

Suivis de dispositifs expérimentaux de mélèzes sur 25 ans

Rapport d'analyses

Charlotte Longrée, Gauthier Ligot et Hugues Claessens

Novembre 2024

Recherches financées par l'Accord-Cadre
de Recherche et de Vulgarisation forestières



Table des matières

1.	Introduction	4
2.	Modalités sylvicoles testées	5
3.	Dispositifs	6
3.1	Historique.....	6
3.2	Description	7
	Protocole d'installation des placettes.....	7
	Dispositifs	8
	Caractéristiques stationnelles.....	10
3.3	Protocole de suivi.....	10
4.	Objectifs poursuivis dans le traitement des données	11
5.	Bilan dendrométrique et sylvicole.....	12
5.1	Dispositif de Transinne	14
	Modalité 15m ² /ha	14
	Modalité 18m ² /ha	16
	Modalité témoin.....	18
	Comparaison des modalités	20
5.2	Dispositif de Oignies-en-Thiérache	23
	Modalité 15 m ² /ha	23
	Modalité 18 m ² /ha	25
	Modalité « AO ».....	27
	Comparaison des modalités	29
5.3	Dispositif de Tihange	32
	Modalité 15 m ² /ha	32
	Modalité 18 m ² /ha	34
	Comparaison des modalités	36
5.4	Dispositif de Faulx-Les-Tombes	39
	Modalité 15 m ² /ha	39
	Modalité 18 m ² /ha	41
	Modalité « AO ».....	43
	Comparaison des modalités	45
5.5	Influence des paramètres intrinsèques de chaque dispositif	48
5.6	Analyse comparative des modalités suivies	50
	Impacts des traitements dynamiques	53
	Sylvicultures dynamiques VS conventionnelles.....	54

Confrontation aux recommandations sylvicoles proposées par D. Pauwels	55
6. Comparaison aux modèles de croissance.....	56
6.1 Tables de production provisoires	56
Modalité 15 m ² /ha	56
Modalité 18 m ² /ha	57
6.2 Nouveau modèle de croissance harmonisé	58
Méthode	58
Tendance générale.....	59
Influence du traitement.....	62
Conclusion	62
Ajustement proposé	62
7. Revue bibliographique et discussion sur la sylviculture dynamique et la qualité du bois de mélèze	
64	
8. Synthèse	67
9. Références bibliographiques	68
10. ANNEXES.....	69
10.1 Annexe 1 : Courbes d'évolution de la Hauteur Dominante des peuplements	69
10.2 Annexe 2 : Evolution du nombre de tiges à l'hectare des peuplements.....	71
10.3 Annexe 3 : Evolution des circonférences moyennes et dominante	77
10.4 Annexe 4 : Tables de production provisoires des dispositifs 15 et 18 m ² /ha.....	83

1. INTRODUCTION

En continuité du travail réalisé par la Dr. Dominique Pauwels concernant la production de guides sylvicoles pour les trois espèces de mélèzes retrouvées en région wallonne, une étude de la croissance de ces espèces a été initiée par Gembloux Agro-BioTech (Université de Liège) en 1998.

Essence au tempérament héliophile strict, le Mélèze se caractérise par une croissance en grosseur très rapide dans le jeune âge qui, si elle n'est pas favorisée, décline rapidement avec la fermeture du couvert. Dans leur guide sylvicole visant la production de bois de grandes dimensions avec des révolutions courtes, Rondeux et Pauwels (2001) mettaient en évidence que des interventions précoce dans les peuplements sont indiquées afin de permettre aux arbres de développer leur houppier et exprimer ainsi toutes les potentialités de leur croissance juvénile et la soutenir (Rondeux et Pauwels 2001).

Dans le cadre de l'étude de croissance initiée en 1998, plusieurs dispositifs expérimentaux ont été installés dans de jeunes peuplements de mélèzes à travers la Wallonie dans le but de tester l'effet de différents scénarios sylvicoles très dynamiques (éclaircies fortes et précoce) sur les arbres et les peuplements de mélèzes en reflet des recommandations reprises dans ce guide (Rondeux et Pauwels, 2001). L'une des finalités est également de valider les modèles de croissance élaborés par Dominique Pauwels, qui ont été utilisés pour construire les tables de production.

Durant l'hiver 1998-1999, elle a retenu sept jeunes mélézières, localisées dans différents types de stations compatibles avec le mélèze, pour y délimiter plusieurs parcelles expérimentales de sylvicultures très dynamiques.

Aujourd'hui, après 25 ans de suivis réguliers, un bilan approfondi est dressé sur les données collectées et les résultats obtenus, posant les prémisses de recommandations sylvicoles.



2. MODALITÉS SYLVIQUES TESTÉES

En suivant les recommandations de gestion proposées dans le guide sylvicole (Rondeux et Pauwels, 2001), trois modalités de traitement différentes et plus intensives ont été testées. Afin d'avoir un élément de comparaison avec les pratiques conventionnelles, une modalité « témoin » a également été suivie au sein de l'un des dispositifs (Tableau 1).

Tableau 1. Description des modalités sylviques suivies

MODALITÉS SUIVIES À TRAVERS LE RÉSEAU DE PLACETTES				
INTITULÉ	GHA 15 M ² /HA	GHA 18 M ² /HA	ARBRES-OBJECTIF (AO)	TÉMOIN
Principe	La surface terrière cible après éclaircie est 15 m ² /ha	La surface terrière cible après éclaircie est 18 m ² /ha	Désignation de 100 arbres-objectif par hectare. Les éclaircies sont effectuées à leur profit enlevant toutes les tiges dont les cimes entreront en concurrence avec l'arbre objectif avant la prochaine éclaircie (détourage) de manière à permettre un développement proche de la croissance libre.	Placette témoin de la sylviculture conventionnelle (première éclaircie vers 18 ans et passage tous les 6 ans environ en éclaircie par le bas) où le propriétaire ne doit pas modifier la gestion qu'il applique jusqu'alors.
Protocole sylvicole prévu	<ul style="list-style-type: none"> • Lorsque la situation initiale l'implique (densité de plantation élevée), et si aucune éclaircie n'a encore été réalisée, une première éclaircie est entreprise dès la mise en place du dispositif pour orienter les placettes vers leur modalité de traitement. • Si le peuplement est trop dense et qu'il y a un risque de le déstabiliser, la diminution de la surface terrière peut être réalisée en 2 éclaircies proches. • Les éclaircies sont fixées tous les 3 à 5 ans et doivent respecter au mieux le principe de la modalité mise en œuvre. • Cette rotation est maintenue jusqu'à ce qu'un des deux critères suivants soit rencontré : <ul style="list-style-type: none"> - le peuplement est âgé d'environ 30 ans ; - le peuplement atteint une densité de 150 tiges/hectare. La rotation des éclaircies passe alors à 6 ans. • Les éclaircies continueront jusqu'à ce que le peuplement atteigne la dimension d'exploitabilité recherchée de 180-190 cm de circonférence moyenne à 1,3 m de hauteur. 		Aucun protocole mis en place.	

A partir de la situation initiale rencontrée dans chaque peuplement, Dominique Pauwels a produit des tables de productions provisoires pour chaque site où les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha ont été mises en œuvre. Ces tables de productions provisoires sont reprises en Annexe 4 (cf. point 10.4).

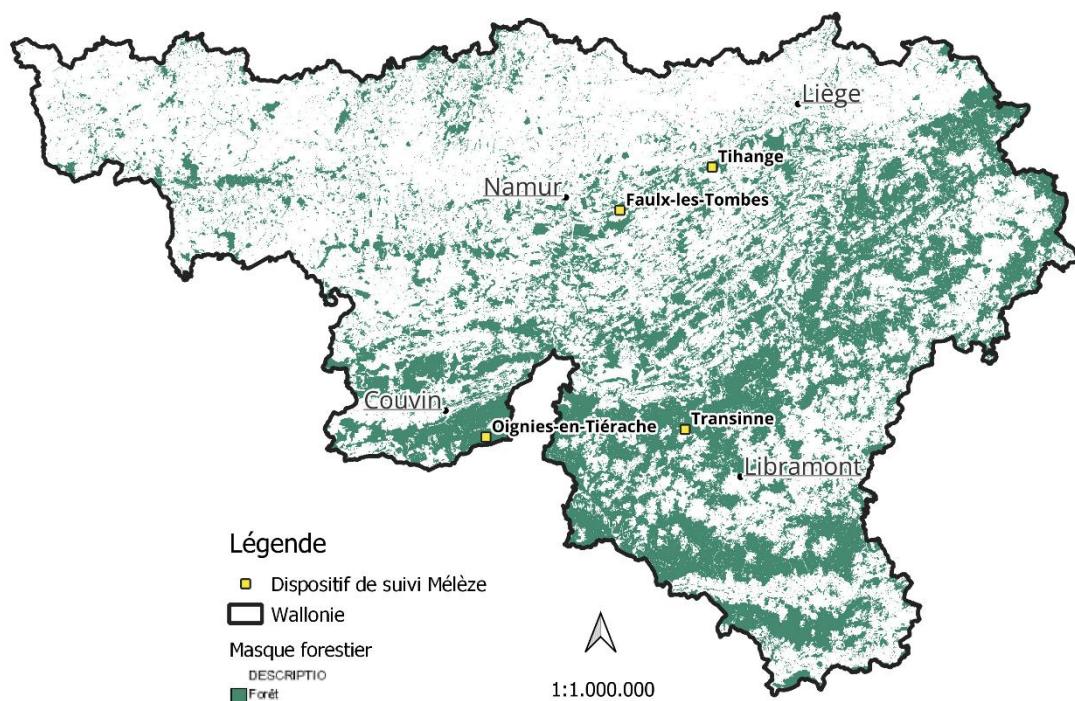


3. DISPOSITIFS

3.1 HISTORIQUE

Lors de la mise en place des dispositifs de suivi des Mélèzes, 7 peuplements répartis à travers la Wallonie étaient concernés. Ils se localisaient à Transinne (1), Tihange (1), Oignies-en-Thiérache (1), Chimay (1), Faulx-Les-Tombes (1) et Martelange (2).

Parmi les 7 dispositifs initialement suivis, 4 sont encore opérationnels aujourd’hui. Il s’agit de ceux de Transinne, Tihange, Oignies-en-Thiérache et Faulx-Les-Tombes ([Figure 1](#)).



[Figure 1. Localisation des dispositifs expérimentaux de mélèze opérationnels en 2024](#)

Les deux peuplements à Martelange (lieux-dits de « La Folie » et de « Neuperlé ») ont subi de grosses pertes quelques années après la plantation (mortalité des plants, dégâts de gibiers) qui ont conduit à l’abandon des deux dispositifs en 2006. L’un d’eux visait notamment l’évaluation du mélange Douglas-Mélèze du Japon.

Le peuplement à Chimay a quant à lui connu des éclaircies tardives et a ensuite été très perturbé par de nombreux chablis en 2013. Malgré des essais de rattrapages, ces perturbations couplées au manque de suivi dans la gestion ont amené à considérer que le dispositif ne permet plus à l’heure actuelle de fournir des données représentatives des protocoles de gestion testés. Le dispositif a donc été écarté des analyses réalisées. Il s’agissait du seul dispositif avec mélèze d’Europe.



3.2 DESCRIPTION

PROTOCOLE D'INSTALLATION DES PLACETTES

Tous les arbres ont été numérotés en couleur jaune. Un premier numéro correspondant à la ligne de plantation est inscrit (en chiffre romain ou arabe) et un second numéro correspondant au numéro de l'arbre est inscrit en chiffre arabe sous le premier. Une ligne de repère pour la mesure de la circonférence à 1,3 m de hauteur figure généralement entre les deux numéros. Chaque arbre a également été cartographié lors de la mise en place du dispositif (azimuts-distances des arbres par lignes de plantation).

Chaque placette est entourée d'une bordure de minimum 10 m de large qui subira le même traitement que la parcelle (zone tampon) (Figure 2). La taille des placettes est donc fixée selon la dimension du peuplement, en tenant compte de la conservation de cette zone tampon.

