

Modélisation de la succession forestière après perturbation naturelle ou anthropique en vue du calcul de possibilité forestière



Jean-Pierre Saucier ing.f. Dr.Sc
Babacar Seck M.Sc.
Guillaume Giroud ing.f. M.Sc.

Direction des inventaires forestiers
et Université Laval

ACFAS
Québec
8 mai 2008

Ressources naturelles
et Faune
Québec

Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

Ressources naturelles
et Faune

Québec 

Objectifs

Prédire, en fonction des variables de classification écologique, climatiques et spatio-temporelles,

- ◆ la composition en essences,
- ◆ la distribution des diamètres par essence,
- ◆ le temps nécessaire pour atteindre 7m de hauteur

d'un peuplement régénéré après une perturbation naturelle grave ou une intervention totale



Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Méthode générale

- Modèle applicable aux stations ayant subi une perturbation naturelle ou une intervention humaine qui a éliminé le peuplement forestier antérieur
- Le modèle ne prédit pas directement la composition en espèces mais utilise plutôt des probabilités de succession vers les différents stades évolutifs qui forment les successions végétales

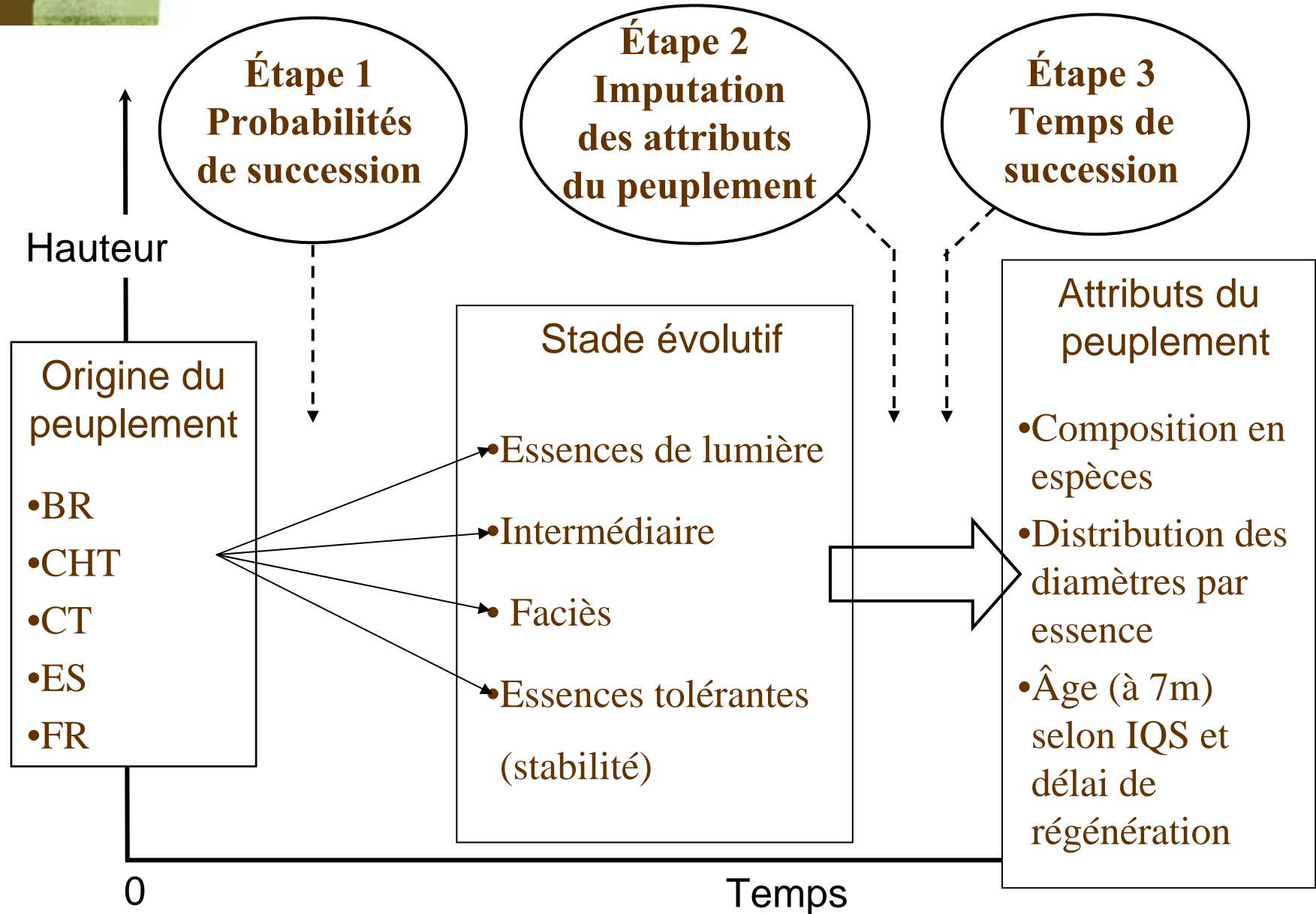


Méthode générale

- Le modèle fonctionne en trois étapes
 1. Probabilité de succession vers un stade évolutif donné
 2. Imputation des attributs du nouveau peuplement (composition en essences et distribution des diamètres)
 3. Estimation du temps nécessaire au nouveau peuplement pour atteindre 7 m de hauteur



Méthode générale



Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

Données sources

1. Placettes d'inventaire

- Placettes temporaires du 2^{ième}, 3^{ième} et 4^{ième} programme d'inventaire
- Placettes permanentes tous programmes confondus

2. Critères de sélection

- Classes de hauteur 4 et 5 (de 4 à 12 m de hauteur)
- Perturbation ou intervention d'origine connue

Données sources

Nombre de placettes de 4 à 12 m selon l'origine

Origine	Fréquence	
Brûlis (BR)	7 595	18%
Épidémie grave (ES)	4 015	10%
Chablis total (CHT)	908	2%
Dépérissement total (DT)	21	0%
Verglas (VER)	-	0%
Coupe totale (CT)	25 442	61%
Coupe par bandes finales (CBT)	29	0%
Plantations (P)	1 385	3%
Ensemencement (ENS)	9	0%
Friches (FR)	2 233	5%
Total	41 637	100%

Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

