



Direction des inventaires forestiers

**Indices de qualité de station
des principales essences commerciales
en fonction des types écologiques
du Québec méridional**



Ministère des Ressources naturelles
Secteur des forêts
Septembre 2013

Québec 

RÉALISATION

Rédaction

Vincent Laflèche, ing. f., M. Sc.
Sylvain Bernier, stat., M. Sc.
Jean-Pierre Saucier, ing. f., Dr. Sc.
Claude Gagné, ing. f., M. Sc.

Révision

Isabelle Auger, stat. ASSQ, M. Sc.
Martin Riopel, ing. f., Ph. D.
Jocelyn Gosselin, ing. f.

Aide technique

Raynald Abel, tech. f.	Jean-Pierre Labrecque, tech. f.
Steve Bélanger, tech. f.	Dominique Lachance, tech. f.
Jean-Pierre Berger, tech. f.	Yves Landry, tech. f.
Léo Cornelissen, tech. f.	Louis Lemieux, tech. f.
Sébastien Desnoyers, tech. f.	Alexandre Mcintyre, tech. f.
Luc Gagné, tech. f.	Normand Routhier, tech. f.
Jules Joncas, tech. f.	

Collaboration à la coordination

Isabelle Pomerleau, ing. f.

Révision linguistique

Marie-France LeBlanc, réviseure

Référence

Laflèche, V., S. Bernier, J-P. Saucier et C. Gagné, 2013. *Indices de qualité de station des principales essences commerciales en fonction des types écologiques du Québec méridional*. Québec, ministère des Ressources naturelles, Direction des inventaires forestiers, 115 p.

Pour obtenir des renseignements additionnels, veuillez communiquer avec le MRN du Québec :

Direction des inventaires forestiers

880, chemin Sainte-Foy, 5^e étage
Québec (Québec) G1S 4X4
Téléphone : 418 627-8669
Sans frais : 1 877 936-7387
inventaires.forestiers@mrn.gouv.qc.ca

Service à la clientèle

Téléphone : 418 627-8600
Sans frais : 1 866 CITOYEN (248-6936)
Télécopieur : 418 643-0720
service.citoyens@mrn.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec
Dépôt légal – Bibliothèque et archives nationales du Québec 2013
ISBN pdf : 978-2-550-68910-2

REMERCIEMENTS

La réalisation de cet ouvrage a été rendue possible grâce à M. Jean-Pierre Saucier, qui a été l'initiateur de ces importants travaux d'analyses de tiges. De nombreuses personnes ont contribué à ces travaux, et les auteurs tiennent à les remercier :

- MM. Steve Bédard et Claude Lapointe, qui ont collaboré aux travaux dès leurs débuts;
- le personnel technique de la Direction des inventaires forestiers et les firmes d'ingénieurs forestiers, pour la récolte des arbres et le traitement en laboratoire des rondelles;
- MM. Daniel Mailly et Louis Duschesne, pour le prêt et le contrôle de la qualité des analyses de tiges, ainsi que feu M. Paul Dorais et M. Lévis Côté, pour le prélèvement d'échantillons supplémentaires pour le projet;
- M. Patrice Tardif, M. Martin Riopel, Mme Anik Patry et Mme Marie-Claude Lambert, pour leur contribution à la réalisation de la méthode statistique;
- M. Philippe Racine, pour la coordination du programme des analyses de tiges, M. Steve Bélanger, pour la production des cartes, et M. Jean-Pierre Labrecque, pour la production de données.

Les travaux ont été financés par la Direction des inventaires forestiers du ministère des Ressources naturelles.

TABLE DES MATIÈRES

RÉALISATION	II
REMERCIEMENTS	III
INTRODUCTION	1
1. OBJECTIFS DES TRAVAUX D'ANALYSES DE TIGES	2
1.1. COMPARAISON DE LA PRODUCTIVITÉ POTENTIELLE DES ESSENCES ET DES STATIONS	2
1.2. INTRANT À LA PRODUCTION DE MODÈLES DE CROISSANCE ET DE PRODUCTIVITÉ	2
2. QUELQUES NOTIONS DE PRODUCTIVITÉ POTENTIELLE	2
2.1. IQS POTENTIEL	2
2.2. CAUSES DES RALENTISSEMENTS DE CROISSANCE	3
3. MATÉRIEL ET MÉTHODE	3
3.1. DESCRIPTION DE L'ÉCHANTILLONNAGE ET DU TERRITOIRE À L'ÉTUDE	3
3.2. PRISE DES MESURES ET PRÉLÈVEMENT SUR LE TERRAIN	6
3.3. MESURE DES ACCROISSEMENTS EN DIAMÈTRE EN LABORATOIRE	8
3.4. CALCUL DES PATRONS DE CROISSANCE	10
3.5. ÉLIMINATION DES TIGES DANS LA MODÉLISATION	10
3.5.1. Arbres cariés	10
3.5.2. Arbres à croissance irrégulière	10
3.5.3. Arbres établis pendant la période du petit âge glaciaire (1570-1880).....	10
3.5.4. Arbres vétérans ou intermédiaires	11
3.6. CORRECTION DES RALENTISSEMENTS DE CROISSANCE.....	11
4. DÉMARCHE MENANT AU CALCUL DES IQS_{STATION}	11
4.1. ÉLIMINATION DES ACCROISSEMENTS EN HAUTEUR EN DEÇÀ DE 1 M.....	14
4.2. DONNÉES DE DÉFOLIATION	14
4.3. DÉTECTION DES PÉRIODES DE RALENTISSEMENT DE CROISSANCE	14
4.4. CORRECTION DES TIGES SANS OPPRESSION JUVÉNILE.....	15
4.5. CORRECTION DES TIGES AVEC OPPRESSION JUVÉNILE.....	16
4.6. MODÉLISATION DE LA CROISSANCE EN HAUTEUR POTENTIELLE	19
4.6.1. Formulation générale du modèle	19
4.6.2. Spécification du modèle par essence et région écologique	21
4.6.3. Calcul des IQS _{station} par essence, type écologique et région écologique.....	23
4.6.4. Calcul des intervalles de confiance pour les IQS _{station}	23
4.7. AJUSTEMENT DES COURBES DE CROISSANCE EN HAUTEUR OBSERVÉE	24
4.8. DÉTERMINATION DE LA CROISSANCE DE 0 À 1 M	25

4.8.1. Approche retenue.....	25
4.8.2. Calcul des temps de passage et des intervalles de confiance.....	26
5. RÉSULTATS ET DISCUSSION	27
5.1. CALCUL DES $IQS_{STATION}$	27
5.1.1. $IQS_{station}$ plus élevés pour les peupliers	27
5.1.2. $IQS_{station}$ plus faibles pour le THO.....	27
5.1.3. Baisse des $IQS_{station}$ du sud vers le nord et de l'ouest vers l'est	27
5.1.4. $IQS_{station}$ plus faibles pour les sites à sol mince et ceux mal drainés.....	27
5.2. COMPARAISON DES COURBES DE CROISSANCE EN HAUTEUR POTENTIELLE.....	28
5.2.1. Différents types écologiques pour une même essence et une même région	28
5.2.2. Différentes régions écologiques pour une même essence et un même type	29
5.2.3. Différentes essences d'un même type écologique et d'une même région écologique	30
5.3. COMPARAISON ENTRE LA CROISSANCE EN HAUTEUR OBSERVÉE ET LA CROISSANCE EN HAUTEUR POTENTIELLE	31
5.3.1. Fréquence et durée des ralentissements de croissance.....	31
5.3.2. Effet des ralentissements de croissance sur les IQS	34
5.3.3. Comparaison entre les courbes de croissance en hauteur observée et les courbes de croissance en hauteur potentielle.....	35
CONCLUSION	36
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	37
ANNEXES.....	41

LISTE DES FIGURES

Figure 1.	Zones de végétation, domaines bioclimatiques et régions écologiques du Québec méridional.....	4
Figure 2.	Importance de la superficie couverte par les analyses de tiges par région écologique	6
Figure 3.	Prélèvement des rondelles sur l'arbre à récolter.....	8
Figure 4.	Rayons à partir desquels ont été mesurés les accroissements	9
Figure 5.	Forme générale de la relation entre la hauteur et l'âge d'une tige	12
Figure 6.	Démarche pour le calcul des $IQS_{station}$	13
Figure 7.	Correction d'une courbe hauteur-âge d'une tige de SAB ayant subi un ralentissement de croissance dû à l'oppression juvénile et à la TBE.....	16
Figure 8.	Correction d'une courbe hauteur-âge d'un SAB ayant subi des ralentissements de croissance dûs à l'oppression juvénile et à la TBE	17
Figure 9.	Correction des courbes hauteur-âge de l'EPN du type écologique RE25 dans la région écologique 5b.....	18
Figure 10.	Illustration du calcul du temps de passage de 0 à 1 m.....	26
Figure 11.	Exemple de comparaison de courbes d' $IQS_{station}$ d'EPN provenant de divers types écologiques de la région écologique 5c.	29
Figure 12.	Exemple de comparaison de courbes d' $IQS_{station}$ de SAB provenant du type écologique MS22 de diverses régions écologiques.	30
Figure 13.	Exemple de comparaison de courbes d' $IQS_{station}$ de diverses essences provenant du type écologique MS22 de la région écologique 4c.....	31
Figure 14.	Exemple de comparaison des courbes d' $IQS_{station}$ et d' $IQS_{observé}$ de SAB des types écologiques MS22 et RS22 de la région écologique 5b.....	35

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1.	Caractéristiques climatiques des sous-domaines bioclimatiques à l'étude.....	5
Tableau 2.	Nom français, nom botanique et code des essences étudiées.....	7
Tableau 3.	Fréquence et durée des ralentissements de croissance par essence et domaine bioclimatique	32
Tableau 4.	Fréquence et durée des ralentissements de croissance par essence et végétation potentielle.....	33
Tableau 5.	Comparaison entre les $IQS_{station}$ et les $IQS_{observé}$ par essence et domaine bioclimatique	34
Tableau 6.	Définition des niveaux hiérarchiques du système de classification écologique du territoire élaboré par le MRN.....	41
Tableau 7.	Définition des types écologiques retenus.....	42
Tableau 8.	Importance des types écologiques retenus par région écologique	45
Tableau 9.	$IQS_{station}$ par essence, région écologique et type écologique	48
Tableau 10.	Estimations des paramètres des équations d' $IQS_{station}$ par essence, région écologique et type écologique.....	63
Tableau 11.	$IQS_{observé}$ par essence, région écologique et type écologique.....	78
Tableau 12.	Estimations des paramètres des équations d' $IQS_{observé}$ par essence, région écologique et type écologique.....	93

INTRODUCTION

Connaître la productivité du territoire forestier est essentiel pour l'élaboration de stratégies d'aménagement durable des forêts. Dans le contexte où l'intensification de la production de matière ligneuse sera effectuée sur les sites les plus productifs, il devient nécessaire de développer une méthode qui permet de prédire la productivité des stations au regard des caractéristiques de leur milieu physique et de leur végétation.

L'indice de qualité de station (IQS) est une mesure communément utilisée en foresterie pour quantifier la productivité d'un site. Cette mesure est utilisée pour évaluer la production d'un peuplement de structure équiennne, production qu'on estime généralement au moyen de tables de production forestière (modèles par courbes), dont les tables de Pothier et Savard (1998) ou le modèle NATURA-2009 (Pothier et Auger 2011). Il suffit, notamment, de connaître l'IQS du peuplement pour estimer son volume. Comme ces tables sont construites à partir de données d'inventaire reflétant les conditions naturelles observées en forêt, il existe une certaine variabilité dans les résultats obtenus. En effet, tout au long de leur existence, plusieurs essences subissent des ralentissements de croissance à cause de facteurs externes (facteurs autres que ceux liés à la station). En éliminant ces facteurs, on peut alors estimer un IQS dit potentiel (IQS_{station}). Le potentiel de croissance des arbres est ainsi lié aux conditions de végétation, de milieu physique et de climat de la station.

Élaboré par le ministère des Ressources naturelles (MRN), le système hiérarchique de classification écologique du territoire permet de définir des unités naturelles de territoire selon divers niveaux de perception, de l'échelle continentale à l'échelle locale (ministère des Ressources naturelles 2001). Ce système tient compte de variables écologiques, liées au milieu physique, au climat et à la végétation. À l'échelle locale, le type écologique est une portion de territoire présentant une combinaison permanente de la végétation potentielle et des caractéristiques physiques du milieu. Il reflète donc des conditions de croissance propres à une station, soit une étendue de terrain de superficie variable caractérisée par des conditions écologiques homogènes.

Au début des années 2000, la Direction des inventaires forestiers (DIF) du MRN a initié un important projet d'acquisition de données à partir d'analyses de tiges. Ces travaux, qui se sont terminés en 2010, ont permis à la DIF d'élaborer une méthode pour estimer des IQS potentiels (sans ralentissements de croissance) pour les principales essences commerciales résineuses et feuillues intolérantes en fonction des principaux types écologiques du Québec méridional. Cette méthode intègre ainsi la classification écologique du territoire forestier québécois au calcul de la productivité potentielle des stations.

1. OBJECTIFS DES TRAVAUX D'ANALYSES DE TIGES

Par ses travaux d'analyses de tiges, la DIF visait à élaborer une méthode pour calculer des IQS potentiels ($IQS_{station}$) pour les principales essences commerciales résineuses et feuillues intolérantes en fonction des principaux types écologiques du Québec méridional. On évalue ainsi la croissance en hauteur potentielle des essences forestières conditionnée par des facteurs liés à la station. De façon plus spécifique, ces $IQS_{station}$ serviront à :

- comparer la productivité potentielle des essences et des stations;
- alimenter des modèles de croissance et de productivité.

1.1. Comparaison de la productivité potentielle des essences et des stations

Les $IQS_{station}$ expriment le potentiel de production d'une essence sur une station (combinaison d'un type écologique et d'une région écologique). Ils permettent notamment de déterminer les stations les plus productives pour l'essence recherchée en vue d'une intensification de la sylviculture. Les équations, lesquelles ont permis le calcul des $IQS_{station}$, génèrent des courbes de croissance en hauteur potentielle qu'on peut comparer à plusieurs stades de développement du peuplement. Trois niveaux de comparaison sont possibles et permettent d'isoler l'effet de différents facteurs. Premièrement, les comparaisons peuvent se faire par type écologique pour une essence donnée dans une même région écologique. Cela permet d'isoler l'effet des caractéristiques du milieu physique et de la végétation sur la croissance de l'essence en question. Deuxièmement, on peut faire les comparaisons par région écologique pour une essence et un type écologique donnés. Cela permet d'isoler l'effet du climat sur la fertilité de la station. Enfin, les comparaisons peuvent être réalisées par essence pour un même type écologique dans une région écologique donnée. On peut ainsi dégager des gradients de croissance entre les essences pour des sites ayant des caractéristiques de station similaires.

1.2. Intrans à la production de modèles de croissance et de productivité

Les $IQS_{station}$ peuvent servir à alimenter des modèles de croissance et de productivité. En effet, les analyses de tiges récoltées rendent possible le calcul de valeurs d' $IQS_{station}$, mais seulement pour les principaux types écologiques. Afin qu'on puisse obtenir une valeur liée à l'IQS (en m à 50 ans) ou à la productivité (en $m^3/ha/an$) sur toutes les stations du territoire forestier productif québécois, la construction de modèles de prédictions devient nécessaire.

2. QUELQUES NOTIONS DE PRODUCTIVITÉ POTENTIELLE

2.1. IQS potentiel

Le calcul de la productivité forestière est souvent traduit par l'IQS, qui se définit par la hauteur moyenne des arbres dominants d'un peuplement un âge de référence, habituellement 50 ans. Cet indice reflète généralement la fertilité d'un site et le potentiel de production d'un peuplement forestier (Monserud 1984). L'IQS exprime l'évolution verticale des tiges et fait alors intervenir la croissance en hauteur du peuplement. Il est reconnu que la croissance en hauteur n'est pas affectée par la densité du peuplement (Morris *et al.* 1994, Pothier 2002, Fleming *et al.* 2005), sauf lorsque celui-ci est trop dense (Smith *et al.* 1997). La croissance en hauteur dépend alors grandement de la qualité du site et du climat. L'uniformité de la croissance en hauteur sur une

station donnée est donc à la base du calcul de l'IQS, établi par la relation hauteur-âge des tiges (Tesch 1981).

Il existe une certaine réserve sur l'utilisation des IQS établis à partir des données traditionnelles d'inventaire pour évaluer le potentiel de croissance d'une station, car ces indices sont issus directement des variables relatives au peuplement. En effet, les arbres à l'étude sélectionnés, qui occupent une position sociale dominante dans le peuplement, n'ont peut-être pas été dominants toute leur vie (Monserud 1987, Raulier *et al.* 2003). Même s'ils ont été dominants toute leur vie, ils peuvent avoir subi des ralentissements de croissance en hauteur attribuables à des facteurs externes (facteurs autres que ceux liés à la station) (Monserud 1987, Saucier *et al.* 2006), faussant ainsi l'expression de la fertilité de la station. Afin que le potentiel de croissance d'une station soit évalué fidèlement, les arbres doivent présenter le moins possible de ralentissements de croissance attribuables à des facteurs externes. Du moins, les effets de ces ralentissements sur le calcul de l'IQS doivent être éliminés. Ainsi, la croissance potentielle ne sera le reflet que des conditions de milieu physique, de climat et de végétation de la station. On peut présumer que l'indice qui en découle, soit l'IQS_{station}, sera alors invariable dans le temps. On cherche avant tout à évaluer la croissance que les arbres auraient eue en l'absence de facteurs externes, puisque ceux-ci modifient significativement le patron de croissance en hauteur des tiges.

2.2. Causes des ralentissements de croissance

Les ralentissements de croissance sont très fréquents pour plusieurs essences croissant en peuplement naturel (Seymour et Fajvan 2001). Lorsque le ralentissement de croissance se produit tôt dans la vie de l'arbre, souvent lorsque celui-ci est à l'état de semis, on le qualifie d'oppression juvénile. C'est particulièrement le cas pour les essences tolérantes à l'ombre qui peuvent survivre pendant plusieurs années sous le couvert du peuplement. Lorsque le ralentissement survient plus tard dans la vie de l'arbre, plusieurs autres facteurs peuvent en être la cause. Il peut s'agir d'une forte compétition dans le peuplement, d'épisodes climatiques défavorables tels que le gel tardif ou le verglas qui ont affecté la pousse annuelle ou la cime de l'arbre, de défoliations causées par des insectes ou de maladies.

3. MATÉRIEL ET MÉTHODE

3.1. Description de l'échantillonnage et du territoire à l'étude

La collecte des données a été réalisée dans près de 1600 placettes d'analyses de tiges distribuées sur tout le territoire forestier du Québec méridional. D'autres analyses de tiges existantes provenant de travaux de la Direction de la recherche forestière (DRF) du MRN ont été récupérées et ont complété l'échantillon, pour un total de plus de 14 000 tiges. Ce large échantillon a permis une bonne représentation des principales essences et des sites les plus importants. Afin de pouvoir tenir compte des variations de la croissance en hauteur à l'échelle locale et à l'échelle régionale, on a stratifié la population selon deux niveaux du système hiérarchique de classification écologique du territoire (Saucier *et al.* 2009), soit la région écologique et le type écologique. Une carte illustrant les principaux niveaux du système hiérarchique de classification écologique du territoire est présentée à la figure 1, alors que la description de tous les niveaux est présentée à l'annexe 1 (tableau 6).

Le territoire forestier du Québec méridional présente une grande variété de conditions de site. Il est caractérisé par un climat très varié où les précipitations annuelles moyennes varient selon un axe est-ouest. Celles-ci sont plus élevées dans la partie est de la province. La température annuelle moyenne et la longueur de la saison de croissance sont similaires à l'intérieur d'un même domaine bioclimatique (tableau 1).

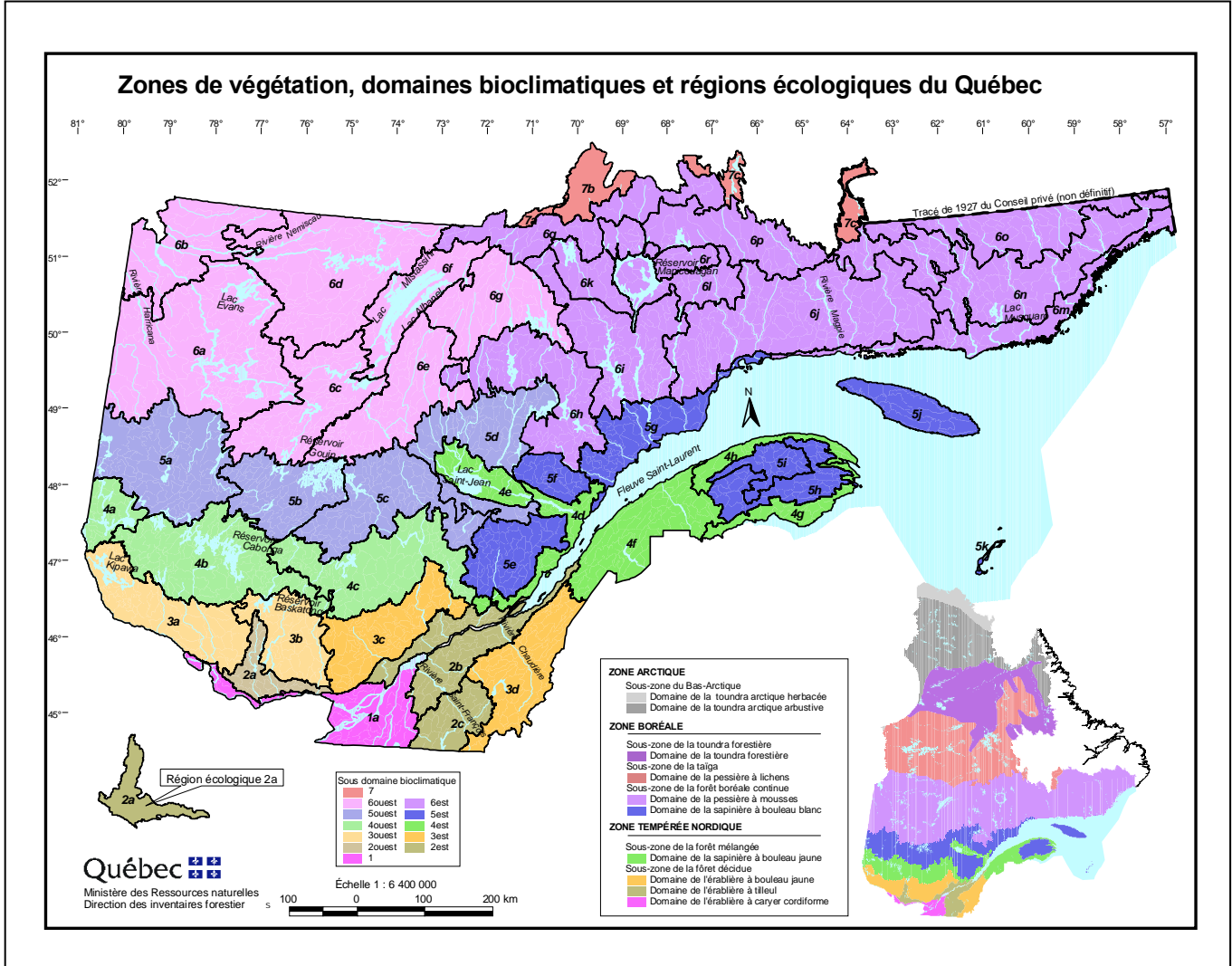


Figure 1. Zones de végétation, domaines bioclimatiques et régions écologiques du Québec méridional

Tableau 1. Caractéristiques climatiques des sous-domaines bioclimatiques à l'étude⁽¹⁾

Sous-domaine bioclimatique	Température annuelle moyenne (°C)	Précipitations annuelles moyennes (mm)	Longueur de la saison de croissance (jours)
2 Ouest	2,5 à 5	900 à 1000	150 à 225
2 Est	2,5 à 5	900 à 1300	170 à 190
3 Ouest	2,5 à 5	800 à 1100	170 à 180
3 Est	2,5 à 5	900 à 1400	160 à 190
4 Ouest	0 à 2,5	800 à 1100	160 à 170
4 Est	1,5 à 3,5	800 à 1600	140 à 170
5 Ouest	-2,5 à 2,5	800 à 1200	140 à 170
5 Est	-2,5 à 2,5	900 à 1600	130 à 160
6 Ouest	-2,5 à 0	700 à 1100	140 à 160
6 Est	-3,5 à 1	900 à 1300	110 à 140

(1) Les données du tableau sont tirées des 22 guides de reconnaissance des types écologiques des régions écologiques 2a à 6k et 6l produits par la DIF du MRN.

Les types écologiques retenus dans chaque région écologique ont été choisis en fonction de leur superficie sur les cartes à l'échelle de 1/20 000. En général, les types écologiques couvrant les superficies les plus importantes de chaque région écologique étaient sélectionnés. La définition des types écologiques sélectionnés et leur importance dans chaque région écologique sont présentées à l'annexe 1 (tableaux 7 et 8). En général, les types écologiques retenus couvraient plus de 60 % de la superficie de la région écologique (figure 2). Certains secteurs tels que les régions 4a, 4e et 4h, ont été peu représentés, ceux-ci étant surtout formés de terres privées, où il n'a pas été possible de recueillir des données. Enfin, aucune donnée n'a été recueillie dans la région 6m. Il est à noter que les données des régions 6b, 6o, 6p et 6q ont été recueillies dans le cadre du programme de l'inventaire forestier nordique. Étant donné que la méthode de sélection (des sites et des tiges) et de prise de mesures n'était pas tout à fait la même, aucun résultat n'est présenté dans ce document.

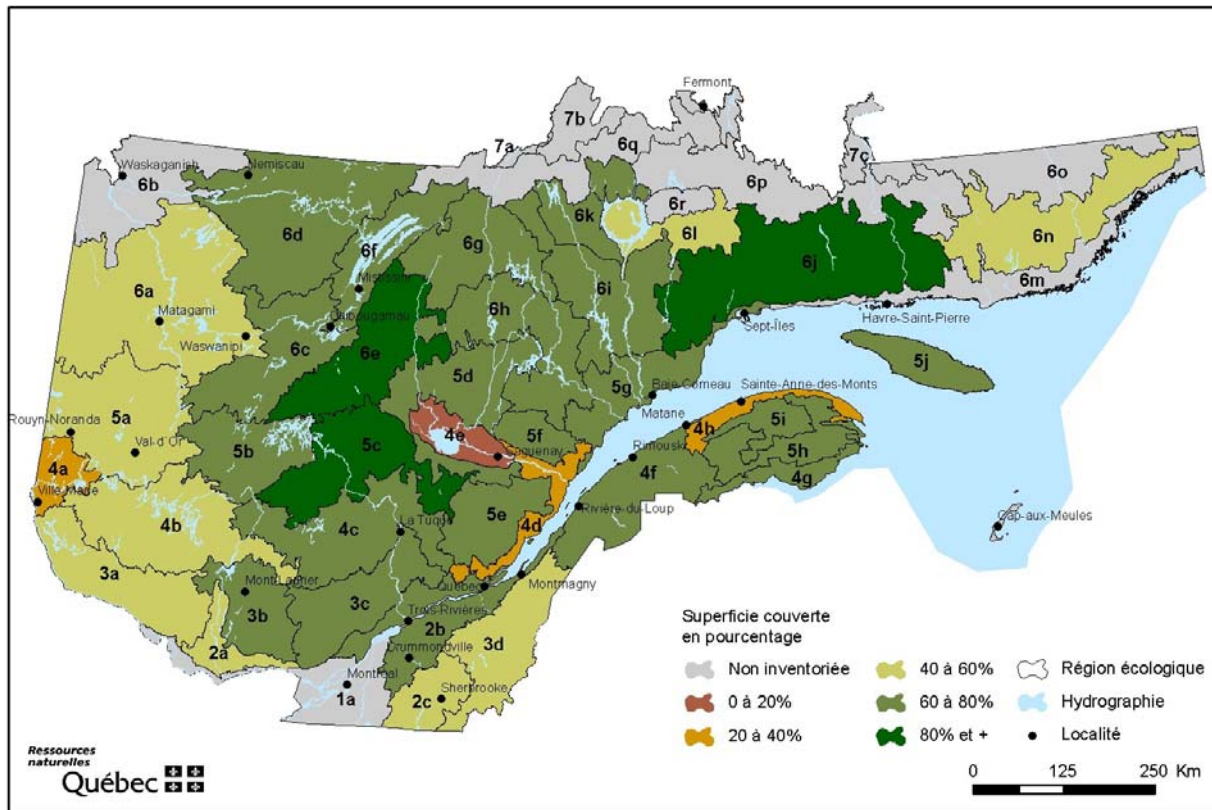


Figure 2. Importance de la superficie couverte par les analyses de tiges par région écologique

3.2. Prise des mesures et prélèvement sur le terrain

Une description des caractéristiques écologiques, du milieu physique et dendrométriques de la station et du peuplement a été réalisée pour chacune des placettes. Ces dernières étaient situées dans une portion de territoire présentant les mêmes caractéristiques édaphiques (dépôt de surface, texture et drainage du sol) ainsi que les mêmes caractéristiques de peuplement (nature, structure et densité du couvert). Un seuil minimal de densité C (40-60 %) du couvert a été retenu. Certaines tiges ont été récoltées quelque peu à l'extérieur de la placette, mais, pour ces tiges, les conditions du milieu étaient les mêmes que celles existant à l'intérieur de la placette.

Pour chaque type écologique d'une région écologique donnée, un nombre de 25 tiges par essence provenant d'au moins 5 placettes, bien réparties géographiquement sur le territoire, était visé. Cependant, ce nombre n'a pas toujours été atteint parce que certaines tiges ne répondaient pas aux critères à respecter, qui étaient les suivants :

- être située dans l'étage dominant ou codominant;
- être âgée d'au moins 50 ans, de préférence de 70 ans;
- posséder un tronc droit sans défauts apparents;
- avoir une seule tête (principalement dans le cas des résineux);
- ne pas être affectée par la carie à la souche;
- ne pas être infectée par la vermoulure ou d'autres pathogènes.

Parmi les autres pathogènes ont été considérés *Hypoxyylon mammatum*, *Ceratocystis fimbriata*, *Armillaria ostoyae* et *Phellinus tremulae* (dans le cas des feuillus). On observe ces pathogènes lorsqu'il y a présence de carpophores (fructifications généralement à la base des branches mortes), de chancres et de rhizomorphes sur la tige.

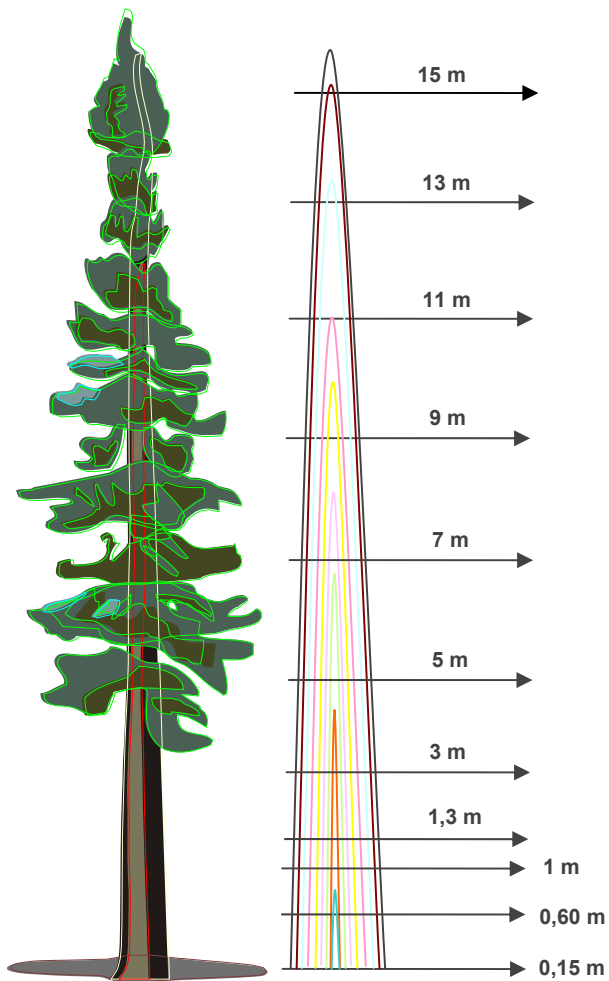
Pour des raisons économiques, seuls les peuplements situés à moins de 500 m du réseau routier ont été ciblés. Plus d'une essence était sélectionnée dans la placette si le type écologique renfermait plus d'une essence principale. Par exemple, pour un type écologique RS21, des tiges d'épinette noire et de sapins baumier ont été retenues. Les essences sélectionnées sont présentées au tableau 2.

Tableau 2. Nom français, nom botanique et code des essences étudiées

Nom français	Nom botanique	Code
Bouleau à papier	<i>Betula papyrifera</i> Marsh.	BOP
Épinette blanche	<i>Picea glauca</i> (Moench) Voss	EPB
Épinette noire	<i>Picea mariana</i> (Mill.) B.S.P.	EPN
Épinette rouge	<i>Picea rubens</i> Sarg.	EPR
Peuplier à grandes dents	<i>Populus grandidentata</i> Michx.	PEG
Peuplier faux-tremble	<i>Populus tremuloides</i> Michx.	PET
Pin blanc	<i>Pinus strobus</i> L.	PIB
Pin gris	<i>Pinus banksiana</i> Lamb.	PIG
Sapin baumier	<i>Abies balsamea</i> (L.) Mill.	SAB
Thuja occidental	<i>Thuja occidentalis</i> L.	THO

Chaque tige sélectionnée a été abattue et caractérisée. Afin de connaître l'évolution de la croissance en hauteur de la tige, qui est nécessaire pour déterminer l'IQS, on a prélevé des échantillons sous forme de rondelles à 0,15 m de hauteur, 0,60 m, 1 m, 1,30 m et 3 m, puis tous les 2 m jusqu'à l'apex de la tige (figure 3).

Il est à noter que la sélection, la prise des mesures ainsi que le prélèvement des arbres sont expliqués en détail dans un document normatif du MRN (ministère des Ressources naturelles et de la Faune 2006).

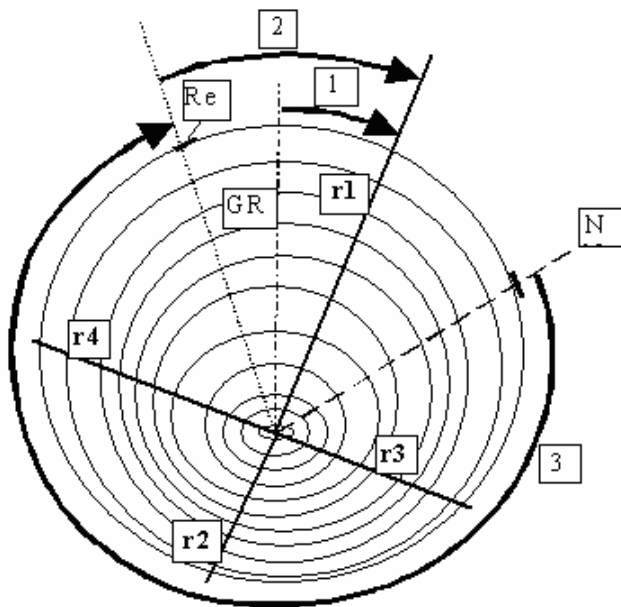


Adapté de Grondin 2001.