Aucune limite de placette n'a été matérialisée sur le terrain. Les plans de chaque dispositif ainsi que les caractéristiques des parcelles installées sont disponibles sous format papier. Ils contiennent les éléments qui permettent de retrouver chaque dispositif (azimuts et distances des limites de placettes par rapport à une voirie ou une limite cadastrale). Aujourd'hui, il est également possible de retrouver les dispositifs grâce à leurs coordonnées GPS.

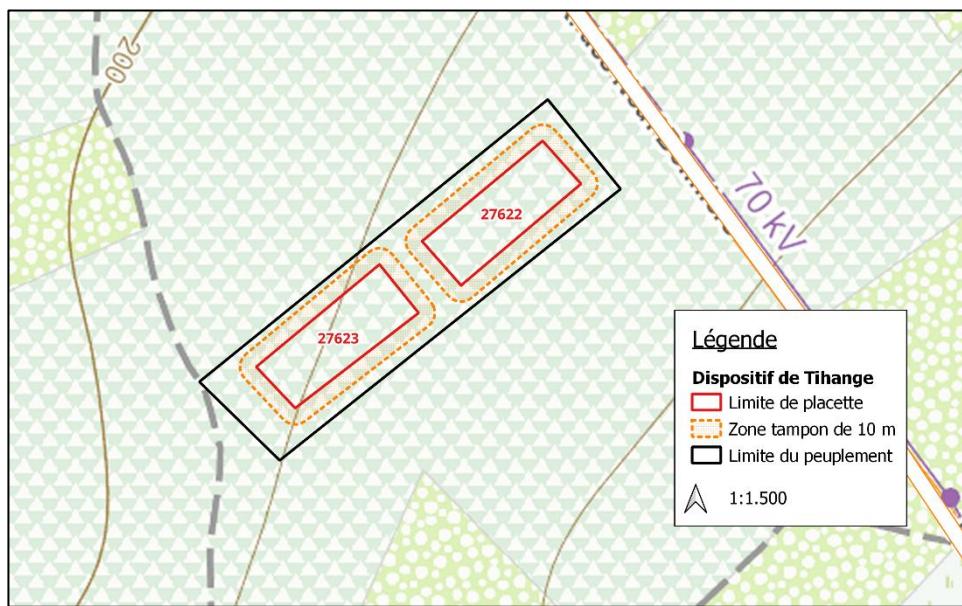


Figure 2. Illustration de la spatialisation d'un dispositif sur base du dispositif mis en place à Tihange.

La circonference à 1,3 m de tous les arbres y a été mesurée ainsi que la hauteur des dominants (100 plus gros arbres à l'hectare).

Les caractéristiques de chaque dispositif sont reprises dans le Tableau 2 et les conditions stationnelles rencontrées figurent dans le Tableau 3.


DISPOSITIFS

Tableau 2. Caractéristiques de chaque dispositif de suivi.

Dispositif	Propriété	Gestionnaire	Espèce	Origine du peuplement	N°placette	Forme	Surface	Date d'installation	Historique d'interventions	Modalité sylvicole
Transinne	Forêt communale de Libin	Cantonnement de Libin - Triage de Smuid	Mélèze du Japon	Plantation en 1987 selon un écartement de 2 m x 1,5 m	27610	Carrée (30mx30m)	9 ares + bande tampon (total de 25 ares)	12/03/1999	Elagage de pénétration réalisé avant l'installation du dispositif	Gha objectif après éclaircie fixé à 15 m ² /ha.
					27611	Carrée (30mx30m)	9 ares + bande tampon (total de 25 ares)	16/03/1999		Gha objectif après éclaircie fixé à 18 m ² /ha.
					27612	Circulaire (rayon de 9 m puis de 12 m)	2 ares puis 4,54 ares	12/03/2000 ; agrandissement à 12 m de rayon en 2016		Sylviculture conventionnelle (placette témoin)
Oignies-en-Thiérache	Forêt domaniale	Cantonnement de Viroinval – Triage de Marebwais	Mélèze hybride	Plantation en 1988 selon un écartement de 2 m x 2 m	27613	Rectangulaire (40mx60m)	24 ares + bande tampon (total de 42 ares)	08/12/1998	Dégagement, élagage de pénétration et 1 ^{re} éclaircie (février 1998) réalisés avant l'installation du dispositif	Gha objectif après éclaircie fixé à 18 m ² /ha.
					27614	Rectangulaire (40mx60m)	24 ares + bande tampon (total de 39 ares)	16/12/1998		Sylviculture d'arbres objectifs (100 tiges/ha)
					27615	Rectangulaire (40mx60m)	24 ares + bande tampon (total de 42 ares)	18/12/1998		Gha objectif après éclaircie fixé à 15 m ² /ha.
Tihange	Forêt domaniale	Cantonnement de Liège – Triage de Huy	Mélèze du Japon	Plantation en 1987 selon un écartement de 2 m x 2 m	27622	Rectangulaire (21mx60m)	12,6 ares	23/11/1998	Elagage de pénétration réalisé avant l'installation du dispositif	Gha objectif après éclaircie fixé à 15 m ² /ha.
					27623	Rectangulaire (21mx60m)	12,6 ares	23/11/1998		Gha objectif après éclaircie fixé à 18 m ² /ha.



Dispositif	Propriété	Gestionnaire	Espèce	Origine du peuplement	N°placette	Forme	Surface	Date d'installation	Historique d'interventions	Modalité sylvicole
Faulx-Les-Tombes	Forêt privée	Université de Namur	Mélèze hybride	Plantation en 1988 selon un écartement de 4 m x 4 m	27624	Rectangulaire (21mx60m)	9,6 ares + bande tampon (total de 17 ares)	29/11/1998	Aucune intervention avant l'installation du dispositif	Gha objectif après éclaircie fixé à 15 m ² /ha.
					27625	Rectangulaire (21mx60m)	9,6 ares + bande tampon (total de 17 ares)	29/11/1998		Sylviculture d'arbres objectifs (100 tiges/ha)
					27626	Rectangulaire (21mx60m)	9,6 ares + bande tampon (total de 17 ares)	29/11/1998		Gha objectif après éclaircie fixé à 18 m ² /ha.



Figure 3. Dispositif de Oignies-en-Thiérache (Mars 2024)



Figure 4. Dispositif de Tihange (Février 2024)

CARACTÉRISTIQUES STATIONNELLES

Les peuplements des dispositifs se situent tous en stations favorables, en situation de tolérance ou optimale selon le « Fichier écologique des essences », s. d. (FEE), plutôt pauvres du point de vue de la richesse chimique du sol ([Tableau 3](#)).

La situation de tolérance signifie que l'essence se développe bien mais rencontre certaines contraintes affectant sa vitalité, sa stabilité et/ou sa productivité, pouvant être atténuées par la gestion appliquée. Dans les deux peuplements concernés ici le facteur contraignant est lié à leur situation topographique, susceptible de limiter les disponibilités en eau.

A noter également que l'altitude varie de 200 m à 450 m selon le dispositif.

Tableau 3. Caractéristiques stationnelles de chaque dispositif.

Dispositif	Espèce	Zone bioclimatique	Altitude	Relief	Pente	Exposition	Pédologie	Humus	FEE
Transinne	Mélèze du Japon	Ardenne centro-orientale	450 m	Mi-pente	4°	Nord-Est	Gbbr0_1	Moder	Optimum
Oignies-en-Thiérache	Mélèze hybride	Basse et moyenne Ardenne	375 m	Plateau	0°	Plat	Gbb0_1	Moder mulleux	Optimum
Tihange	Mélèze du Japon	Sambre-et-Meuse et Condroz	220 m	Plateau	2°	Sud-Ouest	GbBr2	Dys-moder	Tolérance
Faulx-Les-Tombes	Mélèze hybride	Sambre-et-Meuse et Condroz	200 m	Haut de pente	21°	Nord	Gbbp2	Moder	Tolérance

Note concernant l'indice de productivité des placettes :

D'après les valeurs de hauteur dominante mesurées et leur comparaison aux nouvelles courbes de productivité harmonisées pour le mélèze en Wallonie (Perin et al. 2014), la classe de productivité des placettes de chaque dispositif se situe entre 0 et 1 (cf. Annexe 1). La production y est donc considérée comme élevée. La situation de tolérance renseignée par le FEE n'affecte donc pas la productivité des peuplements concernés, certainement compensée par un milieu finalement suffisamment bien alimenté en eau.

3.3 PROTOCOLE DE SUIVI

Les dispositifs ont été dans un premier temps (7 ans) remesurés chaque année. La prise de mesures s'est ensuite espacée (tous les 2, 3 ou 4 ans). Les campagnes de mesure sont réalisées en dehors de la période de végétation. Selon les accords réalisés avec les gestionnaires, le martelage et l'abattage des arbres peuvent être réalisés directement par l'équipe technique du mesurage en présence du gestionnaire après la prise de mesures, de façon à obtenir des données représentatives de l'état du peuplement avant et après éclaircie.

Pour les trois modalités sylvicoles mises en œuvre, la circonférence de chaque arbre est mesurée à 1m30 de hauteur à l'aide d'un mètre ruban et la hauteur des arbres dominants (les 100 plus gros arbres par hectare) est mesurée à l'aide d'un vertex à ultrason et de son transpondeur. Les arbres-objectifs



désignés sont rendus identifiables sur le terrain à l'aide d'un marquage spécifique à la peinture (double-bande de couleur ou point de couleur au-dessus du numéro d'identification de l'arbre).

Depuis 2009, un statut sylvicole est également assigné à chaque arbre lors des relevés afin d'identifier les arbres-objectifs, les arbres disparus entre deux prises de mesures, les arbres morts sur pied, les arbres abattus et les chablis.

Les mesures prises sont encodées au fur et à mesure dans un tableau reprenant les mesures précédentes pour chaque arbre de la placette. Elles sont ensuite centralisées au sein d'une base de données informatisée.

La numérotation des arbres en couleur jaune et le marquage des arbres-objectifs sont rafraîchis à chaque passage en inventaire au besoin.

4. OBJECTIFS POURSUIVIS DANS LE TRAITEMENT DES DONNÉES

L'objectif premier du traitement des données de ces dispositifs expérimentaux consiste à dresser une analyse dendrométrique comparative entre les différentes modalités sylvicoles suivies.

Un objectif secondaire serait de valider les modèles de croissance élaborés par Dominique Pauwels et qui ont été utilisés pour construire les tables de production de son guide.

Trois points clés sont visés à travers le bilan dendrométrique :

- 1) Mesurer l'impact des traitements très dynamiques testés sur les mélèzières, en particulier sur l'accroissement des dominants qui formeront le peuplement final ;
- 2) Comparer l'évolution des mélèzières selon les traitements très dynamiques de l'expérience et selon la sylviculture conventionnelle, représentée par la modalité témoin mais surtout par les tables de production moyennes de la forêt wallonne ;
- 3) Valider ou ajuster les recommandations sylvicoles dynamiques proposées par Dominique Pauwels dans son guide sylvicole de 2001.

Remarque : Compte tenu des situations de départ différentes (2 espèces, 4 stations et 3 densités de plantation), les analyses se font au cas par cas et se limitent à identifier des tendances. Elles se placent essentiellement dans un contexte de sylviculture dynamique et dans des stations de bonne productivité.



