

L'utilisation du Benchmarking pour guider les meilleures pratiques d'organisation spatiale de la récolte forestière

RENDEZ-VOUS
de la connaissance
en aménagement forestier durable

Aménagement et récolte en
forêt boréale



Oswaldo Valeria et Daniela Mazo

AFE maintenir la santé et les écosystèmes résiliant via la **réduction** des écarts entre la forêt naturelle et aménagée (Gauthier et al., 2008).

L'aménagement forestier est modulé en fonction des espèces et le régime des perturbations naturelles et la demande en bois (Bergeron et al., 1999).



Aménagement écosystémique

Stratégies d'aménagement	Gradient	Perturbation	Traitement sylvicole
	Nord	Feu	Coupe totale (CPRS)
	Sud	Trouées	Coupes partielles

Organisation spatiale et AFE

Distribution spatiale de la récolte et ses connections (Baskent et al., 1995)



Caractéristiques	Nord	Sud
Area	grande	petite
Dispersion	Agrégée	dispersée

- ✓ Distribution peut être suivi avec indices spatiales;
- ✓ Un lien a été observe avec les coûts d'approvisionnement
 - Construction de chemins et coût d'opération

Utilise pour réduire les coûts,
le plus important indicateur
(Austin, 2002). Coût
d'approvisionnement.

Méthode d'évaluation utilisée
pour suivre l'évolution de
l'industrie (Gunasekaran et al.,
2001).

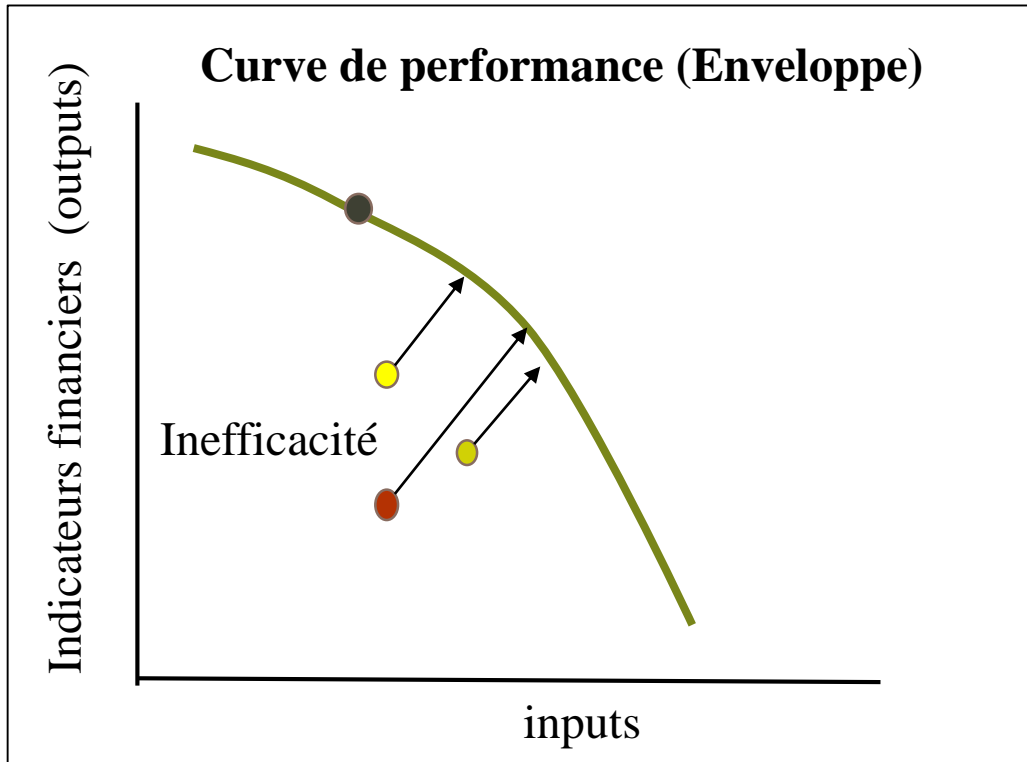
Benchmarking

- ✓ Évalue l'efficacité à l'aide des comparaisons.
- ✓ **Comparaison (Benchmark).**
- ✓ Permet de s'adapter aux meilleures pratiques.