Figure 3. Prélèvement des rondelles sur l'arbre à récolter

3.3. Mesure des accroissements en diamètre en laboratoire

Les accroissements en diamètre ont été mesurés en laboratoire sur des échantillons secs et sablés. Pour les rondelles prélevées à 0,15 m, 0,60 m, 1 m et 1,30 m, les mesures ont été prises à partir de quatre rayons, alors qu'elles ont été prises à partir de deux rayons pour les autres rondelles. Les rayons ont été placés à angle droit et décalés de $22,5^\circ$ par rapport au grand axe de la rondelle de 0,15 m selon la méthode proposée par Zarnovican (1985) (figure 4). Toutes les mesures des différentes rondelles ont été alignées selon un axe de référence qui a été tracé lors de l'abattage de la tige.



RE : Ligne de référence (peinture jaune sur toute la longueur de la tige)

GR : Le plus grand rayon

N : Nord géographique (peinture bleue sur les rondelles de la base de l'arbre)

1 : Angle de 22,5 degrés (entre GR et r1)

2 : Angle de référence (entre RE et r1)

3 : Angle entre N et Re (mesuré seulement sur la rondelle de 1,0m) **r1, r2, r3, r4** : Les rayons le long desquels les cernes sont datés et dénombrés au binoculaire et mesurés au lecteur optique (4 rayons à la base de la tige, 2 rayons par la suite)

Figure 4. Rayons à partir desquels ont été mesurés les accroissements

On a examiné chaque rayon au microscope binoculaire afin de dénombrer et de dater tous les cernes annuels de croissance. Le marquage des cernes a été réalisé de l'extérieur de la rondelle (dernière année de croissance complète) vers le centre, en marquant le début et la fin d'une décennie (1990, 1980, etc.). D'éventuels cernes absents ou caractéristiques de certaines années ont aussi été détectés. Les rayons de toutes les rondelles ont été numérisés, et la largeur des cernes a été mesurée automatiquement avec le logiciel WINDENDRO (Guay *et al.* 1992). Les cernes détectés avec le logiciel ont été corrigés de façon que leur nombre corresponde à celui déterminé au microscope binoculaire. On a aussi vérifié que les marqueurs des cernes du logiciel étaient bien tangents aux cernes.

La qualité des mesures de largeur des cernes a été vérifiée par une équipe indépendante, qui a mesuré de nouveau une partie des rayons et qui a effectué l'interdatation des cernes annuels à l'aide du logiciel du domaine public COFECHA (Holmes 1983). Les croissances annuelles ont ainsi été comparées, et les cernes pour lesquels les fortes variations de largeur suggéraient une mauvaise datation ont été décelés.

L'interdatation a été effectuée à deux niveaux. D'abord, la cohérence du nombre et de la largeur des cernes de tous les rayons pour chacune des tiges a été vérifiée. Dans les cas où une divergence existait, une analyse des images ou des échantillons permettait la correction. Ensuite, on a effectué l'interdatation des rayons de la rondelle prélevée à 1 m de toutes les tiges provenant d'une même placette. On a ainsi pu vérifier la coïncidence des cernes caractéristiques et valider le travail effectué.

3.4. Calcul des patrons de croissance

Les accroissements ont été calculés à l'aide du logiciel ANATI, programmé sous Matlab et conçu par la DRF du MRN. Ce logiciel permet de reconstituer l'évolution de la croissance d'une tige à partir d'un ensemble de rondelles prélevées sur celle-ci. Il calcule, pour chaque tige analysée, les accroissements annuels en diamètre, en surface terrière, en hauteur et en volume ainsi que les accroissements cumulatifs de chacune de ces variables. Les accroissements annuels en hauteur correspondent au quotient de la différence de hauteur entre deux rondelles successives et le nombre d'années qui sépare ces deux rondelles (Grondin *et al.* 2000). C'est à partir des patrons de croissance en hauteur qu'il a été possible de détecter les ralentissements de croissance sur chacune des tiges (voir la section 3.6).

3.5. Élimination des tiges dans la modélisation

Une proportion non négligeable (30 %) des tiges a dû être éliminée des analyses pour diverses raisons. Il s'agit des tiges cariées à 1 m et plus de hauteur, de celles présentant une croissance trop irrégulière, des arbres vétérans ou intermédiaires et des arbres établis avant 1880.

3.5.1. Arbres cariés

Les tiges cariées à 1 m et plus de hauteur ont été rejetées parce qu'il est nécessaire d'avoir l'âge à cette hauteur pour pouvoir calculer un IQS. En effet, la hauteur de référence pour le calcul de l'âge a été fixée à 1 m, ce qui permet d'éliminer une grande partie de l'oppression juvénile.

3.5.2. Arbres à croissance irrégulière

Certaines tiges qui présentaient une croissance irrégulière ne pouvant pas être expliquée par les épidémies d'insectes ont été éliminées des analyses. Cette croissance irrégulière est caractérisée par une alternance de périodes de forte et de faible croissance. Ce phénomène pourrait être attribuable, notamment, à une ancienne blessure à l'apex de la tige ou encore à une très forte compétition pendant une certaine période. Ces tiges sont difficilement traitables par les modèles statistiques.

3.5.3. Arbres établis pendant la période du petit âge glaciaire (1570-1880)

Dans la littérature, on rapporte une certaine tendance à l'augmentation de la productivité des forêts depuis la fin du 19^e siècle, particulièrement en Europe (Becker *et al.* 1995, Jacoby *et al.* 1996, Bernier et Houle 2005). En forêt boréale québécoise, Gagné (2000) ainsi que Dupouey *et al.* (2002) font état d'une tendance à l'augmentation de la croissance des arbres à long terme pour l'EPN du nord du Lac-Saint-Jean et de la Côte-Nord. Grondin *et al.* (2000) ont noté la même tendance pour l'EPN en Abitibi. De plus, une étude portant sur la croissance juvénile de l'EPN en forêt boréale du nord-ouest du Lac-Saint-Jean montre qu'une augmentation de la croissance en hauteur de semis d'EPN établis au 20^e siècle atteint le double de la croissance juvénile des arbres mères établis au 19^e siècle (Fantin et Morin 2002). L'établissement des peuplements au moment d'une période climatique défavorable (petit âge glaciaire), ainsi qu'une augmentation du CO₂ atmosphérique et de la température, pourrait expliquer les écarts de taux de croissance entre ces deux périodes (Gagné 2000, Dupouey *et al.* 2002, Fantin et Morin 2002). En éliminant les tiges établies pendant cette période, on s'assure ainsi d'obtenir une meilleure estimation de la vraie croissance potentielle exprimée au cours du 20^e siècle.

3.5.4. Arbres vétérans ou intermédiaires

Les arbres vétérans sont généralement nettement plus âgés que les autres arbres et présentent souvent un taux d'accroissement plus faible. La plupart du temps, ces arbres s'étaient établis avant 1880 et étaient donc déjà éliminés des analyses. Les arbres intermédiaires ont aussi été rejetés. Étant donné que ces arbres ont probablement été opprimés la majeure partie de leur vie, leur croissance est plus faible, apportant ainsi une estimation à la baisse dans l'évaluation de la croissance potentielle.

3.6. Correction des ralentissements de croissance

Bon nombre de facteurs influencent la croissance d'un peuplement sur une station. Parmi ces facteurs, on trouve des variables liées à la végétation, au climat et au milieu physique. Ces variables expriment directement le potentiel de fertilité de la station. D'autres facteurs, tels que la compétition inter et intraspécifique de même que les perturbations naturelles et anthropiques, peuvent aussi influencer la croissance d'un peuplement. Pour obtenir une estimation juste du potentiel de croissance des arbres sur une station, il faut soit éliminer les tiges ayant subi des ralentissements de croissance, soit déterminer les causes de ces ralentissements et corriger leurs effets. Compte tenu de la fréquence élevée de l'oppression juvénile des tiges de certaines essences tolérantes à l'ombre et de la récurrence des épidémies d'insectes dans les forêts du Québec, la correction de ces ralentissements a été prise en compte dans le traitement des données.

4. DÉMARCHE MENANT AU CALCUL DES $IQS_{STATION}$

Pour calculer les $IQS_{station}$ pour les principales essences commerciales, on a modélisé la croissance en hauteur potentielle et tenu compte de la classification écologique. Pour ce faire, on a formulé un modèle applicable aux données d'analyses de tiges. Étant donné que des mesures sont prises à différentes hauteurs sur chaque arbre (mesures répétées), les données d'analyses de tiges permettent de prendre en compte la corrélation entre les mesures des tiges modélisées. La forme générale du modèle ajusté aux données d'analyses de tiges pour décrire la relation entre la hauteur et l'âge d'une tige est une courbe de forme sigmoïdale (figure 5).

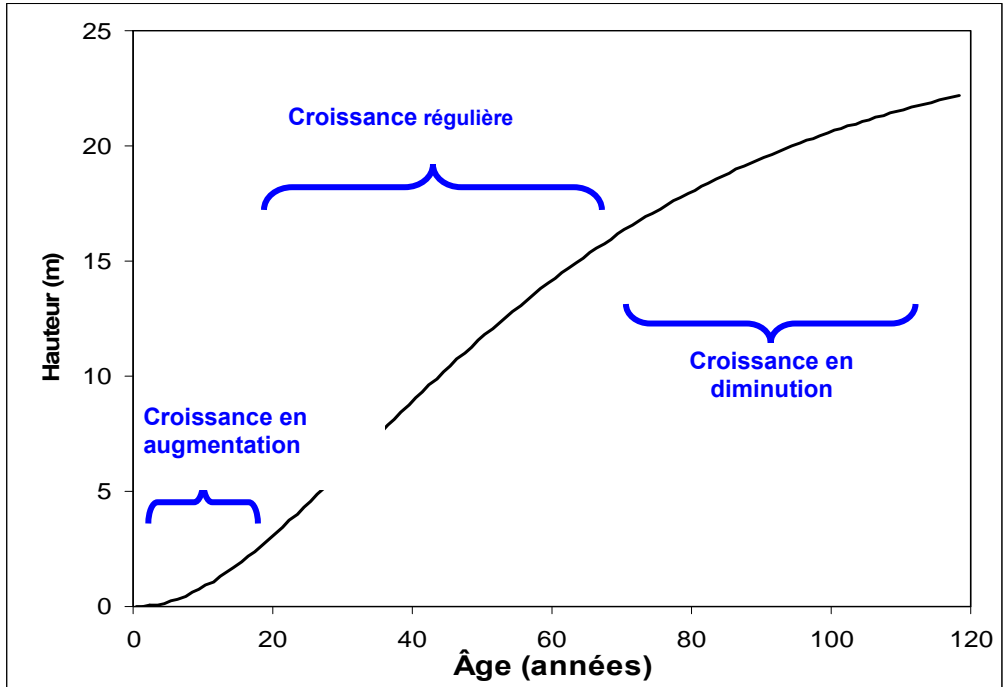


Figure 5. Forme générale de la relation entre la hauteur et l'âge d'une tige

Le calcul des $IQS_{station}$ a été réalisé suivant une démarche comportant différentes étapes successives. La figure 6 illustre cette démarche qui a mené à l'élaboration d'une courbe de croissance en hauteur potentielle (courbe hauteur-âge corrigé), par essence, pour les principaux types écologiques d'une région écologique donnée.

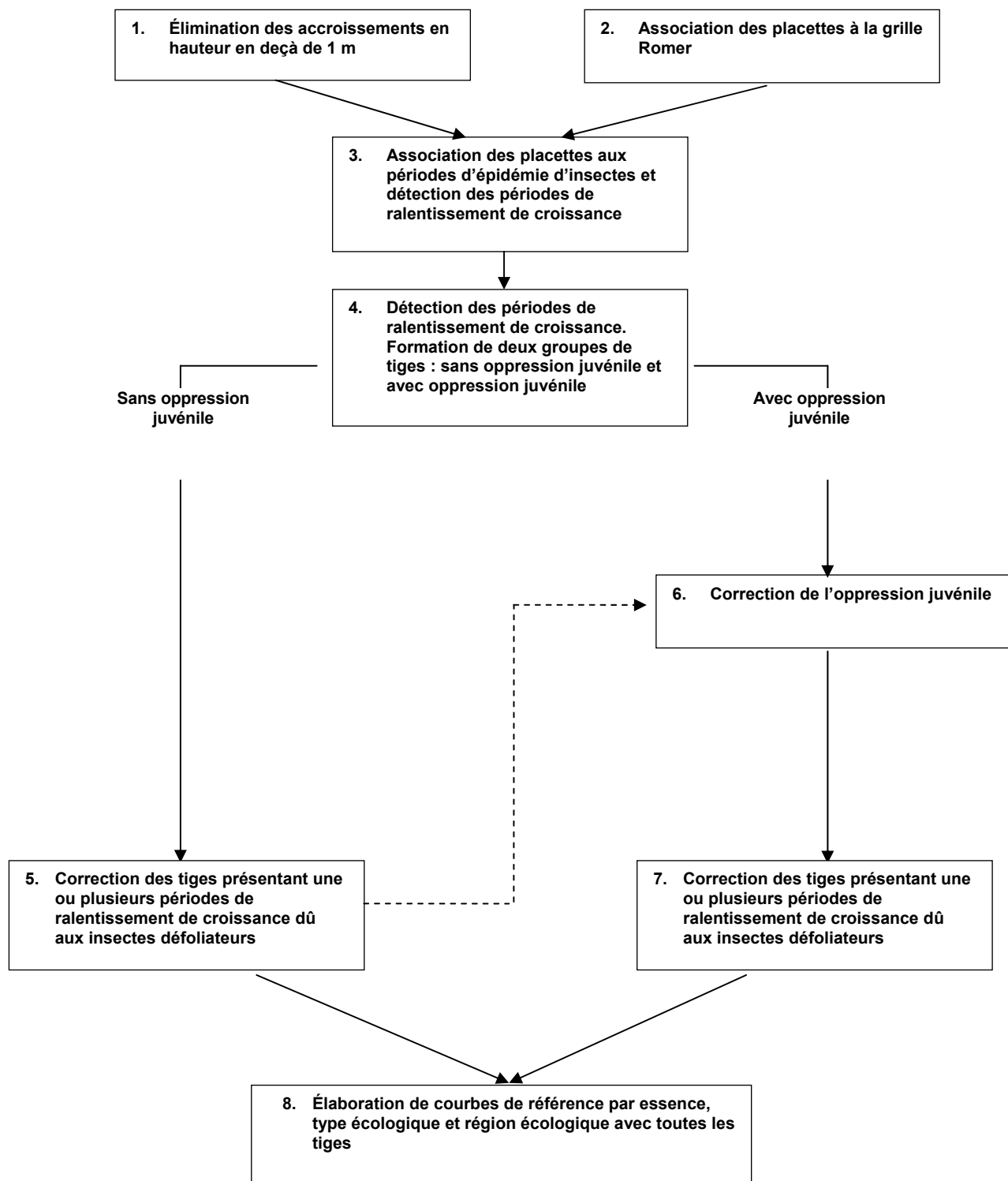


Figure 6. Démarche pour le calcul des $IQS_{station}$

4.1. Élimination des accroissements en hauteur en deçà de 1 m

Pour cette première étape, on a éliminé, pour chacune des tiges, tous les accroissements sous 1 m de hauteur en raison de la fréquence des périodes d'oppression, phénomène observé surtout pour les essences tolérantes à l'ombre. La hauteur de référence, soit celle où l'on considère que l'âge est de 0, a ainsi été fixée à 1 m (Lapointe *et al.* 1999, Bédard 2002). Cela a permis l'élimination partielle de la période d'oppression liée au stade juvénile. Toutefois, l'examen des graphiques hauteur-âge à 1 m a indiqué que bon nombre de tiges montraient toujours une certaine forme d'oppression même à cette hauteur. Cela concorde avec les résultats de Zarnovican (1981) et Bédard (2002) qui démontrent que l'oppression peut encore affecter les tiges au-delà de 1,30 m. Cette oppression a été corrigée à une étape ultérieure.

4.2. Données de défoliation

Depuis 1938, la Direction de la protection des forêts du MRN réalise des relevés aériens de la défoliation causée par les insectes des peuplements forestiers pour l'ensemble du Québec méridional, à l'exception de la région écologique 6n, où aucun relevé n'a été réalisé jusqu'à ce jour. Les insectes défoliateurs sont le diprion de Swaine (*Neodiprion swainei* Midd.) pour le PIG, la tordeuse des bourgeons de l'épinette (TBE) (*Choristoneura fumiferana* Clem.) pour le SAB et les épinettes ainsi que la livrée des forêts (*Malacosoma disstria* Hbn.) pour le BOP et les peupliers. Ces relevés aériens des aires défoliées sont réalisés annuellement selon une série de parcelles (grille Romer) couvrant une grande portion du territoire. La superficie d'une parcelle de la grille Romer est d'environ 60 km², soit 5 minutes en latitude et 5 minutes en longitude. Chaque parcelle est caractérisée selon un degré de défoliation, soit l'absence d'infestation ou la présence d'une infestation légère, modérée ou grave (Gray *et al.*, 2000). Pour la présente étude, chacune des placettes a été associée à une parcelle de la grille Romer au moyen d'un système d'information à référence spatiale. Ainsi, on a pu établir un lien entre les périodes d'épidémie d'insectes et les ralentissements de croissance des tiges étudiées (Patry 2004).

4.3. Détection des périodes de ralentissement de croissance

Pour cette étape, on a adapté un programme pour détecter automatiquement les périodes de ralentissement de croissance en début de vie (oppression juvénile) et celles dues aux épidémies d'insectes selon différents critères pour chacune des tiges. On visait ainsi à comparer la croissance en hauteur d'une période épidémique (ou d'oppression) à la croissance moyenne de la tige.

La détection des périodes de ralentissement de croissance s'est faite à deux niveaux. Dans un premier temps, on a détecté les périodes de ralentissement correspondant aux années au cours desquelles les accroissements en hauteur étaient inférieurs à la moyenne moins trois écarts-types de l'accroissement de la tige (excluant la période d'oppression juvénile dans le cas de la détection de la période épidémique). Pour qu'une période soit considérée comme épidémique, un relevé de défoliation d'insectes devait avoir été fait pendant cette période, ou au plus cinq ans avant. En effet, il peut s'écouler jusqu'à cinq années avant qu'une période de ralentissement soit détectée, car les incidences de la défoliation sur la croissance des arbres peuvent prendre quelques années avant d'apparaître (Blais 1958).

Dans un deuxième temps, afin d'être retenues, les périodes de ralentissement devaient respecter certains seuils basés sur la croissance avant, pendant et après ces périodes. La

période d'oppression juvénile devait être suivie d'une reprise de croissance moyenne supérieure d'au moins 33 % à celle pendant la période. Pour ce qui est de la période épidémique, la croissance moyenne pendant cette période devait être inférieure à 75 % de celle avant la période. De plus, cette période devait être suivie d'une reprise de croissance notable, soit une hausse moyenne d'au moins 12,5 %. De cette façon, on s'assurait que la tige était vraiment affectée et qu'elle n'était tout simplement pas en phase de sénescence.

Lorsqu'on évalue les seuils, les accroissements moyens avant et après la période sont basés sur les cinq années précédentes ou suivantes. Aussi, les cinq dernières années n'ont pas fait partie des périodes de ralentissement, et ce, afin que les données à la fin de la croissance soient conservées. Les périodes de sénescence ont également été exclues des périodes de ralentissement de croissance associées aux épidémies d'insectes. Jusqu'à sept périodes de défoliation pouvaient être détectées sur une même tige. Pour éviter une surcorrection causée par certaines fluctuations climatiques, chacune des périodes de défoliation devait avoir une durée minimale de cinq ans.

À la fin de cette étape, deux fichiers distincts ont été créés, en fonction de la présence ou non de l'oppression juvénile. Le premier fichier contenait les tiges sans oppression, et le second, les tiges avec oppression.

4.4. Correction des tiges sans oppression juvénile

La correction des tiges présentant une ou plusieurs périodes de ralentissement de croissance attribuable aux insectes défoliateurs a été effectuée au moyen d'un modèle mathématique (Lapointe *et al.* 1999, Bédard 2002). Ainsi, on a ajouté des variables binaires à l'équation de Chapman-Richards (Richards 1959) (équation 1), selon la méthode utilisée par Riopel (1999), pour obtenir l'équation permettant de corriger les tiges (équation 2). Après avoir défini une variable Z_{1i} valant 1 si l'observation i survient après la période épidémique et 0 sinon, les données de croissance associées à cette période étaient retirées, et la courbe était ajustée sur la base de l'équation 2.

Équation 1

$$\text{Hauteur}_i = 1,0 + b_1[1 - \exp(-b_2 \times \text{âge}_i)]^{b_3}$$

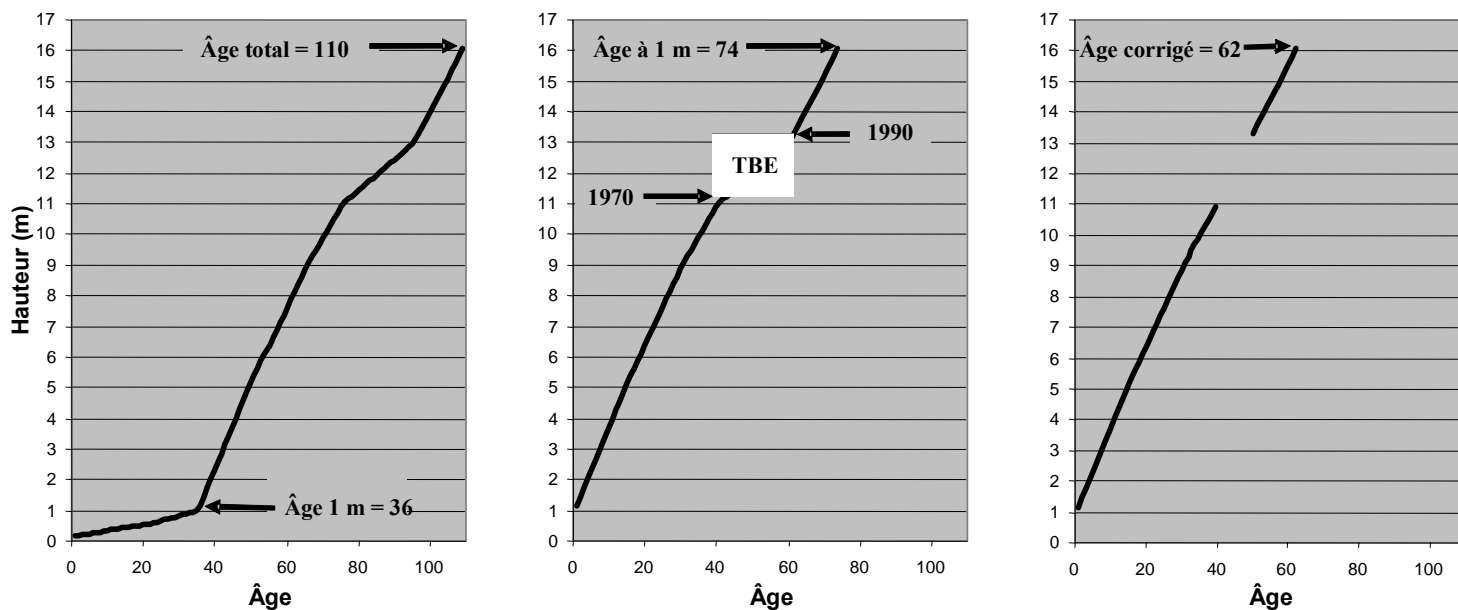
Équation 2

$$\text{Hauteur}_i = 1,0 + b_1[1 - \exp(-b_2 \times (\text{âge}_i + c_1 \times Z_{1i}))]^{b_3}$$

Dans ces équations, b_1 , b_2 et b_3 sont les coefficients de régression, et \exp est la fonction exponentielle (dans la base du logarithme népérien). La valeur estimée c_1 est utilisée afin d'ajuster l'âge après une période épidémique. Elle reproduit le ralentissement de croissance de la tige (ou le retard sur l'âge) causé par la période d'épidémie. Si plus d'une période épidémique était détectée sur une tige, d'autres variables binaires Z_1 étaient ajoutées, et le modèle était modifié en conséquence.

Cette correction a eu pour effet de diminuer l'âge de la tige par rapport à son âge biologique. Les données ainsi corrigées et ne contenant plus l'effet des défoliations ont été utilisées pour la modélisation finale. La figure 7 présente un exemple de la correction d'une courbe hauteur-âge

d'un SAB (région écologique 5g, type écologique MS22) ayant subi un ralentissement de croissance dû à l'oppression juvénile (en deçà de 1 m de hauteur) et à la TBE.



A. Croissance en hauteur d'une tige de SAB à partir de la souche (0.15 m).

B. La hauteur de référence est reportée à 1 m. La période d'oppression juvénile est, dans ce cas éliminée. La période de croissance ralentie due à la TBE est toujours présente (1970-1990).

C. Les données associées à la période de défoliation par la TBE sont retirées. L'élimination de cette période est effectuée par une translation latérale des données d'âge.

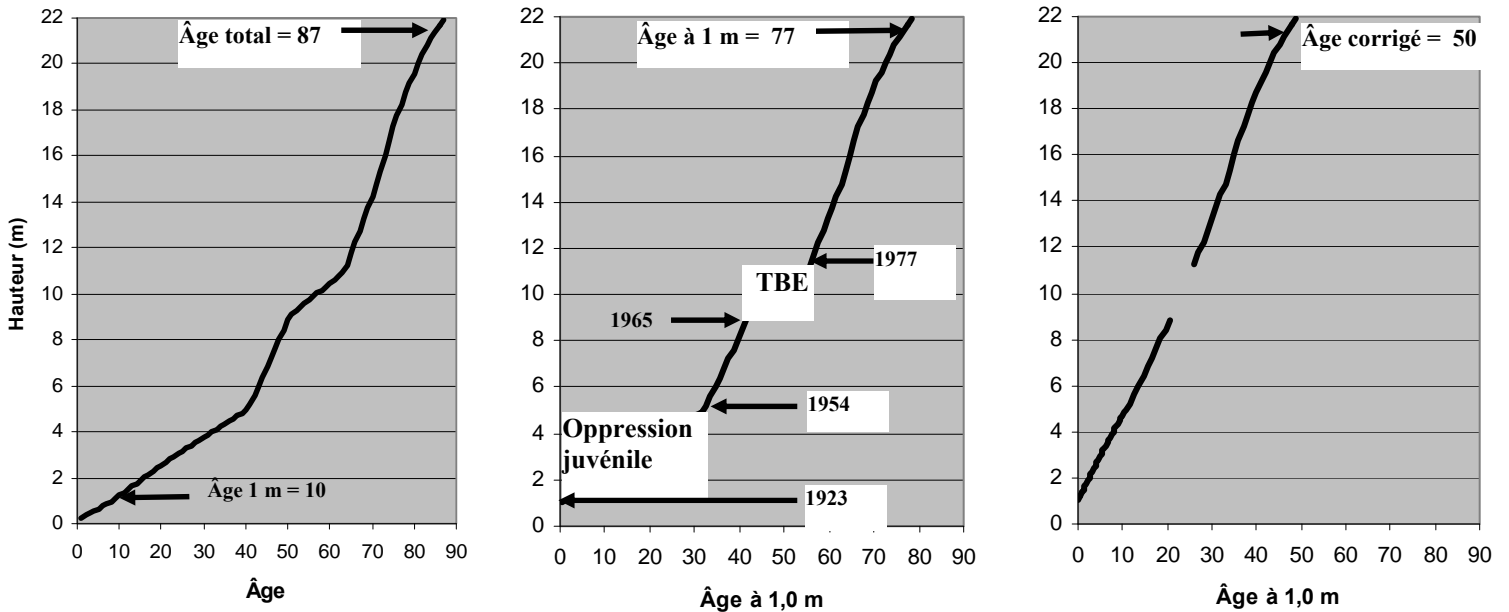
Figure 7. Correction d'une courbe hauteur-âge d'une tige de SAB ayant subi un ralentissement de croissance dû à l'oppression juvénile et à la TBE

4.5. Correction des tiges avec oppression juvénile

Pour corriger l'âge des tiges avec oppression juvénile (à plus de 1 m de hauteur), on a remplacé leur taux de croissance en hauteur au cours de la période par celui d'une tige n'ayant pas subi d'oppression juvénile et choisie de façon aléatoire. On a réalisé cette correction par essence, type écologique et région écologique, pour s'assurer que les arbres avaient crû dans des conditions similaires. Si, dans une région écologique donnée, un type écologique n'avait pas de courbe de référence, une courbe provenant d'un type écologique aux caractéristiques similaires était utilisée.

Par la suite, on a corrigé à nouveau l'âge des tiges pour tenir compte des périodes de ralentissement de croissance dû aux épidémies d'insectes, au moyen de la méthode utilisée pour les tiges ne présentant pas d'oppression juvénile. La figure 8 présente un exemple de la correction d'une courbe hauteur-âge d'un SAB (région écologique 3b, type écologique MJ12) ayant subi des ralentissements de croissance dus à l'oppression juvénile et à la TBE.

La figure 9 présente un exemple de la correction des courbes hauteur-âge de 25 EPN d'un même type écologique (RE25) de la région écologique 5b.



A. Croissance en hauteur d'une tige de SAB à partir de la souche (0,15 m).

B. La hauteur de référence est reportée à 1 m. Les périodes de croissance ralentie due à l'oppression juvénile et à la TBE sont toujours présentes (respectivement 1923-1954 et 1965-1977).

C. Les données associées aux périodes de croissance ralentie due à l'oppression juvénile et à la TBE sont retirées. On corrige la tige en ajustant l'âge après ces périodes pour enlever l'effet de retard causé par celles-ci par une translation latérale des données d'âge.

Figure 8. Correction d'une courbe hauteur-âge d'un SAB ayant subi des ralentissements de croissance dûs à l'oppression juvénile et à la TBE

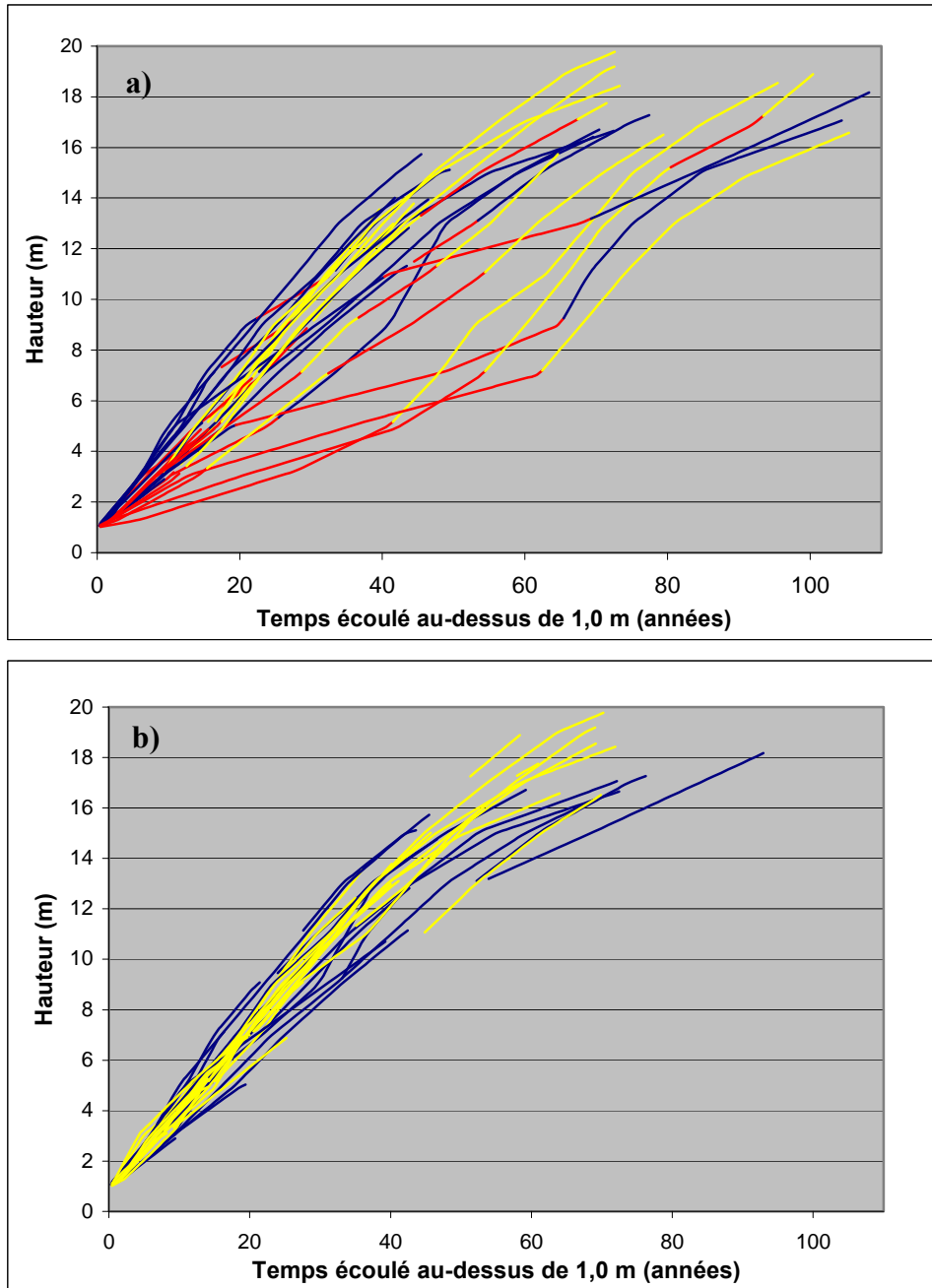


Figure 9. Correction des courbes hauteur-âge de l'EPN du type écologique RE25 dans la région écologique 5b.

Note : figure a) : avant correction; figure b) : après correction. En bleu : tiges sans oppression; en jaune : tiges à corriger (figure a) ou corrigées (figure b); en rouge : périodes à corriger

4.6. Modélisation de la croissance en hauteur potentielle

La modélisation de la croissance en hauteur potentielle au moyen de données d'analyses de tiges permet de bien représenter la forme caractéristique de la croissance en hauteur. Aussi, étant donné que des mesures sont prises à différentes hauteurs sur chaque arbre (mesures répétées), les données d'analyses de tiges permettent de prendre en compte la corrélation entre les mesures des tiges modélisées. Il en résulte une meilleure inférence statistique, et ce, avec un échantillon plus petit que les échantillons pour les méthodes statistiques s'appliquant aux autres types de données (ex. : carottes dendrométriques).

Comme le processus d'interpolation réalisé par ANATI a fourni des valeurs à des espacements fixes dans le temps (chaque année), engendrant ainsi de nouvelles observations, le nombre d'observations dans la base de données corrigées était plus grand que celui dans la base de données originales. Ainsi, seules les observations associées aux années où les hauteurs interpolées étaient les plus près de 1,30 m et de chaque mètre ont été conservées pour la modélisation de la croissance en hauteur potentielle (ou croissance observée; voir la section 4.7).

4.6.1. Formulation générale du modèle

Étant donné la nature du problème et le type de données, la formulation d'un modèle non linéaire mixte, avec une structure de corrélation pour tenir compte des mesures répétées sur une même tige, s'est avérée une méthode statistique appropriée. Ce modèle a été ajusté aux données d'analyses de tiges au moyen du programme SAS FITNLM, conçu spécialement pour cette application par Lapointe (communication personnelle, 1995). Ce programme fait appel à la macro NLINMIX de SAS (Wolfinger 1993, Littell *et al.* 1996). Le modèle est qualifié de mixte parce qu'il comporte à la fois une portion d'effets fixes, sous forme de coefficients de régression, et une portion d'effets aléatoires (effets aléatoires de tiges¹) qui viennent modifier la valeur des paramètres fixes. La portion associée aux paramètres fixes permet de fixer la courbe moyenne de chaque m groupes. Quant à la portion aléatoire, elle permet de tenir compte de l'écart entre la courbe d'une tige et la courbe moyenne du groupe auquel elle appartient.