Étape 1 : Probabilités de succession

Les probabilités de présence de chaque stade évolutif après une perturbation ou une intervention d'origine sont évaluées avec des équations logistiques généralisées

$$\log \frac{p_i}{p_r} = \beta'_i \mathbf{X}, \quad i \in \{2,3,4,5\} \text{ l'ensemble des stades évolutifs}$$

où

p_i est la probabilité pour que le $i^{\text{ème}}$ stade évolutif soit présent après une perturbation naturelle grave ou intervention totale

p_r la probabilité que le stade de référence soit présent

Avec
$$\sum_i p_i = 1$$

Étape 1 : Probabilités de succession

Variable dépendante : Stade évolutif

Définition (d'après Saucier et al. 1994)

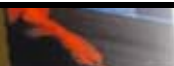
- On appelle « stade évolutif » l'étape de la chronoséquence végétale à laquelle un groupement est parvenu
- Il est déterminé en fonction de la tolérance à l'ombre des espèces qui composent le couvert principal et les étages inférieurs, ainsi que par la structure et l'évolution probable du peuplement
- Lorsqu'un site subit une perturbation majeure, la végétation peut y réapparaître et se transformer graduellement. Ce faisant, elle peut passer par tous les stades évolutifs ou encore en escamoter un ou plusieurs.



Étape 1 : Probabilités de succession

Clé simplifiée d'identification du stade évolutif

Stade évolutif	Définition
Stade pionnier (code 1)	Étage principal inférieur à 4 m , à l'exception de la végétation prostrée, caractéristique de certains sites sur lesquels les conditions édaphiques ou le climat sont défavorables.
Stade des essences de lumière (code 2)	Étage principal composé presque exclusivement d' espèces intolérantes à l'ombre (PET, PEG, PEB, BOP, BOG, ERR, PIR, PIG, PIB, CHR, MEL), qui ne se régénèrent pas sous le couvert.
Stade intermédiaire (code 3)	Étage principal dominé par les espèces intolérantes avec sous-étage ou présence d' espèces tolérantes à l'ombre (> 4 m) (ERS, BOJ, HEG, PRU, SAB, EPR, EPN, EPB, ORA, THO).
Stade de faciès (code 4)	Étage principal dominé par les espèces tolérantes , avec persistance d' espèces intolérantes à l'ombre.
Stade de stabilité (code 5)	Étage principal presque entièrement composé d' espèces tolérantes et de régénération de ces mêmes espèces OU étage principal dominé par des espèces semi-intolérantes (CHR, PIB, ERA, ERR), longévives, qui se régénèrent par endroit.