5. BILAN DENDROMÉTRIQUE ET SYLVICOLE

A partir des paramètres relevés, l'évolution de la croissance en grosseur de chaque arbre au sein de chaque placette a ainsi pu être retracée, depuis la mise en place du dispositif (hiver 1998-1999) jusqu'à aujourd'hui (mars 2024). Afin de synthétiser l'évolution des caractéristiques dendrométriques de chaque peuplement, ces données ont été rassemblées dans des tableaux similaires à ceux des tables de production. Ils reprennent les données suivantes :

Age = âge du peuplement depuis la date de plantation en années ;

Hdom = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare en m ;

Nha = nombre de tiges du peuplement par hectare ;

Cdom = circonférence moyenne à 1,3 m des 100 plus gros arbres à l'hectare en cm ;

Cmoy = circonférence moyenne à 1,3 m du peuplement en cm ;

Gha = surface terrière du peuplement à l'hectare en m²/ha ;

Vha = volume du peuplement à l'hectare en m³/ha ;

AMC = Accroissement Moyen en Circonférence par saison de végétation sur la durée de vie du peuplement en cm/an ;

ACC = Accroissement Courant en Circonférence par saison de végétation entre deux prises de mesure en cm/an ;

AMV = Accroissement Moyen en Vha par saison de végétation sur la durée de vie du peuplement en m³/ha/an ;

ACV = Accroissement Courant en Vha par saison de végétation entre deux prises de mesure en m³/ha/an ;

AMCd_{om} = Accroissement Moyen en Circonférence dominante par saison de végétation sur la durée de vie du peuplement en cm/an ;

ACCd_{om} = Accroissement Courant de la Circonférence dominante par saison de végétation entre deux prises de mesure en cm/an ;

AMVd_{om} = Accroissement Moyen en Vha des arbres dominants par saison de végétation sur la durée de vie du peuplement en m³/ha/an ;

ACVd_{om} = Accroissement Courant en Vha des arbres dominants par saison de végétation entre deux prises de mesure en m³/ha/an ;

H/d = facteur de stabilité représenté par le rapport entre la hauteur dominante et le diamètre moyen du peuplement à 1,3 m

On retrouvera 3 cas de figure, fournissant 3 types de données différents :

- les données obtenues à partir des données de l'inventaire réalisé à la date spécifiée (INV) ;
- les données calculées après déduction des bois abattus directement après l'inventaire réalisé à la date spécifiée (CAL) – cas de figure d'un abattage réalisé directement par l'équipe technique de Gembloux Agro-BioTech après la prise de mesures ;
- les données estimées sur base des accroissements courants en circonférence des arbres entre deux passages en inventaire précédents les plus proches (MOD) – cas de figure d'un abattage réalisé par le gestionnaire forestier entre deux prises de mesures de l'équipe technique de Gembloux Agro-BioTech ou juste avant le passage de celle-ci.

Note : Lorsque la date d'abattage n'était pas connue, il a été considéré que les arbres martelés ont été prélevés au 1^{er} février de l'année qui suit la saison de végétation successive à la date du martelage. Exemple : les arbres martelés lors du passage en inventaire du 20 mars 2016 sont considérés comme prélevés le 01 février 2017 s'ils ne figurent plus dans le relevé suivant.

Chaque tableau de synthèse est accompagné de graphiques illustrant :

- L'évolution du nombre de tiges à l'hectare (cf. Annexe 2) ;
- L'évolution de la surface terrière à l'hectare ;
- L'évolution de la circonférence moyenne et de la circonférence dominante (cf. Annexe 3).

Enfin, une table de production correspondant à la modalité sylvicole mise en œuvre sur la placette est fournie pour chaque placette. Elle se structure de la manière suivante :

		AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
Age	Hdom	Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d

où :

Age = âge du peuplement à partir de la plantation en années ;

Hdom = hauteur moyenne des 100 plus gros arbres à l'hectare en m ;

Nha = nombre de tiges du peuplement par hectare ;

Gha = surface terrière du peuplement à l'hectare en m²/ha ;

Cg = circonférence à 1m30 de l'arbre de surface terrière moyenne en cm ;

Vha = volume du peuplement à l'hectare en m³/ha ;

PDS = poids de l'éclaircie (nbre de tiges prélevées en éclaircie divisé par le nbre de tiges avant éclaircie)

TYP = type d'éclaircie (circonférence moyenne des arbres prélevés en éclaircie divisée par la circonférence moyenne des arbres du peuplement avant éclaircie) ;

AMV = Accroissement Moyen en Vha par saison de végétation sur la durée de vie du peuplement en m³/ha/an ;

ACV = Accroissement Courant en Vha par saison de végétation entre deux prises de mesure en m³/ha/an ;

PTV = production totale en volume en m³/ha.

H/d = facteur de stabilité représenté par le rapport entre la hauteur dominante et le diamètre moyen du peuplement à 1,3 m

Remarque : la qualité des bois sur pied n'est pas un facteur pris en compte dans la comparaison des scénarios.



5.1 DISPOSITIF DE TRANSINNE

MODALITÉ 15M²/HA

Tableau 4. Synthèse des données peuplement du dispositif de Transinne traité selon la modalité « 15 m²/ha ».

			Données peuplement							Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d
			Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdom (cm/an)	ACCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE	12-3-1999	INV	12	13,04	2678	54	37	30,4	231,3	3,1		19,3			4,5		1,9	
	12-3-1999	CAL	12		1522	54	41	20,6	165,8									111
ECLAIRCIE	6-4-2000	INV	13	13,79	1522	57	43	23,0	193,8	3,3	2,0	20,0	28,0	4,4	2,9	2,0	3,4	101
	23-10-2001	INV	14	15,68	1522	62	47	27,0	242,7	3,3	1,8	22,0	24,5	4,4	2,6	2,3	3,3	106
ECLAIRCIE	1-2-2003	MOD	16		1522	65	49	29,5	273,0	3,1	2,4	21,2	30,3	4,1	2,9	2,3	4,1	96
	3-4-2003	INV	16	16,11	833	65	53	18,8	181,2	3,3				4,1				96
ECLAIRCIE	25-2-2004	INV	17	17,12	833	69	56	21,1	210,7	3,3	3,2	21,6	29,5	4,1	3,6	2,5	5,2	96
	15-11-2005	INV	18	18,18	833	75	61	25,0	263,0	3,4	2,5	23,3	26,1	4,2	3,1	2,9	4,8	94
ECLAIRCIE	1-2-2007	MOD	20	18,67	833	78	63	27,1	290,1	3,2	2,1	22,4	27,1	3,9	2,9	2,8	5,0	93
	1-2-2007	MOD	20		511	77	66	18,1	196,9									86
ECLAIRCIE	27-2-2009	INV	22		511	83	71	21,0	236,8	3,2	2,7	24,6	19,9	3,8	2,9	3,0	4,3	86
	27-2-2009	CAL	22		367	83	71	15,0	168,7									86
ECLAIRCIE	1-6-2011	INV	24	21,12	367	88	77	17,4	202,5	3,2	1,9	23,9	11,3	3,6	1,5	3,1	3,0	83
	1-2-2013	MOD	26		367	92	80	19,1	226,2	3,1	3,2	23,0	23,7	3,5	4,4	3,2	9,3	81
ECLAIRCIE	14-2-2013	INV	26	21,91	300	92	83	16,5	198,2									80
	25-2-2016	INV	29	23,07	300	100	90	19,5	241,0	3,1	2,4	22,1	14,2	3,5	2,7	3,5	6,1	80
ECLAIRCIE	1-2-2017	MOD	30	23,40	300	102	92	20,2	250,9	3,1	2,0	21,7	9,9	3,4	1,8	3,5	4,0	81
	1-2-2017	MOD	30		222	100	91	14,7	181,5									81
ECLAIRCIE	17-12-2020	INV	33	24,73	222	105	96	16,4	206,5	2,9	1,2	20,5	6,2	3,2	1,2	3,4	1,7	80
	1-2-2023	MOD	36	25,76	222	109	100	17,8	227,9	2,8	2,1	19,4	10,7	3,0	2,2	3,5	6,1	80
	1-2-2023	MOD	36		211	109	101	17,1	219,3									80
	4-3-2024	INV	37	26,28	211	112	103	17,9	230,3	2,8	1,7	19,1	11,0	3,0	2,8	3,5	6,3	

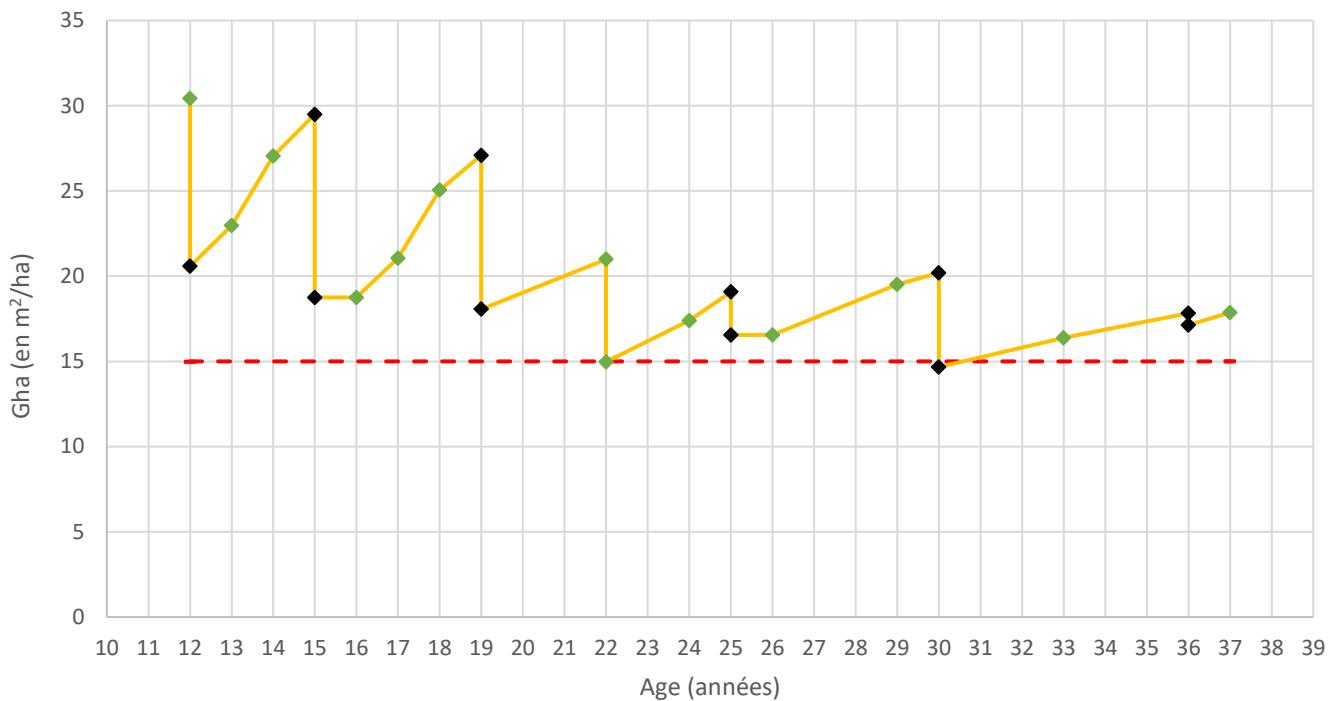


Figure 5. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Transinne (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

L'évolution de la surface terrière à l'hectare (Figure 5) amène à constater que le peuplement semble dans les faits avoir plutôt été traité selon une modalité 18 m²/ha.

Il semblerait que le décalage entre la date de martelage et la date d'abattage des arbres marqués, couplé à un accroissement courant en circonférence significatif (et peut-être sous-estimé) des arbres, amènent le peuplement à un niveau de matériel sur pied tel que l'intensité de l'éclaircie marquée n'était pas suffisante pour ramener le peuplement au niveau objectif fixé. En effet, sur 7 éclaircies seulement 2 ont ramené le GHA à son objectif et il s'agit des deux éclaircies où l'abattage des arbres a été réalisé consécutivement à l'inventaire.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité testée.

Tableau 5. Table de production associée à la modalité « 15m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Transinne

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
12	13,04	2678	30,4	38	231,3	0,86	0,43	1156	9,9	33	65,6	1522	20,6	41	165,8	19,3	231,3	111	
16	16,11	1522	29,5	49	273,0	0,90	0,45	689	10,7	44	91,8	833	18,8	53	181,2	26,8	21,2	338,6	104
20	18,67	833	27,1	64	290,1	0,93	0,39	322	9,0	59	93,2	511	18,1	67	196,9	27,2	22,4	447,4	93
22	19,65	511	21,0	72	236,8	1,01	0,28	144	6,0	72	68,1	367	15,0	72	168,7	20,0	22,2	487,4	86
26	21,91	367	19,1	81	226,2	0,86	0,18	67	2,5	69	28,0	300	16,5	83	198,2	14,4	21,0	544,8	86
30	23,40	300	20,2	92	250,9	1,03	0,26	78	5,5	94	69,3	222	14,7	91	181,5	13,2	19,9	597,5	80
36	25,76	222	17,8	100	227,9	0,89	0,05	11	0,7	89	8,6	211	17,1	101	219,3	7,7	17,9	643,9	81



MODALITÉ 18M²/HA

Tableau 6. Synthèse des données peuplement du dispositif de Transinne traité selon la modalité « 18 m²/ha ».

