

La qualité des arbres feuillus dans les modèles de croissance de la DRF: applications et perspectives à différentes échelles

Hugues Power, ing.f., *Ph. D.*
Filip Havreljuk, ing.f., *Ph. D.*

22 octobre 2015



$$P'(t) = \frac{r}{k} P(t)(b - P(t))$$
$$V_{AE,ik} = \beta_1 d h p_{ik}^{\beta_2} H_{ik}^{\beta_3} + \varepsilon_{2,ik}$$



0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Forêts, Faune
et Parcs

Québec 

Plan de présentation

- Modèles de la DRF utilisés en forêt de feuillus
- Qualité des arbres feuillus
- Prédiction de la qualité des feuillus
- Évolution de la qualité des feuillus
- Rendement en billes des arbres feuillus
- Perspectives d'avenir

Modèles de la DRF

Stratégiques	Tactiques
Artémis	SaMARE
Natura	Présage

- Modèles stratégiques

- Utilisés pour le calcul de la possibilité forestière
- Applicables à l'ensemble du territoire québécois
- Robustes lorsque appliqués à de larges territoires
- Plus limités pour l'exploration de scénarios sylvicoles

Modèles de la DRF

- Modèles tactiques
 - Plus directement orientés vers les interventions sylvicoles
 - Permettent d'explorer différents traitements sylvicoles
 - Orientés vers un type de peuplement forestier ou d'intervention

Forêt de feuillus	
Stratégique	Tactique
Artémis	SaMARE

Modèles de la DRF

Caractéristiques	Artémis	SaMARE
Type de modèle	Stratégique	Tactique
Portée	Province	Érablières (BjR ^{**})
Échelle	Arbre	Arbre
Interventions	Génériques	Personnalisées
Variables suivies	Essence DHP Hauteur Volume Qualité*	Essence DHP Hauteur Volume Vigueur (1-2-3-4) Priorité (M-S-C-R) Qualité ^{**}

* Artémis 2014 ** à venir dans SaMARE

Niveau d'information nécessaire

- Dimensions et qualité des tiges
 - Utilisation en fonction de la dimension et de la qualité des bois
 - Stratégie sylvicole et suivi d'indicateurs liés à la qualité des bois dans le calcul de la possibilité forestière (Forestier en chef 2013)
 - Qualité des arbres reliée au rendement en produits (Fortin *et al.* 2009)
 - Qualité des arbres reliée à leur valeur (Havreljuk *et al.* 2014)
 - Traitements sylvicoles visant à maintenir ou améliorer la qualité des bois à long terme

Qualité du bois de feuillus

Arbre



Transformation



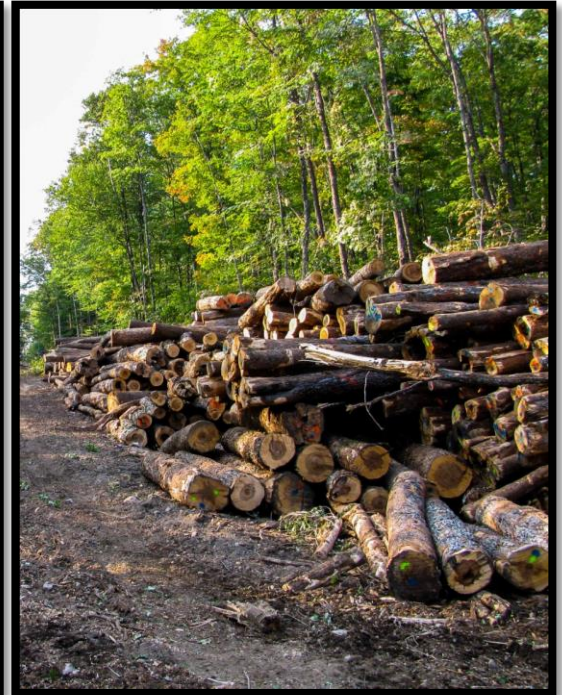
Utilisations



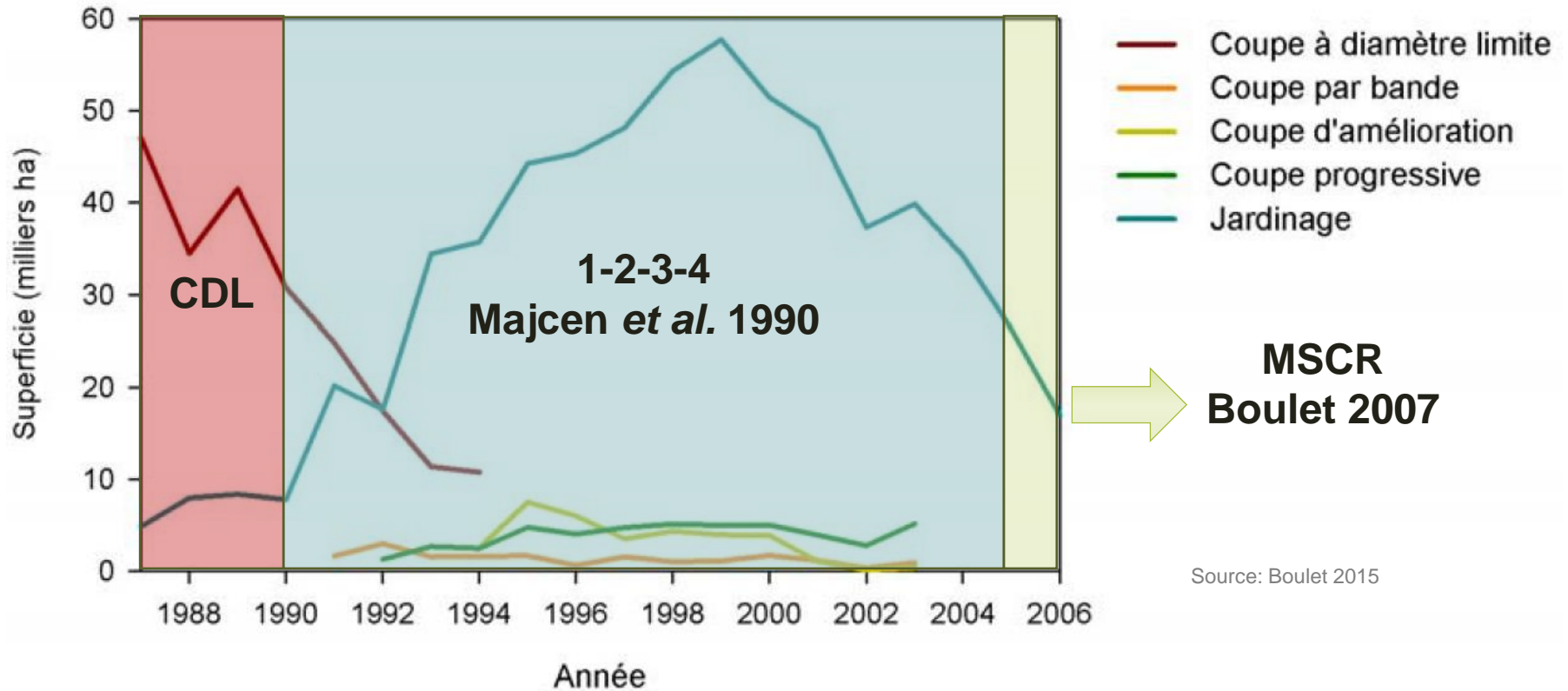
- Caractéristiques visuelles
- Produits d'apparence