Paramétrique ou non

Data envelopment analysis - DEA



- Permet la comparaison entre multiples inputs et outputs.
- Permet d'associer un rang (valeur 0 à 1) utilisé pour identifier les facteurs qui affectent la performance.
- La comparaison est réalisée entre unités (appelées "decision making units" (DMU)) pour trouver la meilleur évaluée.
- Permet d'identifier les améliorations possibles et l'inefficacité.

Mesures d'efficacité



Efficacité agrégée (CCR modèle) :
Représente le ratio de l'effort potentiel et actuel intégré dans le processus (Kleiner et al. 2017).

Assume un retour d'échelle constant (CRS).

Retour d'échelle constant

L'augmentation des inputs génère une augmentation des output proportionnelle.



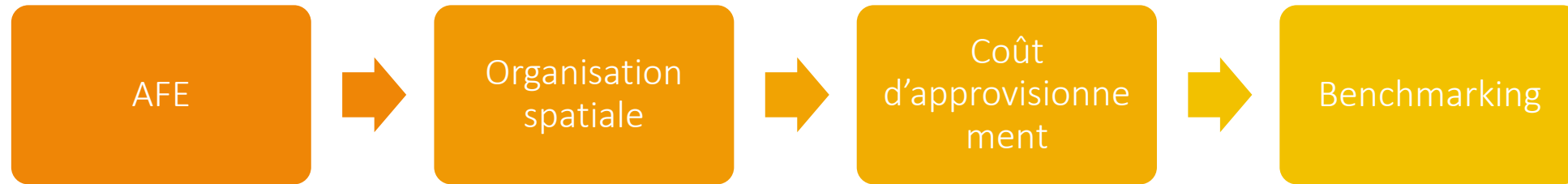
Efficacité technique pure (BCC modèle):
définie comme l'habileté d'une unité de production à utiliser les inputs illimités pour atteindre l'output attendu sous l'influence de la technologie et équipements.

Lorsque le retour d'échelle est assume variable (VRS).



Efficacité d'échelle : le ratio entre les deux efficacités (CCR/BCC), c'est le reflet de l'inefficacité dû à DMU, échelle d'opération et grandeur.

Objectif et résultat attendus



L'objectif est de comparer les stratégies d'aménagement forestier axées sur l'organisation spatiale et leurs effets sur les performances financières, en utilisant une méthode d'analyse comparative.

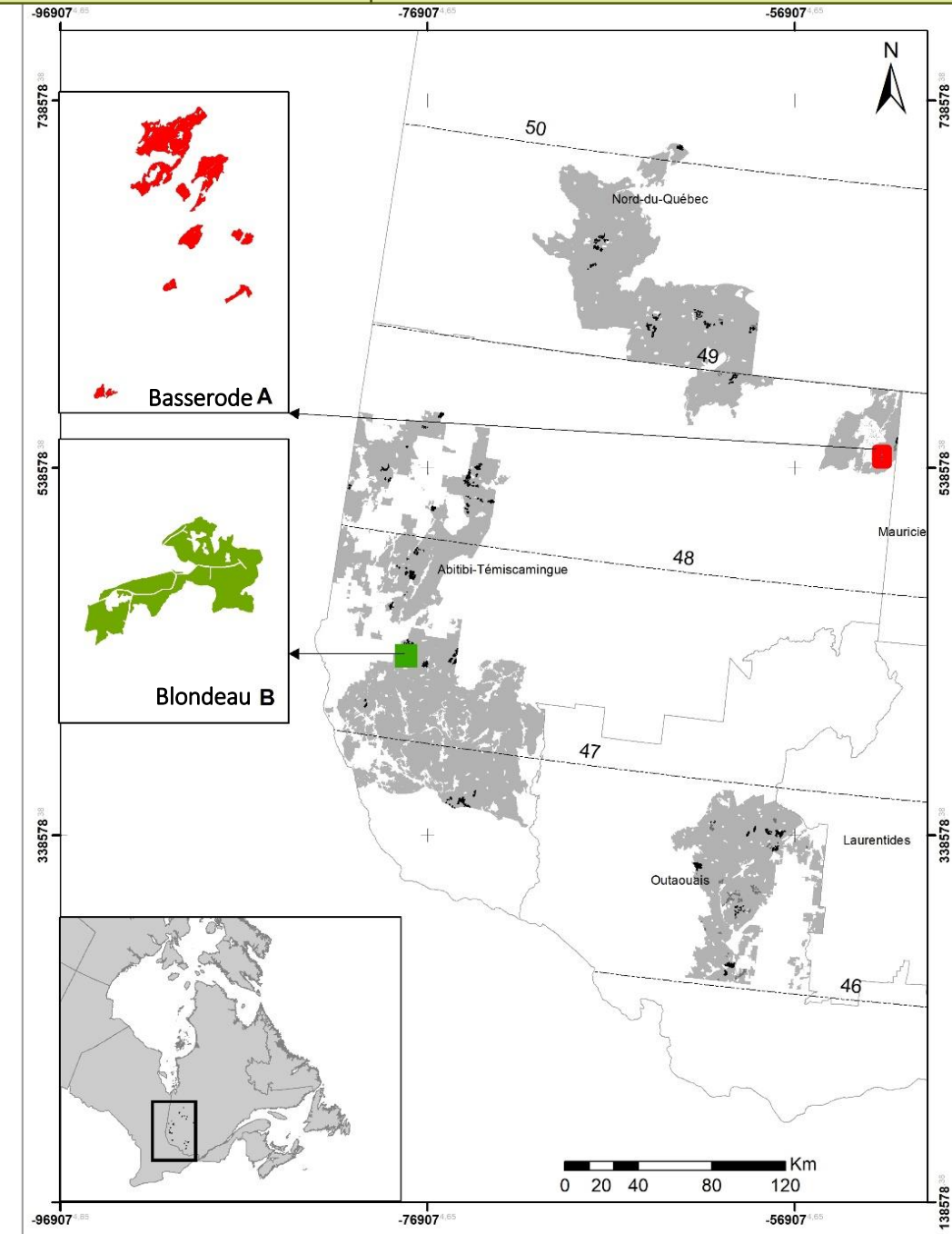
La performance financière (coût d'approvisionnement) seront plus faibles dans le nord.