Dans la formulation générale proposée par Lindstrom et Bates (1990) et adaptée au problème de la modélisation de la croissance en hauteur potentielle, le modèle, sous sa forme matricielle, se présente comme suit :

Équation 3

$$\mathbf{y}_{ij} = \mathbf{f}_{ij}(\boldsymbol{\varphi}_{ij}, \mathbf{X}_{ij}) + \mathbf{e}_{ij} \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n_i$$

$$\text{où } \boldsymbol{\varphi}_{ij} = \mathbf{A}_i \boldsymbol{\beta}_i + \mathbf{B}_i \mathbf{b}_{ij}, \quad \mathbf{b}_{ij} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \mathbf{D}_i), \quad \mathbf{e}_{ij} \sim \mathbf{N}(\mathbf{0}, \sigma_i^2 \boldsymbol{\Lambda}_{ij})$$

1. Même si elle n'a pas été prise en considération, une composante de type « placette » aurait pu faire l'objet d'un élément additionnel du modèle sous la forme d'un ou de plusieurs termes d'effets aléatoires. Toutefois, étant donné la relativement faible concentration de l'échantillonnage des tiges d'une même essence, par placette, et des difficultés additionnelles que cela aurait engendré dans l'estimation des paramètres, cette formulation plus complexe n'a pas été retenue lors de la conception du programme SAS FITNLM.

Dans ce modèle, les différentes composantes sont définies comme suit :

- \mathbf{y}_{ij} : vecteur des k_{ij} mesures répétées de la variable réponse (hauteur) sur l'individu j (tige) du groupe i (type écologique);
- $\mathbf{f}_{ij}(\cdot)$: fonction $f(\cdot)$ utilisée pour spécifier l'équation du modèle (Weibull, Chapman-Richards, logistique) pour chacune des k_{ij} mesures de hauteur sur la tige j du type écologique i ;
- $\boldsymbol{\beta}_i$: vecteur des p paramètres (effets fixes) correspondant au type écologique i ;
- \mathbf{A}_{ij} , \mathbf{B}_{ij} : matrices d'incidence de la tige j du type écologique i , de dimensions $(n_{ij} \times p)$ et $(n_{ij} \times q)$, liées respectivement aux portions fixe et aléatoire du modèle;
- \mathbf{X}_{ij} : matrice des variables explicatives du modèle pour la tige j du type écologique i , de dimensions $(n_{ij} \times p)$. Dans la formulation de Lindstrom et Bates (1990), cette matrice est étroitement associée à la matrice d'incidence \mathbf{A}_{ij} (par un produit de Hadamard) pour former la matrice de spécification associée aux effets fixes du modèle;
- \mathbf{b}_{ij} : vecteur des q effets aléatoires de la tige j du type écologique i ($q \leq p$), suivant une distribution normale multivariée de moyenne $\mathbf{0}$ et de matrice de variance-covariance \mathbf{D}_i . Les vecteurs \mathbf{b}_{ij} sont considérés comme indépendants entre eux;
- \mathbf{e}_{ij} : vecteur des erreurs résiduelles, suivant une distribution normale multivariée de moyenne $\mathbf{0}$ et de matrice de variance-covariance $\sigma_i^2 \boldsymbol{\Lambda}_{ij}$. Les vecteurs \mathbf{e}_{ij} sont considérés comme indépendants entre eux et indépendants des \mathbf{b}_{ij} .

Plus spécifiquement, le modèle dans sa forme utilisant la fonction de Chapman-Richards (à trois paramètres) pour la modélisation de la croissance en hauteur peut s'écrire comme suit :

Équation 4

$$H_{ijk} = 1 + (\beta_{1,i} + b_{1,ij})(1 - \exp(-(\beta_{2,i} + b_{2,ij}) AGEC_{ijk}))^{\beta_{3,i} + b_{3,ij}} + e_{ijk}$$

Le modèle utilisant la fonction de Weibull (à trois paramètres) s'écrit comme suit :

Équation 5

$$H_{ijk} = 1 + (\beta_{1,i} + b_{1,ij})(1 - \exp(-(\beta_{2,i} + b_{2,ij}) AGEC_{ijk}^{\beta_{3,i} + b_{3,ij}})) + e_{ijk}$$

Enfin, le modèle utilisant la fonction logistique (à trois paramètres) passant au point de coordonnées ($AGEC = 0, H = 1$) se présente comme suit, dans sa forme simplifiée avec un seul effet aléatoire sur le paramètre b_1 :

Équation 6

$$H_{ijk} = 1 + (1 - \beta_{1,i} + b_{1,ij}) / (1 + \exp(-\beta_{2,i} \beta_{3,i})) + (\beta_{1,i} + b_{1,ij}) / (1 + \exp(-\beta_{2,i} AGEC_{ijk} + \beta_{3,i})) + e_{ijk}$$

Dans ces trois formes d'équation, H_{ijk} et $AGEC_{ijk}$ représentent respectivement la hauteur et l'âge corrigé à la mesure k ($k = 1, \dots, n_{ij}$) de la tige j du type écologique i . De plus, le lien avec la forme matricielle générale pour ses équations spécifiques s'établit ainsi :

$$\mathbf{b}_{ij} = [b_{1,ij}, b_{2,ij}, b_{3,ij}] \sim N(0, \mathbf{D}_i)$$

$$\mathbf{e}_{ij} = [e_{ij1}, e_{ij2}, \dots, e_{ijm_j}] \sim N(0, \sigma_i^2 \mathbf{\Lambda}_{ij})$$

Pour ces deux composantes, on postule les mêmes hypothèses que celles citées précédemment dans la formulation générale du modèle à l'équation 3.

Dans la majorité des cas (comme à l'équation 6), seul un ou deux termes d'effets aléatoires sont nécessaires et/ou peuvent être postulés. De plus, les matrices de variance-covariance associées aux \mathbf{b}_{ij} et aux \mathbf{e}_{ijk} peuvent prendre des formes plus ou moins simplifiées selon qu'il est raisonnable ou non de postuler l'hypothèse d'homogénéité des variances entre les groupes et selon qu'il y a plus ou moins d'effets aléatoires.

Enfin, pour tous les modèles postulés, la matrice $\mathbf{\Lambda}_{ij}$ correspond à la portion liée à la corrélation dans la matrice de variance-covariance d'un processus autorégressif d'ordre 1 (noté AR(1)) (Littell *et al.* 1996, p. 93).

4.6.2. Spécification du modèle par essence et région écologique

Afin d'obtenir des valeurs d'IQS_{station} valables, lesquelles sont déduites des courbes de croissance en hauteur potentielle, les modèles doivent être bien spécifiés dans l'ensemble de leurs composantes. À cet effet, en plus du choix de la fonction et des effets aléatoires à considérer, la spécification des structures de covariance pour les composantes \mathbf{b}_{ij} et \mathbf{e}_{ijk} du modèle s'avère importante, car elle permet d'influencer de manière significative l'inférence statistique qui en résulte.

Exploration préliminaire des données

Grâce à l'exploration préliminaire des graphiques hauteur-âge par tige, on a pu visualiser la forme générale des courbes de croissance et détecter la présence de données aberrantes. De plus, on a pu vérifier si de l'oppression juvénile ou toute autre forme de ralentissements de croissance (ex. : épidémies d'insectes) étaient encore présents dans les données ou, encore, si l'échantillon présentait trop peu de tiges âgées de plus de 50 ans.

Choix de la fonction et des effets aléatoires du modèle

Dans chaque cas (c'est-à-dire pour chaque essence de chacune des régions écologiques), on a essentiellement effectué le choix de la fonction et des effets aléatoires à partir d'essais de divers choix et de la comparaison des résultats obtenus.

Pour la fonction, différents choix pour modéliser les courbes de croissance par le programme SAS FITNLM étaient possibles. Dans chaque cas, le choix le plus pertinent a été réalisé parmi les fonctions suivantes : Chapman-Richards (équation 4), Weibull (équation 5) et logistique (équation 6). Toutes ces fonctions comportaient trois paramètres. Ces formes permettent de reproduire, avec plus ou moins de souplesse, des variantes de la forme sigmoïde

caractéristique des courbes de croissance et sont reconnues comme des choix valables pour la modélisation de la croissance (Huang et Titus 1992). Dans les cas où aucun des modèles précédents ne permettait un bon ajustement aux données, un programme SAS (nommé FITLNM) était utilisé. Il s'agit d'un autre programme conçu par Lapointe pour ajuster un modèle linéaire mixte aux données.

Par la suite, on a ajouté un ou plusieurs effets aléatoires de tiges parmi les diverses combinaisons possibles, pour un maximum de deux paramètres de régression sur trois. À la fin de cette étape, le modèle choisi de façon préliminaire était celui qui minimisait la statistique *AIC* (Pinheiro et Bates 2000, p. 10).

Choix des structures de covariance

Le choix des structures de covariance s'est également avéré une étape importante afin d'obtenir une inférence valable. Avec le choix de la fonction et des effets aléatoires à considérer, la détermination de ces structures permettait de compléter la spécification du modèle. Pour la structure de covariance associée aux effets aléatoires dans chaque groupe, \mathbf{D}_i , la forme la plus générale s'imposait d'elle-même parce qu'il n'y avait au plus que deux effets aléatoires à considérer et, donc, dans ce cas, au plus qu'un seul paramètre de covariance en plus des deux termes de variance.

La structure de covariance postulée pour la portion liée aux erreurs résiduelles $\sigma_i^2 \mathbf{\Lambda}_{ij}$ est celle correspondant à un processus autorégressif d'ordre 1 (AR(1)). Ce choix a été motivé par le fait que les observations d'un même arbre, une fois corrigées, étaient mesurées à des intervalles relativement équidistants dans l'espace temporel reflété par l'âge. Avec cette structure, un seul paramètre permet de spécifier complètement la matrice $\mathbf{\Lambda}_{ij}$: le paramètre ρ , qui tient compte de la corrélation entre les mesures d'un même arbre. La dépendance de cette matrice en ce qui a trait aux indices i et j s'explique par le fait que ces matrices sont généralement de dimensions différentes par arbre étant donné le nombre de mesures qui varient d'un arbre à l'autre.

Pour la modélisation à l'intérieur d'un type écologique, le programme SAS FITNLM n'offrait pas de possibilités pour le choix des structures de covariance. Le choix reposait plutôt sur la prise en compte ou non de l'hétérogénéité des deux structures entre les types écologiques. À cet effet, quatre choix étaient possibles dans le programme SAS FITNLM.

L'homogénéité des deux structures entre les types écologiques correspond à la situation la plus simple, soit au cas où \mathbf{D}_i ne dépend pas de i , c'est-à-dire au cas où $\mathbf{D}_i = \mathbf{D}$ et où $\sigma_i^2 \mathbf{\Lambda}_{ij} = \sigma^2 \mathbf{\Lambda}_{ij}$ pour tous les types écologiques. À l'opposé, l'hétérogénéité des deux structures entre les types écologiques correspond à la situation la plus complexe, soit au cas où \mathbf{D}_i et $\sigma_i^2 \mathbf{\Lambda}_{ij}$ diffèrent entre les types écologiques, sauf pour le paramètre d'autocorrélation ρ , qui demeure le même. Enfin, entre ces cas extrêmes, on trouve deux situations intermédiaires où l'on pose certaines restrictions sur la forme la plus générale et où l'on ne postule l'hétérogénéité que sur l'une ou l'autre des deux structures.

Pour le choix des structures les plus appropriées dans chaque cas (pour chaque essence dans chaque région écologique étudiée), la statistique *AIC* a été utilisée, de même que les résultats des validations graphiques. Toutefois, afin de pouvoir établir des comparaisons directes entre les modèles d'une même famille, c'est-à-dire les modèles comportant des différences

seulement quant au choix des structures de covariance, on a utilisé la méthode du maximum de vraisemblance (ML). Cette décision a été motivée par le fait que seule cette méthode d'estimation est valable pour effectuer ce type de comparaisons dans les modèles non linéaires mixtes, comme le mentionnent Pinheiro et Bates (2000, p. 323).

Enfin, dans les cas où des modèles hiérarchiques, c'est-à-dire ne se différenciant que par des termes d'effets aléatoires, devaient être comparés entre eux, un test du rapport de vraisemblance était ensuite utilisé (Pinheiro et Bates 2000, p. 83).

Estimation des paramètres du modèle

La macro NLINMIX, appelée par le programme SAS FITNLM, permet d'utiliser deux méthodes pour l'estimation des paramètres des modèles : la méthode du ML et une variante de cette méthode, soit la méthode du maximum de vraisemblance restreinte. Toutefois, pour la raison mentionnée précédemment, seule la méthode du ML a été retenue.

Les paramètres du modèle ont été estimés par la méthode itérative proposée par Lindstrom et Bates (1990). Cette méthode est celle employée par défaut par la macro NLINMIX de SAS (Littell *et al.* 1996) et permet de postuler une structure de covariance plus générale pour l'erreur résiduelle que celle avec la procédure NLMIXED de SAS (SAS Institute 2010). Cependant, cette procédure, quoiqu'elle soit plus générale, est aussi plus restrictive, car elle ne s'applique que pour le cas où les erreurs résiduelles sont considérées comme indépendantes.

Validation préliminaire de la qualité d'ajustement du modèle

Après que la fonction et les effets aléatoires ont été spécifiés, une approche graphique a été utilisée pour effectuer une première validation de l'ajustement global du modèle. Celle-ci consistait à juger visuellement de la qualité de l'ajustement pour chaque arbre et chaque type écologique ainsi qu'à étudier le comportement des résidus du modèle. L'hypothèse d'indépendance des erreurs du modèle AR(1) postulée pour les termes \mathbf{e}_{ijk} , $k = 1, \dots, n_{ij}$ du modèle de la croissance en hauteur potentielle (voir l'équation 3) a ensuite été vérifiée au moyen des statistiques d'autocorrélation.

4.6.3. Calcul des $IQS_{station}$ par essence, type écologique et région écologique

Pour calculer les $IQS_{station}$, il suffit de remplacer la variable $AGEc$ (représentant l'âge corrigé) par la valeur 50, soit l'âge de référence choisi, dans l'équation 4, 5 ou 6 et d'utiliser les valeurs estimées des paramètres à effets fixes. De plus, comme le but visé était de fournir une prédiction qui s'appliquerait à l'ensemble des tiges d'un même type écologique pour une région écologique donnée (donc, qui s'appliquerait à la moyenne de cette sous-population), on a posé la valeur du vecteur des effets aléatoires \mathbf{b}_{ij} comme égale à $\mathbf{0}$.

4.6.4. Calcul des intervalles de confiance pour les $IQS_{station}$

En partant du principe que les $IQS_{station}$ sont des prédictions du modèle effectuées pour la population (donc, avec des effets fixes seulement), on peut obtenir les intervalles de confiance simplement. En effet, la variance de prédiction s'obtient alors de la même façon que pour un modèle non linéaire qui ne comporte pas d'effets aléatoires, c'est-à-dire en appliquant la méthode du delta (Seber et Wild 1989, p. 193-194), à la différence près que le développement

en série de Taylor se fait à la fois sur les paramètres fixes et les effets aléatoires. Évaluée au point ($\beta = \hat{\beta}, \mathbf{b} = \mathbf{0}$), la matrice de variance-covariance des paramètres fixes fait alors intervenir les termes associés à la structure de covariance des effets aléatoires dans la formule plus générale pour des prédictions de la variable réponse dans un modèle mixte (voir la section *Prediction* du chapitre portant sur la procédure NLMIXED de SAS [SAS Institute 2010]).

4.7. Ajustement des courbes de croissance en hauteur observée

L'ajustement des courbes de croissance en hauteur observée devait être réalisé avec la même méthode que celle utilisée pour les courbes de croissance en hauteur potentielle. Toutefois, comme les courbes de croissance en hauteur observée présentaient à la fois plus d'oscillations et de variations dans leur tracé, tige par tige, que celles tracées avec les données corrigées correspondantes, elles n'ont pas pu être ajustées avec la même méthode. En effet, dans ce cas, les méthodes d'optimisation numériques utilisées dans le but d'estimer les paramètres des modèles ne convergeaient généralement pas.

Afin de faciliter la comparaison entre les courbes ajustées d'une même essence, pour un même type écologique, des modèles semblables ont été formulés avec les effets aléatoires en moins et une spécification pour l'erreur postulant l'indépendance entre les mesures sur une tige. Dans le cas des données de croissance en hauteur observée, la procédure consistait alors à ajuster une régression non linéaire aux données brutes (non corrigées), en utilisant dans la spécification du modèle la même fonction que celle utilisée pour la croissance en hauteur potentielle. Pour pallier au problème d'hétérogénéité de la variance résiduelle, une pondération a cependant dû être appliquée aux données. À cet effet, la pondération qui s'est globalement avérée la meilleure pour l'ensemble des essences et des régions écologiques a été $AGE^{3/2}$.

Par cette façon de procéder, on n'a pas fait de tentative de modéliser la relation entre la hauteur et l'âge d'une tige, puisque les effets aléatoires de tiges n'ont pas été pris en compte, ni l'autocorrélation entre les observations de la série de données sur une même tige. Tous les points du diagramme de dispersion étaient donc autant d'observations servant à ajuster une courbe passant au milieu du nuage formé par ceux-ci (à raison d'une courbe par essence, type écologique et région écologique). Ainsi, les résultats de cet exercice ont différé parfois grandement de ceux obtenus avec les données corrigées.

Même s'il est possible de calculer une valeur d'IQS avec les données non corrigées (notée, par la suite, $IQS_{\text{observé}}$), la prudence est de mise dans l'interprétation des $IQS_{\text{observé}}$. En effet, en plus des raisons invoquées au paragraphe précédent (c'est-à-dire la non-prise en compte des corrélations intra et intertiges), il pouvait y avoir un grand déséquilibre d'une tige à l'autre dans le nombre d'observations par tige dans l'ensemble de données. Cependant, ces valeurs prédites d' $IQS_{\text{observé}}$ sont statistiquement non biaisées, c'est-à-dire qu'il n'y a pas trop de déséquilibre dans les données, même si les corrélations intra et intertiges n'ont pas été considérées. Cela produit toutefois une estimation biaisée de la variance des paramètres du modèle et de toutes les inférences qui en dépendent (Vanclay 1994), comme par exemple, les intervalles de confiance pour les $IQS_{\text{observé}}$.

Comme l'ajustement des courbes de croissance en hauteur observée ne repose pas sur une méthode adéquate sur le plan statistique, il faut être prudent dans l'interprétation des résultats. Ainsi, les $IQS_{\text{observé}}$ sont présentés uniquement dans le but de fournir un ordre de grandeur de

l'importance des ralentissements de croissance dus à l'oppression juvénile et à la défoliation par les insectes pour certaines essences de certains types écologiques.

4.8. Détermination de la croissance de 0 à 1 m

4.8.1. Approche retenue

Afin de connaître l'âge biologique des arbres à la souche qui n'ont pas subi d'oppression juvénile, on doit pouvoir calculer le temps nécessaire pour que l'arbre atteigne une hauteur de 1 m. Ce laps de temps, appelé *temps de passage de 0 à 1 m*, doit être estimé, et, pour ce faire, plusieurs approches ont été envisagées. Parmi celles-ci, il faut noter :

- L'extrapolation de la fonction du modèle (soit Chapman-Richards, Weibull, logistique et linéaire) avec un polynôme au point d'intérêt (soit $AGE=0$), de façon à obtenir une fonction continue en tout point.
- La reparamétrisation de la fonction, de façon à imposer des conditions qui font que $H=1$ quand $AGE=0$ et que $H=0$ quand $AGE=-k$. Dans ce cas, la valeur de k représente le temps nécessaire pour passer de 0 à 1 m, alors que H représente la valeur prise par la fonction (la hauteur) en ce point.
- L'utilisation d'une autre fonction pour la modélisation, par exemple la fonction logistique à quatre paramètres reparamétrisée en une version à trois paramètres, de façon à y inclure les conditions énoncées au point précédent.

Cependant, bien qu'elles soient intéressantes à première vue, aucune de ces approches ne s'est avérée une solution applicable, pour diverses raisons. Toutefois, l'approche retenue s'inspire de la première méthode présentée.

En terme général, cette approche consiste à extrapoler la fonction du modèle non pas avec la pente de la tangente au point $(x_0=0, y_0=1)$ (et/ou avec le recours possible aux dérivées d'ordres supérieures), mais plutôt avec la pente de la droite passant aux points $(x_0=0, y_0=1)$ et (x_2, y_2) . Afin d'éviter tout choix arbitraire du point (x_2, y_2) , celui-ci a été défini comme le point d'inflexion de la fonction du modèle.

Pour les fonctions de Chapman-Richards et de Weibull, par exemple, les coordonnées x_2 du point d'inflexion (x_2, y_2) sont obtenues comme suit :

Équation 7

Chapman-Richards : $x_2 = -(\ln(1/\beta_3)/\beta_2)$

Équation 8

Weibull : $x_2 = \exp(\ln((\beta_3 - 1)/(\beta_2 - \beta_3)))/\beta_3)$

Enfin, une fois les coordonnées du point d'inflexion calculées, la pente de la droite servant pour l'extrapolation est obtenue selon la formule habituelle (voir l'équation 9, section 4.8.2).

4.8.2. Calcul des temps de passage et des intervalles de confiance

Selon l'approche retenue, le calcul du temps de passage est obtenu par la valeur de la coordonnée x_1 du point $(x_1, y_1 = 0)$ de la droite passant par les points (x_1, y_1) et (x_2, y_2) qui a la même pente que la droite passant par les points (x_0, y_0) et (x_2, y_2) où $y_0 = 1$ (figure 10). Si on définit m comme la pente de cette droite, la valeur de x_1 peut alors être obtenue comme suit :

Équation 9

$$x_1 = \frac{y_2 - mx_2}{-m}$$

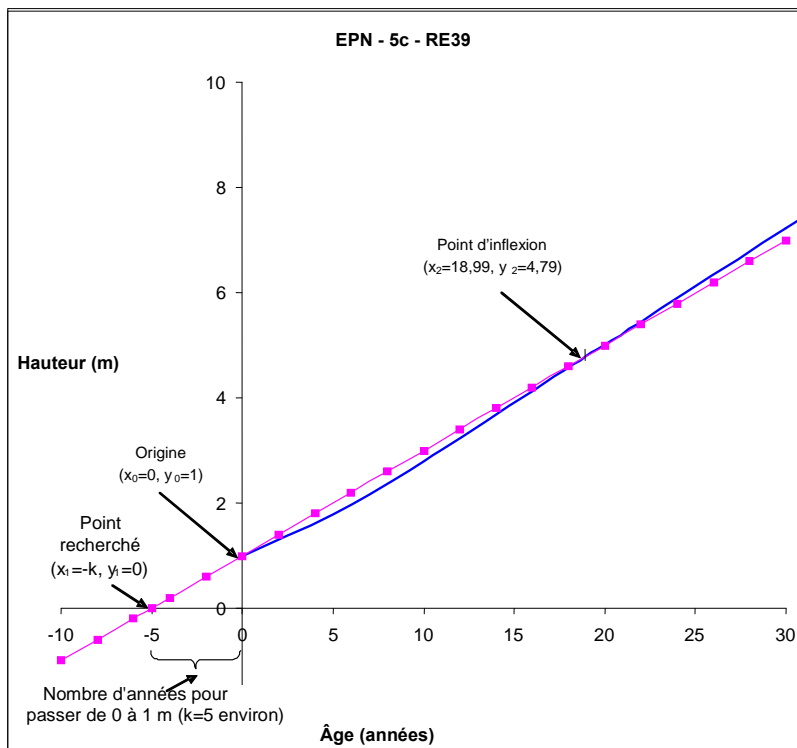


Figure 10. Illustration du calcul du temps de passage de 0 à 1 m

Avec cette approche, il est difficile d'obtenir un intervalle de confiance pour le temps de passage de 0 à 1 m, puisque l'équation utilisée pour calculer ce temps de passage est une fonction relativement complexe se présentant sous la forme d'un quotient de variables aléatoires. De plus, dans le cas du calcul du temps de passage pour la courbe ajustée aux données observées, on se heurte aux mêmes problèmes que ceux présentés à la section 4.7, à savoir que les inférences obtenues, au moyen des courbes produites, sont douteuses.

Pour ces différentes raisons, il est donc difficile de se prononcer sur la précision du calcul des temps de passage. S'il s'avérait nécessaire de devoir fournir des intervalles de confiance pour

ces temps de passage, il faudrait procéder par simulation. Ainsi, les valeurs des temps de passage présentées à l'annexe 2 ne sont fournies aux aménagistes forestiers qu'à titre indicatif.

5. RÉSULTATS ET DISCUSSION

5.1. Calcul des $IQS_{station}$

Les $IQS_{station}$ représentent la hauteur moyenne qu'un arbre dominant peut atteindre à 50 ans (âge évalué à 1 m de hauteur) sans oppression juvénile et sans effets importants de défoliation par les insectes. Ils expriment plus fidèlement le potentiel de fertilité d'une station que les $IQS_{observé}$ issus d'arbres dont l'historique de croissance est inconnu. Les valeurs d' $IQS_{station}$ obtenues sont présentées à l'annexe 2 (tableau 9), et ce, par essence, région écologique et type écologique. On peut émettre quelques observations générales sur les valeurs d' $IQS_{station}$ obtenues en lien avec le type d'essence, le type de station et la localisation géographique.

5.1.1. $IQS_{station}$ plus élevés pour les peupliers

Les peupliers ont présenté des valeurs d' $IQS_{station}$ de l'ordre de 17 à 25 m. Les PET et les PEG sont des essences à croissance rapide en jeune âge (Perala 1990, Laidly 1990). Ils colonisent les types écologiques feuillus ou mixtes généralement riches en éléments nutritifs. Le PEG colonise principalement les régions écologiques du sud de la province, là où les conditions climatiques ne sont pas trop sévères.

5.1.2. $IQS_{station}$ plus faibles pour le THO

Seules les sapinières à thuya (RS1) ont été étudiées pour le THO. Bien que cette essence croisse bien sur ces sites, ses valeurs d' $IQS_{station}$ n'ont généralement pas dépassé 10 m, et ce, peu importe la texture et le drainage de la station. Il est bien prouvé que cette essence croît lentement et se trouve très souvent sous le couvert des autres essences compagnes (Johnston 1990).

5.1.3. Baisse des $IQS_{station}$ du sud vers le nord et de l'ouest vers l'est

Les conditions climatiques interviennent dans le potentiel de croissance d'une essence. Pour une même essence et un même type écologique, les régions écologiques plus méridionales ont présenté des $IQS_{station}$ plus élevés que celles plus nordiques à une longitude similaire. Cette tendance a aussi été observée selon un gradient est-ouest : pour une latitude similaire, les régions des sous-domaines de l'ouest ont présenté des valeurs plus élevées que celles des sous-domaines de l'est.

5.1.4. $IQS_{station}$ plus faibles pour les sites à sol mince et ceux mal drainés

Les sites à drainage excessif sur dépôt mince (ex. : MS20, RS20) ou les sites à très mauvais drainage comme les pessières noires à sphaignes (RE3) ont généralement présenté un plus faible potentiel de croissance que les autres sites. On peut présumer que la faible présence d'eau dans le sol ou encore la saturation en eau du sol ont été les conditions limitant la fertilité des stations à drainage excessif et très mauvais.

5.2. Comparaison des courbes de croissance en hauteur potentielle

En plus de servir au calcul des $IQS_{station}$, les équations et les estimations des paramètres associées aux combinaisons essence-type écologique-région écologique (tableau 10, annexe 2) permettent de reproduire le patron de croissance en hauteur potentielle de chacune de ces combinaisons². Il est ainsi possible et intéressant de comparer les courbes de croissance en hauteur potentielle à plusieurs stades de développement du peuplement, selon des variables à la base du système hiérarchique de classification écologique du territoire. Les variables de végétation et de sol, qui composent le type écologique, reflètent des conditions de croissance à l'échelle fine de la station, alors que les conditions climatiques interviennent davantage à une échelle beaucoup plus grande, soit au niveau de la région écologique.

Les comparaisons des courbes de croissance en hauteur potentielle font référence à des exemples particuliers. Étant donné que ces comparaisons n'ont pas fait l'objet d'analyses statistiques, les résultats ne permettent pas d'évaluer avec précision l'effet des facteurs, mais ils permettent de déceler certaines tendances.

5.2.1. Différents types écologiques pour une même essence et une même région écologique

Ces comparaisons permettent d'isoler l'effet des caractéristiques de végétation et de sol (dépôt, texture et drainage) à l'échelle fine de la station sur la croissance d'une essence. La figure 11 montre un exemple de l'effet de ces caractéristiques sur la croissance de l'EPN. Une dominance de SAB dans un peuplement composé d'EPN (RS22) et un drainage mésique (RE22 et RS22) ont amélioré la croissance en hauteur et, donc, la fertilité de la station. On peut noter, également, que les sites à sol mince (RE20) ont affiché une croissance relativement bonne tôt dans la vie d'un peuplement, mais que celle-ci a plafonné plus rapidement par la suite. À l'inverse, la croissance sur les sites mal drainés (RE39) s'est avérée faible, mais celle-ci s'est prolongée plus longtemps que sur les autres sites mieux drainés.

2. Un outil (sous forme d'un fichier Excel) a été conçu et permettra à l'utilisateur de comparer visuellement des patrons de croissance en hauteur potentielle pour chacune des combinaisons essence-type écologique-région écologique. Le lecteur intéressé à obtenir cet outil peut en faire la demande à l'auteur principal de cet ouvrage.

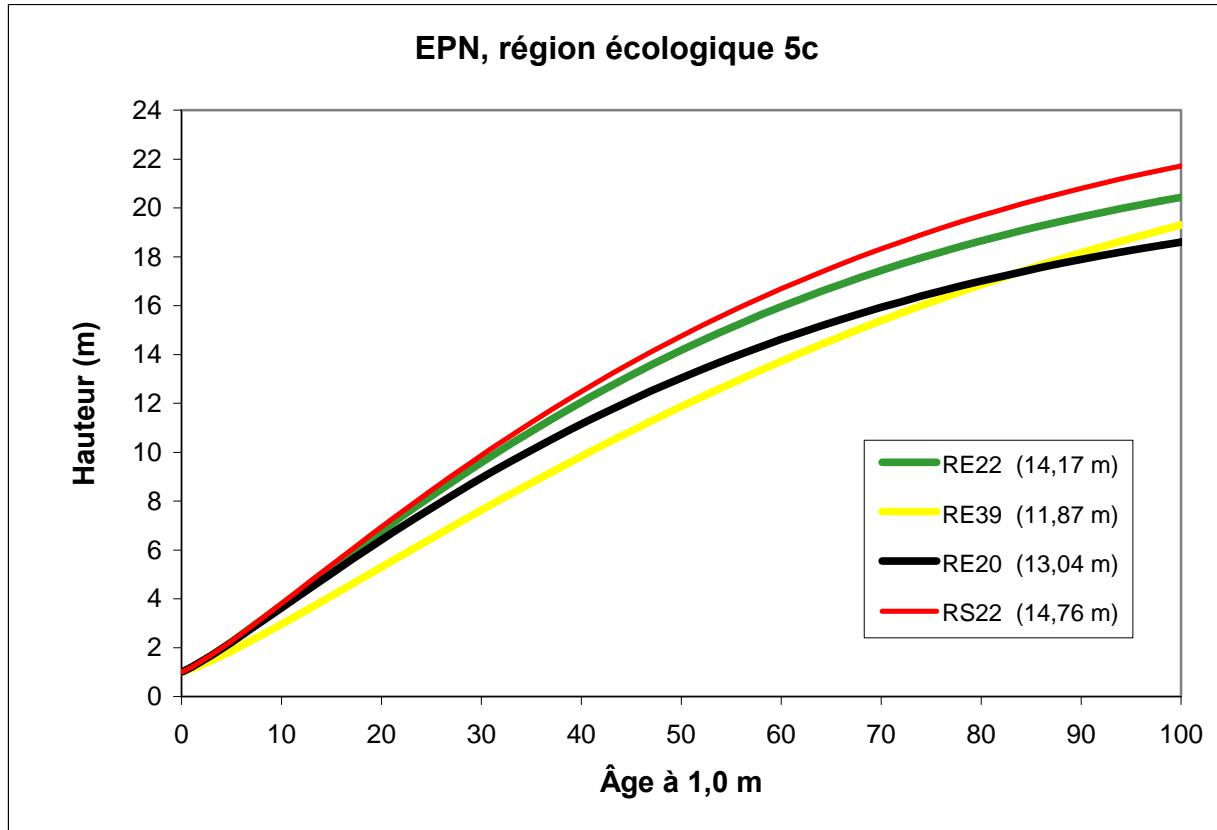


Figure 11. Exemple de comparaison de courbes d'IQS_{station} d'EPN provenant de divers types écologiques de la région écologique 5c. Les valeurs entre () représentent la hauteur à 50 ans

5.2.2. Différentes régions écologiques pour une même essence et un même type écologique

Ces comparaisons permettent d'isoler l'effet du climat sur la croissance en hauteur d'une essence et, par conséquent, sur la fertilité de la station (figure 12). À titre d'exemple, la croissance du SAB sur le type écologique MS22 dépendait des variables climatiques telles que la température et les précipitations. En effet, les régions écologiques du domaine 5, caractérisées par un climat plus froid, ont présenté un IQS_{station} plus faible que celles du domaine 4 sous une longitude similaire (région 4c vs région 5c ou région 4f vs région 5g, voir la figure 2). De plus, les régions de l'ouest (4c et 5c), généralement soumises à un climat plus sec, ont affiché une meilleure fertilité que celles de l'est (4f et 5g) pour un même domaine bioclimatique.

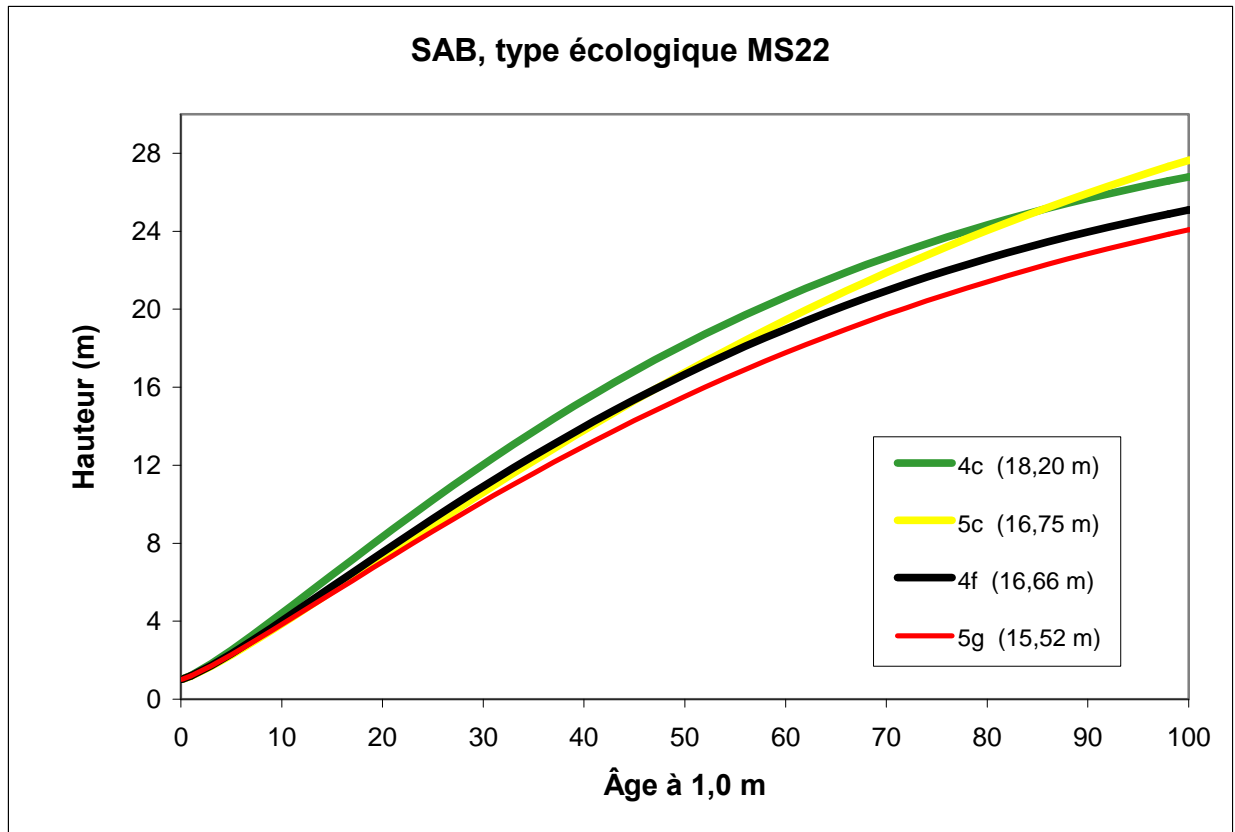


Figure 12. Exemple de comparaison de courbes d'IQS_{station} de SAB provenant du type écologique MS22 de diverses régions écologiques. Les valeurs entre () représentent la hauteur à 50 ans

5.2.3. Différentes essences d'un même type écologique et d'une même région écologique

Ces comparaisons permettent de suivre le patron de croissance de diverses essences établies sur des sites ayant des caractéristiques de climat, de végétation et de sol similaires. Elles font ressortir les caractéristiques intrinsèques des essences en question. L'exemple suivant montre le patron de croissance en hauteur de diverses essences associées au type écologique MS22 (figure 13). Comme le PET est une essence intolérante à l'ombre qui affiche une croissance juvénile rapide, il a présenté une valeur d'IQS_{station} plus élevée que les autres essences. Par contre, sa croissance a plafonné plus rapidement que celle des essences résineuses telles que le SAB et l'EPB. Quant à la croissance du BOP, bien que cette essence ait démontré une meilleure croissance en bas âge que les résineux sur ce type écologique, elle a aussi plafonné plus rapidement. Ces courbes jettent un éclairage sur les divers mécanismes de compétition interspécifique dictés par la succession végétale.

