

# Avis technique

## SSRF-28

Direction de la recherche forestière

<b>Titre :</b>	<b>Simulateur d'éclaircies commerciales pour les plantations forestières résineuses</b>
<b>Auteur(s) :</b>	<b>Luca-Gabriel Serban, ing.f., M. Sc., Ph. D.</b>
<b>Date :</b>	<b>Février 2022</b>

**Le simulateur d'éclaircies commerciales pour les plantations forestières résineuses prédit, à partir de l'évolution décrite dans les tables de rendement, les principales caractéristiques dendrométriques totales et marchandes à l'hectare (surface terrière, volume brut, nombre de tiges et diamètre moyen quadratique) des peuplements qui ont reçu des traitements d'éclaircie commerciale. Il offre aussi les informations sur les années d'intervention avec des traitements d'éclaircie commerciale ainsi que sur les caractéristiques des récoltes prévues dans le cadre des scénarios sylvicoles. Il fournit ainsi les informations nécessaires pour l'analyse économique et financière des scénarios comportant des éclaircies commerciales.**

### 1. Contexte

La stratégie d'aménagement durable des forêts prône de cibler les investissements sylvicoles en fonction de leur rentabilité économique (MFFP 2015). Pour répondre à cet objectif, le réseau d'experts en économie forestière (REEF) du ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs (MFFP) développe son expertise en économie forestière et s'assure que la rentabilité économique et financière est prise en compte dans la planification forestière. L'éclaircie commerciale modifie l'évolution des caractéristiques dendrométriques d'une plantation (Deng *et al.* 2019, CCSMAF 2003). Ce traitement permet d'atteindre une meilleure rentabilité économique et financière que dans une plantation non éclaircie (Watt *et al.* 2017). Comme les tables de rendement en vigueur pour les plantations résineuses ne prennent pas en considération l'effet de l'éclaircie commerciale, aucun outil ne permet actuellement de prévoir les caractéristiques dendrométriques des plantations (surface terrière, nombre de tiges, volume, diamètre moyen quadratique) aménagées selon des scénarios comprenant des éclaircies commerciales. Dans le cadre de son exercice visant à prendre en compte la rentabilité économique et financière des investissements forestiers en plantations résineuses dans la planification forestière, le REEF a besoin de prévoir l'évolution de ces caractéristiques dendrométriques pour chaque année d'évolution après un ou plusieurs traitements d'éclaircie commerciale, et ce, jusqu'à l'âge d'exploitabilité d'une plantation.

---

On peut citer tout ou partie de ce texte en indiquant la référence  
Gouvernement du Québec

ISBN : 978-2-550-91141-8

Ce travail représente la suite des travaux de Guy Prigent sur le simulateur des éclaircies commerciales (Prigent 2003). Il répond à une demande du REEF concernant l'évolution des scénarios des plantations forestières éclaircies pour les 4 principales essences résineuses utilisées dans les plantations forestières au Québec : le pin gris (*Pinus banksiana*), l'épinette noire (*Picea mariana*), l'épinette blanche (*Picea glauca*) et l'épinette de Norvège (*Picea abies*).

Cet avis technique présente la synthèse des résultats du livrable demandé par le REEF. Un chiffrier Excel contenant la version complète du simulateur est disponible sur demande auprès de l'auteur ou en écrivant à [recherche.foresti%C3%A8re@mffp.gouv.qc.ca](mailto:recherche.foresti%C3%A8re@mffp.gouv.qc.ca).

## 2. Méthodologie

Le simulateur d'éclaircie commerciale pour les plantations forestières résineuses utilise les données fournies dans les tables de rendement développées pour les essences de plantation. Ces données incluent la surface terrière (totale et marchande) à l'hectare, le nombre de tiges à l'hectare, le volume (marchand et total) à l'hectare et le diamètre moyen quadratique (total et marchand). Ces données sont modulées en fonction de l'indice de qualité de station (IQS) et de la densité initiale de reboisement. La programmation a été faite en R (R Core Team 2013) et les résultats ont été exportés dans un chiffrier EXCEL.