Choix de tiges

- Coupes partielles

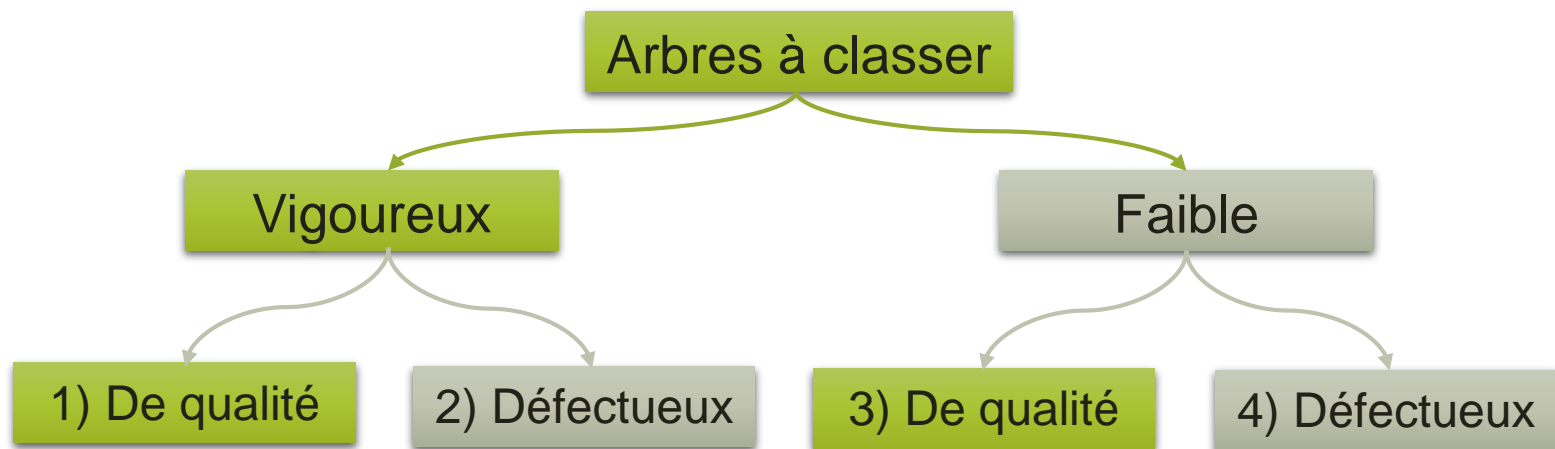


Historique de récolte



De 1990 à 2005

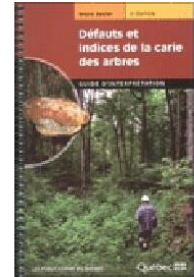
- Coupes partielles → Jardinage
 - Système de marquage 1-2-3-4 (Majcen et al. 1990)



- Difficultés d'application à l'échelle industrielle
 - Choix inadéquat des arbres à prélever (Bédard et Brassard 2002)

Depuis 2005

- Système de marquage MSCR (Boulet 2007)
 - Restauration des forêts
 - Récolte des arbres susceptibles de mourir



Risque de
mortalité

Mourir: Arbre moribond et en perdition

Survie: Arbre en décroissance, dont la survie n'est pas compromise avant la prochaine coupe

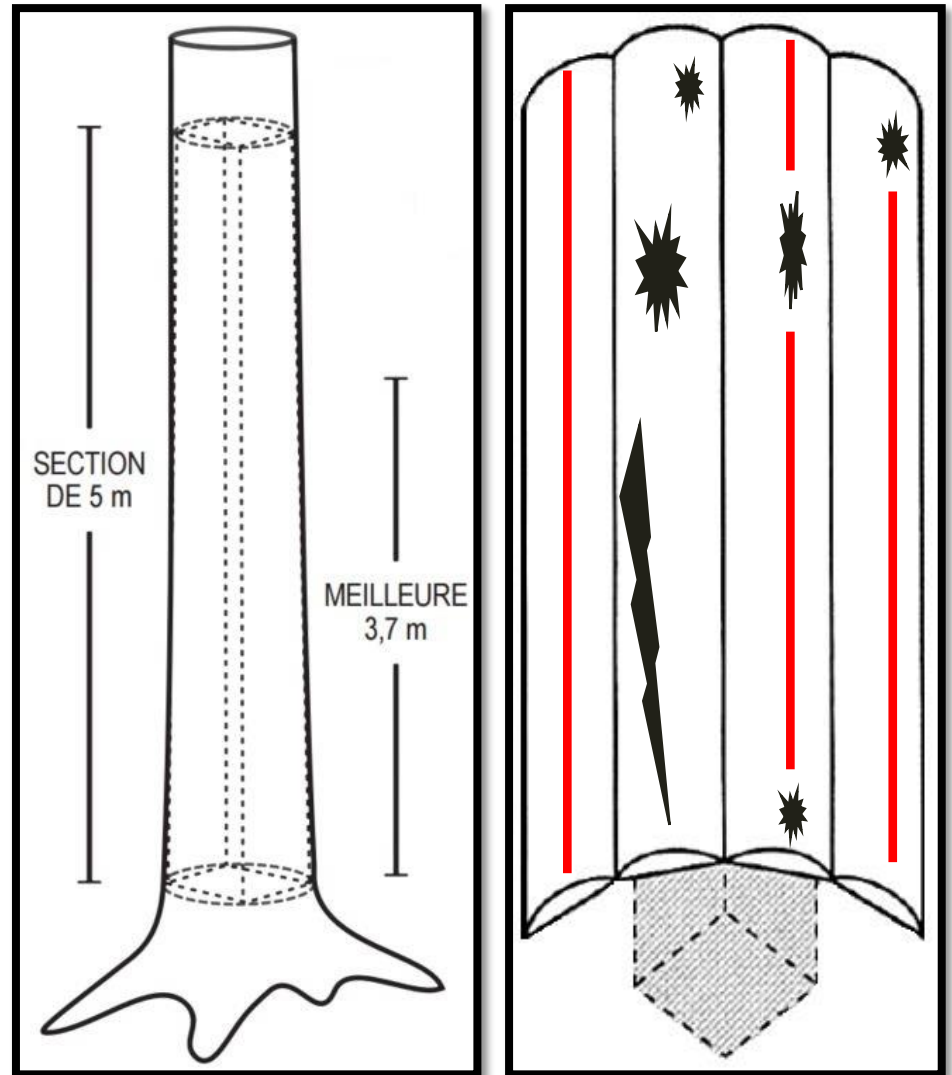
Conservé: Tige en croissance et peu défectueuse

Réserve: Arbre d'avenir et en santé

- Probabilité de mortalité
 - Types de défauts
- Pas de considération directe de la qualité

Qualité des feuillus

- Système ABCD (MFFP 2014)
- Potentiel de sciage
 - DHP de l'arbre
 - A: >39 cm
 - B: >33 cm
 - C et D: >23 cm
 - Débits clairs
 - Réductions volumétriques



Qualité des feuillus – Artémis

- Deux nouveaux modules permettent de prédire:

1. La qualité initiale (ABCD)

- Équations de prédiction basées sur la priorité de récolte des tiges (MSCR, Boulet 2007)

2. L'évolution de la qualité

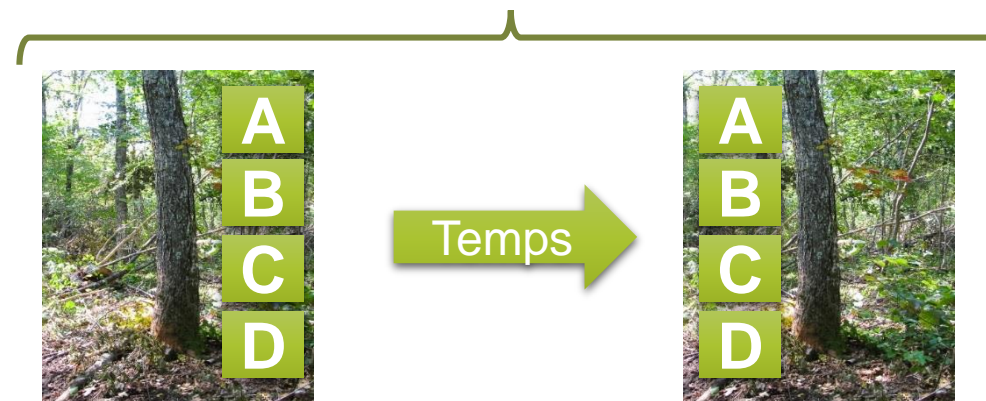
- Équations d'évolution basées sur la qualité initiale des tiges (ABCD)