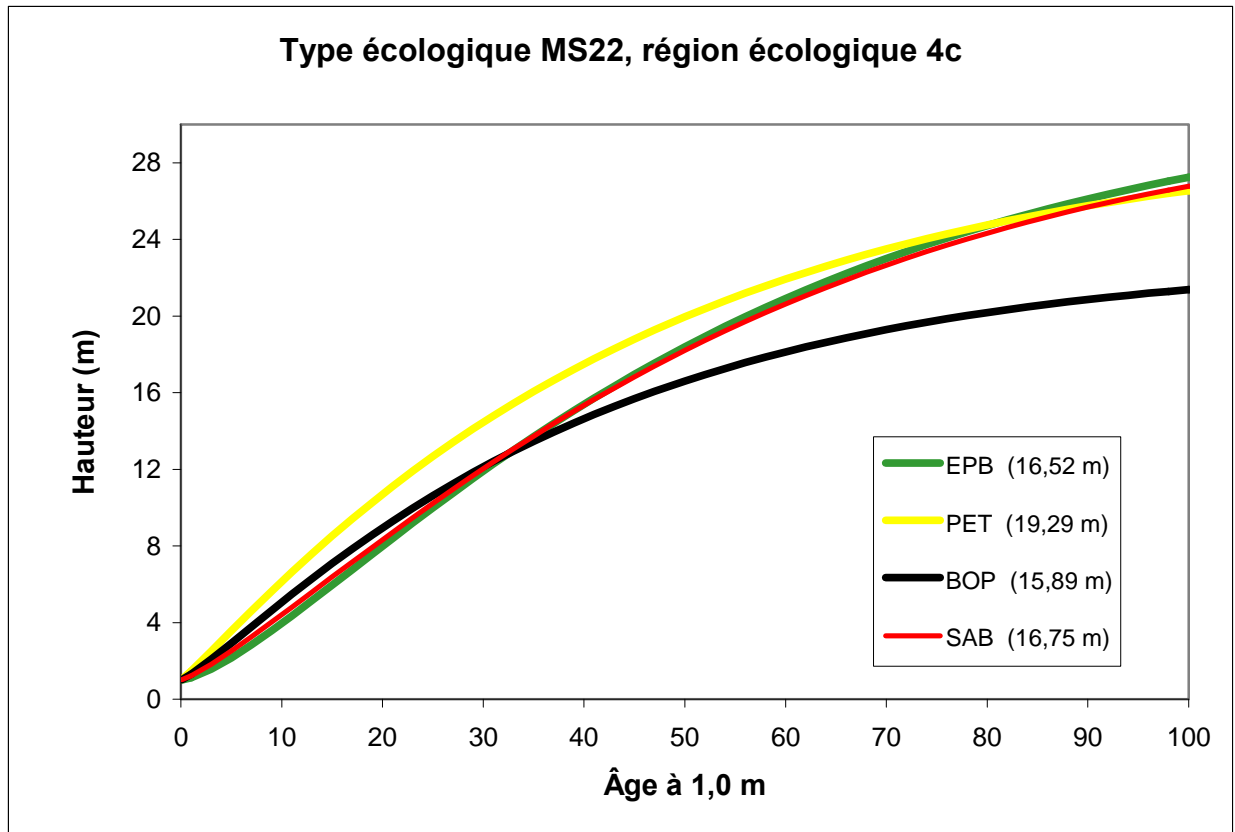


Figure 13. Exemple de comparaison de courbes d'IQS_{station} de diverses essences provenant du type écologique MS22 de la région écologique 4c. Les valeurs entre () représentent la hauteur à 50 ans

5.3. Comparaison entre la croissance en hauteur observée et la croissance en hauteur potentielle

La croissance en hauteur observée, c'est-à-dire celle obtenue à partir des données brutes non corrigées, a aussi été modélisée pour les mêmes combinaisons essence-type écologique-région écologique. Il est ainsi intéressant de comparer la croissance potentielle avec la croissance observée d'une essence sur une même station. L'écart obtenu traduit assez justement l'effet des ralentissements de croissance attribuables à l'oppression juvénile et à la défoliation par les insectes. Plus les ralentissements sont fréquents et longs, plus l'écart entre la croissance potentielle et celle observée est important. Les valeurs moyennes d'IQS_{observé} obtenues sont présentées à l'annexe 3 (tableau 11).

5.3.1. Fréquence et durée des ralentissements de croissance

Malgré une sélection attentive des arbres, les ralentissements de croissance ont été fréquents pour certaines essences tolérantes à l'ombre et plus vulnérables aux insectes, dont le SAB et l'EPB. En effet, les proportions de tiges de SAB qui ont subi des ralentissements dus à l'oppression juvénile et à la défoliation par les insectes se sont situées entre 42 et 54 % et entre 30 et 69 % respectivement, alors que ces proportions pour l'EPB se sont situées entre 43 et 60 % et entre 52 et 79 % respectivement, et ce, peu importe le domaine bioclimatique (tableau 3). Pour ces deux essences, la durée moyenne des ralentissements dus à l'oppression

juvénile a varié entre 8 et 12 ans, alors qu'elle a varié entre 5 et 9 ans pour la défoliation par les insectes. Cette fréquence élevée des ralentissements de croissance au cours de la vie d'une tige de certaines essences a aussi été notée par Seymour et Fajvan (2001). Pour ce qui est des essences intolérantes à l'ombre, telles que le BOP, le PEG, le PET et le PIG, elles n'ont subi que très peu d'oppression juvénile, peu importe le domaine bioclimatique. En effet, la proportion de tiges opprimées s'est située généralement en deçà de 10 %, et la durée moyenne a été inférieure à 6 ans. Pour l'EPN, la proportion des tiges ayant subi des ralentissements de croissance s'est située entre celles des essences tolérantes et intolérantes à l'ombre.

Tableau 3. Fréquence et durée des ralentissements de croissance par essence et domaine bioclimatique

Essence	Domaine bioclimatique	N ^{bre} tiges	Oppression juvénile			Épidémie d'insectes		
			N ^{bre} tiges	%	N ^{bre} années	N ^{bre} tiges	%	N ^{bre} années
BOP	2	25	0	0	.	3	12	18,0 ± 7,2
BOP	3	122	4	3	4,3 ± 1,4	32	26	11,3 ± 7,9
BOP	4	314	13	4	5,5 ± 5,6	70	22	7,5 ± 5,9
BOP	5	262	10	4	4,3 ± 1,7	17	6	15,4 ± 12,3
BOP	6	54	7	13	5,5 ± 2,0	0	0	.
EPB	2	53	28	53	9,6 ± 12,3	31	58	9,2 ± 5,7
EPB	3	306	183	60	11,3 ± 9,9	172	56	8,0 ± 6,1
EPB	4	396	171	43	11,5 ± 11,0	313	79	8,4 ± 5,1
EPB	5	509	235	46	11,2 ± 10,2	358	70	9,0 ± 6,1
EPB	6	81	48	59	10,7 ± 9,3	42	52	4,8 ± 2,9
EPN	4	353	68	19	12,7 ± 10,4	140	40	6,4 ± 4,7
EPN	5	988	326	33	9,4 ± 8,9	327	33	6,3 ± 4,5
EPN	6	1561	434	28	7,1 ± 7,8	223	14	5,4 ± 3,3
EPR	2	15	4	27	3,5 ± 1,0	1	7	12,4 ± -
EPR	3	57	8	14	5,5 ± 6,0	32	56	8,1 ± 5,7
EPR	4	32	3	9	3,2 ± 2,2	17	53	5,5 ± 3,1
PEG	2	109	10	9	3,2 ± 2,4	56	51	7,8 ± 5,8
PEG	3	102	10	10	3,8 ± 2,6	50	49	9,4 ± 6,5
PEG	4	14	1	7	8,1 ± -	6	43	4,2 ± 1,1
PET	2	22	2	9	2,7 ± 3,0	4	18	10,0 ± 4,4
PET	3	164	3	2	4,7 ± 3,5	62	38	8,6 ± 5,6
PET	4	260	18	7	5,0 ± 4,6	63	24	5,9 ± 3,2
PET	5	335	22	7	3,4 ± 1,9	53	16	5,3 ± 3,4
PET	6	100	4	4	3,4 ± 2,0	20	20	8,5 ± 5,1
PIB	3	45	9	20	3,7 ± 3,8	14	31	12,7 ± 8,4
PIG	4	138	1	1	5,4 ± -	30	22	12,1 ± 8,3
PIG	5	400	15	4	3,6 ± 2,4	26	7	8,6 ± 8,1
PIG	6	538	35	7	4,5 ± 2,7	0	0	.
SAB	2	151	73	48	8,4 ± 7,9	46	30	5,9 ± 6,6
SAB	3	502	270	54	11,2 ± 8,8	300	60	8,1 ± 6,0
SAB	4	855	361	42	11,4 ± 9,6	587	69	8,3 ± 5,4

SAB	5	1085	496	46	11,1 ± 10,4	705	65	8,9 ± 5,4
SAB	6	557	259	46	11,4 ± 7,7	212	38	7,2 ± 4,8
THO	3	9	4	44	10,0 ± 10,6	0	0	.
THO	4	71	14	20	8,3 ± 3,7	12	17	9,3 ± 6,2

Le tableau 4 présente la fréquence et la durée des ralentissements de croissance selon les principales végétations potentielles pour les trois principales essences qui ont subi de l'oppression juvénile et de la défoliation par les insectes. En général, les végétations potentielles mixtes ont été plus susceptibles à l'oppression juvénile et à la défoliation par les insectes que les végétations potentielles résineuses. Par exemple, de 48 à 76 % des tiges situées dans les sapinières à bouleau jaune (MS1) ou à bouleau blanc (MS2) ont subi de l'oppression juvénile ou de la défoliation par les insectes, alors que cette proportion s'est située entre 26 et 56 % pour les sapinières à épinette noire (RS2). Quant aux pessières noires à mousses ou éricacées (RE2), elles ont subi peu d'oppression et de défoliation, la proportion de tiges opprimées s'étant située entre 15 et 19 %.

Tableau 4. Fréquence et durée des ralentissements de croissance par essence et végétation potentielle

Essence	Végétation potentielle	N ^{bre} tiges	Oppression juvénile			Épidémie d'insectes		
			N ^{bre} tiges	%	N ^{bre} années	N ^{bre} tiges	%	N ^{bre} années
EPB	MJ2	263	148	56	11,8 ± 10,8	157	60	8,1 ± 6,7
EPB	MS1	218	117	54	11,7 ± 10,0	166	76	7,9 ± 5,0
EPB	MS2	545	260	48	10,7 ± 10,1	395	72	8,8 ± 5,7
EPB	RB5	61	17	28	5,9 ± 4,4	40	66	7,6 ± 4,9
EPB	RS1	17	8	47	6,6 ± 4,9	14	82	8,6 ± 4,4
EPB	RS2	39	10	26	10,2 ± 9,7	22	56	11,1 ± 7,6
EPB	RS5	28	5	18	5,6 ± 4,4	27	96	7,5 ± 3,6
EPN	ME1	101	22	22	7,5 ± 6,0	30	30	5,3 ± 3,1
EPN	MS2	44	2	5	13,9 ± 4,9	19	43	7,8 ± 8,1
EPN	RE1	105	24	23	3,2 ± 3,5	3	3	4,8 ± 3,4
EPN	RE2	1290	242	19	6,3 ± 6,4	197	15	6,2 ± 4,6
EPN	RE3	195	54	28	7,6 ± 9,3	23	12	6,8 ± 4,4
EPN	RS2	1136	484	43	10,0 ± 9,4	399	35	5,9 ± 3,8
SAB	MJ1	189	106	56	12,2 ± 8,7	91	48	8,0 ± 6,6
SAB	MJ2	405	201	50	10,4 ± 8,6	227	56	8,3 ± 6,4
SAB	MS1	335	147	44	10,2 ± 10,7	232	69	7,5 ± 5,2
SAB	MS2	817	372	46	11,2 ± 9,5	564	69	8,3 ± 4,9
SAB	MS4	23	12	52	8,6 ± 9,8	7	30	7,7 ± 4,2
SAB	RB5	65	38	58	6,8 ± 8,0	34	52	6,9 ± 3,9
SAB	RP1	16	8	50	9,8 ± 8,7	11	69	8,2 ± 3,8
SAB	RS1	178	90	51	11,5 ± 9,6	133	75	9,8 ± 6,4
SAB	RS2	955	422	44	12,3 ± 9,6	447	47	8,7 ± 5,5
SAB	RS5	120	51	43	7,7 ± 7,0	80	67	7,3 ± 4,6

5.3.2. Effet des ralentissements de croissance sur les IQS

Les ralentissements de croissance ont eu pour effet de diminuer le potentiel de fertilité de la station, ce qui s'est traduit par une baisse des d'IQS_{observé} par rapport aux IQS_{station}. Autrement dit, la correction des ralentissements de croissance a eu pour effet de hausser les IQS_{station}. Les essences tolérantes à l'ombre et vulnérables aux insectes, telles que le SAB et l'EPB, ont été les plus affectées avec des baisses moyennes d'IQS_{observé} variant entre 16 et 24 % par rapport aux IQS_{station} (tableau 5). Ces baisses ont été non négligeables pour l'EPN, particulièrement dans le domaine 4 où la baisse a atteint 15 %. Quant aux essences intolérantes à l'ombre, elles n'ont subi qu'une très faible diminution de leur IQS_{observé}, variant entre 6 et 10 % par rapport aux IQS_{station}.

Tableau 5. Comparaison entre les IQS_{station} et les IQS_{observé} par essence et domaine bioclimatique

Essence	Domaine bioclimatique	N ^{bre} tige ³	IQS _{observé}	IQS _{station}	Écart IQS (m)	Écart IQS ⁴ (%)
BOP	3	20	15,1 ± 1,4	16,6 ± 1,4	1,5	9,0
BOP	4	60	14,5 ± 2,5	15,9 ± 2,0	1,4	8,8
BOP	5	22	13,1 ± 2,3	14,2 ± 2,2	1,1	7,7
EPB	2	25	14,2 ± 3,1	18,0 ± 2,5	3,8	21,1
EPB	3	164	14,3 ± 4,1	18,3 ± 2,8	4,0	21,9
EPB	4	180	14,5 ± 3,8	17,6 ± 2,7	3,1	17,6
EPB	5	201	11,6 ± 3,8	15,2 ± 3,2	3,6	23,7
EPB	6	54	11,8 ± 2,8	14,6 ± 2,2	2,8	19,2
EPN	4	130	13,0 ± 3,1	15,3 ± 1,9	2,3	15,0
EPN	5	327	11,5 ± 2,5	13,2 ± 2,1	1,7	12,9
EPN	6	456	10,4 ± 2,6	11,8 ± 2,4	1,4	11,9
EPR	3	30	13,4 ± 1,8	15,2 ± 1,3	1,8	11,8
EPR	4	10	14,2 ± 3,1	15,4 ± 2,6	1,2	7,8
PEG	2	43	22,0 ± 3,3	23,5 ± 3,1	1,5	6,4
PEG	3	43	19,3 ± 2,9	20,9 ± 2,5	1,6	7,7
PET	3	46	20,7 ± 2,2	22,0 ± 2,1	1,3	5,9
PET	4	64	19,2 ± 2,8	20,5 ± 2,3	1,3	6,3
PET	5	63	19,0 ± 2,9	20,1 ± 2,7	1,1	5,5
PET	6	23	15,3 ± 2,3	16,9 ± 2,0	1,6	9,5
PIB	3	10	13,6 ± 2,2	16,0 ± 2,0	2,4	15,0
PIG	4	24	14,7 ± 2,1	16,2 ± 2,2	1,5	9,3
PIG	5	27	14,9 ± 2,7	15,8 ± 2,7	0,9	5,7
PIG	6	32	10,4 ± 1,1	11,0 ± 1,1	0,6	5,5
SAB	2	65	14,8 ± 3,7	17,7 ± 2,5	2,9	16,4
SAB	3	229	13,2 ± 3,7	16,9 ± 2,7	3,7	21,9

3. Seules les tiges qui ont subi au moins une période d'oppression qui s'est terminée avant l'âge (corrige) de 50 ans ont été retenues.

4. L'écart (%) a été calculé par rapport à l'IQS_{station}.

SAB	4	311	12,8 ± 3,4	15,9 ± 2,7	3,1	19,5
SAB	5	385	11,2 ± 3,3	13,9 ± 2,9	2,7	19,4
SAB	6	272	10,0 ± 2,9	12,3 ± 2,6	2,3	18,7
THO	4	18	7,9 ± 1,6	9,6 ± 1,2	1,7	17,7

5.3.3. Comparaison entre les courbes de croissance en hauteur observée et les courbes de croissance en hauteur potentielle

Les paramètres des équations, présentés à l'annexe 3 (tableau 12), ont permis de tracer la courbe de croissance en hauteur observée. L'exemple suivant permet de visualiser les différences importantes qui peuvent exister entre la croissance observée et celle potentielle dans le cas du SAB pour deux stations de la région 5b. On constate des écarts de près de 4 m et 2 m entre les $IQS_{station}$ et les $IQS_{observé}$ pour une même station (MS22 et RS22 respectivement) (figure 14). De plus, on peut remarquer que les $IQS_{observé}$ sont très similaires entre les deux stations alors qu'elles affichent un écart de 2 m pour les $IQS_{station}$. Cela fait prendre conscience des conséquences importantes de comparer la fertilité des stations sur la base de la croissance observée. En effet, l'oppression juvénile est parfois plus forte sur les meilleures stations, car la compétition y est souvent plus grande que sur les stations plus pauvres. Cela peut donc fausser la perception de la fertilité des stations (Saucier 1992).

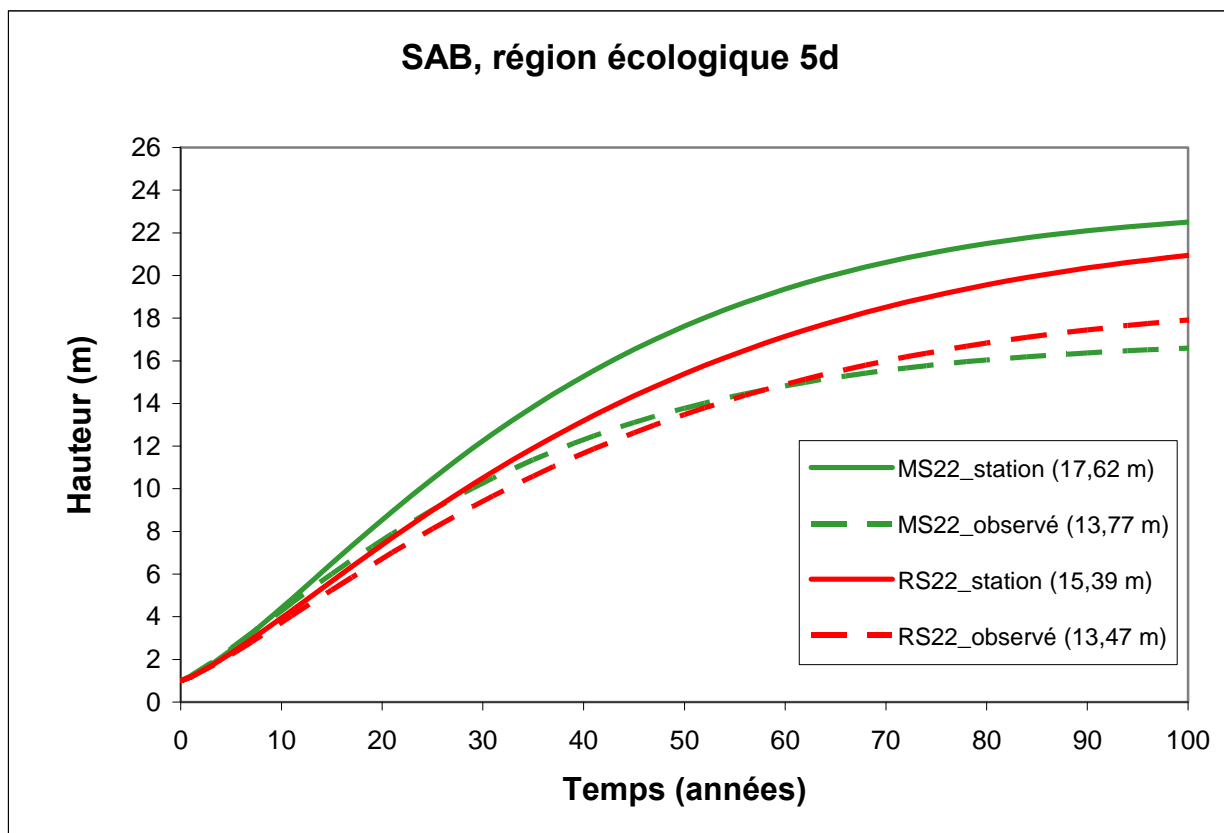


Figure 14. Exemple de comparaison des courbes d' $IQS_{station}$ et d' $IQS_{observé}$ de SAB des types écologiques MS22 et RS22 de la région écologique 5b

CONCLUSION

Les données d'analyses de tiges recueillies sur une période de dix ans ont permis le calcul des $IQS_{station}$, sans ralentissements de croissance dus à l'oppression juvénile et à la défoliation par les insectes, pour les principales essences commerciales résineuses et feuillues intolérantes en fonction des principaux types écologiques du Québec méridional. L'élimination des ralentissements de croissance a permis l'évaluation du potentiel de croissance des arbres sur un site par rapport à ses caractéristiques de milieu physique, de climat et de végétation.

Les résultats obtenus démontrent que les $IQS_{station}$ et les patrons de croissance des tiges ont été très variables selon l'essence, le type écologique et la région écologique. Cette observation signifie que le climat, à une échelle plus régionale, et surtout les caractéristiques de milieu physique et de végétation, à l'échelle du site, jouent un rôle majeur dans la détermination du potentiel de croissance de la station. En général, on a assisté à une augmentation de la fertilité d'une station du nord au sud et de l'est vers l'ouest. Les sites à drainage excessif sur dépôt mince et les dépôts organiques ont affiché de plus faibles valeurs d' $IQS_{station}$. De plus, grâce à la comparaison des valeurs par essence sur une même station, on a pu dégager des gradients de croissance pour des sites ayant des caractéristiques similaires.

Une évaluation quantitative de la fréquence et de la durée de l'oppression juvénile ainsi que de la défoliation causée par les insectes a révélé que les ralentissements de croissance étaient importants pour le SAB et l'EPB, et ce, particulièrement dans les sapinières mixtes. Cela s'est traduit par une baisse notable de l' $IQS_{observé}$, témoignant ainsi de l'importance d'éliminer ces facteurs dans l'évaluation du potentiel de fertilité de la station. Quant aux essences intolérantes à l'ombre, notamment le PET, le BOP et le PIG, elles n'ont subi que très peu d'oppression juvénile et ont été moins affectées par la défoliation par les insectes, n'engendrant ainsi qu'une faible baisse de l' $IQS_{observé}$. Pour ce qui est de l'EPN, la proportion des tiges ayant subi des ralentissements de croissance s'est située entre celles des essences tolérantes et intolérantes à l'ombre.

Les données acquises par les travaux d'analyses de tiges ont permis le calcul des $IQS_{station}$ sur les principales stations de la province. Ce calcul représente la première étape menant à la détermination des aires d'intensification de la production ligneuse au Québec, une des stratégies prévues dans la Loi sur l'aménagement durable du territoire forestier. En effet, afin de répondre à cet objectif, le recours à des modèles biophysiques permettant d'obtenir une valeur de productivité potentielle pour tous les types écologiques du territoire forestier du Québec méridional s'est avéré nécessaire. Les équations linéaires hauteur-âge découlant de ces modèles ont donc été construites au moyen, notamment, des analyses de tiges. Ces équations ont été élaborées pour l'estimation des $IQS_{station}$ par essence pour chacun des polygones écoforestiers productifs du Québec méridional. Le lecteur intéressé à en connaître davantage sur l'utilisation des analyses de tiges et la construction de ces modèles biophysiques est invité à consulter les chapitres 1 et 2 du document intitulé *Le potentiel d'accroissement d'une station écoforestière : prédiction de l'indice de qualité de station et de l'accroissement annuel moyen potentiel par polygone forestier pour la forêt publique commerciale du Québec* (Müssenberger et al. 2010).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BECKER, M., D. BERT, J. BOUCHON, J.-L. DUPOUEY, J.F. PICARD et E. ULRICH, 1995. "Long-term changes in forest productivity in Northeastern France: the dendroecological approach", dans LANDMANN, G., et M. BONNEAU. *Forest Decline and Atmospheric Deposition Effects in the French Mountains*, Springer, p. 143-156.
- BÉDARD, S., 2002. *L'estimation du potentiel de croissance des stations forestières : exemple du sous-domaine de la sapinière à bouleau jaune de l'Est du Québec*, [En ligne], ministère des Ressources naturelles, 36 p. (Mémoire de recherche; 140).
[\[www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Bedard-Steve/Memoire140.pdf\]](http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/recherche/Bedard-Steve/Memoire140.pdf).
- BERNIER, P. Y., et D. HOULE, 2005. « Les changements climatiques et la productivité forestière », dans *Actes du colloque Changements climatiques et foresterie : impacts et adaptation*, [En ligne], p. 13-17. [\[www.mrn.gouv.qc.ca/colloque-climat/documents/actes-colloque.pdf\]](http://www.mrn.gouv.qc.ca/colloque-climat/documents/actes-colloque.pdf).
- BLAIS, J. R., 1958. "Effects of defoliation by spruce budworm (*Choristoneura fumiferana* Clem.) on radial growth at breast height of balsam fir (*Abies balsamea* (L.) Mill.) and white spruce (*Picea glauca* (Moench) Voss.)", *The Forestry Chronicle*, vol. 34, n° 1, p. 39-47.
- DUPOUEY, J. L., C. GAGNÉ et H. MORIN, 2002. "Growth trends of *Picea mariana* in the boreal forest of Quebec during the last century", dans BÉGIN, Y. *Dendrochronology, Environmental Change and Human History: 6th International Conference on Dendrochronology, 22-27 August 2002, Quebec, Canada: Abstracts*, Centre d'études nordiques, p. 90.
- FANTIN, N. et H. MORIN, 2002. « Croissance juvénile comparée de deux générations successives de semis d'épinette noire issus de graines après feu en forêt boréale, Québec », *Canadian Journal of Forest Research*, [En ligne], vol. 32, n° 8, p. 1478-1490. [\[www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/32/8\]](http://www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/32/8).
- FLEMING, R. L., D. S. MOSSA et G. T. MAREK, 2005. "Upland black spruce stand development 17 years after cleaning and precommercial thinning", *The Forestry Chronicle*, vol. 81, n° 1, p. 31-41.
- GAGNÉ, C., 2000. *Tendance à long terme de la croissance de l'épinette noire (Picea mariana (Mill.) B.S.P.) en forêt boréale québécoise*, [En ligne], Mémoire de maîtrise, Université du Québec à Chicoutimi, 96 p. [\[constellation.ugac.ca/975/1/11964276.pdf\]](http://constellation.ugac.ca/975/1/11964276.pdf).
- GRAY, D. R., J. RÉGNIÈRE et B. BOULET, 2000. "Analysis and use of historical patterns of spruce budworm defoliation to forecast outbreak patterns in Quebec", *Forest Ecology and Management*, vol. 127, n°s 1-3, p. 217-231.
- GRONDIN, P., 2001. *Les types écologiques comme outil d'aménagement*, communication présentée lors d'une formation continue de l'Ordre des ingénieurs forestiers du Québec, Rouyn-Noranda, 7 et 8 juin.
- GRONDIN, P., J. NOËL, D. HOTTE, P. TARDIF et C. LAPOINTE, 2000. *Croissance potentielle en hauteur et dynamique des espèces forestières sur les principaux types écologiques des régions écologiques 5a et 6a (Abitibi)*, ministère des Ressources naturelles, 111 p. (Rapport interne; 461).

- GUAY, R., R. GAGNON et H. MORIN, 1992. "A new automatic and interactive tree ring measurement system based on a line scan camera", *The Forestry Chronicle*, vol. 68, n° 1, p. 138-141.
- HOLMES, R. L., 1983. "Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement", *Tree-Ring Bulletin*, [En ligne], vol. 43, p. 69-78.
[\[www.treeringsociety.org/TRBTRR/TRBvol43_69-78.pdf\]](http://www.treeringsociety.org/TRBTRR/TRBvol43_69-78.pdf).
- HUANG, S., S. J. TITUS et D. P. WIENS, 1992. "Comparison of nonlinear height-diameter functions for major Alberta tree species", *Canadian Journal of Forest Research*, [En ligne], vol. 22, n° 9, p. 1297-1304. [\[www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/22/9\]](http://www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/22/9).
- JACOBY, G. C., R. D. D'ARRIGO et T. DAVAAJAMTS, 1996. "Mongolian tree rings and 20th-century warming", *Science*, vol. 273, n° 5276, p. 771-773.
- JOHNSTON, W. F., 1990. "*Thuja occidentalis* L.: Northern white-cedar", dans BURNS, R. M., et B. H. HONKALA. *Silvics of North America: Volume 1. Conifers*, [En ligne], United States Department of Agriculture, p. 580-589. [\[www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol1.pdf\]](http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol1.pdf).
- LAILY, P. R., 1990. "*Populus grandidentata* Michx.: Bigtooth aspen", dans BURNS, R. M., et B. H. HONKALA. *Silvics of North America: Volume 2. Hardwoods*, [En ligne], United States Department of Agriculture, p. 544-550.
[\[http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol2.pdf\]](http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol2.pdf).
- LAPOINTE, C., P. GRONDIN, J. NOËL, P. TARDIF et S. BÉDARD, 1999. *Guide servant à l'élaboration de courbes de croissance par région écologique, type écologique et espèce forestière à partir d'analyses de tige*, ministère des Ressources naturelles, 26 p.
- LINDSTROM, M. et D. M. BATES, 1990. Nonlinear mixed effects models for repeated measures data", *Biometrics*, [En ligne], vol. 46, n° 3, p. 673-687.
[\[www.biostat.wisc.edu/pub/lindstrom/papers/biometrics.1990.pdf\]](http://www.biostat.wisc.edu/pub/lindstrom/papers/biometrics.1990.pdf).
- LITTELL, R. C., G.A. MILLIKEN, W.W. STROUP et R.D. WOLFINGER, 1996. *SAS System for Mixed Models*, Cary (NC), SAS Institute, 633 p.
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES, 2001. *Le système hiérarchique de classification écologique du territoire*, [En ligne], ministère des Ressources naturelles, 3 p.
[\[www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/systeme.pdf\]](http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/systeme.pdf).
- MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES ET DE LA FAUNE, 2006. *Normes d'inventaire forestier, analyse des tiges, sélection, récolte et mesure en laboratoire*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 151 p.
- MONSERUD, R. A., 1984. "Height growth and site index curves for inland Douglas-fir based on stem analysis data and forest habitat type", *Forest Science*, vol. 30, n° 4, p. 943-965.
- MONSERUD, R. A., 1987. "Variation on a theme of site index", dans NORTH CENTRAL FOREST EXPERIMENT STATION. *Forest Growth Modelling and Prediction: Proceedings of the IUFRO Conference August 23-27, 1987, Minneapolis, Minnesota (International Union of Forestry Research Organizations)*, North Central Forest Experiment Station, p. 419-427.
- MORRIS, D. M., C. BOWLING et S. C. HILLS, 1994. "Growth and form responses to pre-commercial thinning regimes in aerially seeded jack pine stands: 5th year results", *The Forestry Chronicle*, vol. 70, n° 6, p. 780-787.
- MÜSSENBERGER, F., S. MIRON, M. RIOPEL, V. LAFLÈCHE, J. BÉGIN et J.-P. SAUCIER, 2010. *Le potentiel d'accroissement d'une station écoforestière : prédiction de l'indice de*

- qualité de station et de l'accroissement annuel moyen potentiel par polygone forestier pour la forêt publique commerciale du Québec, [En ligne], Université Laval, 251p.
[\[http://www2.sbf.ulaval.ca/dendro/Recherche/Rapports/default.htm\]](http://www2.sbf.ulaval.ca/dendro/Recherche/Rapports/default.htm).
- PATRY, A., 2004. *Bonification de la procédure SAS d'identification des périodes de ralentissement de croissance*, ministère des Ressources naturelles, 64 p.
- PERALA, D. A. 1990. "Populus tremuloides Michx.: Quaking aspen", dans BURNS, R. M., et B. H. HONKALA. *Silvics of North America: Volume 2. Hardwoods*, [En ligne], United States Department of Agriculture, p. 555-569.
[\[http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol2.pdf\]](http://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654_vol2.pdf).
- PINHEIRO, J. C., et D. M. BATES, 2000. *Mixed-Effects Models in S and S-PLUS*, Springer, 528 p.
- POTHIER, D., 2002. "Twenty-year results of precommercial thinning in a balsam fir stand", *Forest Ecology and Management*, vol. 168, n^{os} 1-3, p. 177-186.
- POTHIER, D. et F. SAVARD, 1998. *Actualisation des tables de production pour les principales espèces forestières du Québec*, [En ligne], ministère des Ressources naturelles, 183 p.
[\[www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/actualisation-tables-production.pdf\]](http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/forets/connaissances/actualisation-tables-production.pdf).
- POTHIER, D. et I. AUGER, 2011. *NATURA-2009 : Un modèle de prévision de la croissance à l'échelle du peuplement pour les forêts du Québec*, ministère des Ressources naturelles et de la Faune, 56 p. (Mémoire de recherche forestière; 163).
- RAULIER, F., M.-C. LAMBERT, D. POTHIER et C.H. UNG, 2003. "Impact of dominant tree dynamics on site index curves", *Forest Ecology and Management*, vol. 184, n^{os} 1-3, p. 65-78.
- RICHARDS, F. J., 1959. "A flexible growth function for empirical use", *Journal of Experimental Botany*, vol. 10, n^o 2, p. 290-301.
- RIOPEL, M., 1999. *Potentiel de croissance de la haute régénération pré-établie de sapin baumier : une analyse dendrométrique au niveau de la tige et du peuplement*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, 149 p.
- SAS INSTITUTE, 2010. *SAS/STAT 9.22 User's Guide*, Cary (NC), SAS Institute, 8444 p.
- SAUCIER, J.-P., 1992. *Croissance et rendement en fonction des types écologiques photo-interprétés de la région écologique 5a-Basses et Moyennes Appalaches (Québec)*, Mémoire de maîtrise, Université Laval, 185 p.
- SAUCIER, J.-P., C. GAGNÉ et S. BERNIER, 2006. "Comparing site index by site types along an ecological gradient in southern Québec using stem analysis", dans *Colloque Eastern CANUSA : Les sciences forestières au-delà des frontières : Manuel de conférence = Eastern CANUSA Conference: Forest Science across the Borders : Conference Handbook*, [En ligne], p. 136-143.
[\[www.mrn.gouv.qc.ca/ecanusa/documents/manuel-conference.pdf\]](http://www.mrn.gouv.qc.ca/ecanusa/documents/manuel-conference.pdf).
- SAUCIER, J.-P., P. GRONDIN, A. ROBITAILLE, J. GOSSELIN, C. MORNEAU, P.J. H. RICHARD, J. BRISSON, L. SIROIS, A. LEDUC, H. MORIN, É. THIFFAULT, S. GAUTHIER, C. LAVOIE et S. PAYETTE, 2009. « Chapitre 4 : Écologie forestière », dans *Manuel de foresterie*, nouvelle édition entièrement revue et augmentée, Éditions MultiMondes, p. 165-316.
- SEBER, G. A. F., et C. J. WILD, 1989. *Nonlinear Regression*, New York, John Wiley & Sons, 768 p.