### 2.1. Première éclaircie commerciale

Nous avons simulé la première éclaircie commerciale en appliquant les modalités décrites dans le Mémoire de recherche forestière n° 143 (Prigent 2003), qui situe notamment le seuil de surface terrière totale pour la réalisation d'une première éclaircie commerciale à une valeur entre 25 et 35 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>. Pour cette première version du simulateur d'éclaircie commerciale, nous avons fixé ce seuil à 30 m<sup>2</sup>·ha<sup>-1</sup>, c'est-à-dire au milieu de l'intervalle établi dans (Prigent 2003), en étant conscient que cette valeur pourra être modifiée selon les besoins de l'utilisateur ou l'acquisition de nouvelles connaissances.

À partir des données dendrométriques d'un peuplement qui a atteint le seuil de surface terrière totale pour la réalisation d'une première éclaircie commerciale, nous calculons les caractéristiques du bois récolté comme suit :

- La **surface terrière totale récoltée** à l'hectare correspond au tiers (33,33 %) de la surface terrière totale du peuplement à l'âge de la première éclaircie.
- La **surface terrière marchande** à l'hectare est calculée à partir de la surface terrière totale récoltée et de la partie non marchande de la surface terrière du peuplement à l'âge de l'éclaircie, en considérant que toutes les tiges non marchandes (c'est-à-dire dont le diamètre à hauteur de poitrine est inférieur ou égal à 9 cm) sont récoltées lors de l'éclaircie.
- Le **volume total récolté** à l'hectare tient compte de l'ouverture des sentiers de débardage lors de la première éclaircie commerciale ainsi que des taux de prélèvement. Il correspond donc à la

somme du volume provenant des sentiers de débardage et de celui récolté de manière sélective dans le peuplement. Le volume récolté dans les sentiers de débardage est proportionnel à la superficie occupée par ces sentiers. Nous avons considéré que ceux-ci se répétaient aux 5 rangées d'arbres (et donc, qu'une rangée sur 6 dans la plantation était récoltée pour créer le sentier de débardage). Ainsi, le pourcentage de la superficie des sentiers représente 16,66 % de la superficie totale, et le volume récolté sur les sentiers de débardage représente aussi 16,66 % du volume total. Le volume total récolté lors d'une sélection par le bas (c'est-à-dire la récolte prioritaire des tiges de petits diamètres) est calculé par une équation de régression qui prend en compte la surface terrière totale à l'hectare, le nombre total de tiges à l'hectare et l'intensité de prélèvement (Prégent 2003). L'intensité du prélèvement sélectif correspond à la différence entre le taux de prélèvement total (33,33 % dans notre cas) et le pourcentage occupé par les sentiers de débardage (16,66 %).

- Le **volume marchand récolté** lors de la première éclaircie est calculé suivant la même logique que pour le volume total, c'est-à-dire en considérant le volume marchand récolté dans les sentiers de débardage et celui récolté lors de l'éclaircie sélective par le bas.
- Le **diamètre moyen quadratique total** est calculé comme la moyenne arithmétique du diamètre moyen quadratique total des tiges dans les sentiers de débardage et celui des tiges récoltées de façon sélective dans le peuplement. La valeur pour les sentiers de débardage est la même que celle pour le peuplement initial à l'âge de l'éclaircie. La valeur pour les arbres récoltés de façon sélective est calculée à l'aide d'une équation de régression qui tient compte de la surface terrière totale avant l'éclaircie, du nombre de tiges avant l'éclaircie et de l'intensité de l'éclaircie (16,66 % pour la fraction récoltée) (Prégent 2003).
- Le **diamètre moyen quadratique marchand** est calculé à partir de la surface terrière marchande récoltée et du nombre de tiges marchandes récoltées.
- Le **nombre total de tiges récoltées** lors de l'éclaircie est calculé à partir de la surface terrière totale récoltée et du diamètre moyen quadratique total.
- Le **nombre de tiges marchandes** est calculé en tenant compte du fait que toutes les tiges non marchandes ont été récoltées lors de l'éclaircie. Dans un tel cas, le nombre de tiges non marchandes présent à l'âge de l'éclaircie doit être compris dans le nombre total de tiges récoltées lors de l'éclaircie.

Les caractéristiques totales et marchandes du peuplement qui reste sur pied après l'éclaircie (la surface terrière, le nombre de tiges et le volume à l'hectare) correspondent à la différence entre les valeurs avant l'éclaircie et celles pour le bois récolté. Les diamètres sont calculés avec des formules qui tiennent compte de la surface terrière et du nombre de tiges à l'hectare.

L'évolution du peuplement après l'éclaircie s'appuie sur plusieurs hypothèses de recherche. Une partie de ces hypothèses sera vérifiée par des travaux en cours.