Qualité des feuillus – Artémis

Prédiction



Évolution



Qualité des feuillus – Artémis

- Méthodologie

- Utilisation de 48 500 placettes-échantillons temporaires (PET) et de 4 600 placettes-échantillons permanentes (PEP) de la DIF pour paramétrer les équations
- Régressions logistiques binomiales et multinomiales ordinales afin de tenir compte des caractéristiques du système de classification de la qualité.
- Modèles par groupes d'espèces
- Jeu de données séparé selon 3 groupes de DHP:
 - Groupe C: 23,1 cm à 33,0 cm
 - Groupe B: 33,1 cm à 39,0 cm
 - Groupe A: 39,1 cm et plus

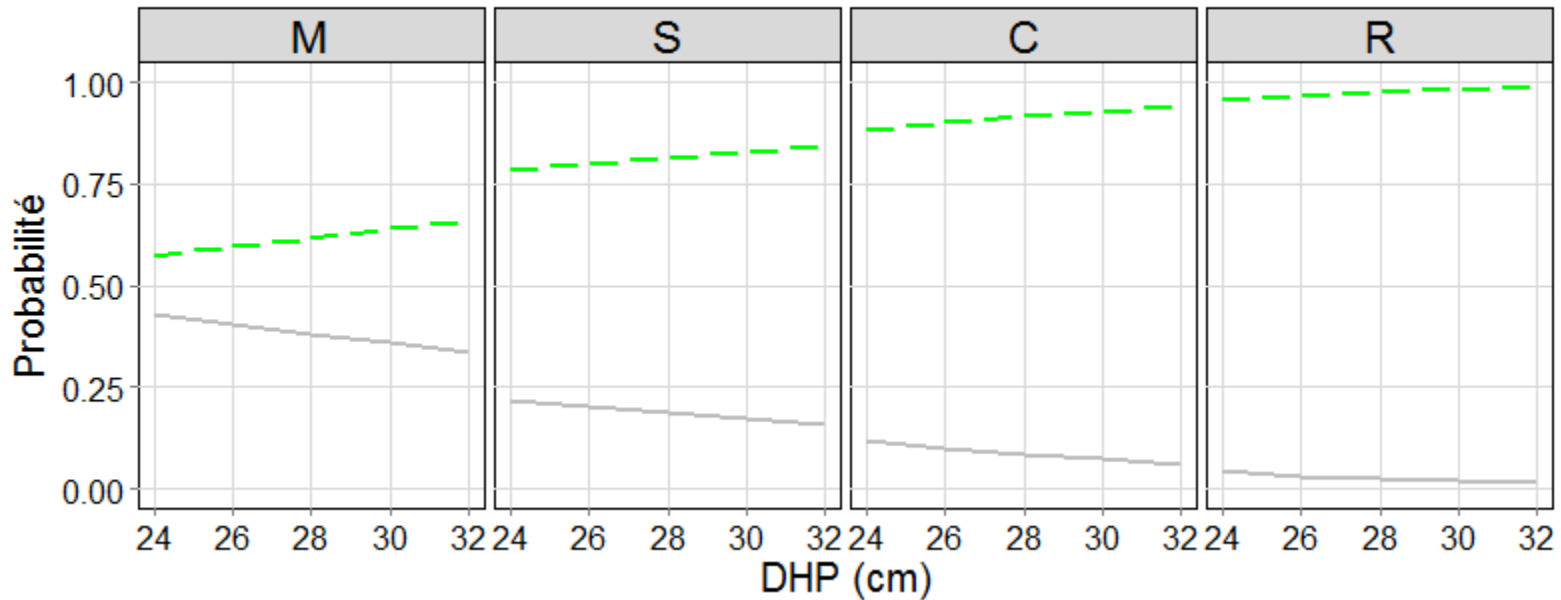
Prédiction de qualité – Artémis

- Biais par essence/classe de DHP inférieurs à 5%
- Taux de concordance (AUC)

Essence	Groupe C	Groupe B	Groupe A
BOJ	0.773	0.739	0.733
BOP	0.707	0.669	0.647
CHX	0.824	0.748	0.745
ERR	0.771	0.752	0.73
ERS	0.799	0.758	0.745
FEN	0.776	0.729	0.754
HEG	0.699	0.672	0.689
PEU	0.793	0.725	0.69