- SEYMOUR, R. S., et M. A. FAJVAN, 2001. "Influence of prior growth suppression and soil on red spruce site index", *Northern Journal of Applied Forestry*, vol. 18, n° 2, p. 55-61.
- SMITH, D. M., B. C. LARSON, M. J. KELTY et P. M. S. ASHTON, 1997. *The Practice of Silviculture: Applied Forest Ecology*, 9th Edition, John Wiley & Sons., 560 p.
- TESCH, S. D., 1981. "The evolution of forest yield determination and site classification", *Forest Ecology Management*, vol. 3, p. 169-182.
- VANCLAY, J. K., 1994. *Modelling Forest Growth and Yield: Applications to Mixed Tropical Forests*, Wallingford (UK), CAB International, 312 p.
- WOLFINGER, R., 1993. "Laplace's approximation for nonlinear mixed models", *Biometrika*, vol. 80, n° 4, p. 791-795.
- ZARNOVICAN, R., 1981. « À propos de l'âge du sapin baumier et de sa détermination », *Canadian Journal of Forest Research*, [En ligne], vol. 11, n° 4, p. 805-811. [www.nrcresearchpress.com/toc/cjfr/11/4].
- ZARNOVICAN, R., 1985. « Analyse de tige : une méthode à redécouvrir », *Nature Canada*, vol. 112, p. 253-260.

ANNEXES

Annexe 1. Système hiérarchique de classification écologique du territoire

Tableau 6. Définition des niveaux hiérarchiques du système de classification écologique du territoire élaboré par le MRN (ministère des Ressources naturelles 2001)

Niveau hiérarchique	Définition
Zone de végétation	Vaste territoire, à l'échelle continentale, caractérisé par la physionomie des formations végétales.
Sous-zone de végétation	Portion de zone de végétation caractérisée par la physionomie de la végétation de fin de succession dominante dans le paysage.
Domaine bioclimatique	Territoire caractérisé par la nature de la végétation de fin de succession, nature exprimant l'équilibre entre le climat et les sites mésiques.
Sous-domaine bioclimatique	Portion de domaine bioclimatique qui présente des caractéristiques distinctes de végétation, révélant des différences du régime des précipitations ou des perturbations naturelles.
Région écologique	Territoire caractérisé par la composition et la dynamique forestières sur les sites mésiques ainsi que par la répartition des types écologiques dans le paysage.
Sous-région écologique	Portion de région écologique où la nature de la végétation des sites mésiques présente un caractère soit typique du domaine bioclimatique auquel elle appartient, soit plus méridional ou plus septentrional.
Unité de paysage régional	Portion de territoire caractérisée par une organisation récurrente des principaux facteurs écologiques permanents du milieu et de la végétation.
District écologique	Portion de territoire caractérisée par un pattern propre du relief, de la géologie, de la géomorphologie et de la végétation régionale.
Étage de végétation	Portion de territoire où l'altitude a une influence si marquée sur le climat que la structure et souvent la nature de la végétation sont modifiées. Celles-ci s'apparentent alors à celles de régions plus septentrionales.
Type écologique	Portion de territoire, à l'échelle locale, présentant une combinaison permanente de la végétation potentielle et des caractéristiques physiques de la station.
Type forestier	Portion de type écologique occupée par un écosystème forestier dont la composition et la structure actuelles sont distinctes.

Tableau 7. Définition des types écologiques retenus

Code	Définition
FE22	Érablière à tilleul sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
FE32	Érablière à bouleau jaune sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
FE42	Érablière à bouleau jaune et hêtre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
ME13	Pessière noire à peuplier faux-tremble sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
ME16	Pessière noire à peuplier faux-tremble sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
MJ11	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
MJ12	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
MJ14	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage subhydrique
MJ15	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
MJ16	Bétulaie jaune à sapin et érable à sucre sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
MJ21	Bétulaie jaune à sapin sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
MJ22	Bétulaie jaune à sapin sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
MJ24	Bétulaie jaune à sapin sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage subhydrique
MJ25	Bétulaie jaune à sapin sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
MJ26	Bétulaie jaune à sapin sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
MS12	Sapinière à bouleau jaune sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
MS13	Sapinière à bouleau jaune sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
MS15	Sapinière à bouleau jaune sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
MS20	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt très mince, de texture variée, de drainage de xérique à hydrique

Code	Définition
MS21	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
MS22	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
MS23	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
MS25	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
MS26	Sapinière à bouleau blanc sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
MS43	Sapinière à bouleau blanc montagnarde sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
MS62	Sapinière à érable rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
MS63	Sapinière à érable rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
RB52	Pessière blanche issue de broutage sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RB53	Pessière blanche issue de broutage sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
RE11	Pessière noire à lichens sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
RE12	Pessière noire à lichens sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RE20	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt très mince, de texture variée, de drainage de xérique à hydrique
RE21	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
RE22	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RE23	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
RE24	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage subhydrique
RE25	Pessière noire à mousses ou à éricacées sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
RE37	Pessière noire à sphaignes sur dépôt minéral de mince à épais, de drainage hydrique, ombrotrophe
RE38	Pessière noire à sphaignes sur dépôt organique ou minéral de mince à épais, de drainage hydrique, minérotrophe

Code	Définition
RE39	Pessière noire à sphaignes sur dépôt organique de mince à épais, de drainage hydrique, ombrotrophe
RP11	Pinède blanche ou pinède rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
RP12	Pinède blanche ou pinède rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RS10	Sapinière à thuya sur dépôt très mince, de texture variée, de drainage de xérique à hydrique
RS12	Sapinière à thuya sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RS13	Sapinière à thuya sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
RS15	Sapinière à thuya sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
RS16	Sapinière à thuya sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
RS20	Sapinière à épinette noire sur dépôt très mince, de texture variée, de drainage de xérique à hydrique
RS21	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage xérique ou mésique
RS22	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RS22M	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique, en mi-pente
RS23	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage mésique
RS25	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
RS26	Sapinière à épinette noire sur dépôt minéral de mince à épais, de texture fine, de drainage subhydrique
RS52	Sapinière à épinette rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage mésique
RS54	Sapinière à épinette rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture grossière, de drainage subhydrique
RS55	Sapinière à épinette rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique
RS55P	Sapinière à épinette rouge sur dépôt minéral de mince à épais, de texture moyenne, de drainage subhydrique, très pierreux

Tableau 8. Importance des types écologiques retenus par région écologique

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
2a	FE22	22,9
2a	MJ11	6,6
2a	MJ12	10,0
2b	FE22	10,7
2b	MJ11	6,3
2b	MJ12	11,4
2b	MJ14	12,8
2b	MJ15	4,7
2b	MJ16	1,2
2b	MJ24	10,0
2b	MJ25	1,8
2b	MJ26	0,3
2b	RS54	1,2
2c	FE22	27,7
2c	MJ12	18,9
2c	MJ22	1,3
3a	FE32	14,6
3a	MJ12	24,2
3a	MJ21	3,0
3a	MJ22	10,1
3a	RP12	3,1
3b	FE22	14,0
3b	FE32	21,4
3b	MJ12	19,2
3b	MJ21	4,9
3b	MJ22	1,7
3b	RP11	0,3
3b	RS10	0,1
3b	RS12	0,2
3c	FE32	21,4
3c	MJ12	22,0
3c	MJ22	15,6
3c	MJ25	4,9
3c	RS52	1,8
3d	MJ12	23,0
3d	MJ15	6,1
3d	MJ16	0,1
3d	MJ22	9,6
3d	MJ25	11,6
3d	MJ26	0,1
3d	RS55	4,3
3d	RS55P	0,1
4a	MJ22	15,3
4a	MS22	0,6

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
4a	MS26	1,0
4a	RS22	6,7
4a	RS25	1,6
4b	MJ22	27,8
4b	MS22	2,0
4b	MS25	0,6
4b	MS26	0,1
4b	RE21	1,8
4b	RS12	1,6
4b	RS21	3,9
4b	RS22	4,4
4b	RS25	4,9
4c	MJ22	33,4
4c	MJ25	5,6
4c	MS22	6,4
4c	MS25	0,8
4c	RE21	5,5
4c	RE22	2,1
4c	RS22	7,8
4d	MS12	34,6
4d	MS22	2,3
4d	RS22	2,9
4e	MS21	0,4
4e	RE21	11,4
4f	FE32	8,4
4f	FE42	2,4
4f	MS12	21,5
4f	MS13	13,4
4f	MS15	3,7
4f	MS22	3,0
4f	MS23	2,1
4f	MS62	2,3
4f	MS63	3,1
4f	RS12	2,9
4f	RS15	3,1
4f	RS52	2,2
4f	RS55	1,8
4g	MS12	6,4
4g	MS13	48,7
4g	MS23	5,3
4g	MS26	0,2
4g	MS63	3,8
4g	RS16	3,0
4h	MS13	38,8

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
4h	MS23	24,5
4h	MS26	1,7
5a	ME13	3,2
5a	ME16	9,4
5a	MS23	7,0
5a	MS26	13,2
5a	RE39	11,7
5b	MS22	20,6
5b	RE21	9,4
5b	RE22	11,1
5b	RE25	5,9
5b	RS22	20,6
5c	MS12	5,7
5c	MS22	26,3
5c	RE20	2,6
5c	RE21	7,2
5c	RE22	10,5
5c	RE25	2,9
5c	RE39	1,3
5c	RS22	23,3
5d	MS12	7,6
5d	MS22	22,0
5d	RE20	3,2
5d	RE21	6,4
5d	RE22	8,9
5d	RS22	22,8
5e	MS12	10,7
5e	MS20	8,4
5e	MS22	42,1
5e	RS20	5,8
5e	RS22	7,1
5e	RS25	4,9
5f	MS12	6,7
5f	MS20	6,1
5f	MS22	25,6
5f	RS20	4,7
5f	RS22	13,4
5f	RS22M	3,1
5f	RS25	5,8
5g	MS22	13,4
5g	RE21	3,6
5g	RS20	22,6
5g	RS21	7,9
5g	RS22	19,4
5h	MS13	14,1
5h	MS23	50,8

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
5h	MS26	1,3
5h	RE23	0,1
5h	RS13	2,9
5h	RS23	3,0
5i	MS23	49,7
5i	MS26	1,0
5i	MS43	1,8
5i	RS23	4,7
5j	RB52	7,9
5j	RB53	41,0
5j	RE38	5,1
5j	RS23	7,0
6a	ME13	6,1
6a	ME16	15,3
6a	RE21	2,9
6a	RE22	6,3
6a	RE37	9,5
6a	RS22	7,0
6a	RS26	1,8
6c	RE21	11,5
6c	RE22	21,7
6c	RE24	3,8
6c	RE25	15,1
6c	RS22	17,9
6d	RE11	1,0
6d	RE12	2,9
6d	RE21	8,2
6d	RE22	41,9
6d	RE25	13,0
6e	MS22	5,2
6e	RE21	10,3
6e	RE22	28,2
6e	RE25	11,0
6e	RE37	0,3
6e	RE39	5,4
6e	RS22	23,6
6f	RE21	9,7
6f	RE22	29,4
6f	RE25	11,4
6f	RE39	8,5
6f	RS22	25,2
6g	RE11	6,8
6g	RE12	7,3
6g	RE21	11,2
6g	RE22	26,1
6g	RS22	16,0

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
6g	RS22M	4,6
6h	MS22	5,9
6h	RE21	5,2
6h	RE22	3,9
6h	RS20	10,0
6h	RS22	44,4
6h	RS22M	10,1
6h	RS25	5,5
6i	MS22	3,1
6i	RE21	4,3
6i	RE22	3,3
6i	RS20	15,0
6i	RS22	41,5
6i	RS22M	7,8
6i	RS25	5,9
6j	MS22	4,6
6j	RE20	2,6

Région écologique	Type écologique	Superficie (%)
6j	RE21	1,5
6j	RS20	36,6
6j	RS22	25,8
6j	RS22M	9,2
6j	RS25	4,9
6k	RE21	4,1
6k	RE22	18,3
6k	RE25	8,8
6k	RS22	40,7
6l	RE22	7,3
6l	RE25	4,2
6l	RS22	45,8
6l	RS22M	6,7
6l	RS25	5,8
6n	MS22	5,2
6n	RS22	45,5

Annexe 2. Croissance en hauteur potentielle

Tableau 9. IQS_{station} par essence, région écologique et type écologique⁽¹⁾

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPB	2a		MJ11	16	19,64	18,07	21,21	28,61	2,60
EPB	2b		MJ11						
EPB	2b		MJ14	19	19,51	17,72	21,30	32,61	2,51
EPB	2b		MJ24						
EPB	2b		MJ15	17	17,58	15,90	19,26	32,39	3,08
EPB	2b		MJ16						
EPB	2b		MJ25						
EPB	2b		MJ26						
EPR	2b		RS54	15	15,28	14,33	16,23	19,84	3,52
PEG	2a		FE22	25	26,06	25,29	26,83	38,17	1,05
PET	2a		FE22						
PEG	2b		FE22	27	22,81	21,94	23,67	25,87	0,75
PET	2b		FE22						
PEG	2a		MJ11	18	22,22	21,18	23,27	31,32	1,00
PET	2a		MJ11						
PEG	2b		MJ11						
PEG	2a		MJ12	26	25,14	24,13	26,15	30,47	0,82
PET	2a		MJ12						
PEG	2b		MJ12						
SAB	2a		MJ11	22	20,01	18,96	21,06	27,25	2,57
SAB	2b		MJ11						
SAB	2b		MJ24	26	18,10	17,15	19,04	25,83	2,81
SAB	2b		MJ25	28	18,29	17,25	19,32	29,19	2,94
SAB	2b		RS54	20	17,03	15,84	18,21	27,44	3,20
BOP	2c		FE22	25	19,78	19,13	20,43	22,36	0,90
PEG	2c		FE22	23	26,18	25,12	27,23	28,53	0,60
PET	2c		FE22						

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
SAB	2c		MJ12	25	20,54	19,63	21,45	26,21	2,40
SAB	2c		MJ22	20	19,48	18,25	20,70	27,08	2,68
BOP	3a		MJ12	19	17,08	16,41	17,75	22,20	1,28
BOP	3a		MJ21	28	19,11	18,20	20,01	24,28	1,11
BOP	3a		MJ22	25	16,89	16,25	17,54	23,41	1,37
EPB	3a		MJ12	17	21,56	20,30	22,82	29,78	2,56
EPB	3a		MJ21	22	19,72	18,73	20,72	27,38	2,74
EPB	3a		MJ22	28	19,47	18,46	20,47	27,74	2,89
PEG	3a		MJ12	19	22,13	21,47	22,79	33,62	1,04
PET	3a		FE32	15	25,31	24,58	26,04	28,77	0,70
PET	3a		MJ22	26	23,05	22,43	23,67	27,32	0,82
PIB	3a		RP12	18	15,73	15,11	16,35	59,17	2,35
SAB	3a		MJ12	21	18,76	17,61	19,91	28,44	1,15
SAB	3a		MJ21	23	19,48	18,38	20,57	30,61	1,25
SAB	3a		MJ22	29	17,86	16,99	18,73	32,80	1,32
EPB	3b		MJ12	25	21,52	19,71	23,33	36,05	2,56
EPB	3b		MJ21	25	19,95	18,41	21,49	32,45	2,57
EPB	3b		MJ22	30	21,40	20,24	22,55	29,08	2,39
PEG	3b		FE22	25	24,07	23,28	24,86	33,73	0,93
PET	3b		FE22						
PEG	3b		FE32	25	22,17	21,39	22,95	31,99	1,19
PET	3b		FE32						
PEG	3b		MJ12	25	21,97	21,08	22,86	34,30	1,21
PET	3b		MJ12						
PIB	3b		RP11	25	16,03	15,16	16,91	NA	3,33
SAB	3b		MJ12	28	18,95	17,86	20,05	33,98	2,88
SAB	3b		MJ21	29	18,69	17,71	19,67	24,17	2,88
SAB	3b		MJ22	28	19,36	18,73	19,99	25,06	2,62
SAB	3b		RP11	16	17,01	16,26	17,76	23,36	2,97
SAB	3b		RS10	22	14,86	13,74	15,97	87,02	3,62

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
SAB	3b		RS12	27	16,39	14,99	17,80	32,52	3,31
THO	3b		RS10	9	9,14	7,67	10,62	23,30	6,12
THO	3b		RS12						
BOP	3c		MJ12	18	16,20	15,34	17,05	25,13	1,75
EPB	3c		MJ12	29	15,78	14,41	17,16	37,76	3,54
EPB	3c		MJ22	15	17,41	15,65	19,16	29,38	3,18
EPB	3c		MJ25	16	16,48	14,84	18,12	29,33	3,38
EPR	3c		RS52	26	15,00	14,38	15,62	24,38	3,56
PEG	3c		FE32	30	21,42	20,85	22,00	26,65	1,03
PET	3c		FE32						
PEG	3c		MJ12	30	19,53	18,59	20,46	28,53	1,36
PET	3c		MJ12						
SAB	3c		MJ12	27	17,52	16,52	18,52	32,96	1,39
SAB	3c		MJ22	38	17,62	16,79	18,46	33,28	1,49
SAB	3c		MJ25	26	17,85	16,83	18,87	33,21	1,39
SAB	3c		RS52	29	14,86	14,00	15,72	31,54	2,06
BOP	3d		MJ12	23	17,90	17,27	18,54	23,86	1,31
EPB	3d		MJ12	13	18,42	17,23	19,60	29,04	2,85
EPB	3d		MJ15	24	19,04	17,99	20,10	26,47	2,84
EPB	3d		MJ22	30	19,32	18,45	20,18	27,47	2,68
EPB	3d		MJ25	31	19,05	17,61	20,49	30,07	2,80
EPR	3d		RS55	24	15,79	15,21	16,37	25,67	3,45
EPR	3d		RS55P						
PET	3d		MJ12	13	19,86	19,07	20,66	24,68	1,05
PET	3d		MJ22	19	19,62	18,97	20,26	26,04	1,46
PET	3d		MJ25	23	23,07	21,77	24,37	28,87	0,88
PET	3d		MJ26						
SAB	3d		MJ12	32	18,23	17,43	19,03	26,05	2,88
SAB	3d		MJ15	21	18,75	17,85	19,66	27,38	2,73
SAB	3d		MJ16	16	19,61	18,54	20,68	24,79	2,55

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
SAB	3d		MJ26						
SAB	3d		MJ22	31	16,49	15,71	17,28	25,86	3,20
SAB	3d		MJ25	29	18,68	17,77	19,58	25,67	2,54
SAB	3d		RS55	25	15,44	14,63	16,25	27,01	3,41
SAB	3d		RS55P						
BOP	4b		MJ22	32	16,90	16,45	17,36	24,47	1,53
BOP	4b		MS22	30	16,52	16,03	17,00	23,09	1,61
BOP	4b		RS22	30	14,57	13,94	15,20	24,45	2,40
EPB	4a		MJ22	22	17,61	16,53	18,68	27,00	3,02
EPB	4b		MJ22						
EPB	4b		MS22	25	19,68	18,81	20,55	24,32	2,54
EPN	4b		RE21	30	15,01	14,32	15,70	24,66	1,66
EPN	4b		RS21	29	15,34	14,61	16,07	23,83	1,60
EPN	4b		RS22	27	15,02	14,28	15,75	26,29	1,86
EPN	4a		RS25	31	15,64	14,95	16,33	26,88	1,74
EPN	4b		RS25						
PEG	4b		MJ22	29	22,53	21,46	23,60	27,86	0,86
PET	4b		MJ22						
PET	4a		MS22	33	22,20	21,19	23,21	27,51	0,87
PET	4b		MS22						
PIG	4b		RE21	30	16,98	16,31	17,65	21,05	1,27
SAB	4a		MJ22	24	19,27	18,13	20,41	27,22	2,84
SAB	4b		MJ22						
SAB	4a		MS22	29	19,28	18,37	20,19	26,18	2,58
SAB	4b		MS22						
SAB	4b		MS25	25	18,35	17,02	19,69	28,73	2,79
SAB	4a		MS26						
SAB	4b		MS26						
SAB	4b		RS12	25	15,36	13,80	16,91	29,57	3,65
SAB	4b		RS21	30	15,09	14,28	15,89	22,06	3,32
SAB	4a		RS22	20	16,83	15,49	18,16	26,86	3,14

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
SAB	4b		RS22						
SAB	4a		RS25	34	16,48	15,21	17,74	29,32	2,90
SAB	4b		RS25						
BOP	4c		MJ22	25	16,05	15,39	16,71	23,33	1,59
BOP	4c		MS22	25	16,61	15,97	17,24	23,02	1,53
EPB	4c		MJ22	24	19,31	18,20	20,42	36,10	0,99
EPB	4c		MS22	29	18,39	17,36	19,43	31,89	1,28
EPB	4c		MS25	16	16,58	14,80	18,37	27,34	1,28
EPB	4c		RS22	21	18,09	16,45	19,72	28,72	1,16
EPN	4c		RE21	30	15,91	15,43	16,38	24,27	3,20
EPN	4c		RE22	35	15,34	14,82	15,86	23,38	3,17
EPN	4c		RS22	39	16,11	15,66	16,56	26,41	3,13
PET	4c		MJ22	25	18,99	18,41	19,57	29,14	2,10
PET	4c		MS22	25	19,96	19,10	20,82	29,64	1,46
PIG	4c		RE21	30	17,52	16,90	18,14	23,77	1,50
PIG	4c		RE22	25	16,65	15,99	17,30	22,52	1,44
SAB	4c		MJ22	33	17,23	16,47	18,00	22,78	3,01
SAB	4c		MJ25	24	15,27	14,46	16,08	149,97	3,32
SAB	4c		MS22	40	18,20	17,29	19,11	30,82	2,82
SAB	4c		MS25	25	18,28	17,33	19,23	26,30	2,80
SAB	4c		RS22	18	15,55	14,48	16,62	27,30	3,30
BOP	4d		MS12	24	16,18	15,24	17,12	19,47	2,37
EPB	4d		MS12	14	18,51	17,25	19,77	37,03	1,41
EPB	4d		MS22	23	16,43	15,45	17,41	31,31	1,62
EPN	4d		RS22	18	14,31	13,19	15,44	28,08	3,21
SAB	4d		MS12	32	16,48	15,00	17,96	20,95	3,37
SAB	4d		MS22	31	16,10	15,71	16,49	20,17	2,80
EPN	4e		RE21	30	16,70	16,06	17,33	22,46	3,04
PET	4e		MS21	21	21,68	21,25	22,11	24,38	2,06
PIG	4e		RE21	30	17,48	16,96	17,99	22,07	1,28

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
BOP	4f		MS12	25	15,71	14,83	16,59	22,01	2,69
BOP	4f		MS13	25	15,12	14,38	15,85	22,73	2,83
BOP	4f		MS22	21	14,73	14,21	15,26	26,44	2,56
BOP	4f		MS23						
BOP	4f		MS62	25	15,74	15,14	16,34	19,64	2,81
BOP	4f		MS63						
EPB	4f		MS12	34	19,31	18,35	20,27	36,24	2,74
EPB	4f		MS15	25	19,57	18,55	20,60	28,59	2,74
EPB	4f		MS22	40	17,83	17,08	18,59	29,23	2,88
EPB	4f		RS15	13	15,22	13,62	16,82	60,30	3,60
EPB	4f		RS52	23	17,87	16,80	18,94	25,78	2,88
EPR	4f		RS52	30	17,72	16,77	18,67	25,17	2,54
PET	4f		MS12	24	21,00	20,04	21,96	26,10	1,01
PET	4f		MS22	21	21,24	20,11	22,38	27,36	1,00
PET	4f		MS23						
PET	4f		MS62	16	20,07	18,92	21,22	23,86	1,03
PET	4f		MS63						
SAB	4f		FE32	22	18,41	17,54	19,27	24,60	2,62
SAB	4f		FE42						
SAB	4f		MS12	84	18,15	17,67	18,63	26,28	2,82
SAB	4f		MS15	43	18,85	18,20	19,51	26,17	2,78
SAB	4f		MS22	27	16,66	15,75	17,57	29,58	3,15
SAB	4f		RS12	27	14,12	13,21	15,02	35,76	3,81
SAB	4f		RS15	18	15,86	14,65	17,08	35,86	3,42
SAB	4f		RS52	26	15,25	14,22	16,29	39,03	3,47
SAB	4f		RS55	17	16,03	14,57	17,49	61,15	3,31
THO	4f		RS12	19	9,44	8,97	9,91	NA	5,93
THO	4f		RS15	12	8,45	7,86	9,03	NA	6,71
BOP	4g		MS13	26	15,48	15,01	15,95	18,35	2,47
EPB	4g		MS12	16	19,97	19,08	20,87	36,80	1,37

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPB	4g		MS13						
PEG	4g		MS63	27	19,17	18,25	20,09	27,19	1,55
PET	4g		MS63						
SAB	4g		MS13	24	16,40	15,20	17,59	28,40	3,26
SAB	4g		MS23	19	15,32	14,07	16,57	26,29	3,39
SAB	4g		MS26						
SAB	4g		RS16	27	14,23	13,13	15,32	30,07	3,92
THO	4g		RS16	19	11,09	10,74	11,44	27,26	4,83
BOP	4h		MS13	25	16,24	15,64	16,84	20,14	1,39
EPB	4h		MS13	20	19,52	18,78	20,27	35,33	1,45
PET	4h		MS23	24	21,59	20,51	22,66	23,16	1,76
SAB	4h		MS13	27	16,88	16,02	17,74	23,06	2,83
SAB	4h		MS23	18	14,17	12,95	15,39	26,97	3,88
SAB	4h		MS26	22	13,68	12,56	14,81	28,60	4,05
EPB	5a		MS23	21	17,96	16,83	19,10	23,21	3,09
EPN	5a		ME13	25	14,89	14,16	15,63	29,61	1,96
EPN	5a		ME16	23	12,13	11,46	12,81	23,62	2,12
EPN	5a		RE39	21	11,91	11,17	12,64	21,98	2,20
PET	5a		ME13	25	19,50	18,21	20,79	27,30	2,70
PET	5a		MS23	29	20,45	19,86	21,04	23,45	2,20
PET	5a		MS26	25	21,94	21,30	22,58	25,43	2,09
SAB	5a		MS23	31	19,25	18,42	20,08	30,24	1,25
SAB	5a		MS26	25	18,27	17,40	19,14	30,78	1,33
BOP	5b		MS22	25	17,18	16,60	17,76	21,15	1,15
EPB	5b		MS22	19	13,06	11,43	14,70	42,29	4,41
EPN	5b		RE21	38	13,88	13,37	14,40	21,41	3,72
EPN	5b		RE22	40	14,55	14,02	15,08	21,95	3,59
EPN	5b		RE25	30	14,49	13,84	15,14	23,37	3,64
EPN	5b		RS22	42	16,07	15,55	16,59	23,06	3,14
PET	5b		MS22	25	19,87	19,33	20,42	24,21	1,02

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
PIG	5b		RE21	56	15,78	15,29	16,26	18,85	2,81
PIG	5b		RE22	40	16,11	15,52	16,71	20,14	2,84
PIG	5b		RE25	15	14,16	13,21	15,11	18,46	3,13
PIG	5b		RS22	19	17,32	16,45	18,19	20,80	2,67
SAB	5b		MS22	48	18,08	17,18	18,99	25,84	2,55
SAB	5b		RS22	29	15,29	14,47	16,10	21,22	3,25
BOP	5c		MS22	27	15,89	15,41	16,38	21,69	1,58
BOP	5c		RS22	25	13,90	13,44	14,36	19,90	1,98
EPB	5c		MS22	26	16,52	15,48	17,56	38,61	1,48
EPN	5c		MS22	15	15,47	13,99	16,94	24,11	3,42
EPN	5c		RE20	33	13,04	12,27	13,80	21,34	3,81
EPN	5c		RE21	35	14,18	13,30	15,06	23,63	3,79
EPN	5c		RE22	50	14,17	13,52	14,83	23,35	3,59
EPN	5c		RE25	23	13,04	12,01	14,07	22,32	4,17
EPN	5c		RE39	30	11,87	10,75	12,98	25,97	4,69
EPN	5c		RS22	32	14,76	13,85	15,66	25,40	3,48
PET	5c		MS12	25	18,49	17,56	19,42	24,75	1,40
PET	5c		MS22	35	19,29	18,48	20,11	26,62	1,34
PIG	5c		RE20	28	13,20	12,33	14,08	18,13	3,88
PIG	5c		RE21	30	16,12	15,32	16,92	19,81	2,81
PIG	5c		RE22	38	15,46	14,81	16,11	22,41	2,91
PIG	5c		RS22	22	15,03	14,10	15,95	22,64	3,20
SAB	5c		MS22	29	16,75	15,70	17,81	37,90	3,23
SAB	5c		RS22	26	13,17	12,12	14,23	86,16	3,73
BOP	5d		MS12	23	15,09	14,36	15,82	17,46	2,45
BOP	5d		MS22	31	16,79	16,22	17,37	19,84	2,53
BOP	5d		RS22	29	15,32	14,74	15,91	18,43	2,80
EPB	5d		MS12	34	17,53	16,63	18,43	31,93	1,38
EPB	5d		MS22	26	16,88	15,83	17,93	29,88	1,51
EPN	5d		RE20	32	15,09	14,41	15,77	22,35	3,40

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPN	5d		RE21	25	15,40	14,54	16,26	24,15	3,47
EPN	5d		RE22	26	14,80	14,04	15,56	21,28	3,50
EPN	5d		RS22	34	15,73	15,08	16,38	25,64	3,26
PET	5d		MS12	25	19,01	18,03	19,99	23,33	2,12
PET	5d		MS22	30	19,58	18,60	20,56	22,43	2,19
PET	5d		RS22	25	17,58	16,42	18,75	21,54	2,64
PIG	5d		RE20	29	15,10	14,32	15,87	21,89	1,74
PIG	5d		RE21	25	15,98	15,30	16,67	20,81	1,28
PIG	5d		RE22	24	14,07	13,17	14,97	21,25	2,07
SAB	5d		MS12	35	18,16	17,09	19,22	29,02	2,78
SAB	5d		MS22	36	17,62	16,86	18,39	23,23	2,78
SAB	5d		RS22	29	15,39	14,53	16,26	22,46	3,27
BOP	5e		MS22	25	13,27	12,44	14,11	17,25	2,02
BOP	5f	5fS	MS22	25	11,83	11,32	12,34	15,43	2,27
EPB	5e	5eT	MS12	25	19,03	18,15	19,91	25,07	2,72
EPB	5f	5fS	MS12	16	15,04	13,71	16,36	32,89	3,60
EPB	5e		MS20	21	12,46	11,50	13,42	29,42	4,51
EPB	5f		MS20						
EPB	5e	5eS	MS22	20	13,00	11,92	14,08	33,69	4,05
EPB	5e	5eT	MS22	78	15,08	14,53	15,63	28,60	3,58
EPB	5f	5fT	MS22						
EPB	5f	5fS	MS22	23	13,49	12,44	14,54	36,45	4,01
EPN	5e	5eT	RS20	25	12,11	11,55	12,66	20,13	4,33
EPN	5f	5fT	RS20						
EPN	5e	5eS	RS22	19	10,62	9,87	11,38	53,96	5,31
EPN	5f	5fS	RS22						
EPN	5e	5eT	RS22	35	11,93	11,39	12,48	27,83	3,95
EPN	5f	5fT	RS22						
EPN	5f	5fS	RS22M	27	12,43	11,99	12,87	31,24	3,02
EPN	5e	5eT	RS25	29	13,35	12,71	13,98	27,78	3,82

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPN	5f	5fT	RS25						
SAB	5e	5eT	MS12	24	18,04	17,28	18,81	22,82	2,65
SAB	5f	5fS	MS12	13	15,37	13,68	17,06	58,52	3,59
SAB	5e		MS20	28	12,15	11,25	13,06	48,26	4,49
SAB	5f		MS20						
SAB	5e	5eS	MS22	19	11,27	10,21	12,34	63,38	4,29
SAB	5e	5eT	MS22	80	14,37	13,78	14,95	39,20	3,67
SAB	5f	5fS	MS22	30	11,19	10,39	11,98	41,22	5,04
SAB	5e		RS20	28	10,99	10,20	11,77	35,19	4,66
SAB	5f		RS20						
SAB	5e	5eS	RS22	22	10,82	9,92	11,72	41,42	5,16
SAB	5f	5fS	RS22						
SAB	5e	5eT	RS22	14	11,95	10,60	13,30	83,92	4,21
SAB	5f	5fT	RS22						
SAB	5f		RS22M	15	13,40	12,29	14,52	26,10	2,99
SAB	5e		RS25	31	12,27	11,44	13,09	36,96	4,35
SAB	5f		RS25						
BOP	5g		MS22	25	14,72	14,25	15,19	18,33	1,57
EPB	5g		MS22	29	15,24	14,11	16,36	44,94	3,58
EPN	5g		RE21	23	12,42	11,58	13,25	20,89	4,26
EPN	5g		RS20	17	12,30	11,29	13,32	22,49	4,33
EPN	5g		RS21	23	13,72	12,68	14,77	26,96	3,82
EPN	5g		RS22	39	13,98	13,21	14,76	26,19	3,81
PET	5g		MS22	25	21,57	20,48	22,67	25,93	0,84
PIG	5g		RE21	36	14,40	13,29	15,52	18,91	3,17
SAB	5g		MS22	40	15,52	14,87	16,18	30,07	3,39
SAB	5g		RS20	19	12,51	11,52	13,49	23,16	4,35
SAB	5g		RS21	15	12,38	11,44	13,33	27,15	4,31
SAB	5g		RS22	37	11,94	11,22	12,65	21,75	4,76
BOP	5h		MS23	23	12,36	11,66	13,06	17,24	3,77