1. Dans les premiers 4 ans après l'éclaircie commerciale, nous supposons qu'il n'y a aucune mortalité parmi les tiges du peuplement. En effet, une fois que toutes les tiges non marchandes et tous les arbres morts et en dépérissement sont récoltés, la probabilité d'enregistrer une mortalité dans les premiers 4 ans est très faible.
2. À partir de l'année 5 après une éclaircie commerciale, nous considérons que le taux de mortalité des tiges d'un peuplement diminue de 65 % par rapport à celui d'un peuplement non éclairci (Bolghari et Bertrand 1984).
3. La surface terrière (tant totale que marchande) évolue différemment après des travaux d'éclaircie commerciale. Pour capter ce changement, nous avons modifié les équations décrivant l'évolution de la surface terrière totale et marchande du peuplement non éclairci, en ajoutant un coefficient correspondant au rapport entre l'accroissement annuel de la surface terrière du peuplement non éclairci et le décroissement annuel du nombre de tiges éclaircies.

Les volumes total et marchand du scénario respectent l'hypothèse du volume constant. Cette hypothèse prône que le volume total et marchand reste constant dans un scénario sylvicole et il ne dépend pas du nombre d'interventions (éclaircies commerciales) qui sont programmées dans le scénario (CCSMAF 2003, MRN 2013). Dans le peuplement éclairci, l'évolution du volume à l'hectare suit celle du volume du peuplement sans éclaircie.

Finalement, nous avons calculé les diamètres moyens quadratiques total et marchand du peuplement éclairci en fonction de la surface terrière totale ou marchande ainsi que du nombre total de tiges ou du nombre de tiges marchandes du peuplement à un âge donné.

## *2.2. Deuxième et troisième éclaircies commerciales*

Lorsqu'un peuplement est sujet à plus d'une éclaircie commerciale, on peut quantifier la récolte et suivre ensuite l'évolution du peuplement en appliquant les mêmes principes énoncés et les mêmes modalités de calcul que pour la première éclaircie commerciale, moyennant quelques modifications :

- Le seuil de surface terrière à atteindre par un peuplement après une première éclaircie commerciale est établi à  $32 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  pour une seconde éclaircie et à  $34 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$  pour une troisième.
- Lors de la deuxième éclaircie commerciale, l'intensité de prélèvement est de 33,33 % pour la surface terrière (25 % lors de la troisième éclaircie), de 31 % pour le volume (23 % lors de la troisième éclaircie) et de 38 % pour le nombre tiges (30 % lors de la troisième éclaircie).
- La mortalité des tiges à la suite de la deuxième et de la troisième éclaircie commerciale diminue de 35 % par rapport à celui du peuplement éclairci une fois.

- L'évolution du peuplement qui a subi 2 éclaircies commerciales suit celle d'un peuplement avec une éclaircie commerciale, moyennant l'ajout d'un coefficient calculé en fonction des caractéristiques du peuplement après une éclaircie (lui-même déjà modifié avec un autre coefficient par rapport à un peuplement sans éclaircie). De même, l'évolution d'un peuplement qui a subi 3 éclaircies commerciales suit celle d'un peuplement avec deux éclaircies commerciales comme référence, moyennant l'ajout d'un 3<sup>e</sup> coefficient.
- L'hypothèse de la constance du volume dans un scénario sylvicole comportant plusieurs éclaircies est maintenue.

