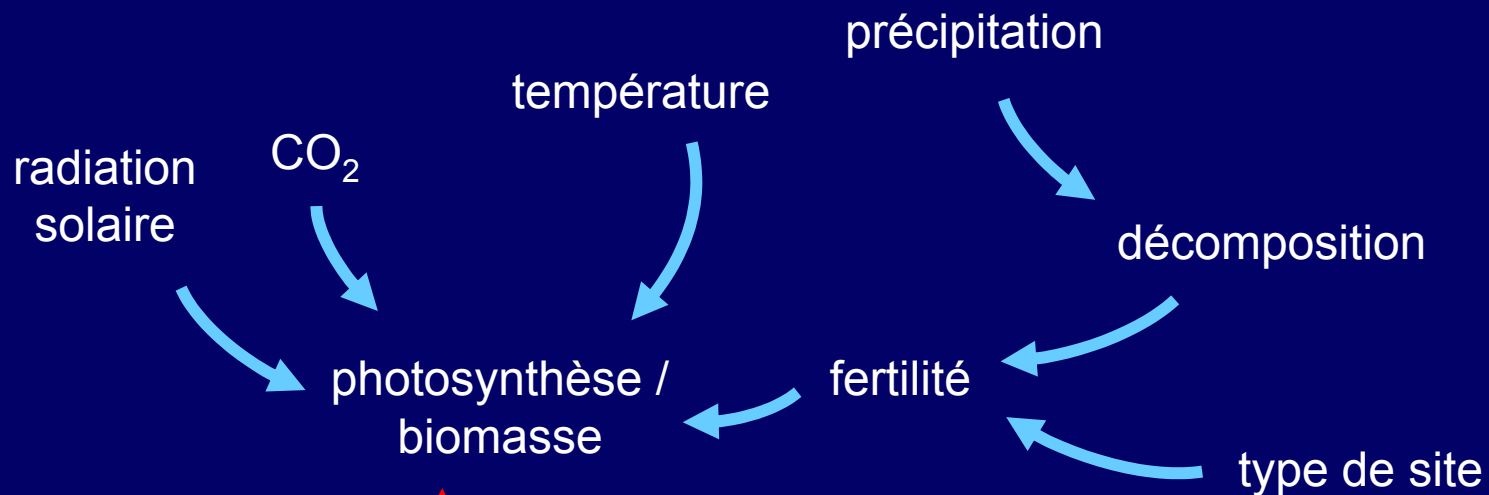
**Équation allométrique (Ter-Mikaelian et Korzukin 1997; Li et al. 2002)**