Aire d'étude

Gradient nord-sud, couvrant les latitudes de 46°N à 51°N.

3 régions administratives du Québec : Nord-du-Québec, Abitibi-Témiscamingue et Outaouais.

50 sites récoltés = (DMU) entre 2015 et 2018 (11 159 ha).



Base de données

No Spatiale	Spatiale
Localisation	Area total
% Conifères	NP (nombre de patch)
Volume	PD (distance entre patch)
% coupe CPRS	LPI (Patch le plus grand en %) (X5)
Volume par hectare (X1)	LSI (indice de forme de patch)
Valeur des produits	AREA_MN (taille moyenne patch)
redevances	SHAPE_MN (forme moyenne du patch)
Profits	CONTIG_MN (indice de contiguïté)
Coût récolte	PROX_CV (Coeff. variation de proximité) (X4)
Coût de chemins	ENN_MN (distance moyenne entre patch)
Coût de transport	CONNECT (indice de connectivité %)
	MESH (indice de MESH)
Coût total d'approvisionnement	SPLIT (SPLIT)
Coût total d'approvisionnement transformé (Y)	Construction de Chemins km (X3)
	Distance à l'usine (X2)

Informations directement du MFFP.

Fragstats (McGarigal, 2015)

Output : **Coût total d'approvisionnement transformé TTWPC.**

100 – CT approvisionnement

- Plus la valeur de la variable est grande, plus le coût d'approvisionnement en bois est faible pour chaque DMU.
- **Matrice de Corrélation.**

Variablen sélékionnéen pour DEA

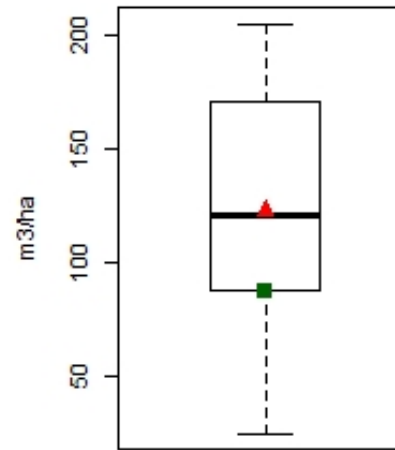
DEA modèl

Software DEASOLVER LV 8.01 from Saitech Inc

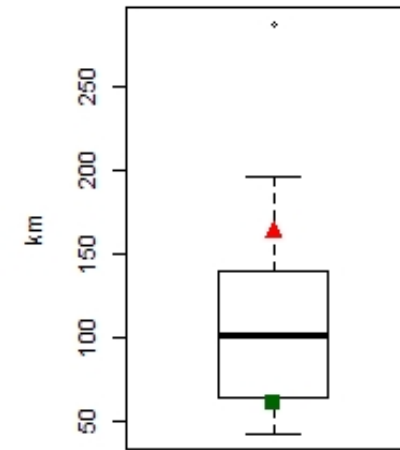
R^2 57%

- (1) les DMU sont engagés dans le même processus,
- (2) les mêmes Inputs et Outputs sont appliquées à chaque DMU
- (3) les DMU fonctionnent dans les mêmes conditions homogènes.
Méthode SST (Sexton, Sleeper et Taggart 1994)