### *2.3. Délai entre l'exécution des éclaircies et la récolte finale*

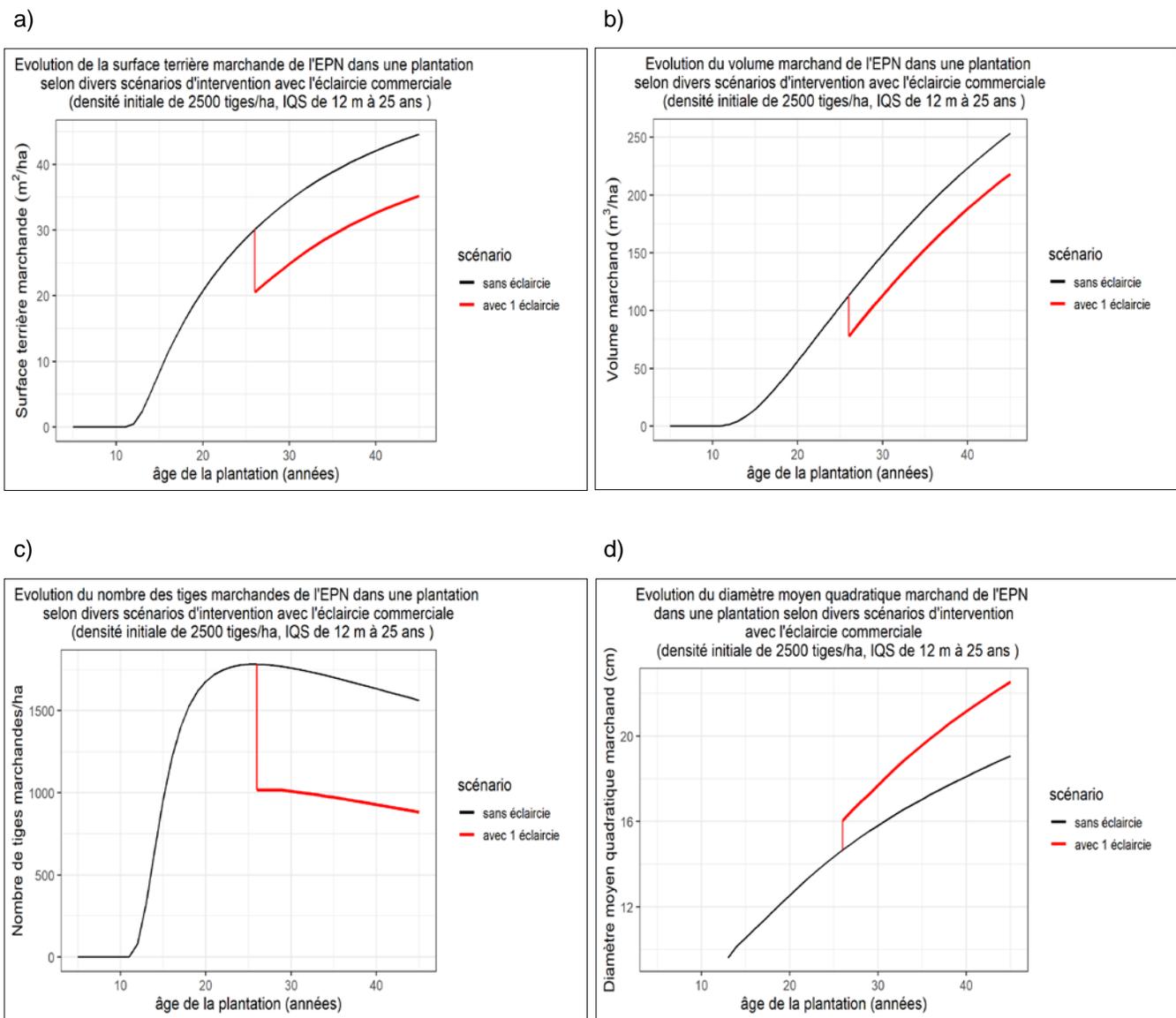
La planification du chantier de récolte pour une intervention d'éclaircie commerciale requiert beaucoup de ressources, et la réponse d'un peuplement à une telle intervention prend plusieurs années. En pratique, pour diminuer les coûts associés à l'organisation du chantier et au déplacement de machinerie et pour rentabiliser la planification forestière, les scénarios de plantation établissent le délai entre la dernière éclaircie commerciale et la récolte finale à 10 ans. Nous avons gardé cet intervalle minimal de 10 ans entre l'année du dernier traitement d'éclaircie et l'année de la récolte finale dans notre simulateur.

## **3. Résultats et discussion**

Le simulateur permet de prédire l'évolution des valeurs marchandes et totales du volume, de la surface terrière, du diamètre moyen quadratique et du nombre de tiges pour les scénarios sylvicoles des plantations forestières résineuses sujets à une ou plusieurs éclaircies commerciales. Ces prédictions sont basées sur les seuils d'intervention de surface terrière établis dans le mémoire de recherche forestière n° 143 (Prégent 2003) et sur les hypothèses de recherche mentionnées ci-dessus.

Pour différentes densités de reboisement et différents IQS, le simulateur établit les années d'intervention pour des traitements d'éclaircies commerciales selon les seuils établis et l'année de la récolte finale. Pour chaque intervention (éclaircie commerciale ou récolte finale), le simulateur prédit certaines caractéristiques dendrométriques totales et marchandes du peuplement (la surface terrière, le volume brut, le diamètre moyen quadratique et le nombre de tiges; voir les annexes 1 et 2).