**Autres calibrations FORECAST (Wellham et Sealy, UBC)**

# Conditions CC

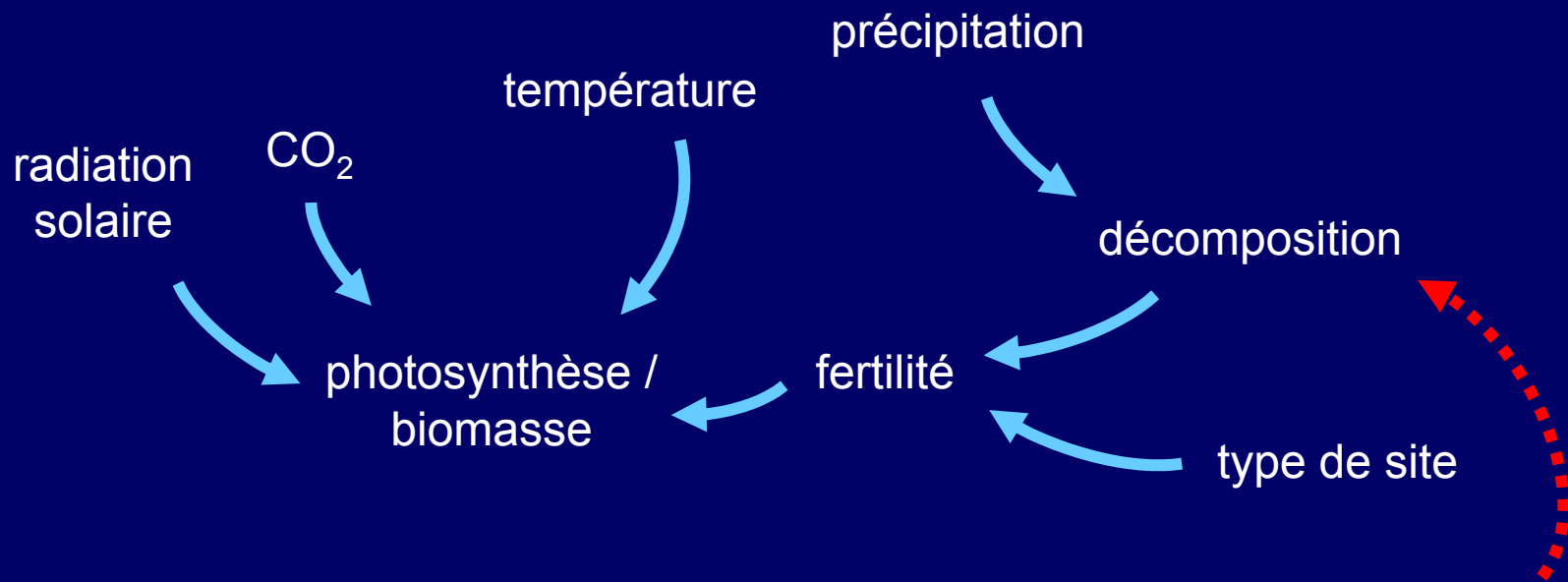


# Conditions CC



**Landhausser et Lieffers 2001**  
**Cannell et Thornley 