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPB	5h		MS13	30	18,46	17,47	19,46	37,07	1,44
EPB	5h		MS23	35	16,30	15,44	17,15	35,22	1,86
EPN	5h		RE23	23	14,37	13,80	14,94	24,41	3,54
EPN	5h		RS23	21	14,04	13,41	14,67	34,10	3,73
PET	5h		MS23	29	19,20	18,23	20,17	26,69	1,44
SAB	5h		MS13	35	16,72	15,82	17,62	36,28	2,97
SAB	5h		MS23	39	14,38	13,62	15,14	35,14	3,69
SAB	5h		MS26	22	15,38	14,36	16,39	31,90	3,50
SAB	5h		RS13	22	13,66	12,54	14,78	64,08	4,05
SAB	5h		RS23	20	12,64	11,61	13,67	46,61	4,17
BOP	5i		MS23	23	13,42	12,31	14,53	17,44	1,64
EPB	5i		MS23	22	13,57	12,49	14,64	36,73	3,95
EPB	5i		MS43	15	8,67	8,06	9,28	34,79	6,68
EPN	5i		RS23	22	12,92	12,15	13,69	30,13	4,18
PET	5i		RS23	25	18,62	17,82	19,43	22,03	0,99
SAB	5i		MS23	29	13,26	12,44	14,07	30,36	3,89
SAB	5i		MS26	26	13,83	12,85	14,80	39,77	3,76
SAB	5i		MS43	23	8,43	7,90	8,96	16,04	6,80
SAB	5i		RS23	15	11,80	10,52	13,08	131,66	4,71
EPB	5j		RB52	22	11,40	10,14	12,66	36,31	4,64
EPB	5j		RB53	39	12,50	11,46	13,53	38,03	4,41
EPN	5j		RE38	20	7,51	6,93	8,10	17,63	7,53
EPN	5j		RS23	20	11,41	10,48	12,35	28,95	4,79
SAB	5j		RB52	24	9,04	8,15	9,93	31,62	6,42
SAB	5j		RS23	23	9,66	8,64	10,69	47,58	5,56
EPN	6a		ME13	28	14,30	13,69	14,92	31,36	2,12
EPN	6a		ME16	25	14,43	13,78	15,07	28,18	2,14
EPN	6a		RE21	25	13,94	13,25	14,62	20,94	1,75
EPN	6a		RE22	25	11,49	10,85	12,12	18,18	2,23
EPN	6a		RE37	16	13,01	12,21	13,81	21,33	2,16

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPN	6a		RS22	24	15,31	14,63	15,98	28,28	1,94
EPN	6a		RS26	18	13,38	12,66	14,10	27,00	2,18
PET	6a		ME13	28	17,00	15,96	18,04	33,42	2,79
PET	6a		ME16	21	17,65	16,58	18,71	26,99	2,42
PIG	6a		RE21	28	15,13	14,64	15,63	18,07	2,78
PIG	6a		RE22	25	13,33	12,67	13,98	16,33	3,23
SAB	6a		RS22	15	18,18	16,66	19,70	39,42	2,89
EPN	6c		RE21	25	13,22	12,56	13,89	21,20	1,94
EPN	6c		RE22	19	14,58	13,79	15,38	22,66	1,70
EPN	6c		RE24	25	13,49	12,85	14,13	24,95	2,06
EPN	6c		RE25	29	13,42	12,89	13,96	21,75	3,92
EPN	6c		RS22	25	15,21	14,50	15,93	28,32	1,81
PIG	6c		RE21	31	13,37	12,74	14,00	17,76	3,65
PIG	6c		RE22	19	14,74	13,92	15,55	18,59	3,38
PIG	6c		RE24	25	13,55	12,83	14,28	17,44	3,81
SAB	6c		RS22	18	13,89	13,11	14,67	38,50	3,65
EPN	6d		RE11	25	11,41	10,71	12,10	18,86	2,32
EPN	6d		RE12	25	11,79	11,00	12,58	20,56	2,33
EPN	6d		RE21	25	13,01	12,27	13,75	19,97	1,95
EPN	6d		RE22	25	13,10	12,37	13,82	20,45	2,03
EPN	6d		RE25	25	11,18	10,46	11,89	18,78	2,68
PIG	6d		RE11	25	11,63	11,12	12,13	15,18	1,78
PIG	6d		RE12	25	11,98	11,46	12,51	16,26	1,84
PIG	6d		RE21	25	12,62	12,09	13,15	15,32	1,63
PIG	6d		RE22	25	12,64	12,12	13,15	16,41	1,87
BOP	6e		MS22	24	15,04	14,48	15,60	18,46	2,77
BOP	6e		RS22	30	14,19	13,72	14,66	16,51	2,95
EPB	6e		MS22	32	15,50	14,80	16,20	31,35	1,70
EPN	6e		RE21	35	12,08	11,49	12,67	21,19	2,33
EPN	6e		RE22	29	12,82	12,18	13,45	23,36	2,19

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPN	6e		RE25	20	11,15	10,54	11,76	26,16	3,08
EPN	6e		RE37	24	10,02	9,08	10,96	30,84	3,61
EPN	6e		RE39	15	9,68	8,35	11,01	28,30	3,98
EPN	6e		RS22	19	15,66	15,16	16,16	27,24	1,83
PET	6e		MS22	25	18,75	18,25	19,25	26,60	1,36
PET	6e		RS22	23	16,82	16,25	17,38	22,92	1,51
PIG	6e		RE21	34	13,57	12,99	14,14	17,31	1,54
PIG	6e		RE22	34	14,22	13,64	14,79	18,32	1,57
SAB	6e		MS22	26	15,39	14,23	16,56	31,48	3,55
SAB	6e		RS22	28	16,00	15,07	16,92	24,36	3,11
EPN	6f		RE21	25	11,12	10,41	11,82	17,89	2,21
EPN	6f		RE22	32	11,20	10,66	11,73	22,02	2,49
EPN	6f		RE25	23	9,23	8,59	9,86	17,27	3,66
EPN	6f		RE39	22	7,98	7,59	8,38	15,59	6,78
EPN	6f		RS22	25	13,09	12,46	13,72	27,00	2,37
PIG	6f		RE21	24	11,39	11,05	11,72	17,08	2,30
SAB	6f		RS22	21	12,52	11,93	13,12	27,96	2,46
EPN	6g		RE11	29	9,14	8,70	9,58	21,72	3,29
EPN	6g		RE12	25	9,60	8,95	10,25	13,35	2,33
EPN	6g		RE21	24	11,04	10,48	11,60	17,90	2,21
EPN	6g		RE22	34	9,99	9,51	10,47	15,96	2,91
EPN	6g		RS22	25	9,19	8,71	9,66	26,56	2,78
EPN	6g		RS22M	25	9,19	8,71	9,66	26,56	2,78
PIG	6g		RE11	30	10,53	10,14	10,91	13,68	5,13
PIG	6g		RE12	25	10,55	10,12	10,98	13,48	4,85
PIG	6g		RE21	25	11,75	11,32	12,18	14,65	4,47
PIG	6g		RE22	30	10,41	9,98	10,84	12,24	4,80
EPN	6h		RE21	25	10,71	10,19	11,24	18,79	4,74
EPN	6h		RE22	28	10,84	10,30	11,38	21,07	4,50
EPN	6h		RS20	24	12,84	12,08	13,59	31,14	4,45

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
EPN	6h		RS22	26	11,67	10,99	12,35	29,59	4,74
EPN	6h		RS22M	25	14,35	13,51	15,19	35,72	3,47
EPN	6h		RS25	24	12,09	11,36	12,82	31,80	4,47
PIG	6h		RE21	25	12,26	11,73	12,79	15,10	3,81
SAB	6h		MS22	23	12,08	11,12	13,05	101,74	4,46
SAB	6h		RS20	25	10,38	9,69	11,07	27,58	5,14
SAB	6h		RS22	24	11,76	10,95	12,57	32,60	4,43
SAB	6h		RS22M	25	14,26	13,39	15,13	30,46	3,61
SAB	6h		RS25	29	11,23	10,51	11,96	39,50	4,81
EPB	6i		MS22	25	13,11	12,29	13,92	50,05	4,17
EPN	6i		RE21	27	11,92	11,22	12,62	20,48	2,17
EPN	6i		RE22	30	11,13	10,45	11,80	18,91	2,58
EPN	6i		RS20	25	12,42	11,88	12,95	32,10	2,31
EPN	6i		RS22	23	11,26	10,67	11,84	25,54	2,62
EPN	6i		RS22M	27	11,86	11,32	12,40	27,20	2,38
EPN	6i		RS25	25	12,00	11,47	12,53	32,20	2,41
PIG	6i		RE21	25	13,37	12,79	13,95	16,92	3,21
SAB	6i		MS22	22	13,68	12,66	14,70	109,21	3,63
SAB	6i		RS20	18	11,87	11,11	12,63	25,38	4,73
SAB	6i		RS22M	23	9,90	9,26	10,54	32,49	5,82
SAB	6i		RS25	26	11,42	10,65	12,20	96,26	4,77
EPB	6j		MS22	31	14,08	13,41	14,75	30,66	3,81
EPN	6j		RE20	27	9,11	8,30	9,93	17,47	3,37
EPN	6j		RE21	25	9,85	9,03	10,68	19,21	3,28
EPN	6j		RS20	32	11,26	10,74	11,78	28,84	2,72
EPN	6j		RS22	26	11,48	10,90	12,06	29,69	3,13
EPN	6j		RS22M	30	11,93	11,47	12,39	40,52	3,00
EPN	6j		RS25	24	10,59	10,04	11,15	29,24	3,09
SAB	6j		MS22	20	12,66	11,48	13,83	49,25	4,45
SAB	6j		RS20	28	11,34	10,53	12,14	34,94	5,07

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{Station}			Asymptote ⁽⁴⁾	Nombre d'années de 0 à 1 m
					Moyen	I95 ⁽²⁾	S95 ⁽³⁾		
SAB	6j		RS22	26	11,80	11,10	12,51	41,29	4,03
SAB	6j		RS22M	21	12,31	11,61	13,00	24,57	4,54
EPN	6k		RE21	25	9,87	9,38	10,35	17,12	2,67
EPN	6k		RE22	28	9,50	9,06	9,94	17,06	2,95
EPN	6k		RE25	28	8,17	7,81	8,52	17,98	4,58
EPN	6k		RS22	28	11,56	11,18	11,95	23,31	2,46
PIG	6k		RE21	24	10,08	9,50	10,67	14,80	4,73
PIG	6k		RE22	28	10,25	9,77	10,74	12,76	4,83
SAB	6k		RS22	22	10,92	10,07	11,76	25,79	4,86
EPN	6l		RE22	24	12,31	11,84	12,78	18,99	4,14
EPN	6l		RE25	23	7,30	4,84	9,76	124,63	8,48
EPN	6l		RS22	23	11,66	10,92	12,40	22,65	4,69
EPN	6l		RS22M	25	11,97	11,26	12,68	24,52	4,52
EPN	6l		RS25	23	9,15	8,41	9,88	27,19	6,02
SAB	6l		RS22	24	11,04	10,53	11,55	22,67	4,97
SAB	6l		RS22M	24	12,46	11,88	13,04	26,00	4,20
SAB	6l		RS25	23	9,71	9,15	10,27	47,58	5,10
EPN	6n		RS22	16	8,07	7,61	8,52	22,20	1,17
SAB	6n		MS22	20	9,30	8,73	9,86	62,18	6,12
SAB	6n		RS22	14	6,50	6,08	6,92	23,98	9,17

(1) Dans le tableau, les lignes en gras séparent les groupes (combinaisons essence-région écologique) qui ont été ajustés séparément, et les lignes plus pâles séparent les combinaisons essence-région écologique-type écologique qui ont été regroupées à l'intérieur d'un même modèle.

(2) Borne inférieure de l'intervalle de confiance à 95 % associée à une valeur moyenne.

(3) Borne supérieure de l'intervalle de confiance à 95 % associée à une valeur moyenne.

(4) Hauteur moyenne maximale que peut atteindre une tige. Valeur du paramètre b_1 des équations auquel on a ajouté 1. La valeur NA (« non applicable ») signifie qu'une autre équation que celle de Chapman-Richards ou Weibull a été utilisée, et le paramètre b_1 n'a alors pas la même interprétation.

Tableau 10. Estimations des paramètres des équations d'IQS_{station} par essence, région écologique et type écologique

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPB	2a		MJ11	16	329	27,61069	0,00694	1,30025	0,84	WE ⁽³⁾
EPB	2b		MJ11							
EPB	2b		MJ14	19	352	31,61275	0,00905	1,17013	0,90	WE
EPB	2b		MJ24							
EPB	2b		MJ15	17	342	31,39236	0,00518	1,27235	0,92	WE
EPB	2b		MJ16							
EPB	2b		MJ25							
EPB	2b		MJ26							
EPR	2b		RS54	15	275	18,83739	0,00449	1,47154	0,93	WE
PEG	2a		FE22	25	626	37,16979	0,02433	1,12225	0,96	CR ⁽⁴⁾
PET	2a		FE22							
PEG	2b		FE22	27	470	24,86775	0,04830	1,40272	0,93	CR
PET	2b		FE22							
PEG	2a		MJ11	18	375	30,32257	0,02951	1,37393	0,96	CR
PET	2a		MJ11							
PEG	2b		MJ11							
PEG	2a		MJ12	26	547	29,46881	0,03799	1,23127	0,94	CR
PET	2a		MJ12							
PEG	2b		MJ12							
SAB	2a		MJ11	22	476	26,24700	0,00616	1,36566	0,92	WE
SAB	2b		MJ11							
SAB	2b		MJ24	26	496	24,82606	0,00727	1,29801	0,90	WE
SAB	2b		MJ25	28	568	28,19216	0,00523	1,32952	0,90	WE
SAB	2b		RS54	20	389	26,43686	0,00493	1,34000	0,91	WE
BOP	2c		FE22	25	494	21,35848	0,04726	1,30138	0,95	CR
PEG	2c		FE22	23	439	27,53015	0,05451	1,31741	0,89	CR
PET	2c		FE22							
SAB	2c		MJ12	25	529	25,21340	0,00711	1,36661	0,94	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	2c		MJ22	20	438	26,08310	0,00576	1,37148	0,90	WE
BOP	3a		MJ12	19	372	21,20100	0,03335	1,32266	0,95	CR
BOP	3a		MJ21	28	553	23,27689	0,03514	1,32592	0,85	CR
BOP	3a		MJ22	25	540	22,40917	0,02947	1,32013	0,96	CR
EPB	3a		MJ12	17	365	28,77879	0,00324	1,52289	0,85	WE
EPB	3a		MJ21	22	407	26,38408	0,00416	1,45582	0,95	WE
EPB	3a		MJ22	28	604	26,73573	0,00277	1,54667	0,87	WE
PEG	3a		MJ12	19	450	32,61615	0,02647	1,40189	0,97	CR
PET	3a		FE32	15	307	27,76763	0,04647	1,29196	0,97	CR
PET	3a		MJ22	26	558	26,32428	0,04194	1,35217	0,94	CR
PIB	3a		RP12	18	515	58,17277	0,00694	1,11987	0,97	CR
SAB	3a		MJ12	21	392	27,44418	0,02811	1,54763	0,94	CR
SAB	3a		MJ21	23	419	29,61338	0,02430	1,34036	0,87	CR
SAB	3a		MJ22	29	593	31,80427	0,02122	1,49372	0,91	CR
EPB	3b		MJ12	25	513	35,05364	0,00389	1,38619	0,81	WE
EPB	3b		MJ21	25	473	31,44633	0,00717	1,24186	0,90	WE
EPB	3b		MJ22	30	649	28,07574	0,00624	1,36396	0,91	WE
PEG	3b		FE22	25	639	32,73239	0,02948	1,34530	0,95	CR
PET	3b		FE22							
PEG	3b		FE32	25	612	30,98735	0,02549	1,16167	0,96	CR
PET	3b		FE32							
PEG	3b		MJ12	25	579	33,29539	0,02301	1,21510	0,95	CR
PET	3b		MJ12							
PIB	3b		RP11	25	559	0,30069	NA	NA	0,92	LIN ⁽⁵⁾
SAB	3b		MJ12	28	542	32,98271	0,00463	1,31229	0,92	WE
SAB	3b		MJ21	29	538	23,17058	0,00398	1,50592	0,89	WE
SAB	3b		MJ22	28	576	24,05524	0,00629	1,38914	0,95	WE
SAB	3b		RP11	16	264	22,36121	0,00742	1,31238	0,95	WE
SAB	3b		RS10	22	360	86,02280	0,00285	1,05384	0,89	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	3b		RS12	27	457	31,52286	0,00529	1,23738	0,83	WE
THO	3b		RS10	9	116	22,30144	0,00546	1,13047	0,78	WE
THO	3b		RS12							
BOP	3c		MJ12	18	373	24,12726	0,02228	1,16165	0,96	CR
EPB	3c		MJ12	29	627	36,75586	0,00357	1,27052	0,73	WE
EPB	3c		MJ22	15	292	28,37629	0,00421	1,36098	0,83	WE
EPB	3c		MJ25	16	307	28,33459	0,00409	1,34557	0,95	WE
EPR	3c		RS52	26	455	23,37816	0,00616	1,27799	0,94	WE
PEG	3c		FE32	30	617	25,65202	0,03514	1,20293	0,95	CR
PET	3c		FE32							
PEG	3c		MJ12	30	683	27,52892	0,02499	1,17228	0,96	CR
PET	3c		MJ12							
SAB	3c		MJ12	27	565	31,95904	0,02013	1,45114	0,90	CR
SAB	3c		MJ22	38	713	32,28342	0,01877	1,33753	0,90	CR
SAB	3c		MJ25	26	490	32,20860	0,02000	1,41312	0,95	CR
SAB	3c		RS52	29	496	30,53642	0,01470	1,21002	0,90	CR
BOP	3d		MJ12	23	451	22,86360	0,03067	1,24305	0,96	CR
EPB	3d		MJ12	13	257	28,03620	0,00618	1,29280	0,92	WE
EPB	3d		MJ15	24	527	25,47258	0,00421	1,45139	0,92	WE
EPB	3d		MJ22	30	562	26,46754	0,00616	1,34280	0,90	WE
EPB	3d		MJ25	31	649	29,07477	0,00545	1,32441	0,66	WE
EPR	3d		RS55	24	465	24,66593	0,00518	1,32255	0,96	WE
EPR	3d		RS55P							
PET	3d		MJ12	13	265	23,68006	0,03659	1,29959	0,96	CR
PET	3d		MJ22	19	354	25,04278	0,02733	1,00742	0,95	CR
PET	3d		MJ25	23	441	27,87430	0,03677	1,34733	0,88	CR
PET	3d		MJ26							
SAB	3d		MJ12	32	630	25,04676	0,00587	1,35238	0,92	WE
SAB	3d		MJ15	21	424	26,37790	0,00690	1,30032	0,83	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	3d		MJ16	16	326	23,78698	0,00644	1,39764	0,89	WE
SAB	3d		MJ26							
SAB	3d		MJ22	31	542	24,86477	0,00622	1,29224	0,90	WE
SAB	3d		MJ25	29	551	24,66915	0,00993	1,23819	0,84	WE
SAB	3d		RS55	25	430	26,01338	0,00668	1,22665	0,95	WE
SAB	3d		RS55P							
BOP	4b		MJ22	32	648	23,46928	0,02574	1,20457	0,97	CR
BOP	4b		MS22	30	596	22,09192	0,02655	1,14703	0,97	CR
BOP	4b		RS22	30	518	23,45291	0,01760	1,02075	0,95	CR
EPB	4a		MJ22	22	421	25,99672	0,00568	1,32646	0,92	WE
EPB	4b		MJ22							
EPB	4b		MS22	25	491	23,32378	0,00617	1,42284	0,91	WE
EPN	4b		RE21	30	544	23,66237	0,02285	1,36377	0,92	CR
EPN	4b		RS21	29	476	22,83149	0,02468	1,35095	0,91	CR
EPN	4b		RS22	27	483	25,28653	0,01954	1,24899	0,95	CR
EPN	4a		RS25	31	562	25,87945	0,02031	1,26688	0,94	CR
EPN	4b		RS25							
PEG	4b		MJ22	29	638	26,85755	0,03866	1,41546	0,90	CR
PET	4b		MJ22							
PET	4a		MS22	33	735	26,51480	0,03854	1,42072	0,91	CR
PET	4b		MS22							
PIG	4b		RE21	30	579	20,05496	0,03587	1,24843	0,94	CR
SAB	4a		MJ22	24	427	26,22030	0,00390	1,46309	0,82	WE
SAB	4b		MJ22							
SAB	4a		MS22	29	500	25,17639	0,00759	1,31372	0,92	WE
SAB	4b		MS22							
SAB	4b		MS25	25	462	27,72868	0,00734	1,25205	0,90	WE
SAB	4a		MS26							
SAB	4b		MS26							
SAB	4b		RS12	25	378	28,57232	0,00399	1,32002	0,89	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	4b		RS21	30	461	21,06368	0,00845	1,24572	0,89	WE
SAB	4a		RS22	20	333	25,85887	0,00617	1,28680	0,83	WE
SAB	4b		RS22							
SAB	4a		RS25	34	558	28,32447	0,01012	1,11410	0,91	WE
SAB	4b		RS25							
BOP	4c		MJ22	25	474	22,33311	0,02593	1,23550	0,92	CR
BOP	4c		MS22	25	473	22,02448	0,02764	1,19086	0,97	CR
EPB	4c		MJ22	24	484	35,10098	0,02785	2,27863	0,78	CR
EPB	4c		MS22	29	590	30,88549	0,02252	1,46505	0,91	CR
EPB	4c		MS25	16	267	26,33932	0,02657	1,70611	0,95	CR
EPB	4c		RS22	21	447	27,71858	0,02772	1,68110	0,93	CR
EPN	4c		RE21	30	570	23,26927	0,00781	1,24624	0,97	WE
EPN	4c		RE22	35	625	22,37537	0,00981	1,18821	0,96	WE
EPN	4c		RS22	39	681	25,41353	0,00831	1,19826	0,95	WE
PET	4c		MJ22	25	564	28,14354	0,01908	0,92001	0,97	CR
PET	4c		MS22	25	570	28,64305	0,02305	1,08748	0,95	CR
PIG	4c		RE21	30	629	22,76771	0,02786	1,12261	0,94	CR
PIG	4c		RE22	25	516	21,51524	0,02962	1,23419	0,96	CR
SAB	4c		MJ22	33	577	21,78297	0,00581	1,39583	0,91	WE
SAB	4c		MJ25	24	429	148,97094	0,00091	1,20167	0,91	WE
SAB	4c		MS22	40	668	29,82049	0,00736	1,21703	0,90	WE
SAB	4c		MS25	25	412	25,29622	0,00701	1,30372	0,93	WE
SAB	4c		RS22	18	302	26,29527	0,00778	1,18615	0,92	WE
BOP	4d		MS12	24	424	18,47481	0,01863	1,15744	0,96	WE
EPB	4d		MS12	14	232	36,03154	0,01777	1,36178	0,94	CR
EPB	4d		MS22	23	365	30,31108	0,01841	1,32874	0,93	CR
EPN	4d		RS22	18	283	27,08186	0,01083	1,05694	0,92	WE
SAB	4d		MS12	32	547	19,94768	0,00292	1,59505	0,79	WE
SAB	4d		MS22	31	488	19,16748	0,01162	1,25079	0,95	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPN	4e		RE21	30	560	21,45543	0,00704	1,33682	0,85	WE
PET	4e		MS21	21	402	23,37658	0,00836	1,41965	0,96	WE
PIG	4e		RE21	30	555	21,07402	0,03409	1,22641	0,96	CR
BOP	4f		MS12	25	446	21,00814	0,01524	1,11713	0,92	WE
BOP	4f		MS13	25	455	21,73168	0,01463	1,09199	0,95	WE
BOP	4f		MS22	21	352	25,43675	0,01541	1,00199	0,97	WE
BOP	4f		MS23							
BOP	4f		MS62	25	439	18,63609	0,01252	1,23444	0,97	WE
BOP	4f		MS63							
EPB	4f		MS12	34	593	35,24468	0,00593	1,23149	0,92	WE
EPB	4f		MS15	25	437	27,58769	0,00480	1,39327	0,95	WE
EPB	4f		MS22	40	712	28,23074	0,00726	1,23402	0,95	WE
EPB	4f		RS15	13	226	59,30359	0,00321	1,13732	0,86	WE
EPB	4f		RS52	23	375	24,78099	0,00681	1,30933	0,89	WE
EPR	4f		RS52	30	520	24,17212	0,01240	1,16394	0,91	WE
PET	4f		MS12	24	513	25,10267	0,03596	1,25582	0,90	CR
PET	4f		MS22	21	461	26,36487	0,03426	1,32852	0,93	CR
PET	4f		MS23							
PET	4f		MS62	16	319	22,86207	0,03943	1,20866	0,95	CR
PET	4f		MS63							
SAB	4f		FE32	22	397	23,60205	0,00902	1,27776	0,93	WE
SAB	4f		FE42							
SAB	4f		MS12	84	1423	25,28190	0,00705	1,29867	0,91	WE
SAB	4f		MS15	43	753	25,17454	0,00561	1,37875	0,96	WE
SAB	4f		MS22	27	481	28,58126	0,00671	1,22034	0,94	WE
SAB	4f		RS12	27	437	34,76357	0,00549	1,13930	0,89	WE
SAB	4f		RS15	18	321	34,85620	0,00514	1,19729	0,89	WE
SAB	4f		RS52	26	430	38,02753	0,00577	1,12463	0,89	WE
SAB	4f		RS55	17	282	60,15277	0,00428	1,07560	0,84	WE
THO	4f		RS12	19	269	0,16874	NA	NA	0,95	LIN