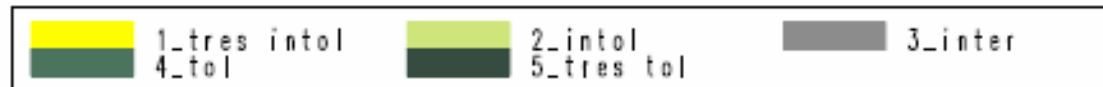
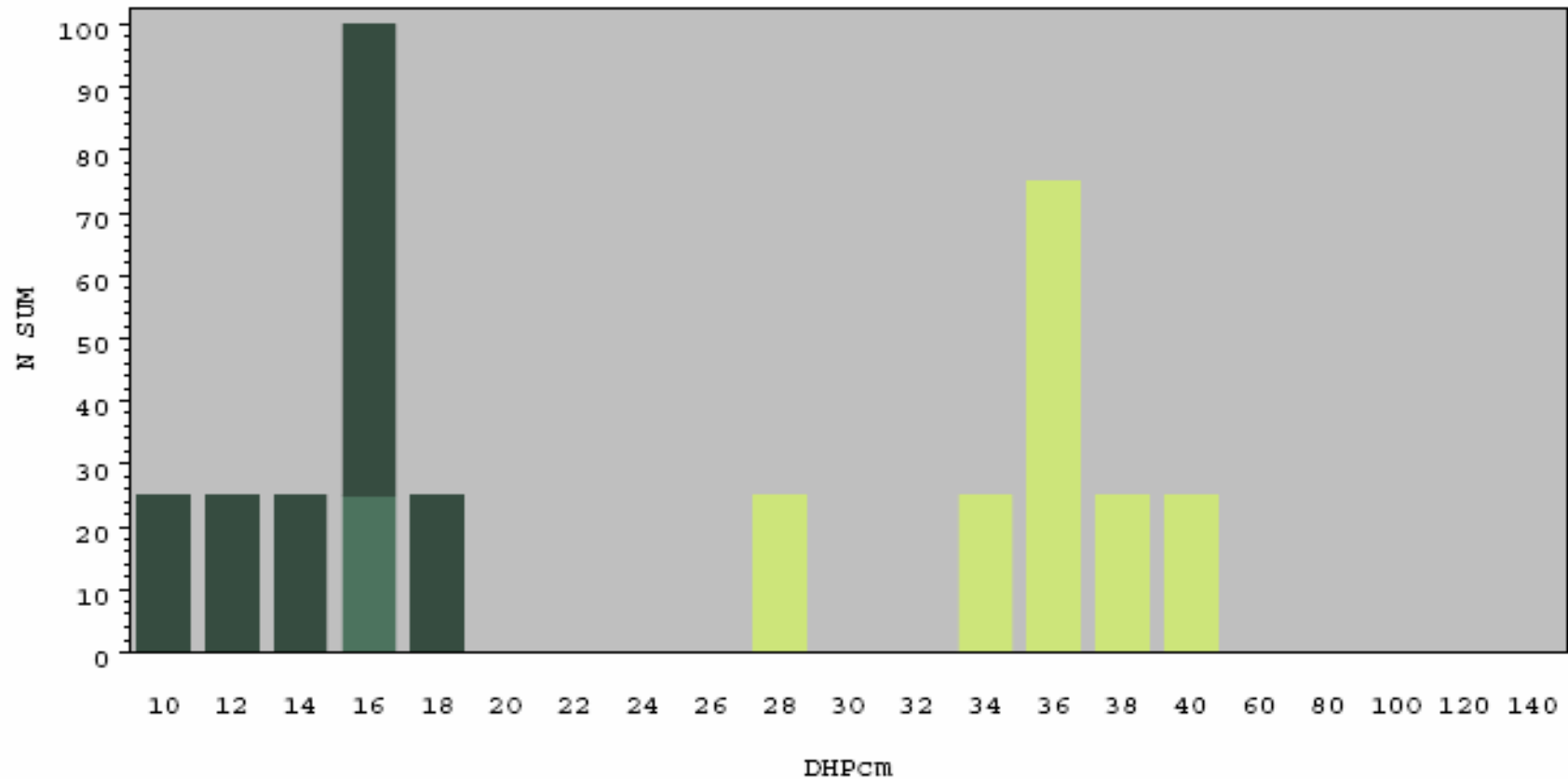




Étape 1 : Probabilités de succession

identifiant placette= 930480380101

. M BBS D 4 12070
D=26.7 cm Pct_Gintol_sup=100% Pct_Gintol_inf=0.0%
Stade evolutif (empirique)=3