1998**

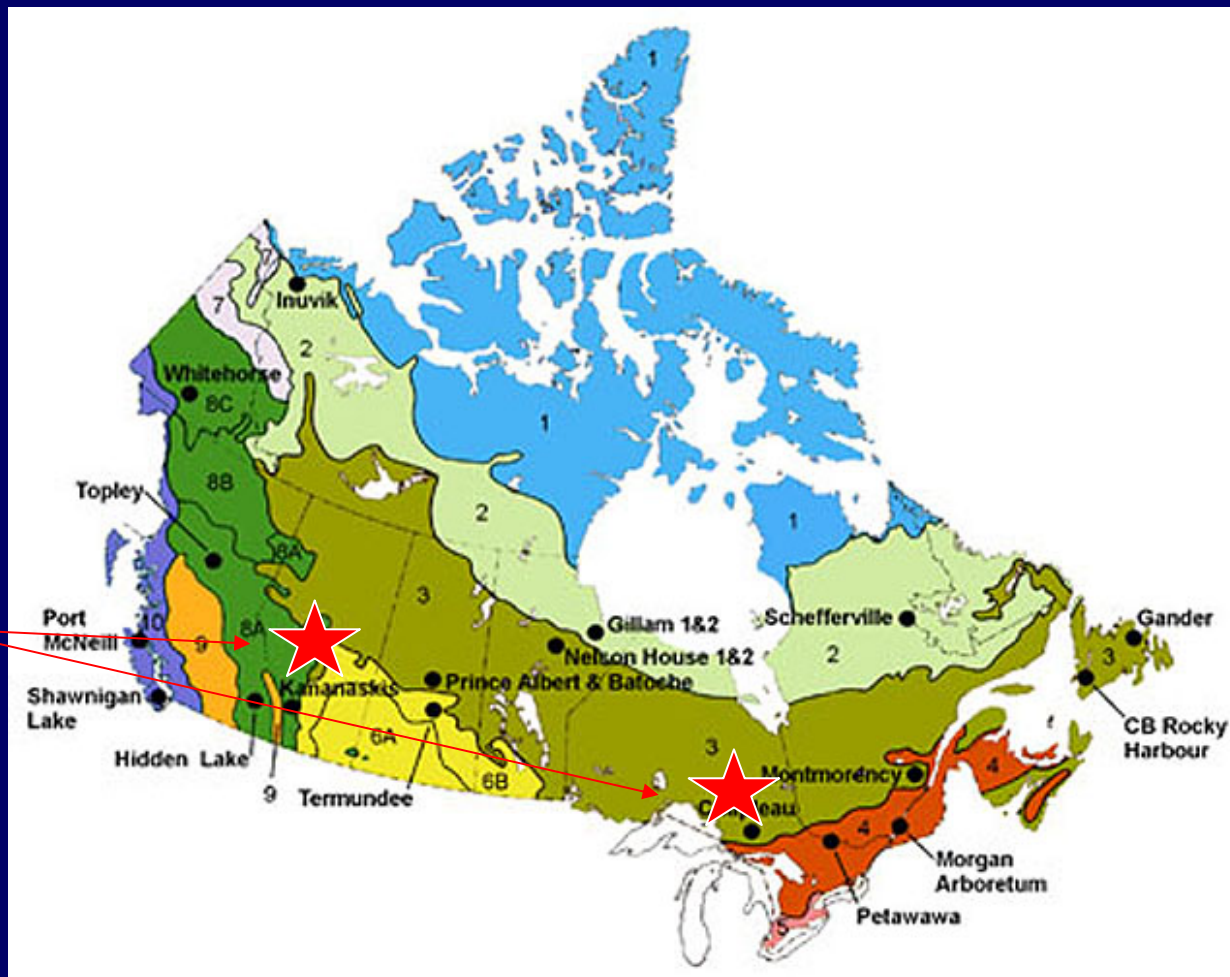
# Décomposition du sol



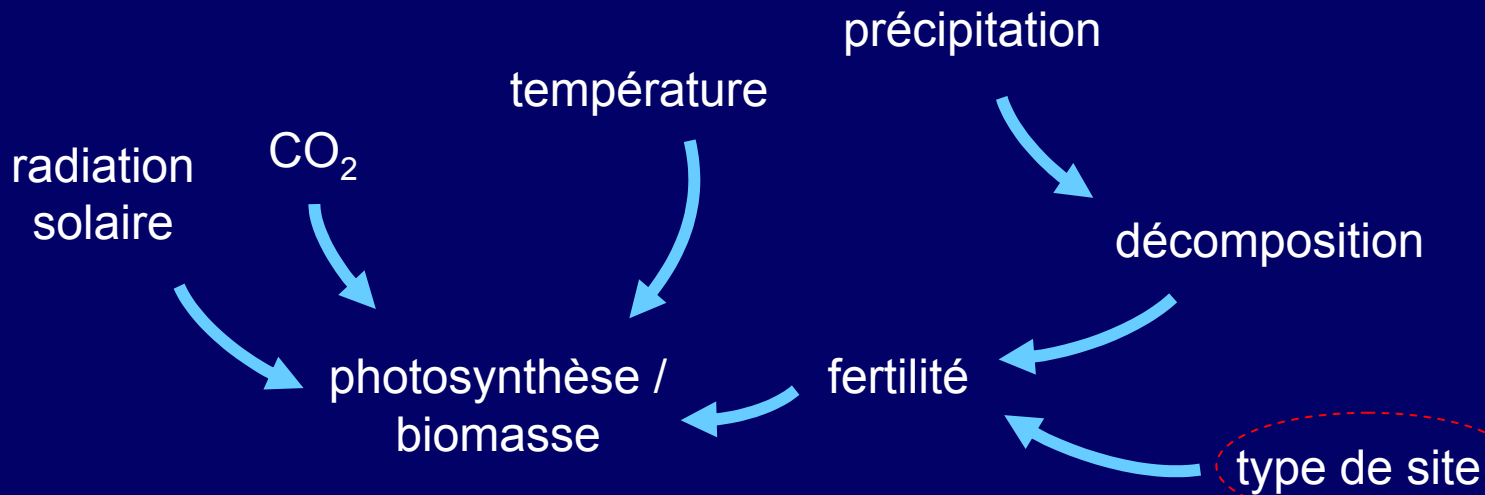
**Canadian Intersite Decomposition Experiment (CIDET)  
(Trofymow et al.2002)**