Le simulateur offre aussi des informations annuelles sur l'évolution de la surface terrière, du volume, du nombre de tiges et du diamètre moyen quadratique jusqu'à l'âge de la récolte. Ces informations sont utilisées par les membres du REEF pour les analyses de sensibilité dans le cadre des analyses économiques. Pour chaque IQS et chaque densité de reboisement, le simulateur offre une analyse graphique de l'évolution d'un peuplement sous différents scénarios sylvicoles (sans éclaircie ou après une ou plusieurs éclaircies), pour les valeurs marchandes de la surface terrière, du volume, du nombre de tiges totales ou marchandes et du diamètre moyen quadratique (figure 1).



**Figure 1.** Représentations graphiques de l'évolution a) de la surface terrière marchande, b) du volume marchand, c) du nombre de tiges marchandes et d) du diamètre moyen quadratique marchand pour une plantation d'épinette noire (EPN) avec une densité initiale de reboisement de 2 500 tiges/hectare et un IQS de 12 m à 25 ans.

#### 4. Conclusion

Le simulateur constitue un outil très performant pour analyser la rentabilité économique et financière des scénarios sylvicoles des plantations résineuses éclaircies. Les données qu'il produit permettent de réaliser des analyses de sensibilité sur l'âge d'exploitabilité et sur les éléments susceptibles de modifier l'évolution des caractéristiques des plantations résineuses. Des travaux futurs, notamment pour vérifier chacune des hypothèses de recherche, permettront de le perfectionner encore davantage.

#### 5. Remerciements

L'auteur tient à remercier à Mme Julie Barrette et M. Martin Seto qui ont amélioré la version préliminaire de cet avis. Il tient également à remercier Mme Denise Tousignant pour la révision linguistique, de même que M. Jean-Pierre Saucier qui l'a encouragé à publier cet avis.

#### 6. Références

Bolghari, H.A. et V. Bertrand, 1984. *Tables préliminaires de production des principales essences résineuses plantées dans la partie centrale du sud du Québec*. Gouvernement du Québec, ministère de l'Énergie et des Ressources, Service de la recherche (Terres et Forêts). Mémoire de recherche forestière n° 79. 394 p.

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Divers/Memoire79.pdf>

[CCSMAF] Comité consultatif scientifique du manuel d'aménagement forestier, 2003. *Éclaircie commerciale pour le groupe de production prioritaire SEPM*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction de la recherche forestière. Avis scientifique. 94 p.

<https://mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/connaissances/recherche/Avis-scient-commerciale.pdf>

Deng, C., S. Zhang, Y. Lu, R.E. Froese, A. Ming et Q. Li, 2019. *Thinning effects on the tree height–diameter allometry of masson pine (Pinus massoniana Lamb.)*. *Forests* 10(12) : 1129.

<https://doi.org/10.3390/f10121129>.

[MFFP] Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs, 2015. *Stratégie d'aménagement durable des forêts*. Gouvernement du Québec, ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs. 56 p.

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/amenagement/strategie-amenagement-durable-forets.pdf>

[MRN] Ministère des Ressources naturelles, 2013. *Le guide sylvicole du Québec — tome 2 : les concepts et l'application de la sylviculture*. Ouvrage collectif sous la direction de C. Larouche, F. Guillemette, P. Raymond et J.-P. Saucier. Les Publications du Québec. Québec (QC). 752 p.

Prégent, G., 2003. *Caractéristiques des arbres coupés et du peuplement résiduel à la première éclaircie commerciale de plantations résineuses*. Gouvernement du Québec, ministère des Ressources naturelles, de la Faune et des Parcs, Direction de la recherche forestière. Mémoire de recherche forestière n° 143. 55 p.

<https://mffp.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Pregent-Guy/Memoire143.pdf>

R Core Team, 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienne (Autriche). <http://www.R-project.org/>

Watt, M. S., M.O. Kimberley, J.P. Dash, D. Harrison, J.J. Monge et L. Dowling, 2017. *The economic impact of optimising final stand density for structural saw log production on the value of the New Zealand plantation estate*. For. Ecol. Manage. 406 : 361-369.

<https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.07.044>

Luca-Gabriel Serban, ing.f., M. Sc., Ph. D.