	Date	Type données	Age (ans)	Données peuplement					Accroissements généraux			Accroissements dominants			H/d		
				Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdom (cm/an)	ACCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	ACVdom (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE	12-3-1999	INV	12	12,43	2711	54	36	30,1	227,1	3,0		18,9		4,5		1,9	
	12-3-1999	CALC	12		1544	54	41	20,7	167,0								107
ECLAIRCIE	6-4-2000	INV	13	13,26	1544	57	43	23,5	198,8	3,3	2,1	19,9	31,8	4,4	3,2	2,0	3,8
	23-10-2001	INV	14	14,81	1544	62	47	27,4	246,0	3,3	1,7	21,9	23,6	4,5	2,6	2,3	3,2
ECLAIRCIE	1-2-2003	MOD	16		1544	65	49	29,8	275,7	3,1	2,4	21,0	29,7	4,1	2,7	2,3	3,9
	3-4-2003	INV	16	15,66	922	65	53	20,7	200,0	3,3							93
ECLAIRCIE	25-2-2004	INV	17	16,73	922	69	56	23,3	232,5	3,3	3,2	21,7	32,6	4,1	3,9	2,5	5,5
	15-11-2005	INV	18	18,43	911	75	61	27,1	283,0	3,4	2,4	23,3	25,3	4,1	2,8	2,8	4,5
ECLAIRCIE	1-2-2007	MOD	20	19,12	911	77	63	29,2	310,7	3,2	2,4	22,3	27,7	3,9	2,3	2,8	4,4
	1-2-2007	MOD	20		567	77	66	19,8	215,2								
ECLAIRCIE	27-2-2009	INV	22	20,50	567	82	71	22,9	256,8	3,2	2,4	22,2	20,8	3,7	2,7	2,9	4,5
	27-2-2009	CALC	22		444	82	72	18,4	208,5								91
ECLAIRCIE	1-6-2011	INV	24	21,24	444	88	77	21,4	250,1	3,2	1,8	22,1	13,9	3,7	2,1	3,2	3,9
	1-2-2013	MOD	26		444	92	81	23,3	276,8	3,1	3,6	21,4	26,7	3,5	3,7	3,2	8,4
ECLAIRCIE	14-2-2013	INV	26	22,48	356	92	83	19,5	233,1								85
	25-2-2016	INV	29	23,62	356	100	89	22,8	280,5	3,1	2,2	20,8	15,8	3,4	2,4	3,5	5,5
ECLAIRCIE	1-2-2017	MOD	30	23,83	356	101	91	23,6	291,8	3,0	1,7	20,5	11,3	3,4	1,2	3,5	3,7
	1-2-2017	MOD	30		267	100	92	18,1	224,4								82
ECLAIRCIE	17-12-2020	INV	33	24,67	267	106	97	20,2	255,9	2,9	1,3	19,6	7,9	3,2	1,4	3,5	2,8
	1-2-2023	MOD	36	25,63	267	111	101	21,9	280,8	2,8	1,9	18,7	12,5	3,1	2,6	3,6	6,4
ECLAIRCIE	1-2-2023	MOD	36		222	111	103	18,8	242,4								80
	4-3-2024	INV	37	26,12	222	113	105	19,6	254,2	2,8	1,9	18,5	11,8	3,1	2,2	3,7	6,6

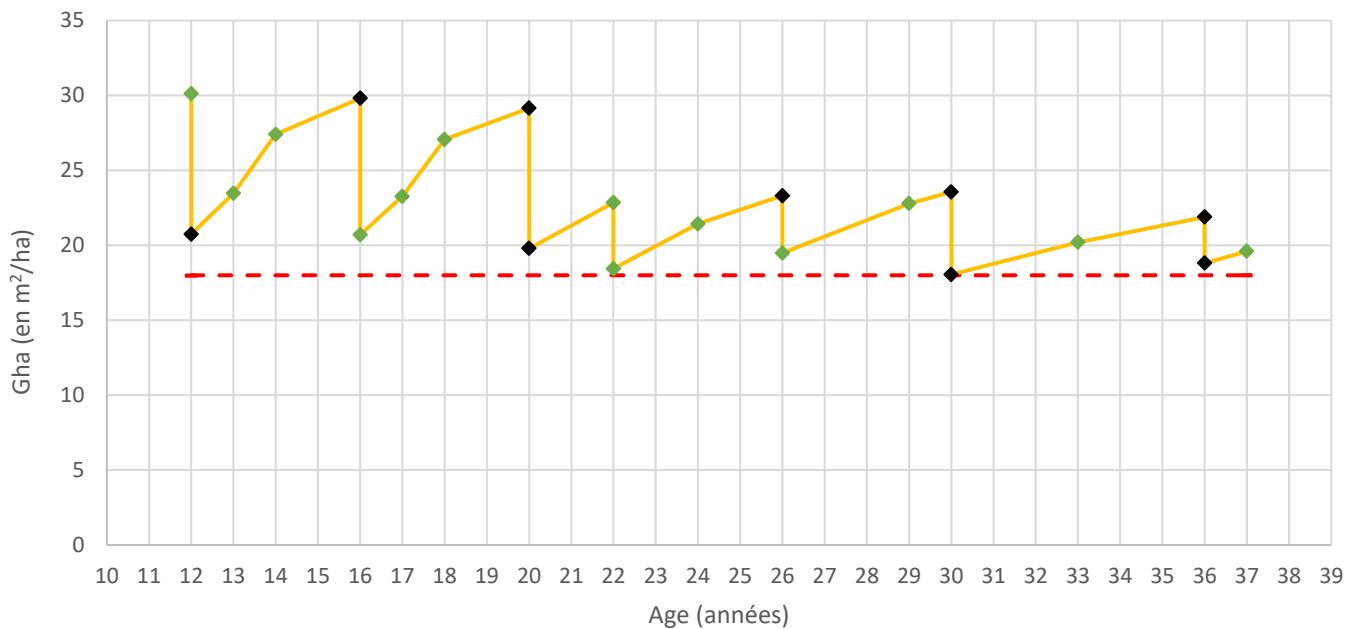


Figure 6. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Transinne (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

L'évolution de la surface terrière à l'hectare (Figure 6) amène à constater que le peuplement semble dans les faits avoir plutôt été traité selon une modalité 20 m²/ha.

Comme pour la modalité 15 m²/ha, il semblerait que le décalage entre la date de martelage et la date d'abattage des arbres marqués en soit la raison.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 7. Table de production associée à la modalité « 18m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Transinne

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d
12	12,43	2711	30,1	37	227,1	0,85	0,43	1167	9,4	32	60,1	1544	20,7	41	167,0	18,9	227,1	107	
16	15,65	1544	29,8	49	275,7	0,87	0,40	622	9,1	43	75,7	922	20,7	53	200,0	27,2	21,0	335,8	101
20	19,12	911	29,2	63	310,7	0,92	0,38	344	9,4	58	95,5	567	19,8	66	215,2	27,7	22,3	446,6	96
22	20,50	567	22,9	71	256,8	0,95	0,22	122	4,4	67	48,3	444	18,4	72	208,5	20,8	22,2	488,2	91
26	22,48	444	23,3	81	276,8	0,90	0,20	89	3,8	74	43,7	356	19,5	83	233,1	17,1	21,4	556,5	88
30	23,83	356	23,6	91	291,8	0,97	0,25	89	5,5	88	67,4	267	18,1	92	224,4	14,7	20,5	615,2	82
36	25,63	267	21,9	102	280,8	0,92	0,17	44	3,1	93	38,4	222	18,8	103	242,4	9,4	18,7	671,6	80



MODALITÉ TÉMOIN

Tableau 8. Synthèse des données peuplement du dispositif de Transinne traité selon la modalité témoin.

Date	Type données	Age (ans)	Données peuplement					Accroissements généraux			Accroissements dominants			H/d		
			Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m²/ha)	Vha (m³/ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m³/ha/an)	ACV (m³/ha/an)	AMCdом (cm/an)	ACCдом (cm/an)	AMVдом (m³/ha/an)	ACVдом (m³/ha/an)
6-4-2000	INV	13	13,95	2100	54	41	29,9	249,4	3,2		19,2		4,2		1,7	
23-10-2001	INV	14	15,95	2050	57	44	33,2	290,3	3,1	1,4	20,7	20,5	4,0	1,3	1,8	1,4
1-2-2003	MOD	16	16,48	2050	58	45	34,8	310,5	2,8	0,9	19,4	20,2	3,6	1,5	1,7	1,7
1-2-2003	MOD	16		1100	58	51	22,7	213,0								
15-11-2005	INV	18	18,10	1100	63	54	26,1	256,1	3,0	1,1	19,6	14,4	3,5	1,5	1,8	1,9
1-6-2011	INV	24	21,30	1100	73	61	33,7	355,4	2,6	1,2	18,9	16,6	3,0	1,7	2,0	2,4
1-2-2013	MOD	26		1100	75	64	36,2	389,3	2,5	2,6	18,7	33,9	2,9	2,5	2,0	3,9
14-2-2013	INV	26	22,73	650	75	69	25,0	277,6	2,7							
1-2-2015	MOD	28	23,15	650	80	73	28,0	319,2	2,6	1,9	18,9	20,8	2,9	2,5	2,1	4,4
1-2-2015	MOD	28		450	80	75	19,3	219,5								
25-2-2016	INV	29		450	81	76	20,9	241,6	2,6	1,3	19,0	22,1	2,8	0,5	2,1	1,0
17-12-2020	INV	33		450	88	82	24,0	285,6	2,5	1,1	18,0	8,8	2,7	1,5	2,3	2,9
1-2-2023	MOD	36	27,11	450	92	85	25,7	309,5	2,4	1,6	17,2	11,9	2,6	2,0	2,3	3,6
1-2-2023	MOD	36		350	92	86	20,7	250,6								
4-3-2024	INV	37	27,55	350	94	88	21,4	261,3	2,4	1,6	17,0	10,7	2,5	1,5	2,3	4,5

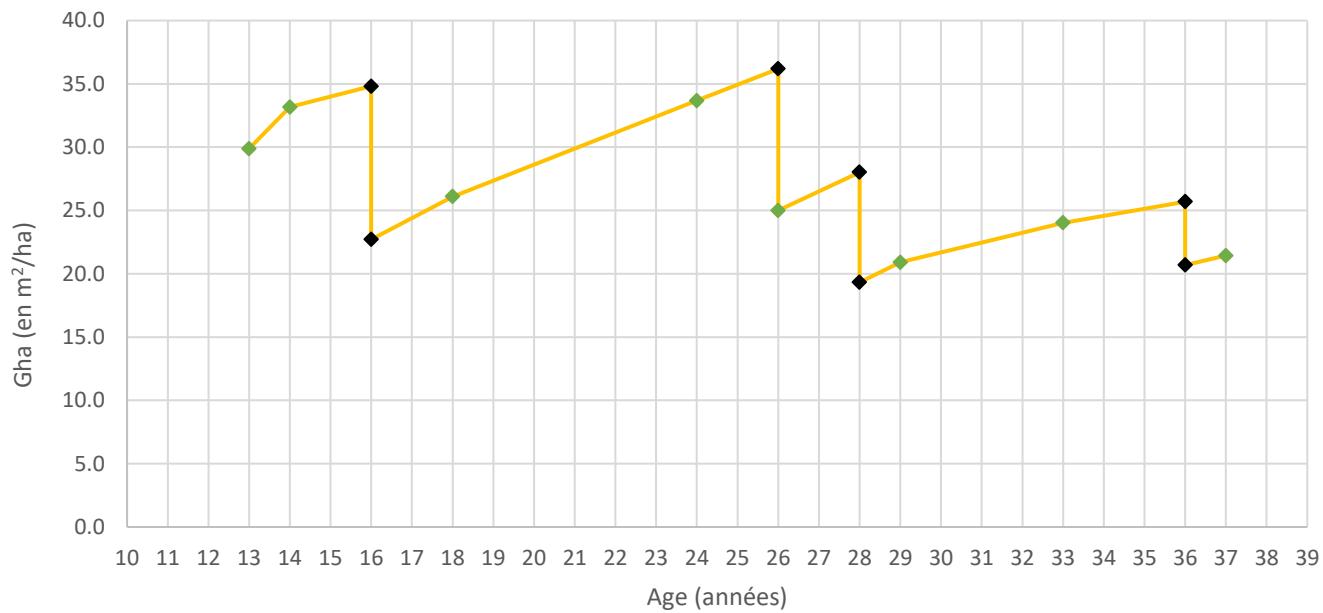


Figure 7. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité témoin de Transinne (en vert les données mesurées et en noir les données estimées).