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
THO	4f		RS15	12	167	0,14895	NA	NA	0,95	LIN
BOP	4g		MS13	26	444	17,34724	0,01864	1,16804	0,96	WE
EPB	4g		MS12	16	315	35,80302	0,01861	1,26581	0,97	CR
EPB	4g		MS13							
PEG	4g		MS63	27	550	26,19299	0,02427	1,03722	0,92	CR
PET	4g		MS63							
SAB	4g		MS13	24	470	27,40048	0,00588	1,26410	0,93	WE
SAB	4g		MS23	19	310	25,28676	0,00735	1,20985	0,74	WE
SAB	4g		MS26							
SAB	4g		RS16	27	484	29,06752	0,00441	1,25881	0,84	WE
THO	4g		RS16	19	310	26,25978	0,00627	1,11139	0,94	WE
BOP	4h		MS13	25	428	19,13693	0,03498	1,19115	0,96	CR
EPB	4h		MS13	20	377	34,32828	0,01855	1,22520	0,95	CR
PET	4h		MS23	24	446	22,15686	0,01376	1,34446	0,86	WE
SAB	4h		MS13	27	483	22,05902	0,00977	1,24470	0,93	WE
SAB	4h		MS23	18	313	25,97092	0,00516	1,25775	0,80	WE
SAB	4h		MS26	22	353	27,60244	0,00487	1,23695	0,92	WE
EPB	5a		MS23	21	421	22,21329	0,00290	1,58745	0,85	WE
EPN	5a		ME13	25	466	28,61208	0,01638	1,24234	0,90	CR
EPN	5a		ME16	23	423	22,61878	0,01861	1,41383	0,96	CR
EPN	5a		RE39	21	319	20,97927	0,01948	1,37952	0,91	CR
PET	5a		ME13	25	596	26,30209	0,00536	1,38632	0,93	WE
PET	5a		MS23	29	626	22,44680	0,00894	1,38449	0,95	WE
PET	5a		MS26	25	578	24,43104	0,00817	1,39913	0,95	WE
SAB	5a		MS23	31	594	29,23955	0,02455	1,35917	0,89	CR
SAB	5a		MS26	25	485	29,77946	0,02257	1,39372	0,96	CR
BOP	5b		MS22	25	482	20,15057	0,03869	1,40530	0,95	CR
EPB	5b		MS22	19	372	41,29056	0,02574	-56,89710	0,75	LOGIST3 ⁽⁶⁾
EPN	5b		RE21	38	624	20,41417	0,00765	1,24499	0,95	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPN	5b		RE22	40	681	20,94971	0,00693	1,28112	0,94	WE
EPN	5b		RE25	30	512	22,37480	0,00677	1,25658	0,89	WE
EPN	5b		RS22	42	755	22,06319	0,00789	1,27317	0,95	WE
PET	5b		MS22	25	513	23,21148	0,03828	1,29654	0,95	CR
PIG	5b		RE21	56	1034	17,84689	0,01147	1,28656	0,92	WE
PIG	5b		RE22	40	746	19,13909	0,01091	1,26849	0,95	WE
PIG	5b		RE25	15	259	17,46282	0,01333	1,18969	0,91	WE
PIG	5b		RS22	19	384	19,79691	0,00929	1,33743	0,96	WE
SAB	5b		MS22	48	835	24,84198	0,01141	1,18206	0,89	WE
SAB	5b		RS22	29	451	20,21602	0,00846	1,27205	0,89	WE
BOP	5c		MS22	27	526	20,68594	0,02851	1,19504	0,96	CR
BOP	5c		RS22	25	414	18,89602	0,02517	1,14138	0,96	CR
EPB	5c		MS22	26	518	37,61486	0,01598	1,48150	0,90	CR
EPN	5c		MS22	15	277	23,11437	0,00641	1,28639	0,89	WE
EPN	5c		RE20	33	555	20,33872	0,00953	1,16136	0,89	WE
EPN	5c		RE21	35	650	22,63240	0,00615	1,26665	0,92	WE
EPN	5c		RE22	50	933	22,35044	0,00837	1,19284	0,90	WE
EPN	5c		RE25	23	416	21,32074	0,00593	1,26381	0,93	WE
EPN	5c		RE39	30	556	24,96740	0,00506	1,20851	0,90	WE
EPN	5c		RS22	32	601	24,40101	0,00791	1,18934	0,92	WE
PET	5c		MS12	25	510	23,74636	0,02860	1,11771	0,93	CR
PET	5c		MS22	35	769	25,61989	0,02747	1,15349	0,92	CR
PIG	5c		RE20	28	477	17,12706	0,00765	1,30207	0,90	WE
PIG	5c		RE21	30	583	18,81247	0,01102	1,27705	0,95	WE
PIG	5c		RE22	38	740	21,41229	0,01286	1,14291	0,88	WE
PIG	5c		RS22	22	496	21,63953	0,01025	1,18193	0,97	WE
SAB	5c		MS22	29	482	36,89541	0,00506	1,20144	0,85	WE
SAB	5c		RS22	26	389	85,15931	0,00398	0,93464	0,84	WE
BOP	5d		MS12	23	388	16,45860	0,01998	1,16943	0,97	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
BOP	5d		MS22	31	589	18,83511	0,01316	1,26051	0,96	WE
BOP	5d		RS22	29	518	17,43249	0,01338	1,24198	0,95	WE
EPB	5d		MS12	34	610	30,93118	0,02093	1,44866	0,91	CR
EPB	5d		MS22	26	499	28,88071	0,02066	1,35928	0,87	CR
EPN	5d		RE20	32	578	21,34987	0,00760	1,26643	0,85	WE
EPN	5d		RE21	25	473	23,15277	0,00596	1,30252	0,96	WE
EPN	5d		RE22	26	480	20,27919	0,00708	1,29936	0,93	WE
EPN	5d		RS22	34	623	24,63885	0,00769	1,22040	0,96	WE
PET	5d		MS12	25	494	22,33088	0,01597	1,18447	0,89	WE
PET	5d		MS22	30	626	21,43048	0,01131	1,32491	0,94	WE
PET	5d		RS22	25	502	20,54119	0,00952	1,31714	0,89	WE
PIG	5d		RE20	29	536	20,88623	0,02556	1,20421	0,91	CR
PIG	5d		RE21	25	508	19,81012	0,03504	1,46652	0,93	CR
PIG	5d		RE22	24	428	20,25322	0,02262	1,12449	0,90	CR
SAB	5d		MS12	35	592	28,02341	0,00790	1,22370	0,89	WE
SAB	5d		MS22	36	636	22,23178	0,00819	1,31004	0,88	WE
SAB	5d		RS22	29	500	21,46441	0,00828	1,25234	0,93	WE
BOP	5e		MS22	25	377	16,24762	0,02944	1,07668	0,88	CR
BOP	5f	5fS	MS22	25	374	14,43402	0,02929	1,09161	0,94	CR
EPB	5e	5eT	MS12	25	456	24,07464	0,00560	1,40781	0,91	WE
EPB	5f	5fS	MS12	16	253	31,89412	0,00542	1,19466	0,87	WE
EPB	5e		MS20	21	286	28,41843	0,00435	1,22086	0,80	WE
EPB	5f		MS20							
EPB	5e	5eS	MS22	20	343	32,68818	0,00620	1,09948	0,90	WE
EPB	5e	5eT	MS22	78	1195	27,60154	0,00571	1,23436	0,93	WE
EPB	5f	5fT	MS22							
EPB	5f	5fS	MS22							
EPB	5f	5fS	MS22	23	365	35,45457	0,00519	1,13149	0,91	WE
EPN	5e	5eT	RS20	25	378	19,13354	0,00767	1,20913	0,92	WE
EPN	5f	5fT	RS20							
EPN	5e	5eS	RS22	19	265	52,96430	0,00251	1,11989	0,95	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPN	5f	5fS	RS22							
EPN	5e	5eT	RS22	35	496	26,82609	0,00922	1,03254	0,95	WE
EPN	5f	5fT	RS22							
EPN	5f	5fS	RS22M	27	414	30,23694	0,01053	1,08970	0,97	CR
EPN	5e	5eT	RS25	29	463	26,78287	0,00789	1,11486	0,90	WE
EPN	5f	5fT	RS25							
SAB	5e	5eT	MS12	24	407	21,81749	0,00875	1,31818	0,96	WE
SAB	5f	5fS	MS12	13	220	57,52283	0,00293	1,17250	0,64	WE
SAB	5e		MS20	28	416	47,26319	0,00390	1,08243	0,87	WE
SAB	5f		MS20							
SAB	5e	5eS	MS22	19	306	62,37646	0,00401	0,97206	0,88	WE
SAB	5e	5eT	MS22	80	1221	38,20408	0,00580	1,10103	0,83	WE
SAB	5f	5fS	MS22	30	452	40,21611	0,00334	1,14307	0,91	WE
SAB	5e		RS20	28	377	34,18671	0,00600	1,03584	0,83	WE
SAB	5f		RS20							
SAB	5e	5eS	RS22	22	322	40,42308	0,00372	1,10261	0,92	WE
SAB	5f	5fS	RS22							
SAB	5e	5eT	RS22	14	189	82,92360	0,00370	0,93185	0,89	WE
SAB	5f	5fT	RS22							
SAB	5f		RS22M	15	230	25,10435	0,01340	1,00424	0,95	WE
SAB	5e		RS25	31	454	35,96146	0,00537	1,08585	0,82	WE
SAB	5f		RS25							
BOP	5g		MS22	25	399	17,32581	0,03428	1,17564	0,97	CR
EPB	5g		MS22	29	504	43,94456	0,00436	1,14968	0,83	WE
EPN	5g		RE21	23	345	19,89210	0,00723	1,21951	0,78	WE
EPN	5g		RS20	17	231	21,48917	0,00695	1,19544	0,94	WE
EPN	5g		RS21	23	336	25,95888	0,00708	1,16438	0,93	WE
EPN	5g		RS22	39	615	25,18770	0,00656	1,20273	0,94	WE
PET	5g		MS22	25	563	24,93284	0,04252	1,51180	0,92	CR
PIG	5g		RE21	36	632	17,90947	0,01200	1,21280	0,78	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	5g		MS22	40	677	29,07487	0,00662	1,18854	0,89	WE
SAB	5g		RS20	19	274	22,15725	0,00604	1,22663	0,86	WE
SAB	5g		RS21	15	192	26,14627	0,00649	1,14465	0,93	WE
SAB	5g		RS22	37	589	20,75428	0,00433	1,31700	0,92	WE
BOP	5h		MS23	23	356	16,23778	0,01206	1,17645	0,91	WE
EPB	5h		MS13	30	584	36,06906	0,01741	1,33712	0,93	CR
EPB	5h		MS23	35	607	34,22485	0,01449	1,21516	0,90	CR
EPN	5h		RE23	23	365	23,41461	0,00825	1,18373	0,96	WE
EPN	5h		RS23	21	347	33,09952	0,00641	1,11427	0,97	WE
PET	5h		MS23	29	608	25,69018	0,02604	1,08576	0,92	CR
SAB	5h		MS13	35	606	35,27597	0,00804	1,09811	0,91	WE
SAB	5h		MS23	39	645	34,14274	0,00593	1,13228	0,88	WE
SAB	5h		MS26	22	384	30,89620	0,00575	1,19873	0,93	WE
SAB	5h		RS13	22	396	63,08007	0,00265	1,13413	0,85	WE
SAB	5h		RS23	20	304	45,61119	0,00479	1,05288	0,83	WE
BOP	5i		MS23	23	348	16,43792	0,03338	1,34246	0,87	CR
EPB	5i		MS23	22	340	35,72967	0,00544	1,11906	0,89	WE
EPB	5i		MS43	15	173	33,79080	0,00307	1,13228	0,94	WE
EPN	5i		RS23	22	361	29,13135	0,00579	1,15261	0,96	WE
PET	5i		RS23	25	490	21,03062	0,04282	1,41284	0,92	CR
SAB	5i		MS23	29	447	29,36198	0,00721	1,10362	0,92	WE
SAB	5i		MS26	26	396	38,76757	0,00595	1,07676	0,87	WE
SAB	5i		MS43	23	267	15,03967	0,00561	1,22699	0,89	WE
SAB	5i		RS23	15	245	130,65665	0,00244	0,91145	0,92	WE
EPB	5j		RB52	22	316	35,31024	0,00548	1,06168	0,52	WE
EPB	5j		RB53	39	642	37,03289	0,00442	1,13310	0,88	WE
EPN	5j		RE38	20	204	16,63359	0,00618	1,12140	0,91	WE
EPN	5j		RS23	20	269	27,94839	0,00549	1,13513	0,85	WE
SAB	5j		RB52	24	358	30,61874	0,00206	1,27687	0,64	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	5j		RS23	23	300	46,58039	0,00373	1,02514	0,80	WE
EPN	6a		ME13	28	522	30,36171	0,01433	1,23112	0,95	CR
EPN	6a		ME16	25	484	27,18095	0,01601	1,18330	0,96	CR
EPN	6a		RE21	25	463	19,94212	0,02586	1,34938	0,96	CR
EPN	6a		RE22	25	381	17,17949	0,02351	1,33781	0,89	CR
EPN	6a		RE37	16	282	20,33003	0,02103	1,22420	0,94	CR
EPN	6a		RS22	24	437	27,28006	0,01752	1,19819	0,95	CR
EPN	6a		RS26	18	337	25,99638	0,01616	1,25735	0,94	CR
PET	6a		ME13	28	605	32,41964	0,00976	1,08500	0,89	WE
PET	6a		ME16	21	460	25,98542	0,01427	1,09229	0,98	WE
PIG	6a		RE21	28	506	17,07253	0,01427	1,23081	0,96	WE
PIG	6a		RE22	25	415	15,32953	0,01408	1,21478	0,94	WE
SAB	6a		RS22	15	250	38,42353	0,00608	1,17052	0,87	WE
EPN	6c		RE21	25	425	20,20302	0,02310	1,32837	0,93	CR
EPN	6c		RE22	19	334	21,65952	0,02454	1,34453	0,95	CR
EPN	6c		RE24	25	432	23,95307	0,01847	1,28718	0,96	CR
EPN	6c		RE25	29	529	20,75139	0,00716	1,23920	0,96	WE
EPN	6c		RS22	25	409	27,31721	0,01844	1,28855	0,96	CR
PIG	6c		RE21	31	535	16,76433	0,00937	1,26844	0,91	WE
PIG	6c		RE22	19	356	17,59308	0,00744	1,35950	0,92	WE
PIG	6c		RE24	25	451	16,43571	0,00648	1,38193	0,94	WE
SAB	6c		RS22	18	287	37,49543	0,00665	1,06057	0,92	WE
EPN	6d		RE11	25	380	17,85809	0,02186	1,32266	0,96	CR
EPN	6d		RE12	25	361	19,56201	0,01995	1,29314	0,93	CR
EPN	6d		RE21	25	400	18,96684	0,02451	1,31501	0,92	CR
EPN	6d		RE22	25	425	19,45100	0,02317	1,26050	0,94	CR
EPN	6d		RE25	25	387	17,77850	0,01958	1,18432	0,84	CR
PIG	6d		RE11	25	383	14,18287	0,03524	1,53278	0,96	CR
PIG	6d		RE12	25	407	15,26379	0,03180	1,44286	0,93	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PIG	6d		RE21	25	400	14,32242	0,03863	1,33398	0,96	CR
PIG	6d		RE22	25	411	15,40996	0,03192	1,23961	0,95	CR
BOP	6e		MS22	24	443	17,46255	0,01522	1,19473	0,96	WE
BOP	6e		RS22	30	512	15,51145	0,01412	1,25310	0,94	WE
EPB	6e		MS22	32	672	30,34586	0,01742	1,36274	0,93	CR
EPN	6e		RE21	35	557	20,19137	0,01946	1,26436	0,90	CR
EPN	6e		RE22	29	519	22,35998	0,01866	1,27565	0,93	CR
EPN	6e		RE25	20	339	25,15576	0,01214	1,15284	0,94	CR
EPN	6e		RE37	24	375	29,83595	0,00873	1,15145	0,74	CR
EPN	6e		RE39	15	242	27,30070	0,00878	1,10764	0,76	CR
EPN	6e		RS22	19	344	26,24150	0,01929	1,21354	0,97	CR
PET	6e		MS22	25	584	25,59942	0,02673	1,20109	0,98	CR
PET	6e		RS22	23	475	21,92486	0,02829	1,17316	0,94	CR
PIG	6e		RE21	34	575	16,31011	0,03570	1,41931	0,92	CR
PIG	6e		RE22	34	618	17,31970	0,03339	1,29597	0,95	CR
SAB	6e		MS22	26	494	30,48114	0,00506	1,23697	0,84	WE
SAB	6e		RS22	28	526	23,35814	0,00881	1,21646	0,92	WE
EPN	6f		RE21	25	386	16,88646	0,02391	1,42234	0,96	CR
EPN	6f		RE22	32	498	21,02443	0,01729	1,32333	0,84	CR
EPN	6f		RE25	23	317	16,27045	0,01588	1,13372	0,95	CR
EPN	6f		RE39	22	286	14,59224	0,00790	1,12776	0,92	WE
EPN	6f		RS22	25	419	25,99689	0,01506	1,20199	0,97	CR
PIG	6f		RE21	24	378	16,08136	0,02465	1,26841	0,97	CR
SAB	6f		RS22	21	359	26,96097	0,01388	1,22815	0,95	CR
EPN	6g		RE11	29	370	20,72426	0,01333	1,29748	0,94	CR
EPN	6g		RE12	25	298	12,34727	0,03096	1,51212	0,92	CR
EPN	6g		RE21	24	342	16,89810	0,02390	1,44426	0,95	CR
EPN	6g		RE22	34	460	14,95657	0,02128	1,20219	0,91	CR
EPN	6g		RS22	25	395	25,55960	0,01254	1,48990	0,95	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPN	6g		RS22M							
PIG	6g		RE11	30	415	12,68486	0,00574	1,40326	0,97	WE
PIG	6g		RE12	25	323	12,48066	0,00784	1,33408	0,95	WE
PIG	6g		RE21	25	383	13,65472	0,00594	1,42171	0,96	WE
PIG	6g		RE22	30	394	11,24413	0,00742	1,40540	0,96	WE
EPN	6h		RE21	25	370	17,78804	0,00925	1,13684	0,94	WE
EPN	6h		RE22	28	398	20,06528	0,00995	1,07771	0,94	WE
EPN	6h		RS20	24	365	30,14307	0,00316	1,29413	0,93	WE
EPN	6h		RS22	26	427	28,58722	0,00502	1,15891	0,82	WE
EPN	6h		RS22M	25	437	34,72127	0,00752	1,06510	0,91	WE
EPN	6h		RS25	24	405	30,79857	0,00559	1,11980	0,95	WE
PIG	6h		RE21	25	394	14,09642	0,01065	1,28183	0,95	WE
SAB	6h		MS22	23	365	100,73717	0,00125	1,15852	0,87	WE
SAB	6h		RS20	25	365	26,57814	0,00622	1,08611	0,92	WE
SAB	6h		RS22	24	361	31,59761	0,00633	1,07004	0,79	WE
SAB	6h		RS22M	25	416	29,46495	0,00741	1,12228	0,88	WE
SAB	6h		RS25	29	496	38,50368	0,00467	1,07183	0,93	WE
EPB	6i		MS22	25	452	49,05073	0,00385	1,09867	0,92	WE
EPN	6i		RE21	27	428	19,48239	0,02125	1,36455	0,93	CR
EPN	6i		RE22	30	467	17,91074	0,01988	1,23355	0,94	CR
EPN	6i		RS20	25	421	31,10478	0,01260	1,31846	0,94	CR
EPN	6i		RS22	23	353	24,53966	0,01417	1,28633	0,96	CR
EPN	6i		RS22M	27	427	26,19624	0,01448	1,32753	0,95	CR
EPN	6i		RS25	25	463	31,19598	0,01204	1,31325	0,96	CR
PIG	6i		RE21	25	419	15,91911	0,01472	1,18203	0,95	WE
SAB	6i		MS22	22	391	108,21346	0,00261	0,98861	0,91	WE
SAB	6i		RS20	18	295	24,38136	0,00471	1,23486	0,87	WE
SAB	6i		RS22M	23	366	31,48606	0,00305	1,19860	0,95	WE
SAB	6i		RS25	26	434	95,26040	0,00210	1,02562	0,94	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Estimations des paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPB	6j		MS22	31	545	29,66101	0,00594	1,17157	0,90	WE
EPN	6j		RE20	27	359	16,46746	0,01658	1,23503	0,93	CR
EPN	6j		RE21	25	341	18,21426	0,01561	1,17734	0,95	CR
EPN	6j		RS20	32	503	27,83857	0,01207	1,26069	0,94	CR
EPN	6j		RS22	26	424	28,68710	0,01055	1,12871	0,85	CR
EPN	6j		RS22M	30	484	39,52271	0,00794	1,15190	0,97	CR
EPN	6j		RS25	24	354	28,24047	0,01058	1,21378	0,89	CR
SAB	6j		MS22	20	334	48,25235	0,00495	1,02861	0,93	WE
SAB	6j		RS20	28	423	33,93776	0,00521	1,08487	0,93	WE
SAB	6j		RS22	26	425	40,28978	0,00666	0,98353	0,95	WE
SAB	6j		RS22M	21	341	23,56722	0,00798	1,12632	0,86	WE
EPN	6k		RE21	25	348	16,12029	0,02086	1,37569	0,94	CR
EPN	6k		RE22	28	389	16,05979	0,01915	1,31299	0,94	CR
EPN	6k		RE25	28	374	16,98457	0,01228	1,10780	0,93	CR
EPN	6k		RS22	28	462	22,30934	0,01652	1,29845	0,97	CR
PIG	6k		RE21	24	348	13,79917	0,01203	1,14810	0,88	WE
PIG	6k		RE22	28	388	11,75630	0,00903	1,31478	0,96	WE
SAB	6k		RS22	22	345	24,78841	0,00677	1,10511	0,90	WE
EPN	6l		RE22	24	391	17,98711	0,00868	1,21110	0,91	WE
EPN	6l		RE25	23	309	123,63008	0,00144	0,91796	0,93	WE
EPN	6l		RS22	23	433	21,65125	0,00607	1,20561	0,93	WE
EPN	6l		RS22M	25	476	23,52061	0,00630	1,17626	0,92	WE
EPN	6l		RS25	23	312	26,18809	0,00533	1,08592	0,97	WE
SAB	6l		RS22	24	445	21,66843	0,00599	1,18696	0,96	WE
SAB	6l		RS22M	24	475	25,00200	0,00727	1,13349	0,94	WE
SAB	6l		RS25	23	363	46,57865	0,00423	0,99464	0,91	WE
EPN	6n		RS22	16	233	21,20469	0,01401	1,60181	0,95	WE
SAB	6n		MS22	20	343	61,17680	0,00196	1,10178	0,92	WE
SAB	6n		RS22	14	188	22,97542	0,00144	1,34166	0,95	WE

- (1) Coefficients de régression.
- (2) Coefficient de détermination qui mesure la qualité de l'ajustement des estimations de l'équation de régression.
- (3) Équation de Weibull.
- (4) Équation de Chapman-Richards.
- (5) Équation linéaire.
- (6) Équation logistique à trois paramètres.

Annexe 3. Croissance en hauteur observée

Tableau 11. IQS_{observé} par essence, région écologique et type écologique

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
EPB	2a		MJ11	16	14,45	24,71
EPB	2b		MJ11			
EPB	2b		MJ14	19	16,06	26,23
EPB	2b		MJ24			
EPB	2b		MJ15	17	13,26	41,60
EPB	2b		MJ16			
EPB	2b		MJ25			
EPB	2b		MJ26			
EPR	2b		RS54	15	14,24	22,93
PEG	2a		FE22	25	25,11	42,50
PET	2a		FE22			
PEG	2b		FE22	27	21,37	26,33
PET	2b		FE22			
PEG	2a		MJ11	18	20,11	37,97
PET	2a		MJ11			
PEG	2b		MJ11			
PEG	2a		MJ12	29	23,50	32,35
PET	2a		MJ12			
PEG	2b		MJ12			

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	2a		MJ11	22	15,60	35,31
SAB	2b		MJ11			
SAB	2b		MJ24	26	15,25	23,61
SAB	2b		MJ25	28	14,26	28,24
SAB	2b		RS54	20	14,34	24,31
BOP	2c		FE22	25	19,09	21,60
PEG	2c		FE22	24	24,97	28,27
PET	2c		FE22			
SAB	2c		MJ12	25	18,41	30,42
SAB	2c		MJ22	20	17,47	30,44
BOP	3a		MJ12	19	16,24	22,37
BOP	3a		MJ21	28	17,28	20,60
BOP	3a		MJ22	25	16,23	24,43
EPB	3a		MJ12	17	15,37	39,72
EPB	3a		MJ21	22	15,56	31,38
EPB	3a		MJ22	28	14,88	28,99
PEG	3a		MJ12	19	20,82	34,03
PET	3a		FE32	15	26,02	34,15
PET	3a		MJ22	26	22,05	26,21
PIB	3a		RP12	18	15,51	NA
SAB	3a		MJ12	21	14,14	28,54
SAB	3a		MJ21	23	16,06	26,49
SAB	3a		MJ22	29	14,87	33,93
EPB	3b		MJ12	25	12,60	56,88
EPB	3b		MJ21	25	14,27	23,64
EPB	3b		MJ22	30	17,65	34,73
PEG	3b		FE22	25	22,58	36,40
PET	3b		FE22			
PEG	3b		FE32	25	20,94	28,07
PET	3b		FE32			

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
PEG	3b		MJ12	25	20,77	41,11
PET	3b		MJ12			
PIB	3b		RP11	25	13,86	NA
SAB	3b		MJ12	28	12,99	34,12
SAB	3b		MJ21	29	15,01	24,37
SAB	3b		MJ22	28	17,79	24,11
SAB	3b		RP11	16	14,04	19,69
SAB	3b		RS10	22	10,99	49,04
SAB	3b		RS12	27	12,69	15,34
THO	3b		RS10	9	7,73	NA
THO	3b		RS12			
BOP	3c		MJ12	18	15,33	25,16
EPB	3c		MJ12	29	15,17	23,21
EPB	3c		MJ22	15	13,13	19,64
EPB	3c		MJ25	16	12,96	40,34
EPR	3c		RS52	25	12,67	23,79
PEG	3c		FE32	30	21,44	28,97
PET	3c		FE32			
PEG	3c		MJ12	30	19,11	27,03
PET	3c		MJ12			
SAB	3c		MJ12	27	14,96	26,25
SAB	3c		MJ22	38	13,42	34,74
SAB	3c		MJ25	26	12,79	NA
SAB	3c		RS52	28	12,95	27,68
BOP	3d		MJ12	24	16,60	22,43
EPB	3d		MJ12	13	14,83	34,34
EPB	3d		MJ15	24	13,67	35,02
EPB	3d		MJ22	30	15,30	24,35
EPB	3d		MJ25	31	15,02	30,07
EPR	3d		RS55	30	14,01	35,38

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
EPR	3d		RS55P			
PET	3d		MJ12	14	19,41	26,05
PET	3d		MJ22	20	18,79	23,96
PET	3d		MJ25	25	20,25	27,28
PET	3d		MJ26			
SAB	3d		MJ12	32	14,31	29,09
SAB	3d		MJ15	19	14,58	22,76
SAB	3d		MJ16	16	16,50	25,13
SAB	3d		MJ26			
SAB	3d		MJ22	30	14,38	23,28
SAB	3d		MJ25	29	14,56	17,70
SAB	3d		RS55	25	13,27	33,57
SAB	3d		RS55P			
BOP	4b		MJ22	32	16,38	24,82
BOP	4b		MS22	30	16,01	21,21
BOP	4b		RS22	30	12,76	20,08
EPB	4a		MJ22	21	13,20	18,29
EPB	4b		MJ22			
EPB	4b		MS22	25	15,60	21,96
EPN	4b		RE21	30	14,44	23,52
EPN	4b		RS21	29	12,11	14,83
EPN	4b		RS22	27	12,58	24,76
EPN	4a		RS25	31	13,95	22,18
EPN	4b		RS25			
PEG	4b		MJ22	30	22,43	31,33
PET	4b		MJ22			
PET	4a		MS22	33	21,32	28,45
PET	4b		MS22			
PIG	4b		RE21	30	16,97	21,54
SAB	4a		MJ22	24	13,41	22,53
SAB	4b		MJ22			

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	4a		MS22	29	15,46	25,25
SAB	4b		MS22			
SAB	4b		MS25	25	16,06	26,96
SAB	4a		MS26			
SAB	4b		MS26			
SAB	4b		RS12	22	10,84	NA
SAB	4b		RS21	29	11,66	14,35
SAB	4a		RS22	18	13,21	16,93
SAB	4b		RS22			
SAB	4a		RS25	34	12,91	19,64
SAB	4b		RS25			
BOP	4c		MJ22	25	15,72	25,94
BOP	4c		MS22	25	16,21	25,78
EPB	4c		MJ22	24	15,00	19,41
EPB	4c		MS22	29	15,13	21,44
EPB	4c		MS25	16	11,72	28,30
EPB	4c		RS22	21	15,94	32,98
EPN	4c		RE21	30	15,43	25,21
EPN	4c		RE22	35	14,77	21,00
EPN	4c		RS22	39	13,18	22,64
PET	4c		MJ22	25	18,58	26,72
PET	4c		MS22	25	19,24	27,69
PIG	4c		RE21	30	17,22	22,81
PIG	4c		RE22	25	16,29	22,26
SAB	4c		MJ22	33	13,78	19,72
SAB	4c		MJ25	19	11,25	NA
SAB	4c		MS22	40	13,96	19,10
SAB	4c		MS25	25	12,87	26,01
SAB	4c		RS22	18	14,15	21,05
BOP	4d		MS12	24	16,26	22,89

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
EPB	4d		MS12	15	12,58	18,71
EPB	4d		MS22	23	12,98	21,59
EPN	4d		RS22	18	13,12	20,83
SAB	4d		MS12	32	12,99	17,15
SAB	4d		MS22	31	12,93	15,34
EPN	4e		RE21	30	14,60	18,63
PET	4e		MS21	21	19,84	31,18
PIG	4e		RE21	30	16,26	20,09
BOP	4f		MS12	25	15,38	21,41
BOP	4f		MS13	25	15,31	26,60
BOP	4f		MS22	22	14,64	23,77
BOP	4f		MS23			
BOP	4f		MS62	25	15,30	23,29
BOP	4f		MS63			
EPB	4f		MS12	34	15,86	27,68
EPB	4f		MS15	25	16,21	28,79
EPB	4f		MS22	40	14,76	28,50
EPB	4f		RS15	13	12,61	37,48
EPB	4f		RS52	23	14,78	19,33
EPR	4f		RS52	30	16,12	22,65
PET	4f		MS12	25	20,56	30,52
PET	4f		MS22	21	20,49	34,14
PET	4f		MS23			
PET	4f		MS62	16	19,20	23,36
PET	4f		MS63			
SAB	4f		FE32	23	15,47	24,62
SAB	4f		FE42			
SAB	4f		MS12	85	15,67	24,30
SAB	4f		MS15	43	15,39	20,30
SAB	4f		MS22	28	14,65	33,54

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	4f		RS12	27	12,56	23,53
SAB	4f		RS15	18	13,19	40,42
SAB	4f		RS52	26	13,80	22,45
SAB	4f		RS55	17	13,81	22,63
THO	4f		RS12	19	9,28	NA
THO	4f		RS15	12	7,39	NA
BOP	4g		MS13	26	14,89	18,95
EPB	4g		MS12	16	15,30	23,41
EPB	4g		MS13			
PEG	4g		MS63	27	18,61	25,37
PET	4g		MS63			
SAB	4g		MS13	24	14,44	23,86
SAB	4g		MS23	19	12,89	15,97
SAB	4g		MS26			
SAB	4g		RS16	27	13,14	22,73
THO	4g		RS16	20	9,84	34,95
BOP	4h		MS13	25	15,70	19,58
EPB	4h		MS13	20	15,05	30,06
PET	4h		MS23	25	19,70	21,89
SAB	4h		MS13	27	13,25	20,85
SAB	4h		MS23	18	11,44	18,99
SAB	4h		MS26	22	9,37	32,32
EPB	5a		MS23	21	14,68	21,29
EPN	5a		ME13	25	13,64	25,30
EPN	5a		ME16	23	11,63	32,95
EPN	5a		RE39	21	10,82	20,49
PET	5a		ME13	25	18,02	30,62
PET	5a		MS23	29	20,21	32,62
PET	5a		MS26	25	20,50	30,71
SAB	5a		MS23	31	16,04	29,16

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	5a		MS26	25	16,01	24,71
BOP	5b		MS22	25	17,38	23,97
EPB	5b		MS22	19	10,61	31,16
EPN	5b		RE21	38	12,27	25,22
EPN	5b		RE22	40	12,76	21,47
EPN	5b		RE25	25	12,72	18,63
EPN	5b		RS22	42	13,79	22,82
PET	5b		MS22	25	20,04	31,06
PIG	5b		RE21	56	15,54	21,30
PIG	5b		RE22	40	15,77	22,30
PIG	5b		RE25	15	14,22	19,03
PIG	5b		RS22	19	16,72	22,76
SAB	5b		MS22	48	14,01	18,59
SAB	5b		RS22	29	11,59	14,70
BOP	5c		MS22	27	15,94	22,19
BOP	5c		RS22	25	13,96	22,19
EPB	5c		MS22	25	14,90	30,94
EPN	5c		MS22	15	13,24	23,29
EPN	5c		RE20	33	12,20	19,84
EPN	5c		RE21	35	12,90	24,94
EPN	5c		RE22	50	13,11	21,95
EPN	5c		RE25	23	12,51	26,78
EPN	5c		RE39	30	10,65	27,35
EPN	5c		RS22	31	12,95	31,18
PET	5c		MS12	25	18,72	25,07
PET	5c		MS22	36	19,51	29,45
PIG	5c		RE20	28	12,91	22,03
PIG	5c		RE21	29	15,53	20,70
PIG	5c		RE22	38	15,11	21,42
PIG	5c		RS22	22	14,82	25,65

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	5c		MS22	29	14,28	25,02
SAB	5c		RS22	26	10,55	46,86
BOP	5d		MS12	23	14,75	17,78
BOP	5d		MS22	31	16,78	21,62
BOP	5d		RS22	29	15,14	21,07
EPB	5d		MS12	34	14,00	19,95
EPB	5d		MS22	26	13,75	16,97
EPN	5d		RE20	32	13,89	18,62
EPN	5d		RE21	25	14,70	25,32
EPN	5d		RE22	26	14,43	21,84
EPN	5d		RS22	34	14,20	22,54
PET	5d		MS12	25	18,29	23,22
PET	5d		MS22	30	19,62	27,35
PET	5d		RS22	25	17,26	23,90
PIG	5d		RE20	29	15,12	21,89
PIG	5d		RE21	25	16,16	20,81
PIG	5d		RE22	24	13,86	21,25
SAB	5d		MS12	35	12,63	17,25
SAB	5d		MS22	36	13,77	16,98
SAB	5d		RS22	29	13,47	19,10
BOP	5e		MS22	25	13,13	16,30
BOP	5f	5fS	MS22	25	11,41	15,08
EPB	5e	5eT	MS12	25	14,36	20,11
EPB	5f	5fS	MS12	16	11,00	28,35
EPB	5e		MS20	21	10,16	17,73
EPB	5f		MS20			
EPB	5e	5eS	MS22	20	11,77	34,03
EPB	5e	5eT	MS22	78	11,89	25,82
EPB	5f	5fT	MS22			
EPB	5f	5fS	MS22	28	11,37	42,15

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
EPN	5e	5eT	RS20	23	11,11	19,74
EPN	5f	5fT	RS20			
EPN	5e	5eS	RS22	23	8,88	53,18
EPN	5f	5fS	RS22			
EPN	5e	5eT	RS22	35	11,05	24,07
EPN	5f	5fT	RS22			
EPN	5f	5fS	RS22M	27	11,03	31,24
EPN	5e	5eT	RS25	23	13,23	25,16
EPN	5f	5fT	RS25			
SAB	5e	5eT	MS12	24	14,46	17,27
SAB	5f	5fS	MS12	13	13,05	14,56
SAB	5e		MS20	28	10,87	29,39
SAB	5f		MS20			
SAB	5e	5eS	MS22	19	10,32	27,61
SAB	5e	5eT	MS22	80	11,79	22,44
SAB	5f	5fS	MS22	35	10,45	29,21
SAB	5e		RS20	28	9,51	18,72
SAB	5f		RS20			
SAB	5e	5eS	RS22	27	9,44	35,84
SAB	5f	5fS	RS22			
SAB	5e	5eT	RS22	14	10,73	15,11
SAB	5f	5fT	RS22			
SAB	5f		RS22M	15	12,54	19,91
SAB	5e		RS25	27	10,12	19,53
SAB	5f		RS25			
BOP	5g		MS22	25	14,58	18,92
EPB	5g		MS22	29	13,27	19,68
EPN	5g		RE21	23	11,91	16,21
EPN	5g		RS20	17	10,61	19,72
EPN	5g		RS21	23	10,79	25,48
EPN	5g		RS22	39	11,69	25,36

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
PET	5g		MS22	25	21,34	30,13
PIG	5g		RE21	36	13,74	17,45
SAB	5g		MS22	40	12,81	21,00
SAB	5g		RS20	19	11,06	16,30
SAB	5g		RS21	15	9,40	NA
SAB	5g		RS22	37	10,75	28,78
BOP	5h		MS23	23	12,15	20,28
EPB	5h		MS13	29	13,96	25,56
EPB	5h		MS23	35	13,89	24,02
EPN	5h		RE23	24	11,99	22,11
EPN	5h		RS23	21	11,21	40,98
PET	5h		MS23	29	19,21	26,14
SAB	5h		MS13	35	14,57	21,00
SAB	5h		MS23	39	13,17	23,72
SAB	5h		MS26	22	12,00	25,93
SAB	5h		RS13	22	11,27	24,95
SAB	5h		RS23	20	10,83	19,81
BOP	5i		MS23	23	13,28	20,21
EPB	5i		MS23	22	12,18	22,28
EPB	5i		MS43	15	6,86	14,16
EPN	5i		RS23	22	12,08	35,04
PET	5i		RS23	25	17,95	22,98
SAB	5i		MS23	29	12,06	21,40
SAB	5i		MS26	26	11,75	22,79
SAB	5i		MS43	23	7,66	14,53
SAB	5i		RS23	15	10,30	37,44
EPB	5j		RB52	22	11,26	13,63
EPB	5j		RB53	39	11,82	23,35
EPN	5j		RE38	20	6,93	10,92
EPN	5j		RS23	20	9,77	15,84

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
SAB	5j		RB52	24	8,69	15,44
SAB	5j		RS23	23	8,63	16,20
EPN	6a		ME13	28	13,96	28,12
EPN	6a		ME16	25	14,63	27,58
EPN	6a		RE21	25	14,12	23,34
EPN	6a		RE22	25	11,28	17,26
EPN	6a		RE37	15	13,35	21,29
EPN	6a		RS22	25	14,25	20,19
EPN	6a		RS26	18	13,16	28,12
PET	6a		ME13	28	15,42	37,47
PET	6a		ME16	21	16,85	24,77
PIG	6a		RE21	28	15,16	20,82
PIG	6a		RE22	25	13,09	18,45
SAB	6a		RS22	15	13,82	19,93
EPN	6c		RE21	25	12,54	21,30
EPN	6c		RE22	19	14,15	23,59
EPN	6c		RE24	25	12,72	26,40
EPN	6c		RE25	29	13,02	22,15
EPN	6c		RS22	25	12,18	28,24
PIG	6c		RE21	31	13,38	20,14
PIG	6c		RE22	19	14,74	23,08
PIG	6c		RE24	25	13,63	22,30
SAB	6c		RS22	17	12,91	31,91
EPN	6d		RE11	25	10,94	19,82
EPN	6d		RE12	25	10,55	19,78
EPN	6d		RE21	25	11,92	19,09
EPN	6d		RE22	25	12,50	19,38
EPN	6d		RE25	25	11,22	19,72
PIG	6d		RE11	25	11,18	17,60
PIG	6d		RE12	25	11,31	18,14

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
PIG	6d		RE21	25	12,45	16,69
PIG	6d		RE22	25	12,55	17,88
BOP	6e		MS22	24	14,39	15,39
BOP	6e		RS22	30	13,64	14,64
EPB	6e		MS22	32	13,28	35,56
EPN	6e		RE21	35	11,96	22,07
EPN	6e		RE22	29	12,69	27,70
EPN	6e		RE25	20	11,23	22,69
EPN	6e		RE37	24	10,06	16,19
EPN	6e		RE39	15	9,87	16,37
EPN	6e		RS22	19	14,56	24,84
PET	6e		MS22	25	18,51	29,82
PET	6e		RS22	23	16,84	22,97
PIG	6e		RE21	34	13,32	18,91
PIG	6e		RE22	34	14,00	20,35
SAB	6e		MS22	26	11,65	25,74
SAB	6e		RS22	28	14,51	22,73
EPN	6f		RE21	25	11,12	21,49
EPN	6f		RE22	32	10,93	18,19
EPN	6f		RE25	23	9,33	16,20
EPN	6f		RE39	22	7,64	14,11
EPN	6f		RS22	25	11,99	26,22
PIG	6f		RE21	24	11,34	19,66
SAB	6f		RS22	21	12,03	30,62
EPN	6g		RE11	29	8,78	29,86
EPN	6g		RE12	25	9,58	14,91
EPN	6g		RE21	24	10,86	23,67
EPN	6g		RE22	34	10,15	14,68
EPN	6g		RS22	25	8,47	33,81
EPN	6g		RS22M			

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
PIG	6g		RE11	30	9,84	19,79
PIG	6g		RE12	25	9,97	16,92
PIG	6g		RE21	25	11,33	19,02
PIG	6g		RE22	30	10,25	13,51
EPN	6h		RE21	25	10,94	18,55
EPN	6h		RE22	28	10,87	16,00
EPN	6h		RS20	24	11,30	15,07
EPN	6h		RS22	26	10,82	17,71
EPN	6h		RS22M	25	12,61	23,65
EPN	6h		RS25	24	11,05	23,01
PIG	6h		RE21	25	12,00	18,03
SAB	6h		MS22	23	9,36	45,81
SAB	6h		RS20	25	9,66	19,59
SAB	6h		RS22	24	10,69	16,75
SAB	6h		RS22M	25	13,26	25,42
SAB	6h		RS25	29	9,92	33,53
EPB	6i		MS22	25	12,65	47,00
EPN	6i		RE21	27	11,75	19,98
EPN	6i		RE22	30	10,85	19,85
EPN	6i		RS20	25	10,85	26,21
EPN	6i		RS22	23	9,35	31,39
EPN	6i		RS22M	27	10,44	28,25
EPN	6i		RS25	25	10,94	44,81
PIG	6i		RE21	25	13,18	17,28
SAB	6i		MS22	21	12,09	23,33
SAB	6i		RS20	16	10,40	19,89
SAB	6i		RS22M	17	8,37	NA
SAB	6i		RS25	11	8,97	NA
EPB	6j		MS22	31	10,64	35,30
EPN	6j		RE20	27	9,03	19,53

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	IQS _{observé} moyen	Asymptote
EPN	6j		RE21	25	9,01	17,02
EPN	6j		RS20	32	10,43	25,59
EPN	6j		RS22	26	11,02	19,87
EPN	6j		RS22M	30	11,46	NA
EPN	6j		RS25	24	10,06	23,73
SAB	6j		MS22	29	10,04	47,11
SAB	6j		RS20	28	9,56	31,88
SAB	6j		RS22	26	10,57	29,47
SAB	6j		RS22M	21	11,09	18,44
EPN	6k		RE21	25	9,63	18,33
EPN	6k		RE22	28	9,32	18,87
EPN	6k		RE25	28	8,24	23,07
EPN	6k		RS22	28	11,39	36,94
PIG	6k		RE21	24	10,04	14,84
PIG	6k		RE22	28	10,05	14,79
SAB	6k		RS22	22	10,32	35,89
EPN	6l		RE22	24	11,76	16,53
EPN	6l		RE25	23	7,38	NA
EPN	6l		RS22	23	11,16	23,30
EPN	6l		RS22M	25	12,03	28,70
EPN	6l		RS25	23	8,70	19,54
SAB	6l		RS22	24	11,04	22,67
SAB	6l		RS22M	24	12,46	26,00
SAB	6l		RS25	23	9,71	47,58
EPN	6n		RS22	16	7,43	19,26
SAB	6n		MS22	20	7,90	23,13
SAB	6n		RS22	14	5,33	20,82

Tableau 12. Estimations des paramètres des équations d'IQS_{observé} par essence, région écologique et type écologique