**Inférence de type  
gradient  
environnemental**

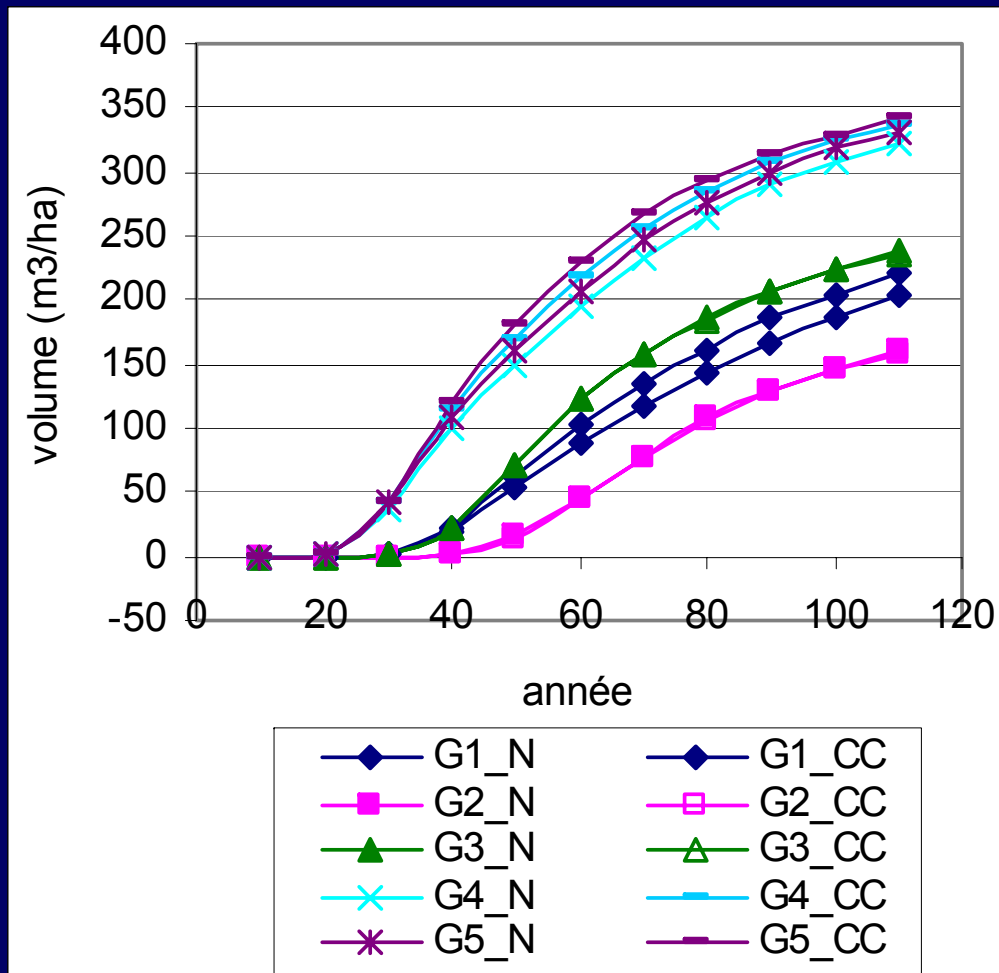


# Classification des sites



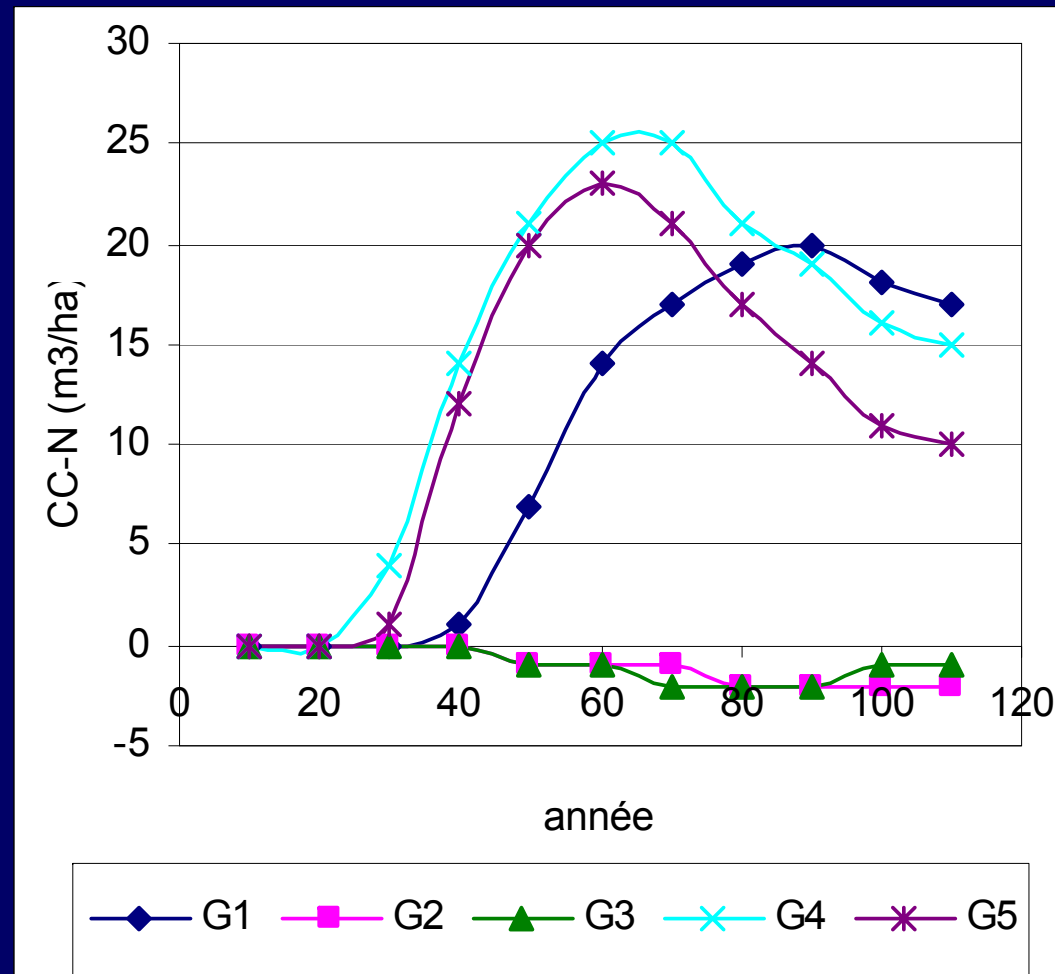
	Ecosites	IQS EPB	Humidité	Nutriment
G1	lf_h, lf_j, uf_h, uf_i, bm_h, bm_g	14.26	6.61	2.43
G2	uf_d, uf_e, bm_c	11.21	4.95	2.87
G3	lf_b, lf_c, lf_d, uf_b, uf_c, bm_b	13.17	4.85	2.56
G4	lf_e, uf_f, uf_j, bm_d	18.93	5.02	3.20
G5	lf_f, lf_i, bm_e, bm_f	17.74	5.84	3.56