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 9. Table de production associée à la modalité témoin mise en œuvre sur le dispositif de Transinne

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE					APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT				
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d
16	16,48	2050	34,8	46	310,5	0,86	0,46	950	12,1	40	97,5	1100	22,7	51	213,0		19,4	310,5	115
26	22,72	1100	36,2	64	389,3	0,87	0,41	450	11,2	56	111,6	650	25,0	70	277,6	17,6	18,7	486,8	112
28	23,15	650	28,0	74	319,2	1,00	0,31	200	8,7	74	99,7	450	19,3	75	219,5	20,8	18,9	528,3	99
36	27,11	450	25,7	85	309,5	0,94	0,22	100	5,0	79	58,9	350	20,7	86	250,6	11,2	17,2	618,3	101



COMPARAISON DES MODALITÉS

Les tableaux de synthèse des données peuplements (Tableau 4, Tableau 6, Tableau 8) montrent des différences peu marquées entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ en termes de dimensionnement moyen des arbres du peuplement final. Cette constatation peut également être faite en ce qui concerne les arbres dominants (Figure 8). L'accroissement moyen en circonférence (AMC) des arbres dominants est similaire entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ (Figure 9).

Les arbres de la placette témoin présentent quant à eux des dimensions moyennes et dominantes plus faibles par rapport à ceux des deux autres modalités et ces écarts de dimensionnement augmentent au fil du temps (Figure 8). L'accroissement moyen en circonférence du peuplement, ou des arbres dominants (Figure 9), est également plus faible pour la placette témoin avec une différence de - 0,5 cm/an en moyenne.

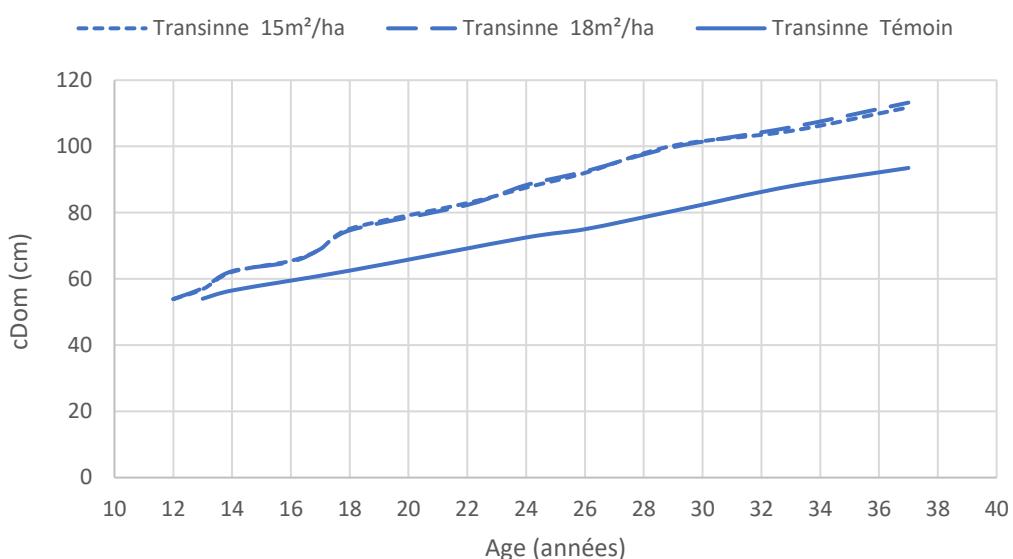


Figure 8. Evolution de la circonference dominante des peuplements (cDom) pour les modalites du dispositif de Transinne.

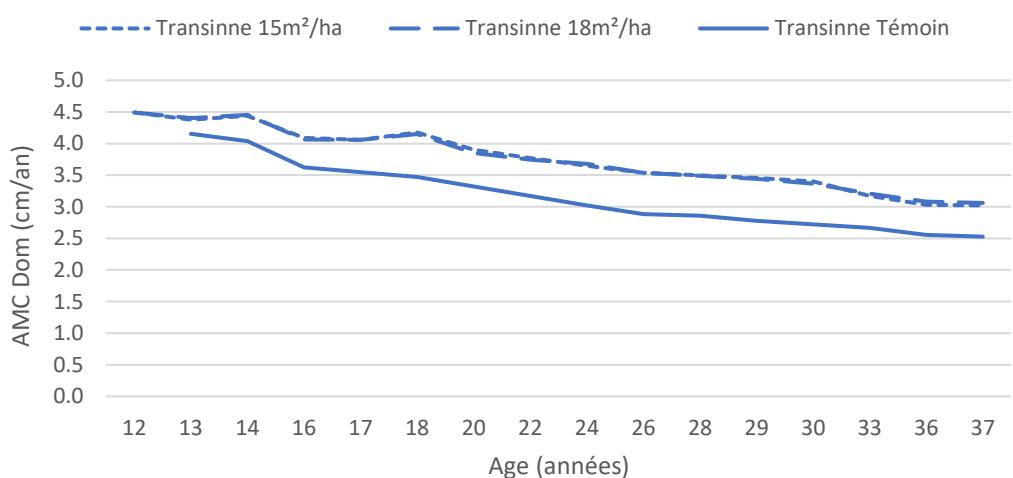


Figure 9. Evolution de l'Accroissement Moyen de la circonference dominante des peuplements (AMC Dom) pour les modalites du dispositif de Transinne.



Les tables de production ([Tableau 5](#), [Tableau 7](#), [Tableau 9](#)) font quant à elles ressortir une légère différence entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ en termes de Production Totale en Volume (PTV) à partir de 30 ans, en faveur de la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ ([Figure 10](#)).

La placette témoin présente quant à elle une PTV un peu plus faible par rapport aux deux autres modalités.

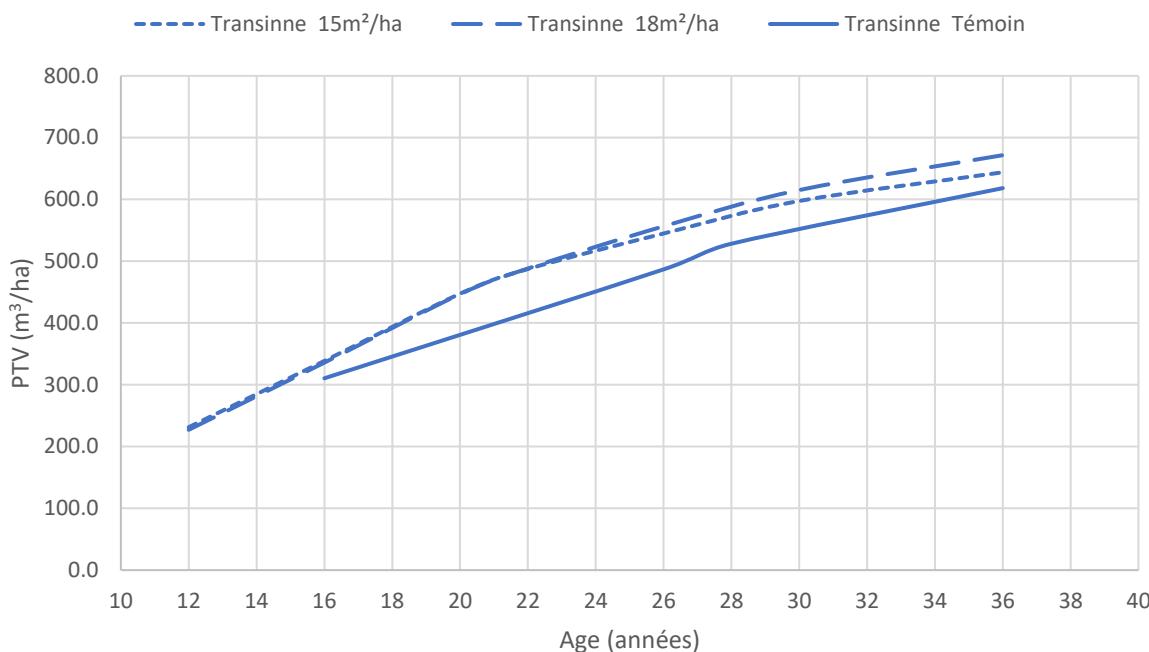


Figure 10. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) des peuplements pour les modalités du dispositif de Transinne.

Les accroissements moyens en volume (AMV) entre les deux modalités dynamiques ne montrent pas de grandes différences entre eux, tant au niveau de l'accroissement moyen du peuplement que de celui des arbres dominants. En revanche, des différences nettes s'observent pour ce paramètre entre chacune des modalités dynamiques et la placette témoin, au détriment de la modalité témoin (entre 2 et 3 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ en moins pour l'AMV du peuplement et 1 $\text{m}^3/\text{ha}/\text{an}$ en moins pour l'AMV des arbres dominants).

Les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ présentent des facteurs de stabilité semblables ([Tableau 4](#) et [Tableau 6](#)). Bien que les interventions démarrent avec un facteur supérieur à 100 (risques de chablis élevé (Baumeister 2017)), il diminue au fur et à mesure des interventions pour atteindre la valeur de 80 (risques de chablis faible (Baumeister 2017)) vers 30 ans.

La placette témoin conserve quant à elle un facteur de stabilité supérieur ou égale à 100 tout au long du suivi ([Tableau 8](#)).

Tableau 10. Caractéristiques dendrométriques des peuplements à 36 ans pour chaque placette du dispositif de Transinne

	Cmoy (cm)	Cdom (cm)	AMCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	PTV (m ³ /ha)	Volume moyen individuel (m ³)	H/d
Modalité 15m²/ha	100	109	3,0	3,5	643,9	1,0	81
Modalité 18m²/ha	101	111	3,1	3,6	671,6	1,1	80
Témoin	85	92	2,6	2,3	618,3	0,7	100

S'agissant des opérations sylvicoles, celles-ci sont synthétisées dans le Tableau 11. A noter que des arbres-objectifs (environ 100 arbres/ha) ont été désignés au sein des modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha lorsque les peuplements avaient 24 ans afin d'orienter les décisions lors des martelages.

Tableau 11. Synthèse des opérations sylvicoles au sein du dispositif de Transinne

	Âge de la première éclaircie	Durée des rotations	Type d'éclaircie	Intensité des prélèvements	Vha moyen prélevés par éclaircie	Gha après éclaircie
Modalité 15 m²/ha	12 ans	Entre 2 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,86 et 1,03)	20 à 45 % des tiges	60 m ³ /ha	Entre 15 et 18 m ² /ha
Modalité 18 m²/ha	12 ans	Entre 2 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,85 et 0,97)	20 à 45 % des tiges	60 m ³ /ha	Entre 18 et 20 m ² /ha
Témoin	16 ans	Entre 8 et 10 ans	Par le bas (TYP entre 0,86 et 1,00)	20 à 40 % des tiges	92 m ³ /ha	Entre 20 et 25 m ² /ha

En conclusion, sur le dispositif de Transinne il n'y a pas de différences notables entre les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha et leurs finalités, tant pour les arbres dominants que pour l'ensemble du peuplement (circonférences moyenne et dominante, accroissements moyens et dominants, PTV) pour l'instant. Il pourrait donc être supposé que les modalités sylvicoles ainsi appliquées ne seraient pas suffisamment distinctes entre elles pour influencer différemment la croissance des arbres.