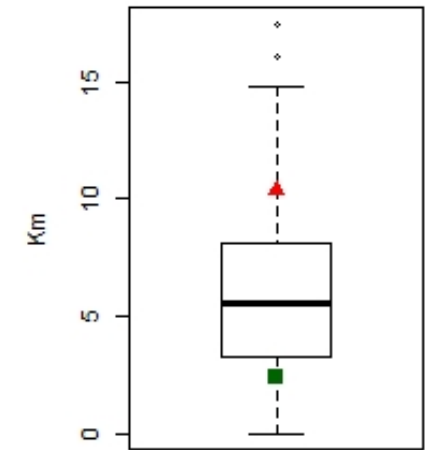
Volume par hectare (X1)



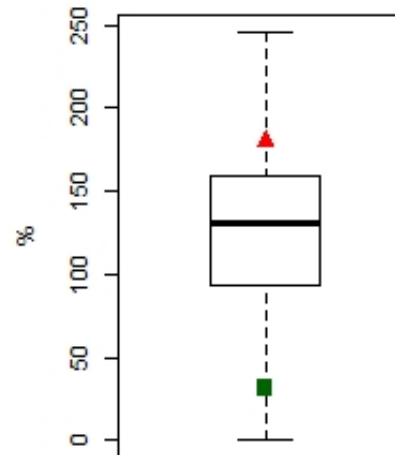
Distance à l'usine (X2)



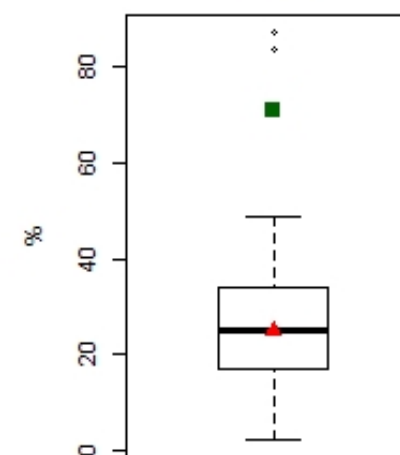
Construction de Chemins km (X3)



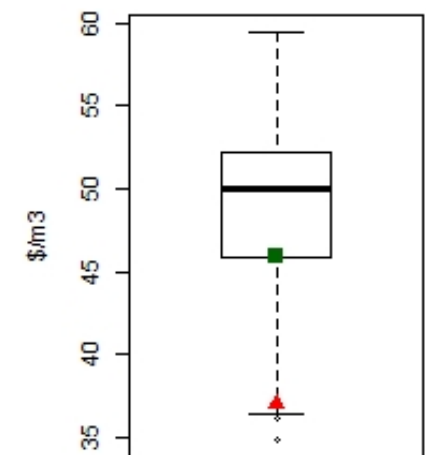
PROX_CV (Coeff. variation de proximité) (X4)