# Quelques Résultats de Simulation



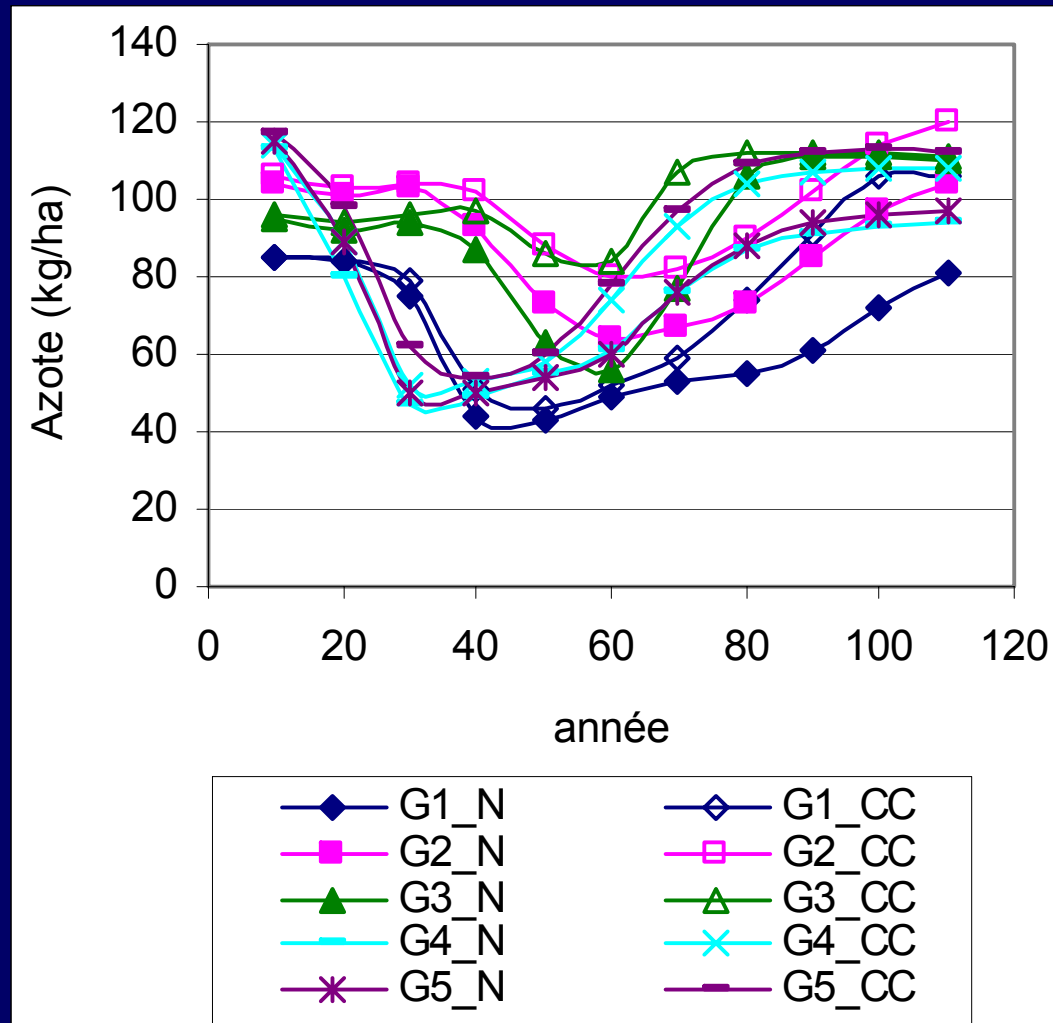
*Volume marchand d'épinette blanche*

# Quelques Résultats de Simulation



*Différence du volume marchand d'épinette blanche*  
*Différence = CC - Normal*

# Quelques Résultats de Simulation



*Azote du sol – Groupe 4*

# Sommaire des résultats

- Productivité épinette blanche augmente de 25 m<sup>3</sup>/ha
  - sites mésiques
- Productivité a légèrement diminué sur les sites secs
  - davantage pour l'épinette noire;
- Les réponses sont spécifiques à l'espèce
- La décomposition est davantage impliquée dans la réponse
- Changements dans les patrons de succession
- Les CC ont réduit l'impact de la compétition interspécifique

# Complication #3

- La “validation” est IMPOSSIBLE !



# Évaluation

- **Simulation sous climat normal**
  - évaluation avec données empiriques