Une différence flagrante s'observe par contre entre ces deux modalités et la placette témoin, à tous les niveaux et en faveur des deux modalités plus dynamiques : à 36 ans, une circonference moyenne des arbres de la modalité témoin plus faible de 20 cm, une moins bonne stabilité du peuplement témoin accompagnée de PTV, AMC et AMV plus faibles.



5.2 DISPOSITIF DE OIGNIES-EN-THIÉRACHE

MODALITÉ 15 M²/HA

Tableau 12. Synthèse des données peuplement du dispositif de Oignies-en-Thiérache traité selon la modalité « 15 m²/ha ».

Données peuplement															Accroissements généraux				H/d
Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdوم (cm/an)	ACCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	ACVdom (m ³ /ha/an)			
8-12-1998	INV	10	11,19	1229	55	40	16,5	133,0	4,0		13,3		5,5		2,4		87		
24-11-1999	INV	11		1229	60	45	20,0	173,8	4,0	4,1	15,8	40,8	5,5	5,4	2,7	6,5			
1-2-2001	MOD	13	13,51	1229	64	47	22,6	205,4	3,6	2,5	15,8	31,6	4,9	3,6	2,7	4,8	90		
1-2-2001	MOD	13		1221	64	47	22,5	204,8											
23-10-2001	INV	13	14,67	1221	68	50	25,2	238,9	3,8	3,0	18,4	34,1	5,3	4,5	3,2	6,4	92		
23-10-2001	CAL	13		754	68	53	17,5	171,8											
1-4-2003	INV	15	15,50	754	73	57	19,9	202,3	3,8	3,9	18,0	30,5	4,8	4,6	3,2	6,3	86		
2-2-2004	INV	16	16,63	754	77	61	22,8	239,6	3,8	4,0	19,2	37,3	4,8	4,7	3,5	7,8			
1-2-2005	MOD	17	17,83	754	81	64	25,1	270,9	3,8	3,2	19,9	31,4	4,8	3,8	3,6	6,5	88		
1-2-2005	MOD	17		500	81	67	18,3	201,4											
27-10-2005	INV	17		500	85	70	19,9	223,8	4,1	3,1	21,2	22,5	5,0	3,5	4,0	6,7	82		
19-3-2009	INV	21	20,74	500	95	79	25,4	300,4	3,8	3,0	20,8	25,5	4,5	3,5	4,3	7,3			
19-3-2009	CAL	21		283	95	83	15,6	187,4									75		
25-2-2011	INV	23		283	100	88	17,5	215,1	3,8	2,3	20,2	13,8	4,3	2,3	4,4	5,2			
1-2-2012	MOD	24	21,45	283	102	90	18,5	229,2	3,8	2,5	20,0	14,2	4,3	2,5	4,4	5,1	73		
1-2-2012	MOD	24		213	102	91	14,5	181,3											
19-4-2013	INV	25	22,06	213	105	95	15,6	196,8	3,8	4,3	19,8	15,5	4,2	3,0	4,6	8,5	73		
1-2-2014	MOD	26	22,63	213	109	98	16,6	211,8	3,8	2,7	19,6	15,0	4,2	4,0	4,8	9,2			
1-2-2014	MOD	26		196	109	99	15,5	198,6									71		
2-12-2016	INV	28		196	119	109	18,7	245,8	3,9	3,2	19,9	15,7	4,3	3,5	5,5	9,9			
5-9-2017	INV	29	24,94	196	122	111	19,4	257,2	3,8	2,1	19,6	11,4	4,2	2,1	5,5	6,4	68		
5-9-2017	CAL	29		163	122	113	16,7	221,8											
10-4-2019	INV	31		163	123	115	17,3	231,0	3,7	1,8	18,6	9,2	4,0	1,5	5,4	5,9	68		
16-11-2020	INV	32		163	128	119	18,6	251,2	3,7	2,2	18,7	10,1	4,0	2,3	5,6	7,1			
19-3-2024	INV	36	27,18	163	135	126	20,9	286,5	3,5	2,4	17,6	11,8	3,8	2,5	5,7	8,1			

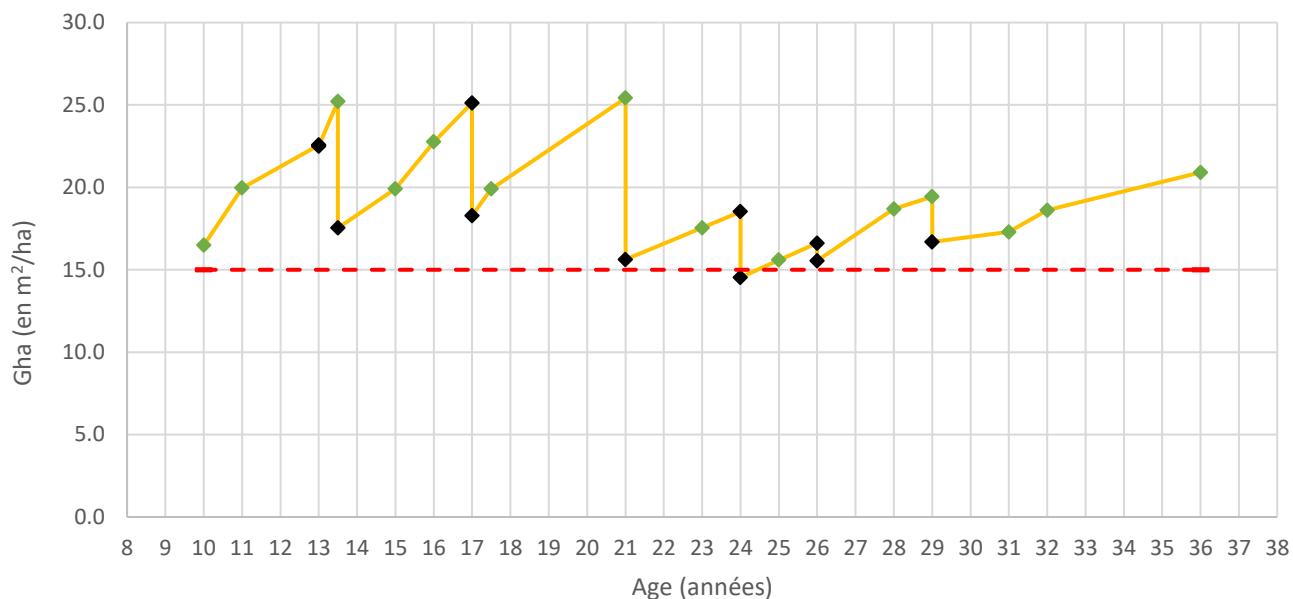


Figure 11. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

L'évolution de la surface terrière à l'hectare de chaque peuplement (Figure 11) amène à constater que la surface terrière objectif après éclaircie n'est pas toujours atteinte avant 21 ans.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 13. Table de production associée à la modalité « 15m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Oignies-en-Thiérache

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE					APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT			H/d	
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
13	13,51	1229	22,6	48	205,4	0,73	0,01	8	0,1	35	0,5	1221	22,5	48	204,8		15,8	205,4	90
13	14,67	1221	25,2	51	238,9	0,90	0,38	467	7,7	45	67,1	754	17,5	54	171,8	34,1	17,7	239,4	92
17	17,83	754	25,1	65	270,9	0,90	0,34	254	6,8	58	69,6	500	18,3	68	201,4	33,0	19,9	338,6	88
21	20,74	500	25,4	81	300,4	0,96	0,43	217	9,8	77	113,0	283	15,6	83	187,4	26,4	21,1	444,0	81
24	21,45	283	18,5	91	229,2	0,93	0,25	71	4,0	84	48,0	213	14,5	92	181,3	13,9	20,2	485,8	75
26	22,63	213	16,6	99	211,8	0,91	0,08	17	1,1	90	13,1	196	15,5	100	198,6	15,3	19,9	516,3	72
29	24,94	196	19,4	112	257,2	0,92	0,17	33	2,8	102	35,4	163	16,7	114	221,8	14,6	19,8	574,8	71

MODALITÉ 18 M²/HA

 Tableau 14. Synthèse des données peuplement du dispositif de Oignies-en-Thiérache traité selon la modalité « 18 m²/ha ».

Données peuplement													Accroissements généraux				H/d
Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdom (cm/an)	ACCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	ACVdom (m ³ /ha/an)	
8-12-1998	INV	10	10,99	1554	52	39	18,9	145,7	3,9		14,6		5,2		2,0		90
24-11-1999	INV	11		1554	57	42	22,9	191,8	3,9	3,9	17,4	46,1	5,2	5,2	2,4	5,7	90
1-2-2001	MOD	13	13,11	1554	60	46	26,4	233,5	3,5	3,5	18,0	41,7	4,6	3,1	2,2	3,1	91
1-2-2001	MOD	13		1063	60	46	18,5	165,3									91
23-10-2001	INV	13	14,17	1063	63	49	21,0	194,9	3,8	3,2	20,2	29,6	4,8	3,0	2,6	4,4	90
23-10-2001	CAL	13		1021	63	49	20,2	187,9	3,8								90
1-4-2003	INV	15	14,90	1021	67	52	22,7	218,9	3,5	3,2	19,6	31,0	4,4	3,7	2,6	5,1	86
1-2-2004	MOD	16		1021	71	56	26,0	261,6	3,5	3,8	21,1	42,6		4,3		6,6	85
2-2-2004	INV	16	16,02	742	71	59	20,6	211,8					4,4		2,8		87
27-10-2005	INV	17	17,40	742	78	64	24,8	266,9	3,8	2,8	23,1	27,6	4,6	3,3	3,3	5,5	87
19-3-2009	INV	21	20,03	742	88	72	31,2	355,2	3,4	2,6	22,9	29,4	4,2	3,4	3,6	6,5	
19-3-2009	CAL	21		417	88	75	19,1	221,0									
25-2-2011	INV	23		417	92	79	21,2	250,2	3,5	2,2	22,1	14,6	4,0	1,9	3,6	4,0	
1-2-2012	MOD	24	21,44	417	94	81	22,1	262,4	3,4	1,6	21,7	12,3	3,9	2,2	3,6	3,8	
1-2-2012	MOD	24		329	94	82	18,0	214,9									
19-4-2013	INV	25	21,92	329	96	86	19,4	235,0	3,4	3,5	21,7	20,1	3,8	2,1	3,7	5,5	
1-2-2014	MOD	26	22,36	329	99	88	20,6	252,2	3,4	2,5	21,5	17,3	3,8	2,9	3,8	6,5	
1-2-2014	MOD	26		288	99	89	18,4	226,4									
2-12-2016	INV	28		288	108	98	22,0	279,1	3,5	2,9	21,8	17,6	3,8	2,8	4,3	7,0	
5-9-2017	INV	29	24,17	288	110	100	22,9	293,0	3,4	2,0	21,6	13,9	3,8	2,4	4,4	6,3	
5-9-2017	CAL	29		229	110	102	19,1	246,1									
10-4-2019	INV	31		229	112	104	19,8	255,7	3,3	1,7	20,5	9,6	3,6	1,7	4,2	4,7	
16-11-2020	INV	32		229	116	107	21,1	276,1	3,4	1,8	20,5	10,2	3,6	2,0	4,4	5,4	
19-3-2024	INV	36	26,69	229	124	114	24,0	319,7	3,2	2,4	19,4	14,5	3,4	2,7	4,6	7,8	73