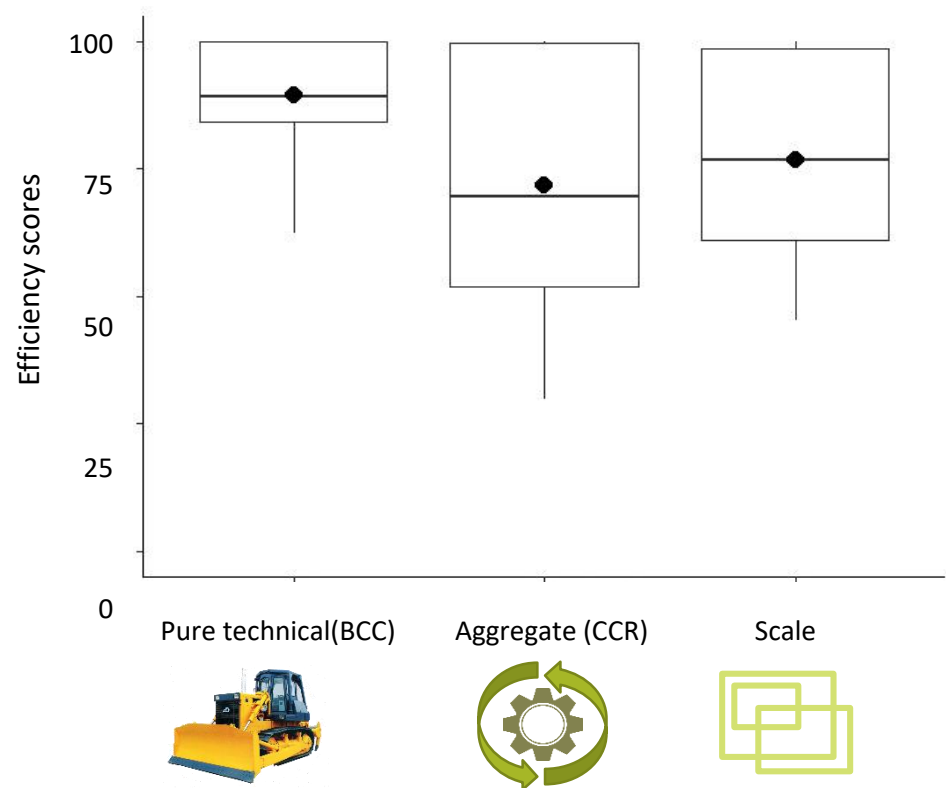
LPI (Patch le plus grand en %) (X5)



Coût total d'approvisionnement transformé (Y)



DEA Résultats



- **BCC: Efficience technique pure** 89% avec un écart type $\pm 9\%$.

Parmi les 50 DMU : 3 ↓ - 6 ↑ -
41 en retour d'échelle constant.

- **CCR: Efficience agrégée** 72% avec un écart type $\pm 23\%$.

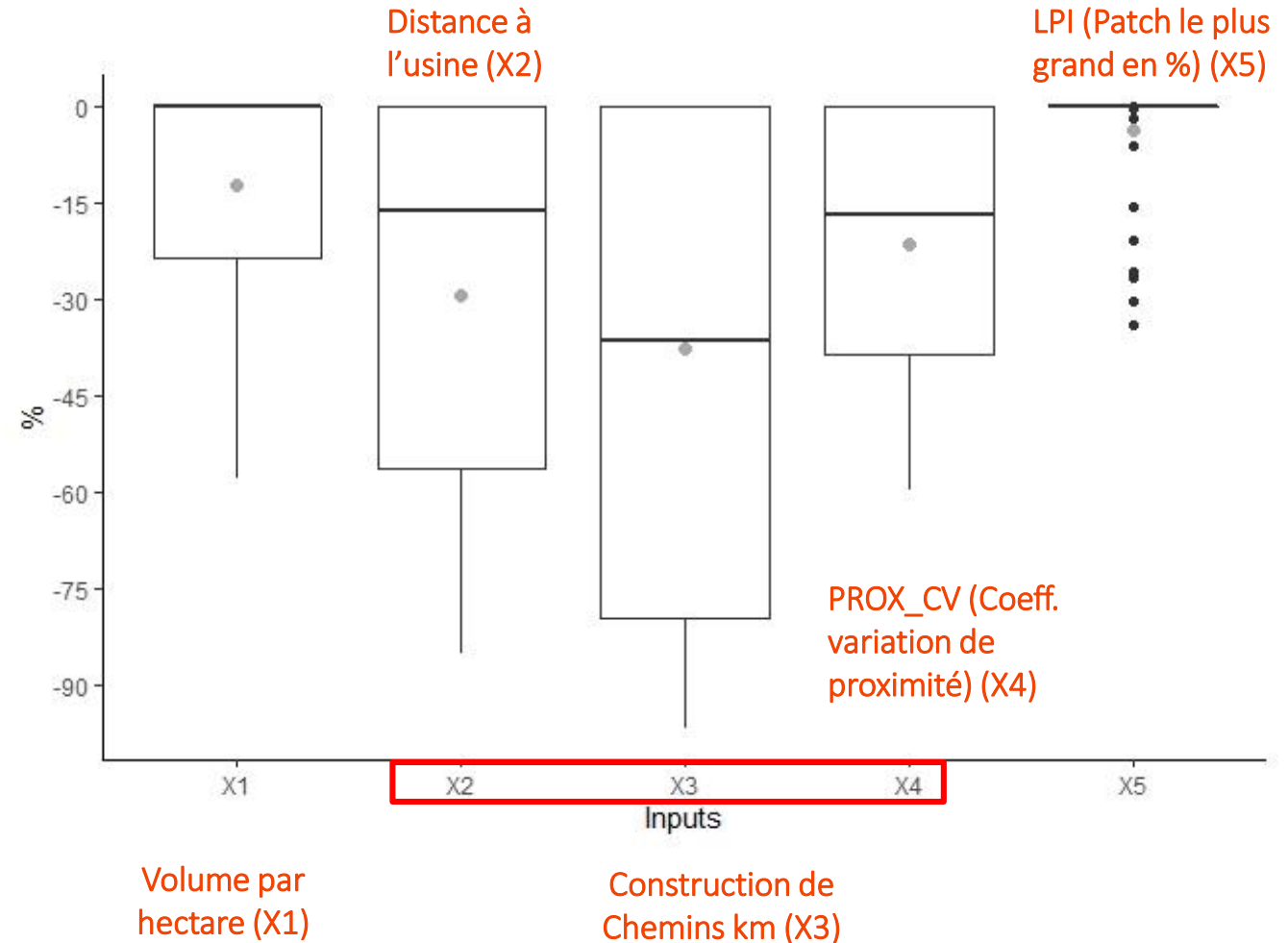
13 DMUs sont efficaces (100%).