Service de la sylviculture et du rendement des plantations

Correspondance :

Luca-Gabriel Serban  
Ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs  
Direction de la recherche forestière  
2700, rue Einstein, bureau B.1.130  
Québec (Québec) G1P 3W8  
Tél. : 418 643-7994 poste 706575  
Courriel : [luca.serban@mffp.gouv.qc.ca](mailto:luca.serban@mffp.gouv.qc.ca)

**Annexe 1.** Centralisateur du simulateur pour des scénarios avec une éclaircie commerciale dans des plantations d'épinette noire (IQS = indice de qualité de station; GT = surface terrière totale; GM = surface terrière marchande; DMQ = diamètre moyen quadratique; VM = volume marchand; NM = nombre de tiges marchandes; ÉC1 = première éclaircie commerciale; RF = récolte finale).

Densité (tiges/ha)	IQS (m)	Traitement	Âge (ans)	GT (m <sup>2</sup> /ha)	GM (m <sup>2</sup> /ha)	DMQ (cm)	VM (m <sup>3</sup> /ha)	NM (tiges/ha)
1 600	7	ÉC1	67	10,02	9,90	16,19	51,73	481
		RF	79	22,83	22,83	23,11	138,27	544
		TOTAL		32,85	32,73	39,30	190,00	1 025
1 600	8	ÉC1	57	10,08	9,96	16,15	51,36	486
		RF	71	24,28	24,28	23,97	149,65	538
		TOTAL		34,36	34,24	40,12	201,01	1 024
1 600	9	ÉC1	49	10,08	9,95	16,04	50,53	492
		RF	64	25,65	25,65	24,70	160,10	535
		TOTAL		35,73	35,60	40,74	210,63	1 027
1 600	10	ÉC1	43	10,14	10,01	16,01	50,46	497
		RF	58	26,90	26,90	25,31	169,46	535
		TOTAL		37,04	36,91	41,32	219,92	1 032
1 600	11	ÉC1	38	10,20	10,07	15,97	50,37	503
		RF	53	28,22	28,22	25,92	179,69	535
		TOTAL		38,42	38,29	41,89	230,06	1 038
1 600	12	ÉC1	33	10,05	9,91	15,71	48,27	511
		RF	48	29,53	29,53	26,41	189,24	539
		TOTAL		39,58	39,44	42,12	237,51	1 050
2 000	6	ÉC1	73	10,04	9,78	14,42	45,41	599
		RF	88	23,01	23,01	20,60	137,47	691
		TOTAL		33,05	32,79	35,02	182,88	1 290
2 000	7	ÉC1	60	10,05	9,78	14,32	44,31	607
		RF	78	24,79	24,79	21,51	151,14	682
		TOTAL		34,84	34,57	35,83	195,45	1 289
2 000	8	ÉC1	51	10,11	9,83	14,29	43,94	613
		RF	70	26,46	26,46	22,32	163,86	676
		TOTAL		36,57	36,29	36,61	207,80	1 289
2 000	9	ÉC1	44	10,16	9,88	14,25	43,61	619
		RF	63	28,01	28,01	23,00	175,19	674
		TOTAL		38,17	37,89	37,25	218,80	1 293
2 000	10	ÉC1	38	10,14	9,84	14,15	42,64	626
		RF	57	29,62	29,62	23,65	186,96	674
		TOTAL		39,76	39,46	37,80	229,60	1 300