Étape 1 : Probabilités de succession

Méthode de détermination du stade évolutif des placettes d'inventaire

Fonction de classement

Variable	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5
Constante	-63.46	-35.53	-11.41	-0.12
Pct_Nintol_inf	45.27	29.73	17.24	1.32
Pct_Nintol_sup	-4.77	1.75	-21.22	-0.44
Pct_Gintol_sup	108.40	78.92	60.25	2.44
DqIntol	0.30	0.26	0.23	0.04
G1	-0.09	-0.20	-0.12	-0.01

Étape 1 : Probabilités de succession

Méthode de détermination du stade évolutif des placettes d'inventaire

Évaluation statistique des variables

Variable	R carré partiel	F Value	Pr > F	Lambda de Wilk	Pr < Lambda
Pct_Nintol_sup	0.905	304.76	<.0001	0.0950	<.0001
Pct_Nintol_inf	0.376	19.11	<.0001	0.0592	<.0001
Pct_Gintol_sup	0.285	12.51	<.0001	0.0423	<.0001
DqIntol	0.207	8.12	<.0001	0.0335	<.0001
G1	0.11	3.79	0.013	0.02986	<.0001

Étape 1 : Probabilités de succession

Résultats de la classification

Matrice de confusion					
De Stad_evol	2	3	4	5	Total
2	21 84%	4 16%	0 0%	0 0%	25 100%
3	1 4%	24 96%	0 0%	0 0%	25 100%
4	0 0%	0 0%	25 100%	0 0%	25 100%
5	0 0%	0 0%	0 0%	25 100%	25 100%
Total	22 22%	28 28%	25 25%	25 25%	100 100%

Taux d'erreur par stade

	stade 2	stade 3	stade 4	stade 5	Total
Taux	0.16	0.04	0	0	0.05

Étape 1 : Probabilités de succession

Variables explicatives

Les variables potentielles ont été regroupées en trois groupes

1. Variables de perturbation naturelle grave ou intervention totale

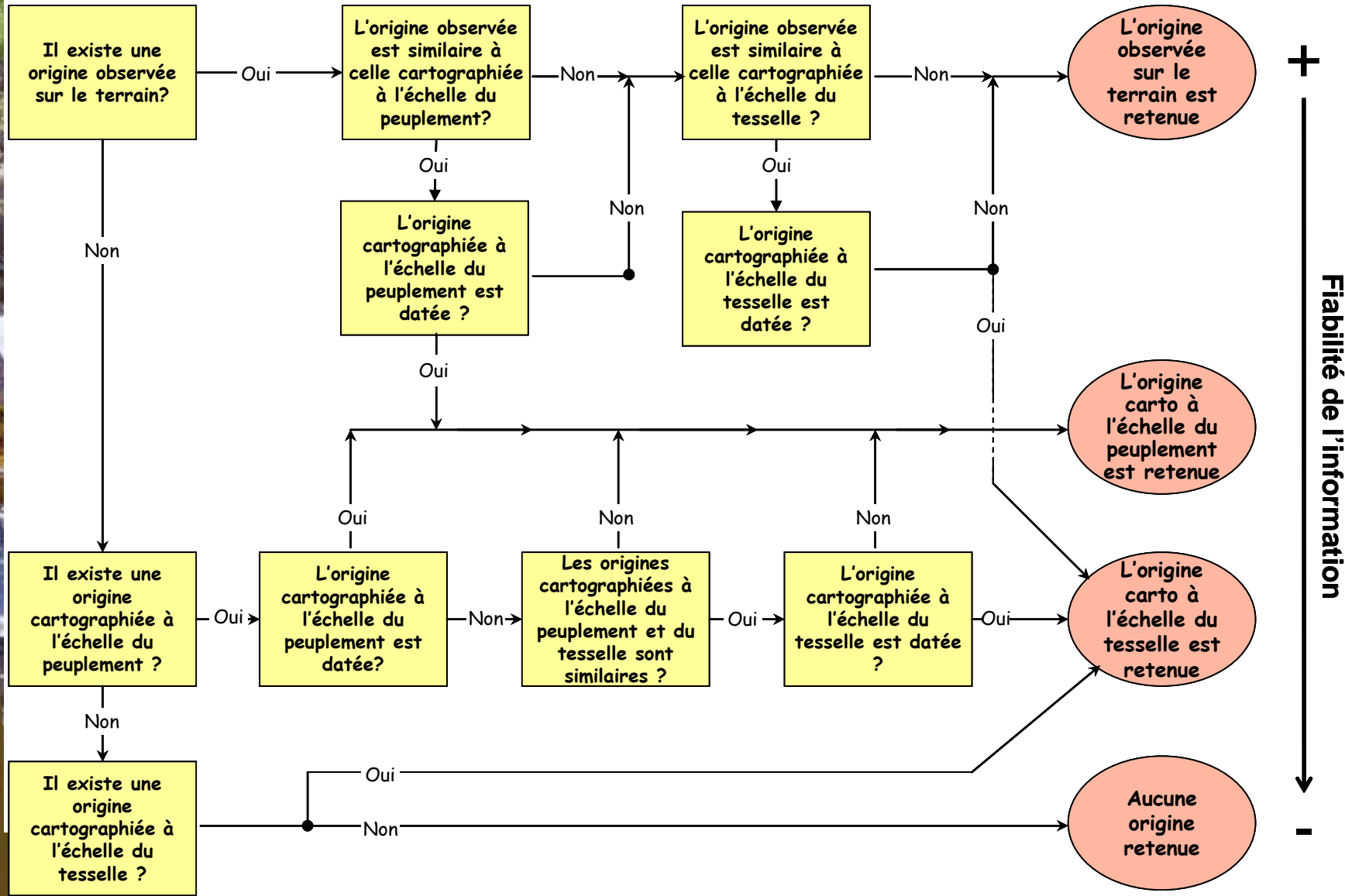
- ◆ Brûlis total (BR)
- ◆ Chablis total (CHT)
- ◆ Épidémie grave (ES)