- **Efficience d'échelle (Scale):** 79% avec un écart type $\pm 19\%$.

38 de 50 DMU fonctionnent plus bas que leur échelle optimale.

Cibles pour atteindre l'efficience

- Distance à l'usine réduction moyenne de 41km.
- Construction de chemins réduction moyenne de 2,8 km.
- Indice de proximité réduction de 21%.



Valeurs d'efficience

- Les sites ne peuvent pas fonctionner dans des conditions optimales.
- Équilibre de la planification tout au long de l'année.
- Limité par la disponibilité de la ressource.
- Nous avons constaté que nos DMU fonctionnaient principalement sous un rendement d'échelle constant.
- Des rendements d'échelle croissants dans le secteur de l'exploitation forestière ont été signalés par des forestiers en exercice dans une enquête menée auprès d'entrepreneurs en Nouvelle-Zélande et aux États-Unis par Stuart et al. (2010).
- Hailu et al. (2003) ont trouvé que l'efficacité technique était en moyenne de 94% pour les années entre 1977 et 1995 pour l'industrie forestière du Québec.

Efficiency CCR / BCC / Scale



Construction chemins	10 Km
Distance à l'usine	163 km
LPI	24%
PROX_CV	176

Efficiency = 0,48 / 0,68 / 0,70



Construction chemins	2 Km
Distance à l'usine	60 km
LPI	70%
PROX_CV	31,3

Efficiency = 1 / 1 / 1

Variables spatiales

- Nous confirmons que les variables spatiales ont une grande importance.
- Les routes représentent près de 40% des coûts d'approvisionnement et sont essentielles pour permettre l'accès aux sites pour la récolte (Baskent et al., 2005 ; D'Amours et al., 2008).
- La distribution des patches (PROX_CV) et le nombre de parcelles est corrélé avec les kilomètres de routes construites ($r = 0,57$ $p < 0,0001$).

Nord

Sud

Sites
efficacientsSites
inefficients

Les zones de récolte ne présentent pas de schéma spatiale unique.

Faibles valeurs d'efficacité dans le nord

- Le réseau routier est plus développé dans le sud.
- Les redevances plus élevées dans les zones du nord (Résineux) sont un désavantage par rapport aux zones du sud.
- Dans le sud, les pratiques sylvicoles sont très variées et le CPRS en moyenne de 50%, et on extrait du bois de plus grande valeur (plus gros diamètres).
- Dans le nord, on extrait plus de bois mais parfois de moindre valeur.



**Nous réfutons que les régions du nord
sont plus efficaces.**

Limitations de l'étude

1. Les valeurs d'efficacité sont relatives à l'échantillon
2. Nous ne pouvons pas extrapoler à des régions dans des conditions différentes.
3. Les données couvrent une zone relativement petite et une seule période de récolte.
4. Les sites récoltés sont souvent traités de manière différente (terrain) et la rentabilité peut être exprimé à une autre échelle (globale).
5. La qualité des données disponibles peuvent être considérées comme une simplification de la réalité.

MESSAGE

Importance des variables spatiales pour le résultat d'efficacité:

la dispersion des parcelles, les routes construites et la distance de transport jusqu'à l'usine.