Densité (tiges/ha)	IQS (m)	Traitement	Âge (ans)	GT (m <sup>2</sup> /ha)	GM (m <sup>2</sup> /ha)	DMQ (cm)	VM (m <sup>3</sup> /ha)	NM (tiges/ha)
2 000	11	ÉC1	33	10,11	9,79	14,03	41,60	634
		RF	51	30,96	30,96	24,05	195,28	682
		TOTAL		41,07	40,75	38,08	236,88	1 316
2 000	12	ÉC1	29	10,15	9,83	13,97	41,25	641
		RF	46	32,34	32,34	24,44	204,24	689
		TOTAL		42,49	42,17	38,41	245,49	1 330
2 500	5	ÉC1	84	10,00	9,46	12,97	40,02	716
		RF	100	22,51	22,51	18,02	128,94	882
		TOTAL		32,51	31,97	30,99	168,96	1 598
2 500	6	ÉC1	67	10,07	9,51	12,92	39,15	725
		RF	88	24,68	24,68	19,02	146,24	869
		TOTAL		34,75	34,19	31,94	185,39	1 594
2 500	7	ÉC1	55	10,07	9,48	12,84	38,02	732
		RF	78	26,70	26,70	19,87	161,47	861
		TOTAL		36,77	36,18	32,71	199,49	1 593
2 500	8	ÉC1	46	10,03	9,40	12,74	36,72	738
		Récolte finale	70	28,74	28,74	20,68	176,72	856
		TOTAL		38,77	38,14	33,42	213,44	1 594
2 500	9	ÉC1	40	10,18	9,56	12,78	37,09	746
		RF	62	30,14	30,14	21,13	185,47	859
		TOTAL		40,32	39,70	33,91	222,56	1 605
2 500	10	ÉC1	34	10,06	9,39	12,62	35,38	750
		RF	56	32,12	32,12	21,78	199,26	863
		TOTAL		42,18	41,51	34,40	234,64	1 613
2 500	11	ÉC1	30	10,25	9,59	12,67	36,00	760
		RF	50	33,47	33,47	22,11	207,22	871
		TOTAL		43,72	43,06	34,78	243,22	1 631
2 500	12	ÉC1	26	10,27	9,58	12,60	35,25	768
		RF	45	35,20	35,20	22,54	218,16	882
		TOTAL		45,47	44,78	35,14	253,41	1 650

**Annexe 2.** Centralisateur du simulateur pour des scénarios avec une éclaircie commerciale dans des plantations de pin gris (IQS = indice de qualité de station; GT = surface terrière totale; GM = surface terrière marchande; DMQ = diamètre moyen quadratique; VM = volume marchand; NM = nombre de tiges marchandes; EC1 = première éclaircie commerciale; RF = récolte finale).

Densité (tiges/ha)	IQS (m)	Traitement	Âge (ans)	GT (m <sup>2</sup> /ha)	GM (m <sup>2</sup> /ha)	DMQ (cm)	VM (m <sup>3</sup> /ha)	NM (tiges/ha)
1 600	7	ÉC1	81	10,02	9,98	18,29	64,72	380
		RF	96	21,78	21,78	24,24	231,07	472
		TOTAL		31,80	31,76	42,53	295,79	852
1 600	8	ÉC1	69	10,01	9,97	18,13	63,43	386
		RF	85	22,37	22,37	24,64	240,39	469
		TOTAL		32,38	32,34	42,77	303,82	855
1 600	9	ÉC1	60	10,01	9,96	18,01	62,58	391
		RF	76	22,88	22,88	24,93	248,32	469
		TOTAL		32,89	32,84	42,94	310,90	860
1 600	10	ÉC1	53	10,02	9,98	17,92	62,10	395
		RF	69	23,44	23,44	25,27	257,65	467
		TOTAL		33,46	33,42	43,19	319,75	862
1 600	11	ÉC1	47	10,01	9,96	17,79	61,26	401
		RF	63	23,99	23,99	25,57	266,89	467
		TOTAL		34,00	33,95	43,36	328,15	868
1 600	12	ÉC1	42	10,01	9,96	17,65	60,53	407
		RF	57	24,36	24,36	25,60	271,18	473
		TOTAL		34,37	34,32	43,25	331,71	880
1 600	13	ÉC1	38	10,04	9,99	17,59	60,47	411
		RF	53	24,97	24,97	25,94	282,56	472
		TOTAL		35,01	34,96	43,53	343,03	883
1 600	14	ÉC1	35	10,16	10,11	17,64	61,71	414
		RF	48	25,11	25,11	25,71	282,68	484
		TOTAL		35,27	35,22	43,35	344,39	898
1 600	15	ÉC1	31	10,05	9,99	17,31	59,27	424
		RF	44	25,63	25,63	25,78	289,87	491
		TOTAL		35,68	35,62	43,09	349,14	915
1 600	16	ÉC1	28	10,04	9,97	17,14	58,44	432
		RF	41	26,25	26,25	25,99	300,88	495
		TOTAL		36,29	36,22	43,13	359,32	927
2 000	7	ÉC1	75	10,05	9,95	16,04	56,49	493
		RF	96	22,70	22,70	22,25	242,96	584
		TOTAL		32,75	32,65	38,29	299,45	1 077
2 000	8	ÉC1	64	10,06	9,95	15,93	55,47	499
		RF	85	23,37	23,37	22,63	253,02	581
		TOTAL		33,43	33,32	38,56	308,49	1 080