Prédiction de qualité – Artémis

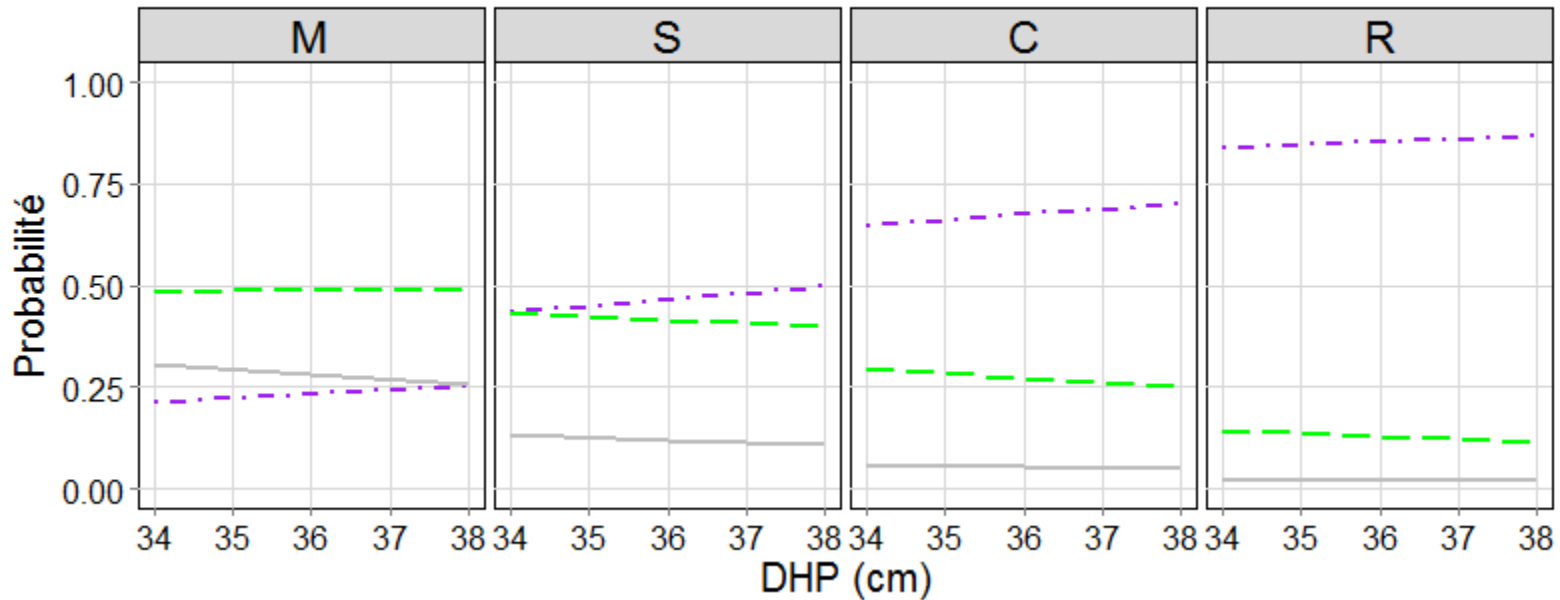
Groupe DHP C - ERS



Qualité: C - - - - D ———

Prédiction de qualité – Artémis

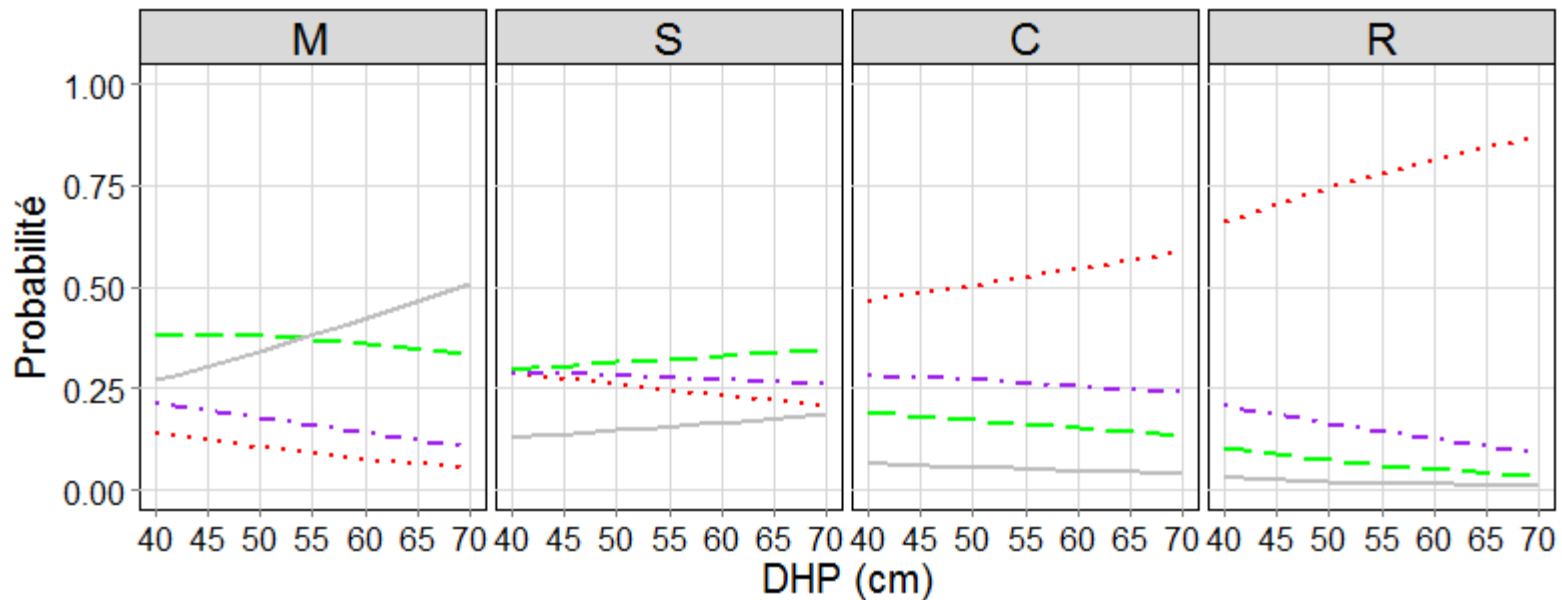
Groupe DHP B - ERS



Qualité: B - . . . C - - - D —

Prédiction de qualité – Artémis

Groupe DHP A - ERS



Qualité: A B - . - . C - - - D —

Prédiction de qualité – Artémis

- Lien entre priorité de récolte et qualité:

- R = Réserve
- C = Conservé
- S = Survie
- M = Mourir



Qualité

- Généralement augmentation qualité avec DHP
- Lien entre surface terrière du peuplement et qualité:
 - Augmentation de la qualité en fonction de la surface terrière
 - Éducation des tiges par le peuplement

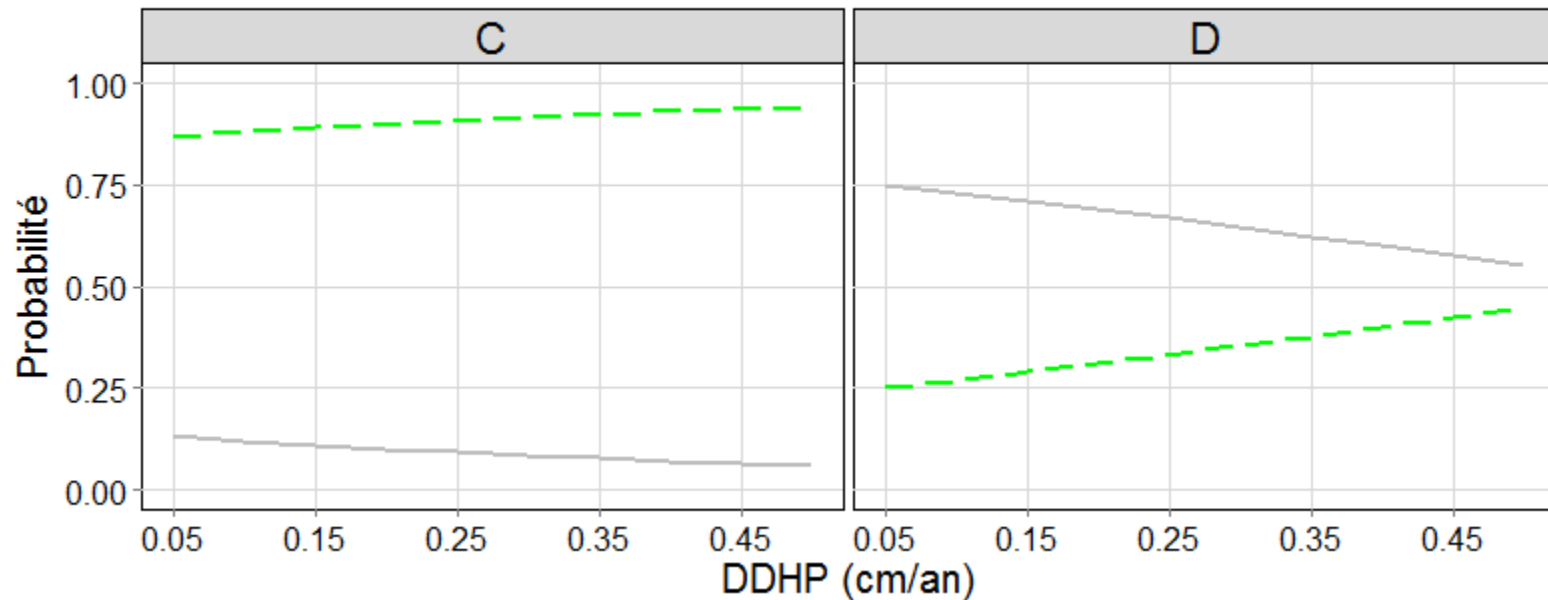
Évolution de la qualité – Artémis

- Biais par essence/classe de DHP inférieurs à 5%
- Taux de concordance (AUC)

Essence	Groupe C	Groupe B	Groupe A
BOJ	0.766	0.794	0.863
BOP	0.723	0.792	0.868
CHX	0.729	NA	NA
ERR	0.709	0.793	0.795
ERS	0.746	0.788	0.814
FEN	0.705	0.732	0.851
HEG	0.738	0.77	0.75
PEU	0.721	0.746	0.831