- ◆ Coupes totales (CT et CPRS)
- ◆ Friche (FR)



Étape 1 : Probabilités de succession

Schéma décisionnel pour le choix de l'origine de la placette



Étape 1 : Probabilités de succession

Variables explicatives

2. Variables de classification écologique

- ◆ Sous-domaines bioclimatiques
- ◆ Végétations potentielles
- ◆ Régimes hydriques et textures

3. Variables climatiques (BIOSIM)

- ◆ Températures moyennes annuelles
- ◆ Indices d'aridité
- ◆ etc.

4. Variables spatio-temporelles

- ◆ Peuplement antérieur (à venir)
- ◆ Perturbations intermédiaires (EPC, CE, CJ, CHP, etc.)



Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Étape 2 : Imputation des attributs

(En développement)

1. Créer un catalogue de placettes qui sont passées d'une perturbation majeure ou intervention totale à un stade évolutif donné
2. Ensuite deux possibilités seront testées:
 - ◆ Tirer au hasard une placette du catalogue, d'un stade évolutif donné sur un milieu donné, pour déterminer les attributs du peuplement (nombre de tiges par classe de diamètre)
 - ◆ Sélectionner une (des) placettes selon une mesure de distance (euclidienne, méthode des k plus proches voisins)

Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Étape 3: Temps de succession

(en développement)

Deux approches

1. Utiliser l'année d'origine inscrite sur la carte
 - Cette information n'est pas disponible pour la majeure partie des perturbations ou des interventions observées