Densité (tiges/ha)	IQS (m)	Traitement	Âge (ans)	GT (m <sup>2</sup> /ha)	GM (m <sup>2</sup> /ha)	DMQ (cm)	VM (m <sup>3</sup> /ha)	NM (tiges/ha)
2 000	9	ÉC1	55	10,02	9,91	15,76	53,90	508
		RF	77	24,17	24,17	23,15	266,87	574
		TOTAL		34,19	34,08	38,91	320,77	1 082
2 000	10	ÉC1	49	10,09	9,98	15,77	54,26	511
		RF	69	24,62	24,62	23,27	272,34	579
		TOTAL		34,71	34,60	39,04	326,60	1 090
2 000	11	ÉC1	43	10,05	9,94	15,60	52,87	520
		RF	63	25,32	25,32	23,60	283,32	579
		TOTAL		35,37	35,26	39,20	336,19	1 099
2 000	12	ÉC1	38	10,02	9,89	15,43	51,56	529
		RF	57	25,86	25,86	23,69	289,38	586
		TOTAL		35,88	35,75	39,12	340,94	1 115
2 000	13	ÉC1	34	10,03	9,89	15,32	50,91	537
		RF	52	26,39	26,39	23,79	296,22	594
		TOTAL		36,42	36,28	39,11	347,13	1 131
2 000	14	ÉC1	31	10,14	10,00	15,33	51,54	542
		RF	48	26,94	26,94	23,93	304,93	599
		TOTAL		37,08	36,94	39,26	356,47	1 141
2 000	15	ÉC1	28	10,19	10,05	15,26	51,32	550
		RF	43	27,15	27,15	23,64	303,29	619
		TOTAL		37,34	37,20	38,90	354,61	1 169
2 000	16	ÉC1	25	10,18	10,02	15,09	50,13	560
		RF	40	27,93	27,93	23,87	315,84	624
		TOTAL		38,11	37,95	38,96	365,97	1 184
2 500	7	ÉC1	70	10,05	9,81	14,16	48,95	624
		RF	98	23,73	23,73	20,53	256,81	717
		TOTAL		33,78	33,54	34,69	305,76	1 341
2 500	8	ÉC1	59	10,01	9,75	14,00	47,20	633
		RF	87	24,57	24,57	20,97	269,54	712
		TOTAL		34,58	34,32	34,97	316,74	1 345
2 500	9	ÉC1	51	10,00	9,73	13,90	46,22	641
		RF	78	25,33	25,33	21,31	280,63	710
		TOTAL		35,33	35,06	35,21	326,85	1 351
2 500	10	ÉC1	45	10,05	9,77	13,87	45,97	647
		RF	70	25,93	25,93	21,50	288,20	715
		TOTAL		35,98	35,70	35,37	334,17	1 362
2 500	11	ÉC1	40	10,10	9,81	13,83	45,75	654
		RF	63	26,48	26,48	21,59	294,25	723
		TOTAL		36,58	36,29	35,42	340,00	1 377
2 500	12	ÉC1	35	10,04	9,73	13,65	44,04	664
		RF	57	27,16	27,16	21,72	301,72	733
		TOTAL		37,20	36,89	35,37	345,76	1 397

Densité (tiges/ha)	IQS (m)	Traitement	Âge (ans)	GT (m <sup>2</sup> /ha)	GM (m <sup>2</sup> /ha)	DMQ (cm)	VM (m <sup>3</sup> /ha)	NM (tiges/ha)
2 500	13	ÉC1	31	10,02	9,69	13,53	42,95	674
		RF	52	27,85	27,85	21,85	310,12	743
		TOTAL		37,87	37,54	35,38	353,07	1 417
2 500	14	ÉC1	28	10,12	9,79	13,52	43,13	682
		RF	47	28,28	28,28	21,76	313,03	760
		TOTAL		38,40	38,07	35,28	356,16	1 442
2 500	15	ÉC1	25	10,16	9,81	13,43	42,44	693
		RF	43	28,93	28,93	21,82	320,65	774
		TOTAL		39,09	38,74	35,25	363,09	1 467
2 500	16	ÉC1	22	10,12	9,73	13,26	40,76	705
		RF	39	29,60	29,60	21,78	325,97	795
		TOTAL		39,72	39,33	35,04	366,73	1 500