Évolution de la qualité – Artémis

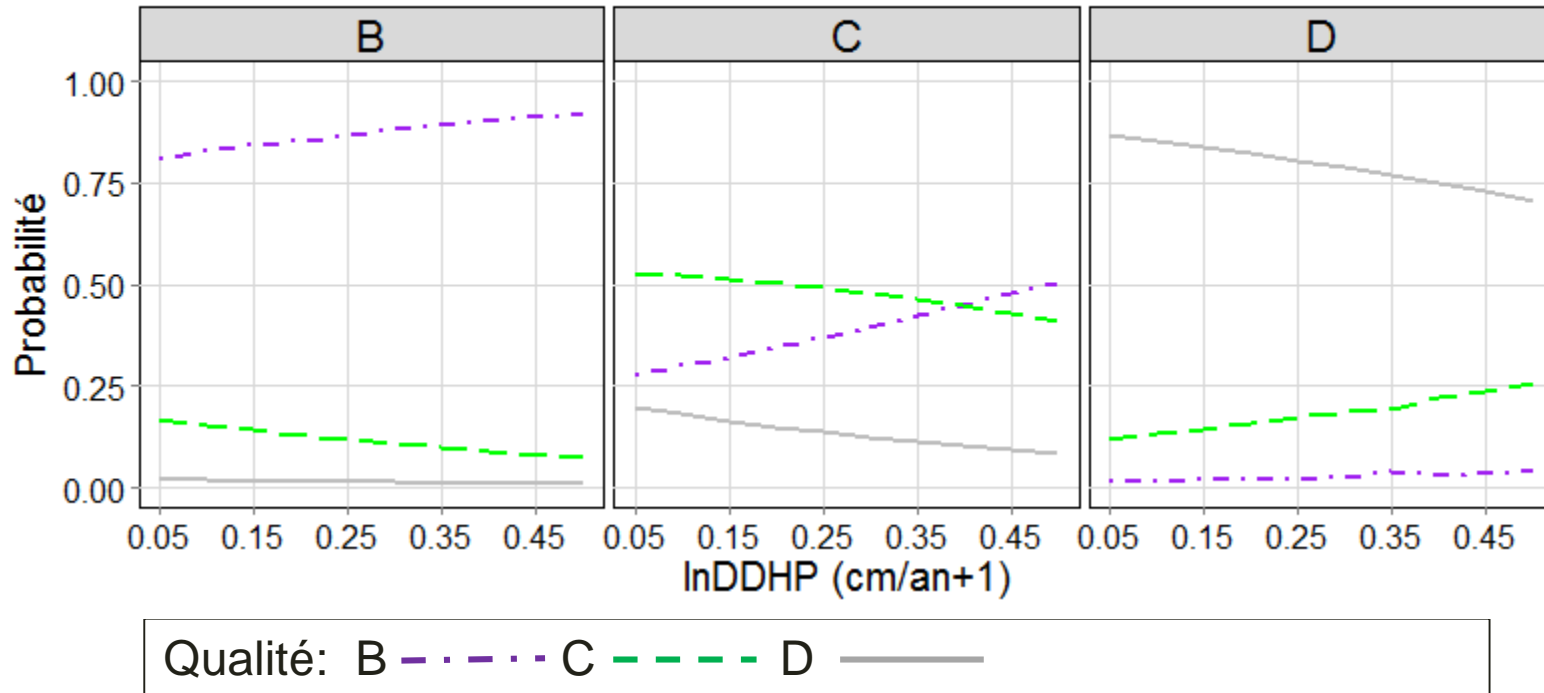
DHP Groupe C - ERS



Qualité: C - - - D —

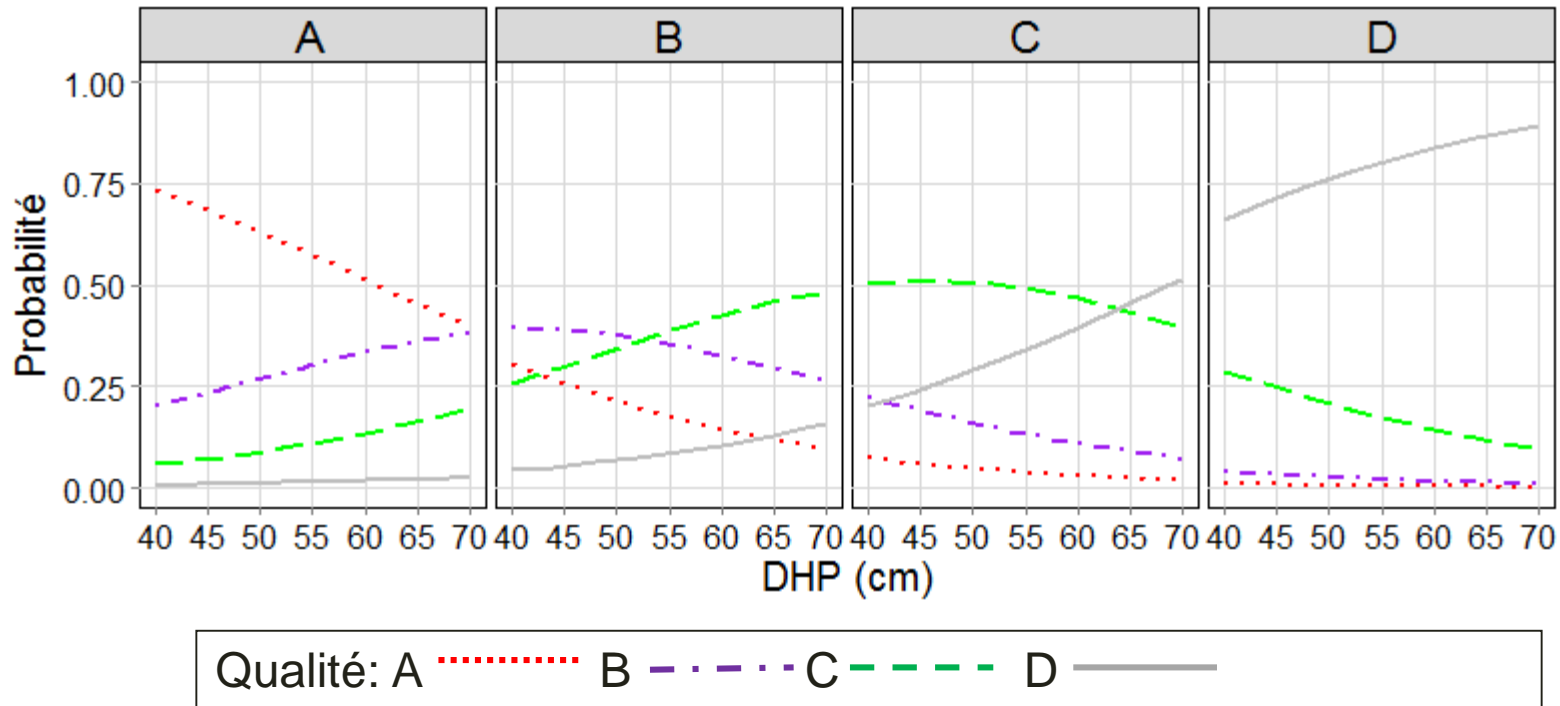
Évolution de la qualité – Artémis

Groupe DHP B - ERS



Évolution de la qualité – Artémis

Groupe DHP A - ERS



Évolution de la qualité – Artémis

- Qualité initiale = important prédicteur
- Tendence à conserver la qualité initiale
- Augmentation qualité avec DHP (groupe B et C)
- Diminution qualité avec DHP (groupe A)
- Meilleur accroissement en DHP = meilleure évolution de la qualité
- Surface terrière influence positivement la qualité

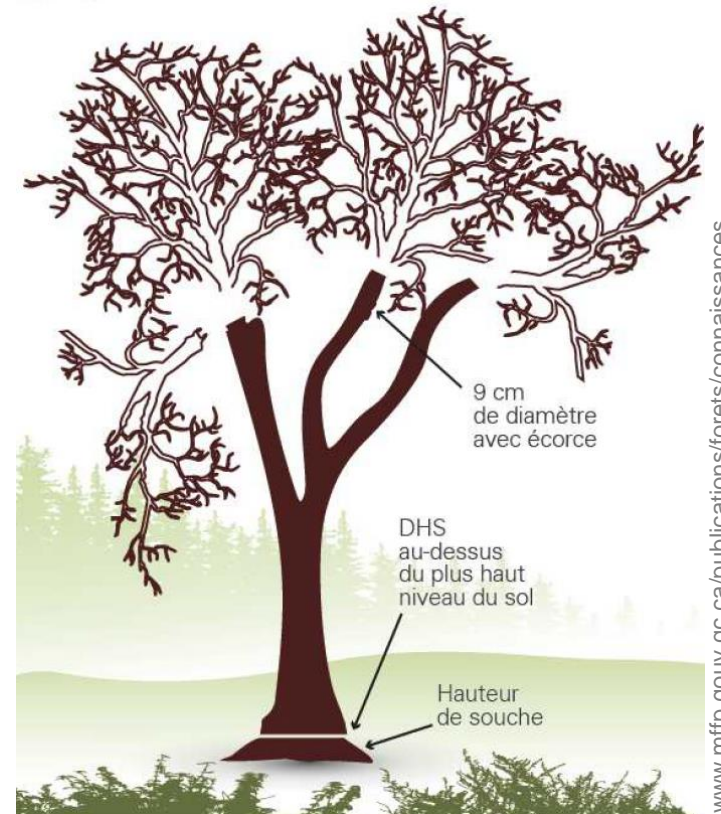
Qualité des feuillus – Artémis

- Sortie à l'échelle de l'arbre avec qualité, mode déterministe, priorité de récolte « R »