- **Comparaison avec d'autres sorties de simulation**
  - meta-analyses
- **Comparaison avec dendro-climato et paléoécologie**
- **Comparaison avec études d'enrichissement *in situ***
  - ex., FACE

# Complexité, Complications et Conclusion

- Énormément de variabilités
- Plusieurs options méthodologiques
- Choix et la calibration des processus importants
- Mise à l'échelle importante
- Équilibre entre la complexité et la confiance
- Intégrer les divers domaines de connaissance
- Doit signaler les lacunes en connaissance
- Scientifique : doit pas fuir les questions complexes
- Notre étude :  $2x \text{ CO}_2 = \text{MAX } 25 \text{ m}^3 / \text{ha}$

# Remerciements

- Millar Western Forest Products
- Simon Landhauser, UofA
- Forestry Corp.
- L'équipe de l'IQAFF

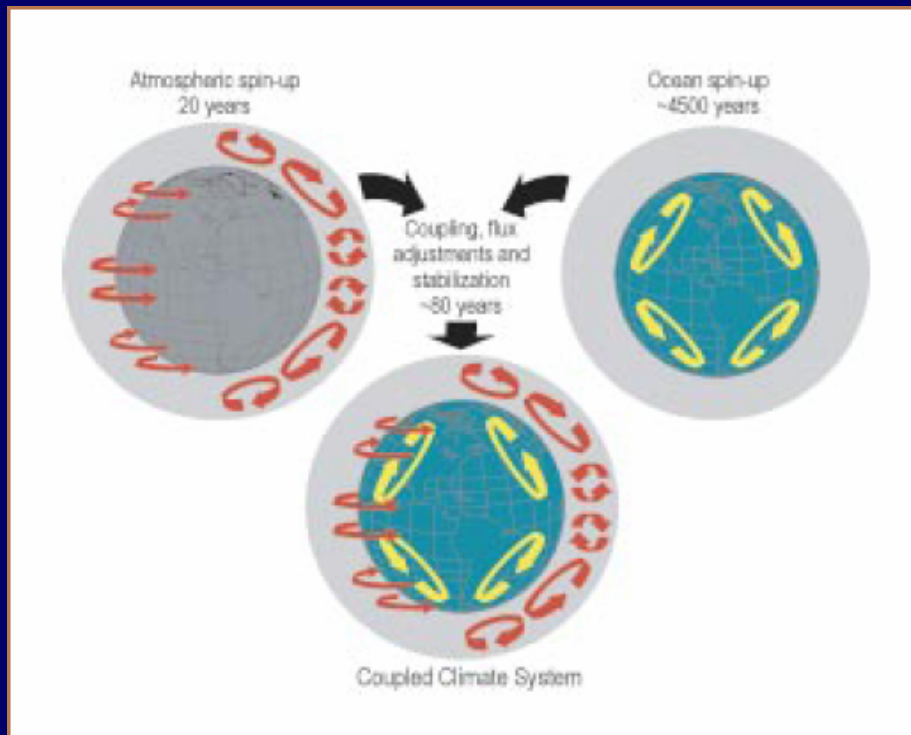
# Présentation des résultats de simulation