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPB EPB	2a 2b		MJ11 MJ11	16	323	23,71000	0,02032	1,26098	0,76	CR ⁽³⁾
EPB EPB	2b 2b		MJ14 MJ24	19	343	25,23190	0,02203	1,27726	0,88	CR
EPB EPB EPB EPB	2b 2b 2b 2b		MJ15 MJ16 MJ25 MJ26	17	332	40,59558	0,00866	1,14497	0,90	CR
EPR	2b		RS54	15	274	21,92541	0,02416	1,42212	0,93	CR
PEG PET	2a 2a		FE22 FE22	25	626	41,49981	0,01797	1,03906	0,97	CR
PEG PET	2b 2b		FE22 FE22	27	470	25,32872	0,03446	1,10717	0,92	CR
PEG PET PEG	2a 2a 2b		MJ11 MJ11 MJ11	18	374	36,97199	0,01588	1,09665	0,92	CR
PEG PET PEG	2a 2a 2b		MJ12 MJ12 MJ12	29	606	31,35035	0,02709	1,11107	0,93	CR
SAB SAB	2a 2b		MJ11 MJ11	22	453	34,30504	0,01299	1,15639	0,80	CR
SAB	2b		MJ24	26	478	22,61387	0,02478	1,35057	0,86	CR
SAB	2b		MJ25	28	539	27,24437	0,01682	1,27592	0,80	CR
SAB	2b		RS54	20	369	23,31442	0,02126	1,31692	0,83	CR
BOP	2c		FE22	25	494	20,60336	0,04619	1,24463	0,93	CR
PEG PET	2c 2c		FE22 FE22	24	463	27,26688	0,04564	1,19742	0,89	CR
SAB	2c		MJ12	25	522	29,42102	0,02138	1,24741	0,89	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	2c		MJ22	20	418	29,43715	0,01981	1,25091	0,90	CR
BOP	3a		MJ12	19	367	21,36901	0,02780	1,18075	0,95	CR
BOP	3a		MJ21	28	553	19,59501	0,03886	1,19975	0,87	CR
BOP	3a		MJ22	25	532	23,43230	0,02372	1,18212	0,96	CR
EPB	3a		MJ12	17	363	38,71539	0,01235	1,27873	0,77	CR
EPB	3a		MJ21	22	408	30,38442	0,01738	1,35395	0,87	CR
EPB	3a		MJ22	28	599	27,99135	0,01773	1,31978	0,82	CR
PEG	3a		MJ12	19	450	33,03177	0,02026	1,13201	0,97	CR
PET	3a		FE32	15	303	33,14901	0,02931	1,07131	0,97	CR
PET	3a		MJ22	26	551	25,20581	0,04077	1,29112	0,95	CR
PIB	3a		RP12	18	533	,	0,00468	1,03746	0,98	CR
SAB	3a		MJ12	21	391	27,54304	0,01808	1,42590	0,85	CR
SAB	3a		MJ21	23	416	25,48955	0,02093	1,21610	0,82	CR
SAB	3a		MJ22	29	582	32,93449	0,01357	1,22157	0,84	CR
EPB	3b		MJ12	25	520	55,87754	0,00766	1,37269	0,80	CR
EPB	3b		MJ21	25	469	22,64001	0,02142	1,27319	0,75	CR
EPB	3b		MJ22	30	646	33,72709	0,01743	1,30319	0,87	CR
PEG	3b		FE22	25	602	35,40135	0,02096	1,14628	0,92	CR
PET	3b		FE22							
PEG	3b		FE32	25	600	27,07045	0,03045	1,24100	0,96	CR
PET	3b		FE32							
PEG	3b		MJ12	25	569	40,11068	0,01462	1,07754	0,94	CR
PET	3b		MJ12							
PIB	3b		RP11	25	588	0,25712	.	.	0,92	LIN ⁽⁴⁾
SAB	3b		MJ12	28	543	33,11889	0,00327	1,25829	0,76	WE ⁽⁵⁾
SAB	3b		MJ21	29	538	23,37065	0,00736	1,23306	0,77	WE
SAB	3b		MJ22	28	572	23,11312	0,00796	1,30195	0,90	WE
SAB	3b		RP11	16	264	18,69086	0,00980	1,22823	0,85	WE
SAB	3b		RS10	22	356	48,04373	0,00436	1,01731	0,84	WE
SAB	3b		RS12	27	456	14,34493	0,00647	1,42261	0,68	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
THO THO	3b 3b		RS10 RS12	9	116	0,13459	.	.	0,63	LIN
BOP	3c		MJ12	18	377	24,15592	0,01932	1,09037	0,97	CR
EPB	3c		MJ12	29	593	22,20548	0,00726	1,26325	0,77	WE
EPB	3c		MJ22	15	277	18,63518	0,00281	1,51513	0,79	WE
EPB	3c		MJ25	16	298	39,34234	0,00438	1,12878	0,82	WE
EPR	3c		RS52	25	432	22,78570	0,01624	1,13969	0,92	CR
PEG PET	3c 3c		FE32 FE32	30	598	27,96741	0,02729	1,06317	0,94	CR
PEG PET	3c 3c		MJ12 MJ12	30	676	26,02950	0,02658	1,18039	0,95	CR
SAB	3c		MJ12	27	534	25,24544	0,01999	1,29117	0,81	CR
SAB	3c		MJ22	38	690	33,73820	0,01044	1,11026	0,81	CR
SAB	3c		MJ25	26	470	.	0,00059	1,02734	0,87	CR
SAB	3c		RS52	28	458	26,68359	0,01254	1,05146	0,87	CR
BOP	3d		MJ12	24	465	21,43354	0,02872	1,16960	0,96	CR
EPB	3d		MJ12	13	259	33,34170	0,01241	1,14000	0,89	CR
EPB	3d		MJ15	24	501	34,02036	0,01246	1,28524	0,80	CR
EPB	3d		MJ22	30	539	23,35185	0,02242	1,24312	0,78	CR
EPB	3d		MJ25	31	649	16,37988	0,01318	1,27535	0,63	WE
EPR EPR	3d 3d		RS55 RS55P	30	543	34,38212	0,01145	1,17055	0,92	CR
PET	3d		MJ12	14	260	25,04778	0,02875	1,13534	0,95	CR
PET	3d		MJ22	20	354	22,95580	0,03044	1,03516	0,95	CR
PET PET	3d 3d		MJ25 MJ26	25	439	26,27556	0,02864	1,14030	0,92	CR
SAB	3d		MJ12	32	611	28,09260	0,01582	1,23750	0,81	CR
SAB	3d		MJ15	19	361	21,75642	0,02305	1,24058	0,76	CR
SAB SAB	3d 3d		MJ16 MJ26	16	297	24,13336	0,02337	1,18995	0,85	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	3d		MJ22	30	486	22,27912	0,02176	1,24098	0,84	CR
SAB	3d		MJ25	29	551	16,69809	0,01412	1,22051	0,73	WE
SAB	3d		RS55	25	416	32,57057	0,01091	1,12726	0,94	CR
SAB	3d		RS55P							
BOP	4b		MJ22	32	629	23,81714	0,02297	1,14705	0,97	CR
BOP	4b		MS22	30	604	20,20989	0,03031	1,19936	0,97	CR
BOP	4b		RS22	30	508	19,08289	0,01926	1,00691	0,94	CR
EPB	4a		MJ22	21	394	17,29159	0,03071	1,43818	0,66	CR
EPB	4b		MJ22							
EPB	4b		MS22	25	485	20,95862	0,02904	1,35616	0,87	CR
EPN	4b		RE21	30	537	22,51619	0,02133	1,22220	0,85	CR
EPN	4b		RS21	29	471	13,83030	0,03810	1,35666	0,72	CR
EPN	4b		RS22	27	470	23,76060	0,01531	1,14883	0,85	CR
EPN	4a		RS25	31	543	21,17820	0,02167	1,19046	0,87	CR
EPN	4b		RS25							
PEG	4b		MJ22	30	624	30,33172	0,02760	1,19843	0,88	CR
PET	4b		MJ22							
PET	4a		MS22	33	721	27,45248	0,03069	1,23808	0,91	CR
PET	4b		MS22							
PIG	4b		RE21	30	578	20,54424	0,03272	1,16344	0,93	CR
SAB	4a		MJ22	24	429	21,52533	0,02097	1,27715	0,75	CR
SAB	4b		MJ22							
SAB	4a		MS22	29	497	24,25002	0,02122	1,21776	0,87	CR
SAB	4b		MS22							
SAB	4b		MS25	25	454	25,96289	0,02042	1,21871	0,87	CR
SAB	4a		MS26							
SAB	4b		MS26							
SAB	4b		RS12	22	333	.	0,00007	0,99269	0,86	CR
SAB	4b		RS21	29	431	13,35216	0,03715	1,32688	0,72	CR
SAB	4a		RS22	18	307	15,93175	0,03334	1,26991	0,76	CR
SAB	4b		RS22							

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	4a		RS25	34	539	18,63591	0,02208	1,11151	0,75	CR
SAB	4b		RS25							
BOP	4c		MJ22	25	474	24,94323	0,01881	1,06486	0,92	CR
BOP	4c		MS22	25	473	24,77823	0,01972	1,04536	0,98	CR
EPB	4c		MJ22	24	484	18,40819	0,03587	1,50288	0,70	CR
EPB	4c		MS22	29	590	20,44443	0,02910	1,38867	0,73	CR
EPB	4c		MS25	16	267	27,29570	0,01252	1,22151	0,79	CR
EPB	4c		RS22	21	447	31,97571	0,01571	1,25082	0,84	CR
EPN	4c		RE21	30	570	24,20905	0,00982	1,15689	0,94	WE
EPN	4c		RE22	35	625	20,00411	0,01216	1,16640	0,95	WE
EPN	4c		RS22	39	681	21,64243	0,01095	1,10567	0,82	WE
PET	4c		MJ22	25	564	25,72265	0,02313	1,00729	0,97	CR
PET	4c		MS22	25	570	26,69365	0,02444	1,09179	0,94	CR
PIG	4c		RE21	30	629	21,80753	0,02929	1,12659	0,94	CR
PIG	4c		RE22	25	516	21,25945	0,02816	1,17461	0,96	CR
SAB	4c		MJ22	33	555	18,72032	0,02679	1,25621	0,76	CR
SAB	4c		MJ25	19	350		0,00001	1,11056	0,88	CR
SAB	4c		MS22	40	655	18,10257	0,02830	1,20067	0,80	CR
SAB	4c		MS25	25	412	25,01179	0,00988	1,06748	0,80	WE
SAB	4c		RS22	18	302	20,04843	0,01023	1,18791	0,89	WE
BOP	4d		MS12	24	424	21,88825	0,01960	1,05063	0,96	WE
EPB	4d		MS12	15	245	17,70734	0,02647	1,37159	0,77	CR
EPB	4d		MS22	23	356	20,58682	0,02003	1,18314	0,83	CR
EPN	4d		RS22	18	278	19,82538	0,02054	1,11042	0,94	CR
SAB	4d		MS12	32	535	16,14879	0,03118	1,26077	0,67	CR
SAB	4d		MS22	31	465	14,33792	0,03989	1,25479	0,79	CR
EPN	4e		RE21	30	560	17,62826	0,01244	1,22105	0,87	WE
PET	4e		MS21	21	402	30,18030	0,01329	1,09909	0,97	WE
PIG	4e		RE21	30	555	19,08777	0,03479	1,15812	0,94	CR
BOP	4f		MS12	25	438	20,40652	0,02627	1,11663	0,92	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo R ²⁽²⁾	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
BOP	4f		MS13	25	441	25,59873	0,01737	1,06975	0,95	CR
BOP	4f		MS22	22	360	22,77099	0,01933	1,07089	0,96	CR
BOP	4f		MS23							
BOP	4f		MS62	25	432	22,28973	0,02267	1,14206	0,97	CR
BOP	4f		MS63							
EPB	4f		MS12	34	587	26,68325	0,01985	1,26436	0,87	CR
EPB	4f		MS15	25	436	27,79084	0,01895	1,22857	0,86	CR
EPB	4f		MS22	40	704	27,50315	0,01634	1,18761	0,84	CR
EPB	4f		RS15	13	225	36,48489	0,00909	1,13712	0,89	CR
EPB	4f		RS52	23	375	18,32567	0,01154	1,22557	0,93	WE
EPR	4f		RS52	30	508	21,65419	0,02698	1,19496	0,93	CR
PET	4f		MS12	25	505	29,52343	0,02333	1,10377	0,89	CR
PET	4f		MS22	21	450	33,13515	0,01886	1,07583	0,94	CR
PET	4f		MS23							
PET	4f		MS62	16	306	22,35755	0,03745	1,23236	0,94	CR
PET	4f		MS63							
SAB	4f		FE32	23	404	23,61997	0,02342	1,32091	0,78	CR
SAB	4f		FE42							
SAB	4f		MS12	85	1401	23,30004	0,02428	1,31365	0,84	CR
SAB	4f		MS15	43	758	19,30040	0,03377	1,43507	0,81	CR
SAB	4f		MS22	28	480	32,54422	0,01331	1,20443	0,91	CR
SAB	4f		RS12	27	431	22,52829	0,01621	1,13426	0,89	CR
SAB	4f		RS15	18	308	39,41907	0,00879	1,13529	0,89	CR
SAB	4f		RS52	26	431	21,45405	0,02155	1,24015	0,82	CR
SAB	4f		RS55	17	281	21,63316	0,02141	1,24883	0,86	CR
THO	4f		RS12	19	281	0,16564	.	.	0,94	LIN
THO	4f		RS15	12	168	0,12778	.	.	0,94	LIN
BOP	4g		MS13	26	445	17,95118	0,03277	1,18734	0,97	CR
EPB	4g		MS12	16	303	22,40534	0,02269	1,15718	0,78	CR
EPB	4g		MS13							
PEG	4g		MS63	27	543	24,36876	0,02734	1,10308	0,88	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PET	4g		MS63							
SAB	4g		MS13	24	438	22,86242	0,02192	1,30604	0,87	CR
SAB	4g		MS23	19	298	14,97042	0,03734	1,37034	0,80	CR
SAB	4g		MS26							
SAB	4g		RS16	27	474	21,72642	0,01992	1,26251	0,85	CR
THO	4g		RS16	20	327	33,94845	0,00643	1,04252	0,92	CR
BOP	4h		MS13	25	435	18,58342	0,03408	1,16703	0,97	CR
EPB	4h		MS13	20	368	29,06362	0,01544	1,17274	0,81	CR
PET	4h		MS23	25	458	20,88639	0,05080	1,34909	0,81	CR
SAB	4h		MS13	27	465	19,85313	0,02202	1,19496	0,78	CR
SAB	4h		MS23	18	306	17,99169	0,02071	1,23987	0,76	CR
SAB	4h		MS26	22	348	31,31505	0,00758	1,14303	0,78	CR
EPB	5a		MS23	21	404	20,29308	0,02619	1,25226	0,75	CR
EPN	5a		ME13	25	467	24,30137	0,01726	1,19240	0,82	CR
EPN	5a		ME16	23	420	31,94870	0,00945	1,12727	0,94	CR
EPN	5a		RE39	21	315	19,49318	0,01651	1,19055	0,86	CR
PET	5a		ME13	25	596	29,62395	0,02108	1,29341	0,93	CR
PET	5a		MS23	29	623	31,61588	0,02011	1,09331	0,93	CR
PET	5a		MS26	25	583	29,70608	0,02466	1,22225	0,93	CR
SAB	5a		MS23	31	579	28,15887	0,01852	1,24273	0,86	CR
SAB	5a		MS26	25	470	23,70732	0,02537	1,38354	0,89	CR
BOP	5b		MS22	25	485	22,97126	0,02768	1,17287	0,95	CR
EPB	5b		MS22	19	358	30,15580	0,00500	1,10967	0,79	WE
EPN	5b		RE21	38	612	24,22471	0,01445	1,15156	0,92	CR
EPN	5b		RE22	40	671	20,47371	0,02083	1,27389	0,88	CR
EPN	5b		RE25	25	414	17,62894	0,02523	1,22688	0,86	CR
EPN	5b		RS22	42	733	21,81734	0,02108	1,24727	0,85	CR
PET	5b		MS22	25	511	30,05987	0,02070	1,04075	0,96	CR
PIG	5b		RE21	56	1039	20,30379	0,02779	1,16538	0,92	CR
PIG	5b		RE22	40	750	21,30106	0,02646	1,18187	0,94	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PIG	5b		RE25	15	256	18,03199	0,02973	1,20945	0,92	CR
PIG	5b		RS22	19	382	21,76008	0,02925	1,23473	0,96	CR
SAB	5b		MS22	48	820	17,59461	0,03082	1,25265	0,76	CR
SAB	5b		RS22	29	429	13,69960	0,03635	1,45038	0,67	CR
BOP	5c		MS22	27	516	21,18939	0,02708	1,17138	0,95	CR
BOP	5c		RS22	25	404	21,18656	0,02008	1,07677	0,96	CR
EPB	5c		MS22	25	466	29,93849	0,01511	1,20896	0,88	CR
EPN	5c		MS22	15	273	22,29283	0,01767	1,12521	0,88	CR
EPN	5c		RE20	33	553	18,84177	0,02167	1,25901	0,88	CR
EPN	5c		RE21	35	637	23,93994	0,01686	1,24182	0,94	CR
EPN	5c		RE22	50	925	20,95453	0,01998	1,19438	0,90	CR
EPN	5c		RE25	23	395	25,77854	0,01400	1,17541	0,92	CR
EPN	5c		RE39	30	551	26,34718	0,01120	1,18624	0,90	CR
EPN	5c		RS22	31	568	30,17797	0,01099	1,07654	0,91	CR
PET	5c		MS12	25	503	24,06732	0,02949	1,17759	0,94	CR
PET	5c		MS22	36	768	28,45142	0,02208	1,06700	0,91	CR
PIG	5c		RE20	28	483	21,02806	0,01884	1,15144	0,90	CR
PIG	5c		RE21	29	560	19,70400	0,03057	1,24634	0,95	CR
PIG	5c		RE22	38	742	20,42500	0,02534	1,11807	0,88	CR
PIG	5c		RS22	22	494	24,64722	0,01778	1,09324	0,97	CR
SAB	5c		MS22	29	468	24,01851	0,00766	1,18983	0,91	WE
SAB	5c		RS22	26	376	45,85654	0,00573	0,94756	0,86	WE
BOP	5d		MS12	23	388	16,78177	0,02383	1,09252	0,96	WE
BOP	5d		MS22	31	589	20,61568	0,01537	1,16242	0,95	WE
BOP	5d		RS22	29	518	20,06585	0,01574	1,11220	0,94	WE
EPB	5d		MS12	34	610	18,94719	0,02799	1,33128	0,79	CR
EPB	5d		MS22	26	499	15,97130	0,03717	1,32810	0,69	CR
EPN	5d		RE20	32	578	17,62437	0,01119	1,21854	0,87	WE
EPN	5d		RE21	25	473	24,32001	0,00680	1,22763	0,96	WE
EPN	5d		RE22	26	480	20,83928	0,00895	1,21420	0,93	WE
EPN	5d		RS22	34	623	21,53623	0,00921	1,18499	0,91	WE

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PET	5d		MS12	25	494	22,22068	0,03206	1,11721	0,89	WE
PET	5d		MS22	30	626	26,35426	0,02727	1,17705	0,93	WE
PET	5d		RS22	25	502	22,89840	0,02871	1,26007	0,89	WE
PIG	5d		RE20	29	536	21,22816	0,02366	1,11514	0,90	CR
PIG	5d		RE21	25	508	24,68006	0,02086	1,12215	0,93	CR
PIG	5d		RE22	24	428	19,58179	0,02227	1,05556	0,91	CR
SAB	5d		MS12	35	592	16,24910	0,01316	1,16588	0,72	WE
SAB	5d		MS22	36	636	15,98053	0,01428	1,20731	0,74	WE
SAB	5d		RS22	29	500	18,10042	0,00975	1,22343	0,86	WE
BOP	5e		MS22	25	377	15,30326	0,03284	1,07888	0,86	CR
BOP	5f	5fS	MS22	25	374	14,08495	0,02666	0,98774	0,93	CR
EPB	5e	5eT	MS12	25	436	19,11158	0,02838	1,29137	0,72	CR
EPB	5f	5fS	MS12	16	249	27,34963	0,01110	1,17861	0,72	CR
EPB	5e		MS20	21	275	16,73490	0,01899	1,23106	0,77	CR
EPB	5f		MS20	21	275	16,73490	0,01899	1,23106	0,77	CR
EPB	5e	5eS	MS22	20	331	33,03178	0,00866	1,07159	0,89	CR
EPB	5e	5eT	MS22	78	1165	24,81525	0,01343	1,15196	0,86	CR
EPB	5f	5fT	MS22	78	1165	24,81525	0,01343	1,15196	0,86	CR
EPB	5f	5fS	MS22	28	428	41,14634	0,00740	1,17421	0,91	CR
EPN	5e	5eT	RS20	23	335	18,74198	0,01772	1,16110	0,84	CR
EPN	5f	5fT	RS20	23	335	18,74198	0,01772	1,16110	0,84	CR
EPN	5e	5eS	RS22	23	325	52,18237	0,00432	1,15400	0,93	CR
EPN	5f	5fS	RS22	23	325	52,18237	0,00432	1,15400	0,93	CR
EPN	5e	5eT	RS22	35	483	23,06563	0,01185	1,03164	0,93	CR
EPN	5f	5fT	RS22	35	483	23,06563	0,01185	1,03164	0,93	CR
EPN	5f	5fS	RS22M	27	414	27,95001	0,00951	1,05517	0,88	CR
EPN	5e	5eT	RS25	23	349	24,16253	0,01518	1,07803	0,94	CR
EPN	5f	5fT	RS25	23	349	24,16253	0,01518	1,07803	0,94	CR
SAB	5e	5eT	MS12	24	393	16,27351	0,04032	1,32866	0,78	CR
SAB	5f	5fS	MS12	13	213	13,55501	0,05208	1,53363	0,73	CR
SAB	5e		MS20	28	401	28,38627	0,00996	1,12888	0,89	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	5f		MS20							
SAB	5e	5eS	MS22	19	288	26,61287	0,00915	1,04682	0,89	CR
SAB	5e	5eT	MS22	80	1196	21,44061	0,01537	1,10223	0,84	CR
SAB	5f	5fS	MS22	35	518	28,21441	0,00987	1,15962	0,87	CR
SAB	5e		RS20	28	376	17,71788	0,01560	1,19561	0,83	CR
SAB	5f		RS20							
SAB	5e	5eS	RS22	27	376	34,84236	0,00687	1,14720	0,92	CR
SAB	5f	5fS	RS22							
SAB	5e	5eT	RS22	14	180	14,11060	0,02580	1,15487	0,80	CR
SAB	5f	5fT	RS22							
SAB	5f		RS22M	15	230	18,91399	0,01978	1,06179	0,88	CR
SAB	5e		RS25	27	385	18,52726	0,01534	1,13586	0,76	CR
SAB	5f		RS25							
BOP	5g		MS22	25	400	17,92137	0,03034	1,12158	0,97	CR
EPB	5g		MS22	29	502	18,67973	0,00895	1,22258	0,74	WE
EPN	5g		RE21	23	335	15,20920	0,02996	1,31408	0,80	CR
EPN	5g		RS20	17	225	18,71846	0,01798	1,27539	0,88	CR
EPN	5g		RS21	23	324	24,47553	0,01215	1,16471	0,88	CR
EPN	5g		RS22	39	599	24,35632	0,01397	1,19727	0,85	CR
PET	5g		MS22	25	557	29,13421	0,02725	1,21479	0,92	CR
PIG	5g		RE21	36	632	16,45081	0,03292	1,19364	0,79	CR
SAB	5g		MS22	40	658	19,99558	0,02111	1,23080	0,77	CR
SAB	5g		RS20	19	265	15,30201	0,02415	1,18066	0,82	CR
SAB	5g		RS21	15	190		0,00026	0,95840	0,89	CR
SAB	5g		RS22	37	590	27,77778	0,01106	1,22273	0,89	CR
BOP	5h		MS23	23	359	19,28405	0,01733	1,00512	0,91	CR
EPB	5h		MS13	29	552	24,56125	0,01785	1,21391	0,76	CR
EPB	5h		MS23	35	595	23,01703	0,01917	1,19926	0,89	CR
EPN	5h		RE23	24	360	21,11374	0,01643	1,12683	0,89	CR
EPN	5h		RS23	21	327	39,98012	0,00719	1,14014	0,88	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PET	5h		MS23	29	607	25,14314	0,02782	1,12774	0,92	CR
SAB	5h		MS13	35	586	19,99548	0,02563	1,19235	0,82	CR
SAB	5h		MS23	39	617	22,72292	0,01785	1,18492	0,89	CR
SAB	5h		MS26	22	366	24,92970	0,01337	1,13879	0,79	CR
SAB	5h		RS13	22	390	23,94794	0,01638	1,45555	0,81	CR
SAB	5h		RS23	20	294	18,80776	0,01761	1,21144	0,78	CR
BOP	5i		MS23	23	349	19,21112	0,02221	1,12000	0,86	CR
EPB	5i		MS23	22	336	21,27954	0,01664	1,12738	0,93	CR
EPB	5i		MS43	15	170	13,15625	0,01436	1,20915	0,76	CR
EPN	5i		RS23	22	349	34,03565	0,00902	1,10784	0,95	CR
PET	5i		RS23	25	492	21,98096	0,03349	1,25291	0,93	CR
SAB	5i		MS23	29	415	20,39769	0,01745	1,13054	0,86	CR
SAB	5i		MS26	26	385	21,79050	0,01491	1,09819	0,83	CR
SAB	5i		MS43	23	270	13,53193	0,01693	1,26575	0,85	CR
SAB	5i		RS23	15	233	36,44427	0,00696	1,11510	0,91	CR
EPB	5j		RB52	22	316	12,63031	0,00935	1,32581	0,74	WE
EPB	5j		RB53	39	642	22,35189	0,00630	1,18987	0,92	WE
EPN	5j		RE38	20	204	9,92218	0,00625	1,27361	0,89	WE
EPN	5j		RS23	20	269	14,83879	0,00854	1,18908	0,85	WE
SAB	5j		RB52	24	358	14,44158	0,00458	1,30652	0,72	WE
SAB	5j		RS23	23	300	15,19962	0,00925	1,10502	0,86	WE
EPN	6a		ME13	28	523	27,12454	0,01544	1,19037	0,94	CR
EPN	6a		ME16	25	470	26,58203	0,01661	1,16655	0,96	CR
EPN	6a		RE21	25	451	22,34230	0,02059	1,20493	0,96	CR
EPN	6a		RE22	25	383	16,25778	0,02370	1,25669	0,88	CR
EPN	6a		RE37	15	267	20,28846	0,02203	1,22814	0,98	CR
EPN	6a		RS22	25	439	19,18662	0,02776	1,29050	0,89	CR
EPN	6a		RS26	18	323	27,12167	0,01399	1,16836	0,93	CR
PET	6a		ME13	28	597	36,46764	0,01010	1,00334	0,90	CR
PET	6a		ME16	21	458	23,77160	0,02441	1,15918	0,97	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PIG	6a		RE21	28	509	19,82439	0,02734	1,14445	0,96	CR
PIG	6a		RE22	25	417	17,45307	0,02526	1,10546	0,94	CR
SAB	6a		RS22	15	245	18,93373	0,02675	1,28202	0,85	CR
EPN	6c		RE21	25	425	20,29657	0,02036	1,25918	0,91	CR
EPN	6c		RE22	19	334	22,59457	0,02080	1,24049	0,95	CR
EPN	6c		RE24	25	432	25,39554	0,01493	1,20323	0,96	CR
EPN	6c		RE25	29	529	21,15257	0,00853	1,17306	0,96	WE
EPN	6c		RS22	25	409	27,23945	0,01235	1,14924	0,87	CR
PIG	6c		RE21	31	536	19,14002	0,02392	1,21054	0,91	CR
PIG	6c		RE22	19	357	22,07689	0,02277	1,22841	0,92	CR
PIG	6c		RE24	25	455	21,29960	0,02079	1,19734	0,94	CR
SAB	6c		RS22	17	253	30,91101	0,00777	1,05774	0,90	WE
EPN	6d		RE11	25	380	18,81598	0,01820	1,23945	0,96	CR
EPN	6d		RE12	25	361	18,77836	0,01676	1,19262	0,97	CR
EPN	6d		RE21	25	400	18,08554	0,02148	1,20560	0,92	CR
EPN	6d		RE22	25	425	18,38461	0,02285	1,22024	0,94	CR
EPN	6d		RE25	25	387	18,72221	0,01791	1,15330	0,84	CR
PIG	6d		RE11	25	383	16,60010	0,02141	1,16399	0,94	CR
PIG	6d		RE12	25	407	17,13828	0,01979	1,09254	0,93	CR
PIG	6d		RE21	25	400	15,69472	0,02801	1,11521	0,96	CR
PIG	6d		RE22	25	411	16,88244	0,02467	1,10227	0,95	CR
BOP	6e		MS22	24	443	20,22595	0,02022	1,01805	0,96	WE
BOP	6e		RS22	30	512	18,12184	0,01855	1,06505	0,92	WE
EPB	6e		MS22	32	672	34,55830	0,01083	1,18687	0,85	CR
EPN	6e		RE21	35	557	21,07386	0,01717	1,18563	0,89	CR
EPN	6e		RE22	29	519	26,69525	0,01378	1,18395	0,91	CR
EPN	6e		RE25	20	339	21,69066	0,01517	1,18992	0,95	CR
EPN	6e		RE37	24	375	15,18636	0,02290	1,34826	0,82	CR
EPN	6e		RE39	15	242	15,37269	0,02046	1,23329	0,76	CR
EPN	6e		RS22	19	344	23,84104	0,01988	1,21998	0,93	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
PET	6e		MS22	25	584	28,82470	0,01922	1,03406	0,98	CR
PET	6e		RS22	23	475	21,96851	0,02804	1,15889	0,94	CR
PIG	6e		RE21	34	575	17,90578	0,02600	1,17549	0,91	CR
PIG	6e		RE22	34	618	19,35132	0,02456	1,14880	0,95	CR
SAB	6e		MS22	26	494	24,73588	0,00612	1,15556	0,83	WE
SAB	6e		RS22	28	526	21,72625	0,00897	1,19767	0,91	WE
EPN	6f		RE21	25	386	20,49165	0,01738	1,29806	0,96	CR
EPN	6f		RE22	32	498	17,18692	0,02090	1,26630	0,88	CR
EPN	6f		RE25	23	317	15,20327	0,01817	1,16486	0,95	CR
EPN	6f		RE39	22	286	13,11059	0,00858	1,12723	0,93	WE
EPN	6f		RS22	25	419	25,21776	0,01310	1,13295	0,96	CR
PIG	6f		RE21	24	378	18,66098	0,01768	1,10707	0,97	CR
SAB	6f		RS22	21	359	29,61600	0,01063	1,11505	0,93	CR
EPN	6g		RE11	29	370	28,85734	0,00742	1,11977	0,94	CR
EPN	6g		RE12	25	298	13,91010	0,02336	1,29531	0,91	CR
EPN	6g		RE21	24	342	22,66688	0,01401	1,21406	0,95	CR
EPN	6g		RE22	34	460	13,67898	0,02566	1,23980	0,92	CR
EPN	6g		RS22	25	395	32,80807	0,00801	1,33493	0,94	CR
EPN	6g		RS22M							
PIG	6g		RE11	30	415	18,79441	0,00860	1,09974	0,96	WE
PIG	6g		RE12	25	323	15,92425	0,00832	1,17605	0,93	WE
PIG	6g		RE21	25	383	18,01781	0,00858	1,17559	0,95	WE
PIG	6g		RE22	30	394	12,50698	0,00987	1,25623	0,96	WE
EPN	6h		RE21	25	370	17,54637	0,00947	1,14551	0,94	WE
EPN	6h		RE22	28	398	14,99796	0,01172	1,15467	0,95	WE
EPN	6h		RS20	24	365	14,07340	0,00436	1,45998	0,80	WE
EPN	6h		RS22	26	427	16,71263	0,00767	1,21389	0,79	WE
EPN	6h		RS22M	25	437	22,65147	0,00980	1,09798	0,78	WE
EPN	6h		RS25	24	405	22,00920	0,00577	1,19138	0,85	WE
PIG	6h		RE21	25	394	17,02500	0,02340	1,17627	0,95	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
SAB	6h		MS22	23	365	44,81313	0,00187	1,20261	0,92	WE
SAB	6h		RS20	25	365	18,59205	0,00754	1,13012	0,88	WE
SAB	6h		RS22	24	361	15,74576	0,01207	1,11755	0,77	WE
SAB	6h		RS22M	25	416	24,42226	0,00913	1,10837	0,88	WE
SAB	6h		RS25	29	496	32,52564	0,00441	1,09552	0,85	WE
EPB	6i		MS22	25	452	45,99843	0,00426	1,08099	0,92	WE
EPN	6i		RE21	27	428	18,98261	0,02040	1,27066	0,93	CR
EPN	6i		RE22	30	467	18,84990	0,01698	1,16360	0,91	CR
EPN	6i		RS20	25	421	25,20540	0,01363	1,33329	0,84	CR
EPN	6i		RS22	23	353	30,38650	0,00829	1,19521	0,84	CR
EPN	6i		RS22M	27	427	27,24661	0,01092	1,22493	0,85	CR
EPN	6i		RS25	25	463	43,80856	0,00741	1,26498	0,93	CR
PIG	6i		RE21	25	419	16,28183	0,03086	1,20561	0,95	CR
SAB	6i		MS22	21	341	22,32852	0,01496	1,09098	0,84	CR
SAB	6i		RS20	16	264	18,89492	0,01718	1,26680	0,70	CR
SAB	6i		RS22M	17	267	,	0,00008	1,11012	0,89	CR
SAB	6i		RS25	11	175	,	0,00105	1,00045	0,85	CR
EPB	6j		MS22	31	545	34,29898	0,00284	1,21590	0,85	WE
EPN	6j		RE20	27	359	18,53006	0,01328	1,15662	0,90	CR
EPN	6j		RE21	25	341	16,01631	0,01612	1,17061	0,81	CR
EPN	6j		RS20	32	503	24,59179	0,01203	1,20667	0,91	CR
EPN	6j		RS22	26	424	18,87444	0,01736	1,16248	0,85	CR
EPN	6j		RS22M	30	484	,	0,00099	1,06127	0,97	CR
EPN	6j		RS25	24	354	22,72923	0,01280	1,22801	0,88	CR
SAB	6j		MS22	29	505	46,10950	0,00286	1,10843	0,86	WE
SAB	6j		RS20	28	423	30,87936	0,00469	1,08285	0,87	WE
SAB	6j		RS22	26	425	28,46520	0,00803	1,00549	0,90	WE
SAB	6j		RS22M	21	341	17,43590	0,00942	1,15511	0,81	WE
EPN	6k		RE21	25	348	17,33022	0,01739	1,28283	0,93	CR
EPN	6k		RE22	28	391	17,87046	0,01576	1,25945	0,94	CR

Essence	Région écologique	Sous-région écologique	Type écologique	Nombre de tiges	Nombre d'observations	Paramètres de l'équation			Pseudo $R^{2(2)}$	Équation utilisée
						$b_1^{(1)}$	$b_2^{(1)}$	$b_3^{(1)}$		
EPN	6k		RE25	28	374	22,06739	0,00828	1,02988	0,93	CR
EPN	6k		RS22	28	459	35,94443	0,00821	1,14085	0,96	CR
PIG	6k		RE21	24	349	13,83623	0,02262	1,09379	0,88	CR
PIG	6k		RE22	28	388	13,79366	0,02442	1,20737	0,96	CR
SAB	6k		RS22	22	346	34,88636	0,00694	1,07616	0,88	CR
EPN	6l		RE22	24	391	15,53287	0,01136	1,18691	0,88	WE
EPN	6l		RE25	23	309	,	0,00117	1,00740	0,96	WE
EPN	6l		RS22	23	433	22,30297	0,00714	1,13608	0,86	WE
EPN	6l		RS22M	25	476	27,69968	0,00701	1,09470	0,91	WE
EPN	6l		RS25	23	312	18,54297	0,00711	1,10514	0,87	WE
SAB	6l		RS22	24	445	21,66843	0,00599	1,18696	0,96	WE
SAB	6l		RS22M	24	475	25,00200	0,00727	1,13349	0,94	WE
SAB	6l		RS25	23	363	46,57865	0,00423	0,99464	0,91	WE
EPN	6n		RS22	16	233	18,26439	0,01428	1,55148	0,90	WE
SAB	6n		MS22	20	343	22,12630	0,00313	1,22252	0,80	WE
SAB	6n		RS22	14	188	19,81629	0,00101	1,40650	0,88	WE

(1) Coefficients de régression.

(2) Coefficient de détermination qui mesure la qualité de l'ajustement des estimations de l'équation de régression.

(3) Équation de Chapman-Richards.

(4) Équation linéaire.

(5) Équation de Weibull.