Annee	Placette	Arbre	Espec	Etat	Nombre	Qualité	DHPcm	Hautm	ST_m2	Vol_dm3
2015	1	8	BOJ	vivant	0.72	B	38.00	20.98	0.11	962.33
2015	1	8	BOJ	vivant	0.23	C	38.00	20.98	0.11	962.33
2015	1	8	BOJ	vivant	0.05	D	38.00	20.98	0.11	962.33
2025	1	8	BOJ	vivant	0.23	A	39.80	21.06	0.12	1062.45
2025	1	8	BOJ	vivant	0.32	B	39.80	21.06	0.12	1062.45
2025	1	8	BOJ	vivant	0.21	C	39.80	21.06	0.12	1062.45
2025	1	8	BOJ	vivant	0.06	D	39.80	21.06	0.12	1062.45
2025	1	8	BOJ	mort	0.18		38.00	20.98	0.11	962.33

Lien arbre-bille

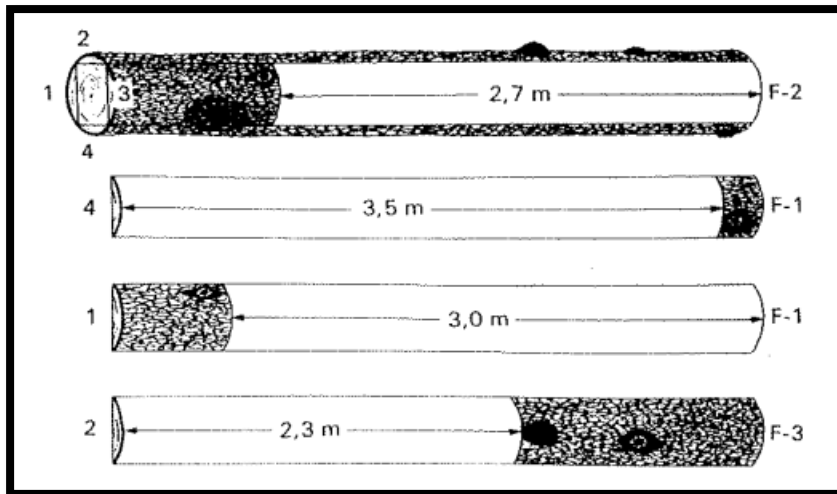
- Classification des arbres sur pied
 - Basée sur les 5 premiers mètres (bille de pied)
 - Plusieurs billes dans l'arbre
- Décortiquer le volume
 - Répartition par type de billes
- Importance
 - Rendement en volume de sciages (NHHLA 2011)
 - Valeur sur pied (\$)



www.mfpp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances

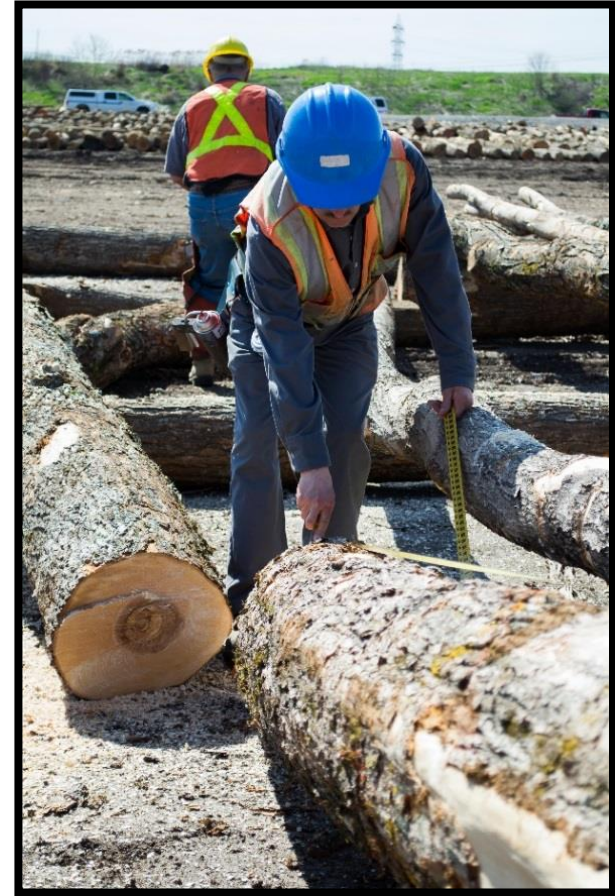
Systeme de Petro et Calvert (1976)

- Potentiel de sciage (F1-F2-F3-P)
- Caractéristiques de la bille



Petro et Calvert 1976

- Complément
 - Billes de déroulage
 - Billons (F4)



Module de billonnage

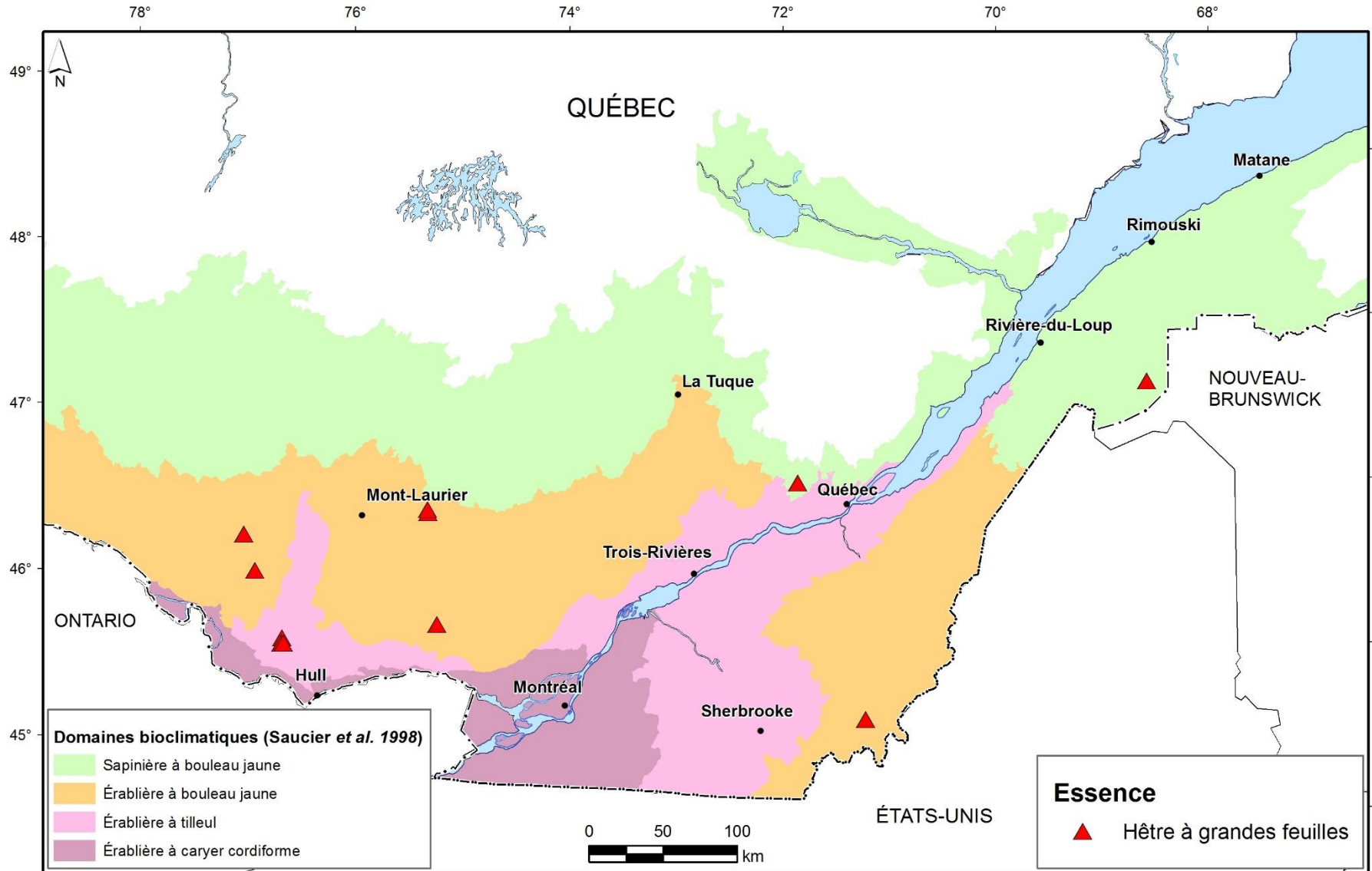
- Mise à jour du module
 - Bonification des modèles existants (Fortin *et al.* 2009)
 - Érable à sucre (ERS)
 - Bouleau jaune (BOJ)
 - Développement de nouveaux modèles
 - Bouleau à papier (BOP)
 - Chêne rouge (CHR)
 - Érable rouge (ERR)
 - Hêtre à grandes feuilles (HEG)