- Duchesneau *et al.* 2007. The influence of global climate change on the productivity of white spruce - trembling aspen boreal mixedwood communities in west-central Alberta. Climatic Change (soumis).





# Atmosphère et Océan (couplage)



Exemple de MCG du CCmaC :

- MCGA1 La première génération du modèle de circulation générale atmosphérique.
- MCGA2 La deuxième génération du modèle de circulation générale atmosphérique.
- MCGA3 La troisième génération du modèle de circulation générale atmosphérique.
- MCCG1 La première génération du modèle couplé climatique global.
- MCCG2 La deuxième génération du modèle couplé climatique global.

CCmaC = Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique

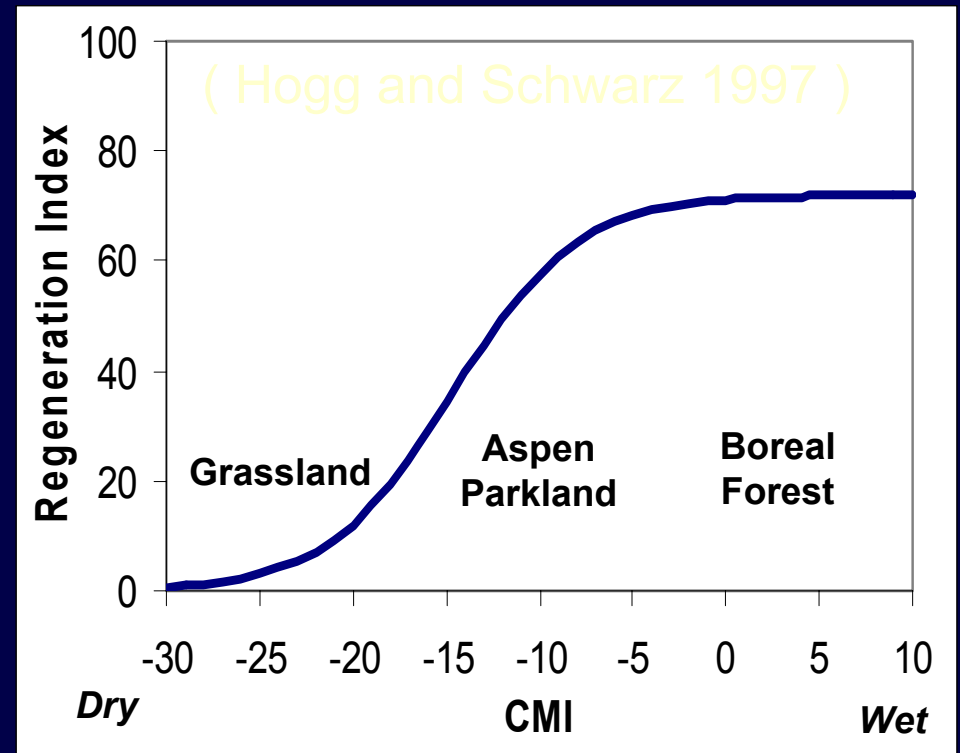
# CCG & Régénération

**CMI = Précipitation – PET**  
(cm / an )

- (PET) Évapotranspiration Potentielle

CMI : une mesure de disponibilité d'humidité du sol (méthode **Jensen-Haise** radiation solaire, température, et altitude)

## Climate Moisture Index (CMI)



# Modèles de Circulation Générale (MCG)