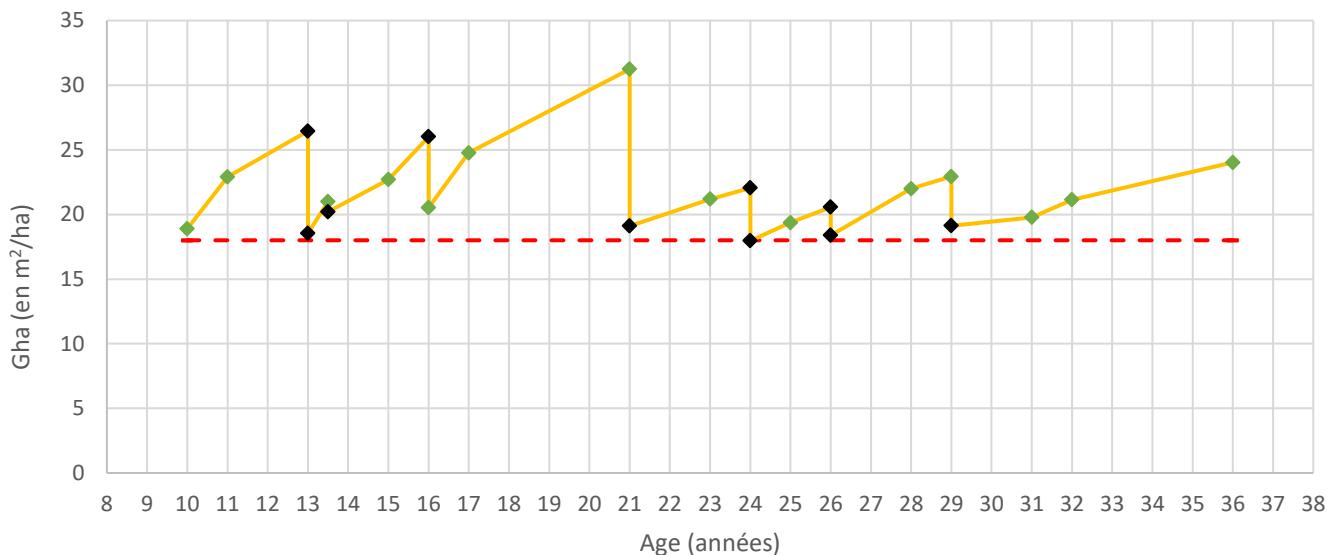


Figure 12. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 15. Table de production associée à la modalité « 18m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Oignies-en-Thiérache

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE					APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT			H/d	
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
13	13,11	1554	26,4	46	233,5	0,97	0,32	492	7,9	45	68,2	1063	18,5	47	165,3	18,0	233,5	90	
13	14,17	1063	21,0	50	194,9	0,95	0,04	42	0,8	48	7,0	1021	20,2	50	187,9	29,6	19,5	263,2	91
16	16,02	1021	26,0	57	261,6	0,88	0,27	279	5,5	50	50,9	742	20,5	59	210,7	36,8	21,1	336,8	90
21	20,02	742	31,2	73	355,2	0,95	0,44	325	12,1	70	134,2	417	19,1	76	221,0	30,4	23,3	488,7	86
24	21,44	417	22,1	82	262,4	0,94	0,21	88	4,1	77	47,5	329	18,0	83	214,9	13,8	22,1	530,2	83
26	22,36	329	20,6	89	252,2	0,92	0,13	42	2,2	81	25,9	288	18,4	90	226,4	18,7	21,8	567,5	80
29	24,17	288	22,9	100	293,0	0,91	0,20	58	3,8	90	46,9	229	19,1	102	246,1	16,7	21,9	634,2	76



MODALITÉ « AO »

Tableau 16. Synthèse des données peuplement du dispositif de Oignies-en-Thiérache traité selon la modalité « AO ».

			Données peuplement					Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d
Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m²/ha)	Vha (m³/ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m³/ha/an)	ACV (m³/ha/an)	AMCdomb / AO (cm/an)	ACCdom / AO (cm/an)	AMVdom / AO (m³/ha/an)	ACVdom / AO (m³/ha/an)
8-12-1998	INV	10	11,16	1275	55	41	17,4	141,7	4,1		14,2		5,5 / -		2,4 / -	
24-11-1999	INV	11		1275	60	45	21,2	185,9	4,1	4,2	16,9	44,2	5,5 / -	5,3 / -	2,7 / -	6,3 / -
1-2-2001	MOD	13	13,22	1275	64	48	24,0	221,1	3,7	3,1	17,0	35,2	4,9 / -	3,8 / -	2,7 / -	5,5 / -
1-2-2001	MOD	13		1092	64	48	20,6	190,1								
23-10-2001	INV	13	14,25	1092	69	51	23,1	220,7	3,9	2,7	19,4	30,6	5,3 / -	4,5 / -	3,2 / -	6,0 / -
23-10-2001	CAL	13		742	69	53	17,4	171,0								
1-4-2003	INV	15	15,22	742	73	57	19,6	200,0	3,8	3,7	18,7	28,9	4,8 / -	3,6 / -	3,2 / -	6,3 / -
2-2-2004	INV	16	16,16	742	77	61	22,4	235,9	3,8	3,8	19,8	35,9	4,8 / -	4,7 / -	3,5 / -	7,8 / -
1-2-2005	MOD	17	17,80	742	81	65	24,8	268,5	3,8	4,4	20,5	32,6	4,8 / -	3,7 / -	3,7 / -	6,9 / -
1-2-2005	MOD	17		458	81	66	16,4	180,1								
27-10-2005	INV	17		458	84	69	18,0	201,8	4,1	3,3	21,8	21,6	4,9 / -	2,9 / -	4,0 / -	5,2 / -
19-3-2009	INV	21	20,25	458	96	79	23,3	275,6	3,8	3,2	21,2	24,6	4,6 / -	4,0 / -	4,4 / -	8,3 / -
19-3-2009	CAL	21		275	96	80	14,5	172,9								
25-2-2011	INV	23		275	99	85	16,3	199,3	3,7	2,6	20,5	13,2	4,3 / -	1,6 / -	4,4 / -	4,1 / -
1-2-2012	MOD	24	21,15	275	102	87	17,2	211,3	3,6	1,7	20,1	12,0	4,3 / -	2,8 / -	4,4 / -	5,4 / -
1-2-2012	MOD	24		229	102	88	14,7	181,6								
19-4-2013	INV	25	21,46	229	105	92	15,7	197,0	3,7	3,6	19,9	15,4	4,2 / -	3,0 / -	4,6 / -	8,8 / -
1-2-2014	MOD	26	21,88	229	109	94	16,7	211,9	3,6	2,4	19,7	14,9	4,2 / -	4,0 / -	4,8 / -	9,0 / -
1-2-2014	MOD	26		200	109	95	14,8	188,0								
2-12-2016	INV	28		200	118	104	17,9	233,6	3,7	3,2	20,0	15,2	4,2 / 4,2	3,1 / -	5,4 / 5,1	9,2 / -
5-9-2017	INV	29	23,60	200	121	107	18,7	245,2	3,7	2,2	19,7	11,6	4,2 / 4,2	2,7 / 2,7	5,5 / 5,2	7,9 / 7,6
5-9-2017	CAL	29		175	121	110	17,2	228,1								
10-4-2019	INV	31		175	123	112	17,8	236,4	3,6	1,7	18,7	8,3	4,0 / 4,0	2,0 / 2,0	5,3 / 5,1	5,6 / 5,4
16-11-2020	INV	32		175	127	115	19,0	254,9	3,6	1,8	18,7	9,2	4,0 / 4,0	2,1 / 2,1	5,6 / 5,3	6,6 / 6,2
19-3-2024	INV	36	26,18	175	135	123	21,4	292,5	3,4	2,4	17,6	12,5	3,8 / 3,8	2,7 / 2,7	5,7 / 5,4	9,0 / 8,6

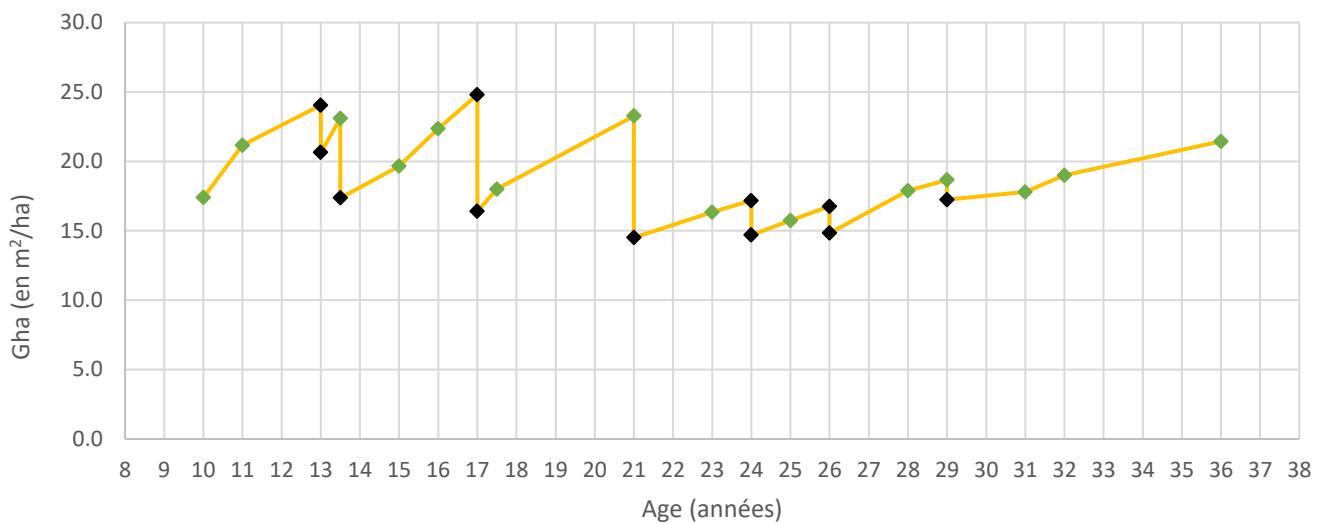


Figure 13. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « AO » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 17. Table de production associée à la modalité « AO » mise en œuvre sur le dispositif de Oignies-en-Thiérache

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d
13	13,22	1275	24,0	49	221,1	0,99	0,14	183	3,4	48	31,1	1092	20,6	49	190,1	17,0	221,1	87	
13	14,25	1092	23,1	52	220,7	0,89	0,32	350	5,7	46	49,7	742	17,4	54	171,0	31,5	18,7	252,6	88
17	17,80	742	24,8	65	268,5	0,94	0,38	283	8,4	61	88,4	458	16,4	67	180,1	32,5	20,6	350,1	88
21	20,25	458	23,3	81	275,6	0,98	0,40	183	8,8	79	102,7	275	14,5	81	172,9	25,4	21,5	451,9	80
24	21,15	275	17,2	89	211,3	0,94	0,17	46	2,5	83	29,7	229	14,7	89	181,6	12,8	20,4	490,2	76
26	21,88	229	16,7	96	211,9	0,95	0,13	29	1,9	91	23,9	200	14,8	97	188,0	15,2	20,0	520,5	73
29	23,60	200	18,7	108	245,2	0,78	0,13	25	1,4	84	17,1	175	17,2	111	228,1	14,3	19,9	577,8	70



COMPARAISON DES MODALITÉS

Les tableaux de synthèse des données peuplement (Tableau 12, Tableau 14, Tableau 16) montrent des peuplements très semblables pour les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et AO. Une différence nette s'observe toutefois entre ces deux modalités et la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ en termes de circonférences moyenne et dominante (Figure 14). Ces deux paramètres sont en effet plus importants pour les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et AO (d'une dizaine de cm à 36 ans).

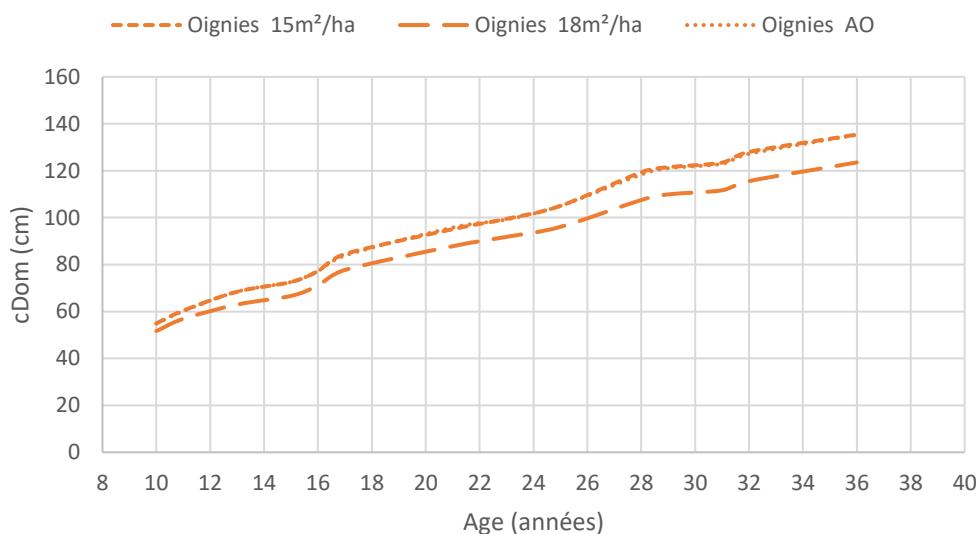


Figure 14. Evolution de la circonference dominante des peuplements (cDom) pour les modalités du dispositif de Oignies-en-Thiérache.