Base de données

- Arbres avec DHP > 23 cm;
- Échantillonnage: 2002 à 2014
 - Même protocole
 - Évaluation des arbres (dhp, classifications)
 - Évaluation des billes (volume, classifications)

Essence	n Qualité	n Priorité	n Vigueur	n DHP
ERS	2080	2149	1461	2149
BOJ	1630	1669	1126	1669
BOP	618	523	428	619
CHR	87	87	87	87
ERR	81	84	84	84
HEG	179	185	185	185

Sites d'étude



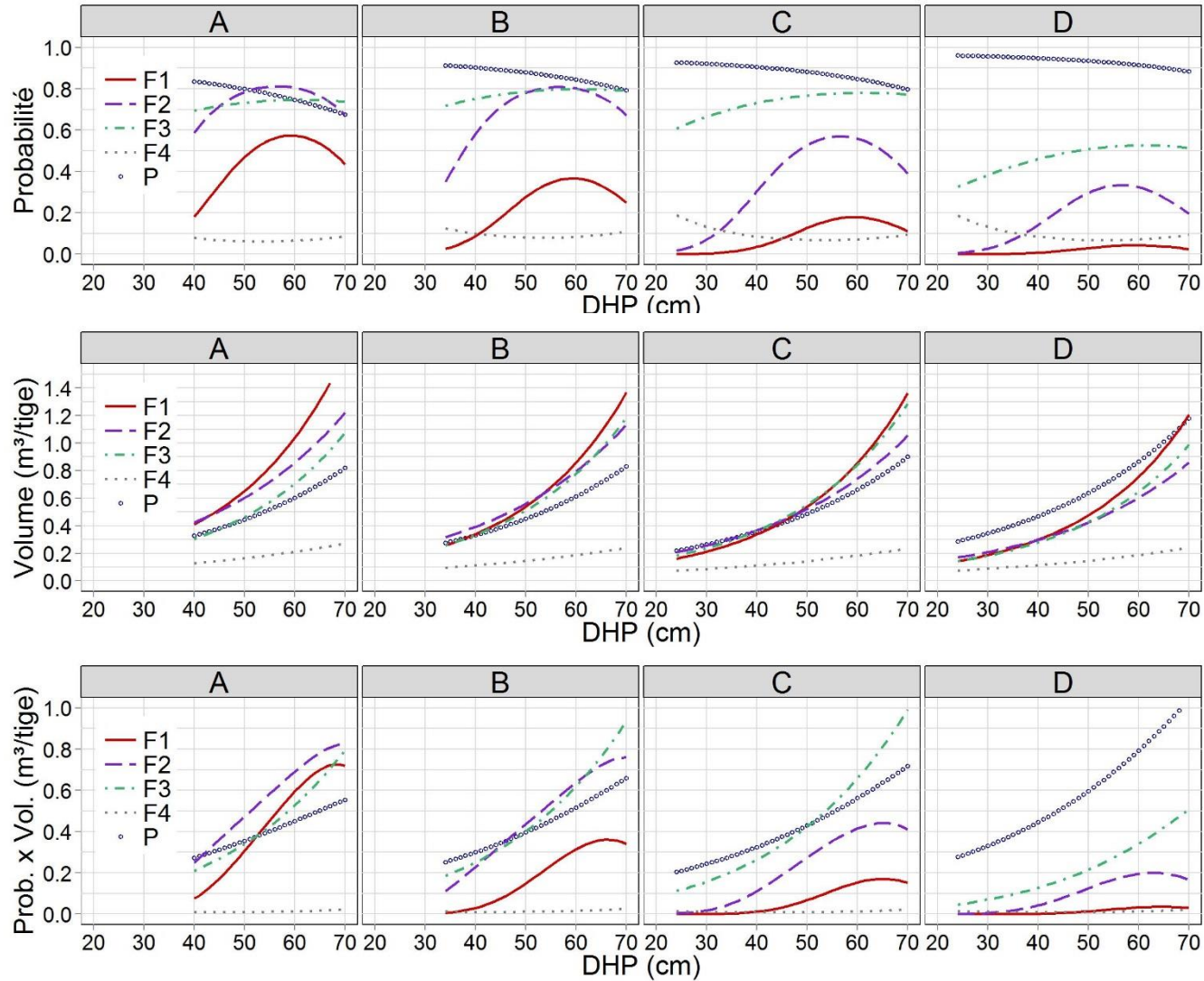
Méthodologie

- Modèle conditionnel en deux parties
 1. Présence d'une bille
 - Abondance des valeurs nulles
 - Modèle binomial
 2. Volume d'une bille (lorsque présente)
 - Modèle mixte
 - Volume net (m³)