Temps de succession

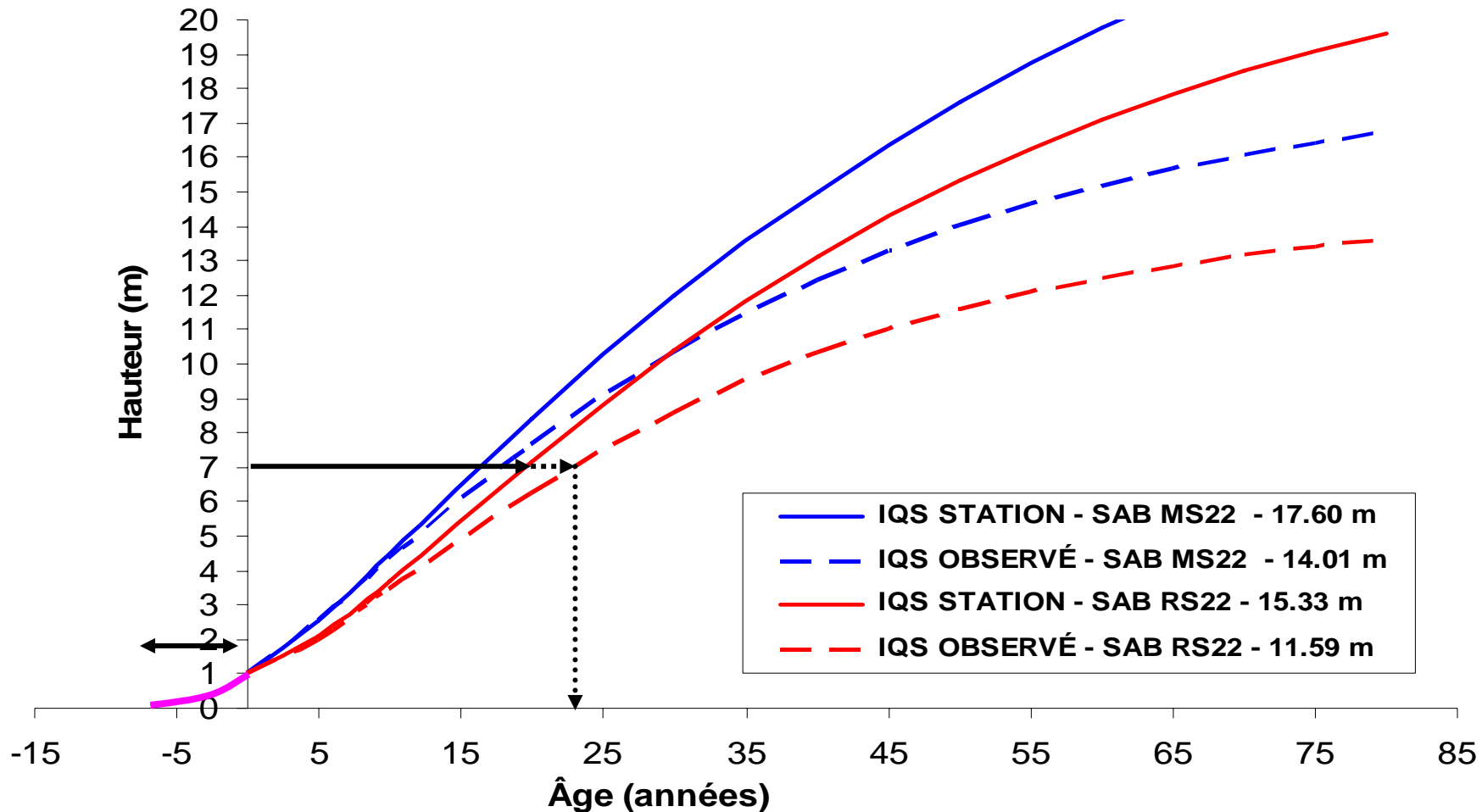
(en développement)

Deux approches

2. Utiliser les courbes donnant la hauteur (H) en fonction du temps (t) des IQS potentiels pour la même station et l'essence dominante en surface terrière
 - ◆ Lire sur la courbe non corrigée (pour tenir compte du délai induit par la compétition) le temps nécessaire pour atteindre 7 m
 - ◆ Ajouter le temps nécessaire pour atteindre 1 m au temps défini sur la courbe car les mesures d'âge utilisées pour générer ces courbes sont prises à une hauteur de 1 m

Temps de succession (en développement)

Sapin baumier - 5b



Plan

Objectifs

Méthode générale

Données sources

Étape 1 : Probabilités de succession

**Étape 2 : Imputation des attributs
du peuplement**

Étape 3 : Temps de succession

Discussion

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 

Discussion

- La méthode retenue permet d'alimenter les modèles de croissance d'arbres et de peuplements entiers en fournissant
 - Les attributs du peuplement
 - Le temps nécessaire pour atteindre 7 m
- Le modèle doit être validé au moyen de
 - Validation croisée
 - Placettes de suivi après interventions

Discussion

- L'utilisation du stade évolutif simplifie le problème en évitant de tenter de prédire des compositions fines pour des peuplements en régénération dont la composition varie rapidement à cause de la compétition intense
- La probabilité d'échec de régénération doit être estimée par d'autres méthodes

Discussion

- Le modèle peut être appliqué de façon

Déterministe

- La probabilité de succession la plus élevée détermine le stade évolutif futur

Stochastique

- Le stade évolutif futur est tiré au hasard selon les probabilités de succession

Merci !!!

Jean-Pierre Saucier ing.f. Dr.Sc
Babacar Seck M.Sc.
Guillaume Giroud ing.f. M.Sc.

**Direction des inventaires forestiers
et Université Laval**