Les sites récoltés ne représentent pas un modèle unique en fonction de la latitude et de la composition forestière dans lesquelles ils se trouvent.

L'utilité de la méthode de Benchmarking et de l'analyse d'enveloppement des données (DEA) pour cibler des pratiques spatiales.

Collaborateurs (MFFP)
Annie Belleau
Vincent Nadeau

Merci,

Questions?

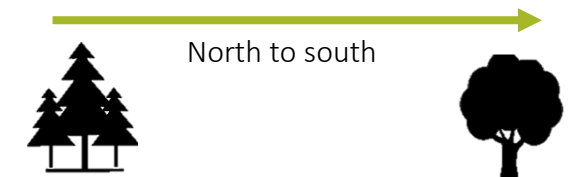
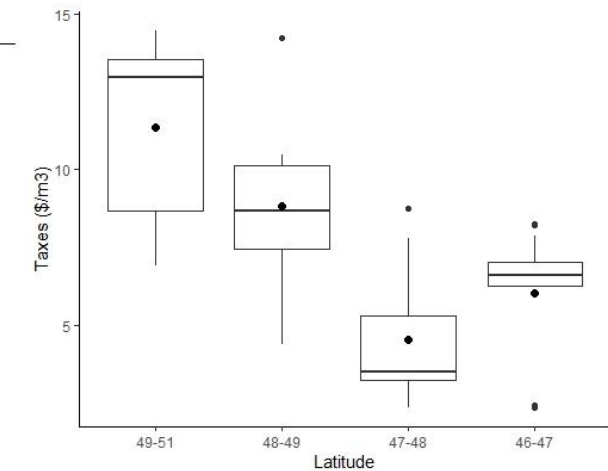
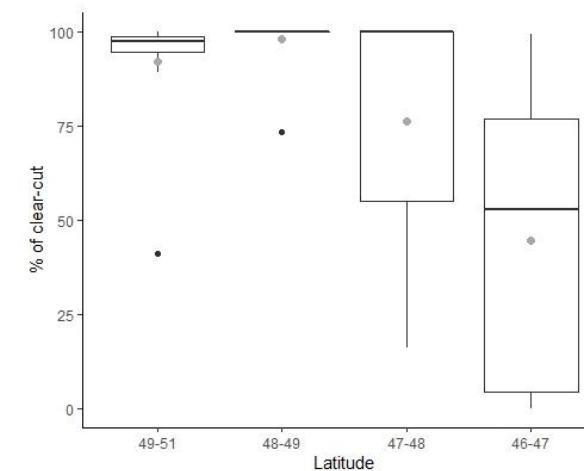
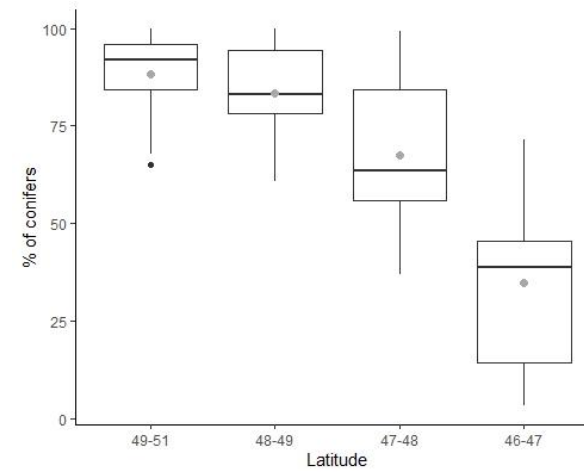
References