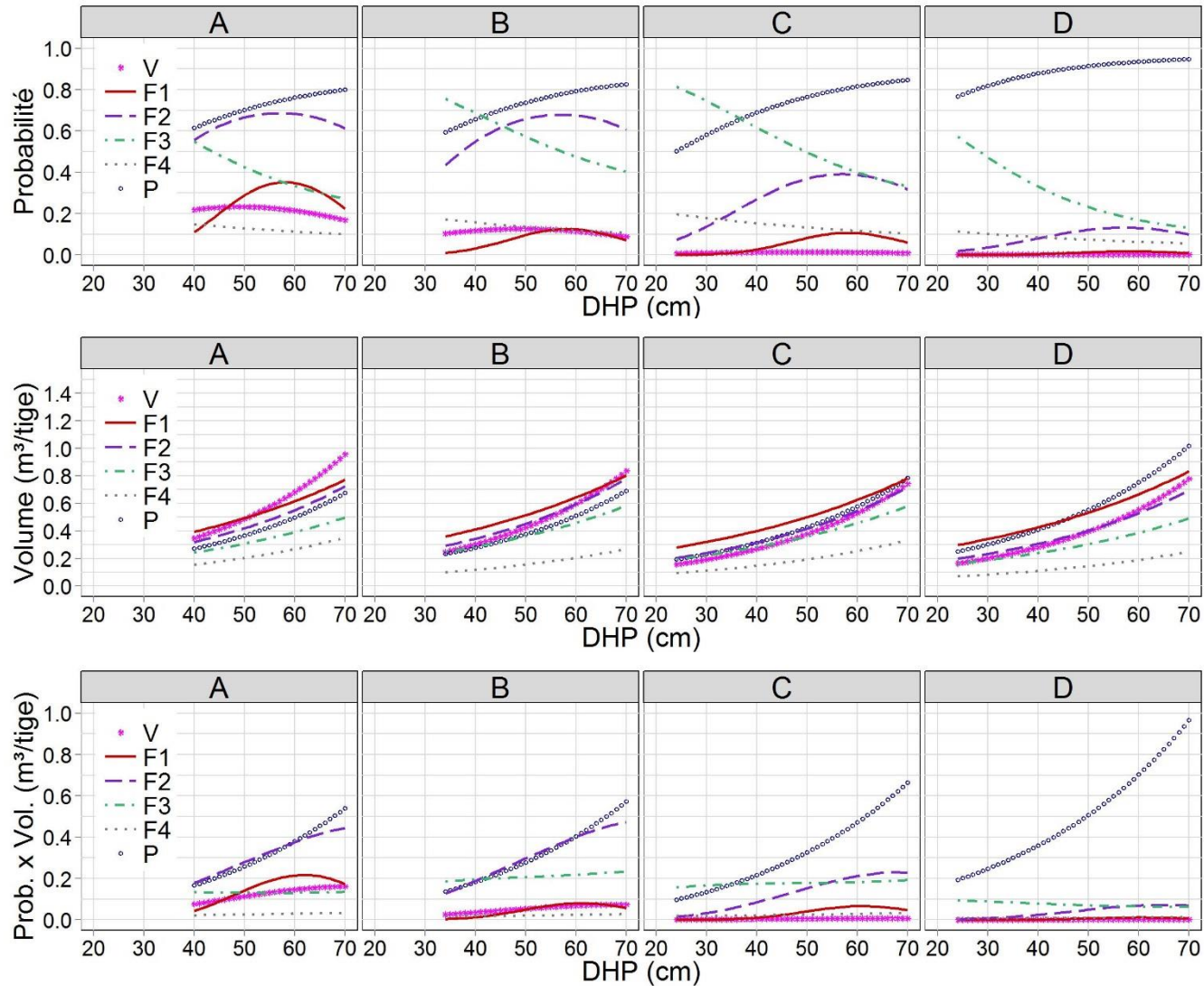
Méthodologie

- Modèles par essence
- 4 types de modèles
 - ABCD, 1234, MSCR, DHP
- Groupement des classes Petro et Calvert
 - ERS : F1, F2, F3, F4, P
 - BOJ : DER, F1, F2, F3, F4, P
 - BOP : F1, F2, F3, F4, P
 - CHR : F1, F2, F3, F4, P
 - ERR : F3, P
 - HEG : F2, F3, F4, P

Résultats – ERS



Résultats – BOJ



Résultats – Bilan

- Volume pondéré:
 - Seuils de dhp (ex. ERS cet BOJ: 55-65)
 - DER, F1 et F2: supérieur pour les arbres de qualité
 - F3: similaire pour toutes les classes de qualité
 - F4: faible pour toutes les classes de qualité
 - Pâte:
 - Augmente lorsque la qualité des arbres diminue
 - Tous les arbres produisent de la pâte
- Lien entre la qualité des arbres et des billes

Exemple d'application

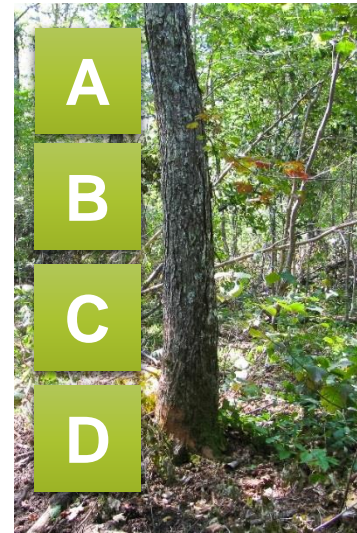
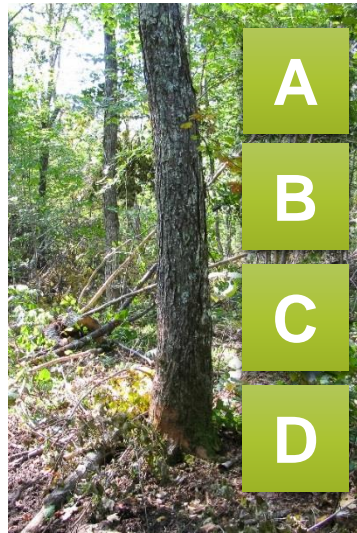
- Matrice de RPP

DHP	Qualité	F1	F2	F3	F4	P
24-32	C	0%	8%	30%	10%	52%
24-32	D					
34-46	B					
34-46	C					
34-46	D					
48-62	A					
48-62	B					
48-62	C					
48-62	D					
64+	A					
64+	B					
64+	C					
64+	D					

Module de billonnage – Bilan

- Bonification des modèles pour ERS et BOJ
 - Meilleure estimation pour DHP > 60 cm
 - Considération du déroulage
- Nouveaux modèles
 - Rendement en volume et qualité de billes
 - Éviter l'extrapolation (ex. ERR=ERS)
 - Taille limitée de l'échantillon → regroupements
- Échelle d'application des modèles
 - Peuplement plutôt que l'arbre individuel
 - Peu biaisé par catégorie de billes, mais imprécis
- Implanté dans SaMARE et Artémis 2014

Modélisation de la qualité



Perspectives

- Liens entre disposition spatiale des tiges et qualité
- Modèles d'évolution dans SaMARE
 - Vigueur 1234 mise à jour
 - Qualité ABCD et priorité MSCR
 - Approche développée dans Artémis
- Module de billonnage
 - Autres essences
 - Potentiel de régionalisation
- Liens entre les arbres-billes-planches
- Propagation de l'erreur entre les modèles

Conclusion

- Importance de la qualité pour l'aménagement de la forêt feuillue
- Intégration des indicateurs de qualité:
 - À l'échelle de l'arbre
 - À l'échelle de la bille
- Poursuite des travaux:
 - Lien qualité – disposition spatiale
 - Lien qualité – rendement en sciage

Remerciements

- Collaborateurs:
 - Isabelle Auger (DRF), Steve Bédard (DRF), Josianne DeBlois (DRF), François Guillemette (DRF), Mathieu Fortin (AgroParisTech/INRA)
- Programmation et implantation dans Capsis
 - Denis Haché
- Direction des inventaires forestiers
- Données pour le module de billonnage
 - MFFP: Steve Bédard (DRF), François Guillemette (DRF), Michel Letarte (DAEF), Gérald Landry (DAEF), Pierre de Rainville (DAEF), François Labbé (BMMB), Greg St-Hilaire (DGFo-01), Rachid Yousfi (DGFo-07)
 - Université Laval (David Pothier)
 - FPInnovations (Jean Mc Donald)
- Révision
 - Denise Tousignant (DRF)
- Production de cartes
 - Jean Noël (DRF)

Références bibliographiques

Bédard, S., et F. Brassard. 2002. Les effets réels des coupes de jardinage dans les forêts publiques du Québec en 1995 et 1996. Ministère des Ressources naturelles, Direction de la planification et des communications, Québec, Qc, 25 p.

Boulet, B., 2007. Défauts et indices de la carie des arbres, guide d'interprétation. Les publications du Québec. 317 p.

Boulet, B. 2015. Le portrait de la forêt feuillue et mixte à feuillus durs au Québec – Survol historique. Document d'information. Bureau du forestier en chef. Québec, Qc, 67 p. + 5 annexes.

Bureau du forestier en chef. 2013. Manuel de détermination des possibilités forestières 2013-2018. Gouvernement du Québec, Roberval, Qc, 247 p.

[MFFP] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 2014. Classification des tiges d'essence feuillues; Normes techniques. Gouvernement du Québec, Québec, Qc, 98 p.

Fortin, M., F. Guillemette et S. Bédard. 2009. Predicting volumes by log grades in standing sugar maple and yellow birch trees in southern Quebec, Canada. Can. J. For. Res. 39:1928-1938.

Hanks, L.F. 1976. Hardwood tree grades for factory lumber. USDA Forest service research paper NE-333, Broomall, PA, 81 p.

Havreljuk, F., A. Achim, D. Auty, S. Bédard et D. Pothier. 2014. Integrating standing value estimations into tree making guidelines to meet wood supply objective. Can. J. For. Res. 44:1-10.

NHLA. 2011. Rules for the measurement and inspection of hardwood and cypress lumber plus NHLA sales code and inspection regulations v.1.1. National Hardwood Lumber Association, Memphis, TN. 104 p.

Petro, F.J., et W.W. Calvert. 1976. La classification des billes de bois franc destinées au sciage. Ministère des Pêches et de l'Environnement du Canada, Service canadien des forêts, Ottawa, Ont. Rapp. Tech. For. 6F.