- Angers, V. A., Messier, C., Beaudet, M., and Leduc, A. (2005). Comparing composition and structure in old-growth and harvested (selection and diameter-limit cuts) northern hardwood stands in Quebec. *Forest Ecology and Management*, 217(2-3), 275-293.
- Banker, R. D., Charnes, A., and Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management science*, 30(9), 1078-1092.
- Baskent, E. Z., and Keles, S. (2005). Spatial forest planning: A review. *Ecological Modelling*, 188(2-4), 145-173. doi:10.1016/j.ecolmodel.2005.01.059
- Bergeron, Y., Harvey, B., Leduc, A., and Gauthier, S. (1999). Forest management guidelines based on natural disturbance dynamics: stand-and forest-level considerations. *The Forestry Chronicle*, 75(1), 49-54.
- Bonhomme, B., and LeBel, L. (2003). Harvesting contractors in northern quebec: a financial and technical performance evaluation:. Paper presented at the "Forest Operations Among Competing Forest Uses", Bar Harbor, USA.
- Cayford, J. (1990). A brief overview of Canadian forestry. *Unasylva (English ed.)*, 41(162), 44-48.
- Charnes, A., Cooper, W. W., and Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444.
- D'Amours, S., Rönnqvist, M., and Weintraub, A. (2008). Using Operational Research for Supply Chain Planning in the Forest Products Industry. *INFOR: Information Systems and Operational Research*, 46(4), 265-281. doi:10.3138/infor.46.4.265
- Drolet, S., and LeBel, L. (2010). Forest harvesting entrepreneurs, perception of their business status and its influence on performance evaluation. *Forest Policy and Economics*, 12(4), 287-298. doi:10.1016/j.forpol.2009.11.004
- Ettorchi -Tardy, A., Levif, M., and Michel, P. (2012). Benchmarking: A Method for Continuous Quality Improvement in Health. *Healthcare Policy*, 7, e101-119.
- Gauthier, S., Vaillancourt, M.-A., Kneeshaw, D., Drapeau, P., De Grandpré, L., Claveau, Y., and Paré, D. (2008). Une approche qui s'inspire des perturbations naturelles: Origines et fondements Aménagement écosystémique en forêt boréale (pp. 15 - 35): Presses de l'Université du Québec.
- Haas, D. A., and Murphy, F. H. (2003). Compensating for non-homogeneity in decision-making units in data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 144, 530-544.
- Hailu, A., and Veeman, T. S. (2003). Comparative analysis of efficiency and productivity growth in Canadian regional boreal logging industries. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(9), 1653-1660. doi:10.1139/x03-078
- Homburg, C. (2001). Using data envelopment analysis to benchmark activities. *International journal of production economics*, 71, 51-58.
- LeBel, L. G., and Stuart, W. B. (1998). Technical Efficiency Evaluation of Logging Contractors Using a Nonparametric Model. *Journal of Forest Engineering*, 9, 15-24. doi:10.1080/08435243.1998.10702714
- McGarigal, K. (2015). FRAGSTATS 4.2 HELP. Amherst: University of Massachusetts. Retrieved from www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/fragstats_documents.html
- Mobtaker, A., Ouhimmou, M., Rönnqvist, M., and Paquet, M. (2017). Development of an economically sustainable and balanced tactical forest management plan: A case study in Quebec. *Canadian Journal of Forest Research*, 48(2), 197-207. doi:10.1139/cjfr-2017-0232
- Öhman, K., and Eriksson, L. O. (2010). Aggregating harvest activities in long term forest planning by minimizing harvest area perimeters. *Silva Fennica*, 44(1), 77-89.
- Salehirad, N., and Sowlati, T. (2005). Performance analysis of primary wood producers in British Columbia using data envelopment analysis. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(2), 285-294. doi:10.1139/x04-154
- Salehirad, N., and Sowlati, T. (2006). Productivity and efficiency assessment of the wood industry: A review with a focus on Canada. *Forest Products Journal*, 56.
- Sexton, T. R., Sleeper, S., and Taggart, R. E. (1994). Improving pupil transportation in North Carolina. *Interfaces*, 24(1), 87-103.
- Sowlati, T. (2005). Efficiency studies in forestry using data envelopment analysis. *Forest Products Journal*, Jan 2005, 55, 1, 9.
- Stuart, W. B., Grace, L. A., and Grala, R. K. (2010). Returns to scale in the Eastern United States logging industry. *Forest Policy and Economics*, 12(6), 451-456. doi:doi.org/10.1016/j.forpol.2010.04.004

Compensation non - homogeneity

DMUs we use the method call SST propose by Sexton, Sleeper and Taggart (1994).

1. Run initial DEA: initial efficiency value
2. Use variable that explain operations conditions to adjust linear models
3. Predict efficiency level
4. Adjust output level according (initial value/ predict value)
5. Run a final DEA



- % clear-cutting ($r = 0.66$, $p < 0.0001$)
- taxes ($r = 0.62$, $p < 0.0001$)

Compensation non - homogeneity

Run initial DEA

Compare among latitudinal locations
with ANOVA test



Aggregate efficiency **significant**
difference p value 0,02



Pure technical efficiency not
significant difference



Scale efficiency **significant** difference p
value **0,0004**

CCR \sim Latitude *% Conifers

19% and P value 0,02

Because scale efficiency is the
ration of CCR/BCC after
compensate for aggregate
efficiency this also was
compensate