L'AMC du peuplement est très similaire entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et AO et est légèrement plus élevé pour ces deux modalités par rapport à la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ (+ 0,2 et 0,3 cm/an en moyenne). Cette observation prévaut également pour l'AMC des arbres dominants, avec une différence de + 0,3 cm/an en moyenne pour les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et AO. D'une manière générale pour les 3 modalités l'AMC des arbres dominants diminue progressivement avec le temps et de façon similaire entre elles (Figure 15).

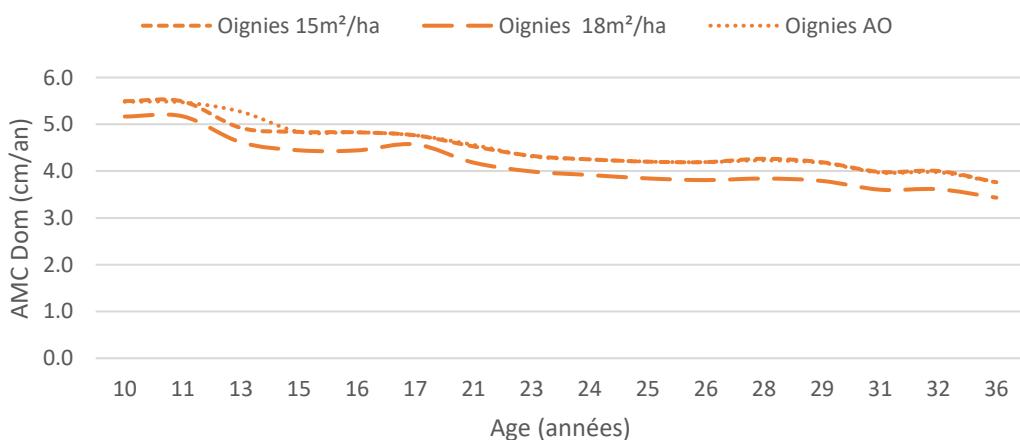


Figure 15. Evolution de l'Accroissement Moyen en Circonference des peuplements (AMC Dom) pour les modalités du dispositif de Oignies-en-Thiérache.

Les tables de production font quant à elles ressortir une nette différence entre la modalité 18 m²/ha et les deux autres modalités en termes de PTV à partir de 18 ans, où la modalité 18 m²/ha présente une PTV plus grande et cette différence augmente avec le temps (+ 65 m³/ha à 36 ans) (Figure 16).

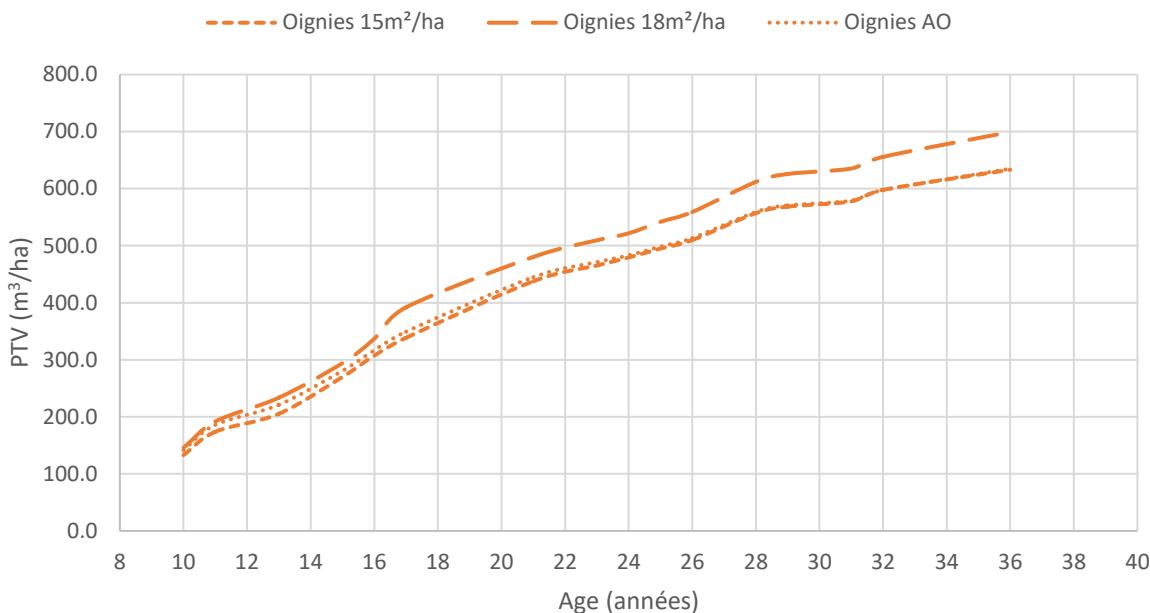


Figure 16. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) des peuplements pour les modalités du dispositif de Oignies-en-Thiérache.

L'AMV du peuplement est plus nettement plus élevé pour la modalité 18 m²/ha par rapport aux modalités 15 m²/ha et AO (+ 1,5 à 2 m³/ha/an en moyenne). L'AMV des arbres dominants est en revanche plus élevé pour les modalités 15 m²/ha et AO par rapport à la modalité 18 m²/ha et cette différence augmente progressivement au cours du temps (de + 0,5 à + 1 m³/ha/an). Les modalités 15 m²/ha et AO ne sont quant à elles pas très différentes entre elles en ce qui concerne ce paramètre, tant pour l'accroissement du peuplement que pour l'accroissement des arbres dominants.

L'évolution du facteur de stabilité (rapport H/d) est semblable entre les 3 modalités. Les modalités 15 m²/ha et AO présentent des facteurs très similaires et inférieurs à 100 dès le départ. Les valeurs de la modalité 18 m²/ha sont un peu plus élevées mais restent inférieures à 100 et ce dès le départ également. Le facteur diminue pour les 3 modalités au fur et à mesure des interventions pour atteindre la valeur de 80 (risques de chablis faible) vers 21 ans pour les modalités 15m²/ha et AO et vers 25 ans pour la modalité 18 m²/ha (Tableau 12, Tableau 14, Tableau 16).

Tableau 18. Caractéristiques dendrométriques des peuplements à 36 ans pour chaque placette du dispositif de Oignies-en-Thiérache

	Cmoy (cm)	Cdom (cm)	AMCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	PTV (m ³ /ha)	Volume moyen individuel (m ³)	H/d
Modalité 15m²/ha	126	135	3,8	5,7	633,1	1,8	68
Modalité 18m²/ha	114	124	3,4	4,6	699,3	1,4	73
Modalité AO	123	135	3,8	5,7	635,0	1,7	67

S'agissant des opérations sylvicoles, celles-ci sont synthétisées dans le [Tableau 19](#). Des arbres-objectifs (environ 100 arbres/ha) ont été désignés au sein des modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha lorsque les peuplements avaient 25 ans afin d'orienter les décisions lors des martelages.

[Tableau 19. Synthèse des opérations sylvicoles au sein du dispositif de Oignies-en-Thiérache](#)

	Âge de la première éclaircie	Durée des rotations	Type d'éclaircie	Intensité des prélèvements	Vha moyen prélevés par éclaircie	Gha après éclaircie
Modalité 15 m²/ha	13 ans	Entre 2 et 5 ans	Par le bas (TYP entre 0,90 et 0,96))	20 à 45 % des tiges	58 m ³ /ha	Entre 15 et 18 m ² /ha
Modalité 18 m²/ha	13 ans	Entre 2 et 5 ans	Par le bas (TYP entre 0,88 et 0,95)	20 à 45 % des tiges	55 m ³ /ha	Entre 18 et 20 m ² /ha
Modalité AO	13 ans	Entre 2 et 5 ans	Par le bas (TYP entre 0,78 et 0,99)	15 à 40 % des tiges	50 m ³ /ha	Entre 15 et 18 m ² /ha

S'agissant de la modalité AO, l'évolution de la surface terrière à l'hectare montre clairement que l'intensité des coupes tend à ramener le peuplement à un niveau de capital sur pied très similaire à celui de la modalité 15 m²/ha, ce qui expliquerait les similarités observées pour ces deux modalités.

En conclusion, sur le dispositif de Oignies-en-Thiérache, les modalités 15 m²/ha et AO fournissent les arbres de plus grandes circonférences grâce à un accroissement en circonférence plus important, aussi bien pour le peuplement dans sa globalité que pour les arbres dominants. Ces deux modalités fournissent aussi l'AMV des arbres dominants le plus élevé. Elles engendrent également une meilleure stabilité des peuplements face aux risques de chablis, avec une stabilité acquise (facteur H/d < 80) un peu plus rapidement par rapport à la modalité 18 m²/ha.

La modalité 18 m²/ha est quant à elle celle qui fournit la PTV la plus élevée.



5.3 DISPOSITIF DE TIHANGE

MODALITÉ 15 M²/HA

Tableau 20. Synthèse des données peuplement du dispositif de Tihange traité selon la modalité « 15 m²/ha ».

			Données peuplement						Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d	
			Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCd ^{om} (cm/an)	ACCd ^{om} (cm/an)	AMVd ^{om} (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE	23-11-1998	INV	11	12,87	1492	58	40	20,5	169,8	3,7		15,4			5,3		2,4	
	23-11-1998	CAL	11		881	58	46	14,9	130,9									100
ECLAIRCIE	5-4-2000	INV	13	13,90	881	62	49	17,1	158,2	3,8	2,8	15,2	27,3	4,8	4,4	2,4	5,1	89
ECLAIRCIE	25-9-2001	INV	14	15,95	881	69	54	21,2	209,9	3,9	2,8	17,8	25,9	4,9	3,2	2,9	4,4	92
ECLAIRCIE	1-2-2003	MOD	16		881	71	57	23,2	235,6	3,6	2,6	17,2	25,6	4,4	2,2	2,8	3,9	
ECLAIRCIE	31-3-2003	INV	16	16,59	548	71	59	15,4	159,0									89
ECLAIRCIE	10-2-2004	INV	17	18,15	548	75	62	17,1	181,5	3,6	3,2	17,5	22,5	4,4	3,8	2,9	5,9	92
ECLAIRCIE	24-11-2005	INV	18	19,51	548	82	67	20,0	220,5	3,7	2,5	18,7	19,5	4,5	3,2	3,4	5,6	92
ECLAIRCIE	24-11-2005	CAL	18		381	82	71	15,3	172,0									
ECLAIRCIE	20-2-2009	INV	22	21,63	357	93	79	18,1	214,2	3,6	2,7	17,2	14,1	4,2	3,5	3,7	6,6	85
ECLAIRCIE	20-2-2009	CAL	22		294	93	80	15,1	178,8									
ECLAIRCIE	24-1-2013	INV	26	23,88	294	101	88	18,4	226,5	3,4	2,0	16,4	11,9	3,9	2,1	3,9	5,1	85
ECLAIRCIE	24-1-2013	CAL	26		230	101	90	15,1	187,3									
ECLAIRCIE	26-2-2016	INV	29	25,13	230	111	98	17,8	227,6	3,4	1,9	16,1	10,1	3,8	2,4	4,3	5,7	81
ECLAIRCIE	26-2-2016	CAL	29		190	111	98	14,9	190,7									
ECLAIRCIE	17-12-2020	INV	33	26,14	190	116	105	17,2	225,0	3,2	1,4	15,2	6,8	3,5	1,1	4,3	3,9	78
ECLAIRCIE	04-3-2024	INV	37	27,14	190	124	110	18,7	248,3	3,0	1,5	14,2	7,8	3,4	2,6	4,4	6,2	78

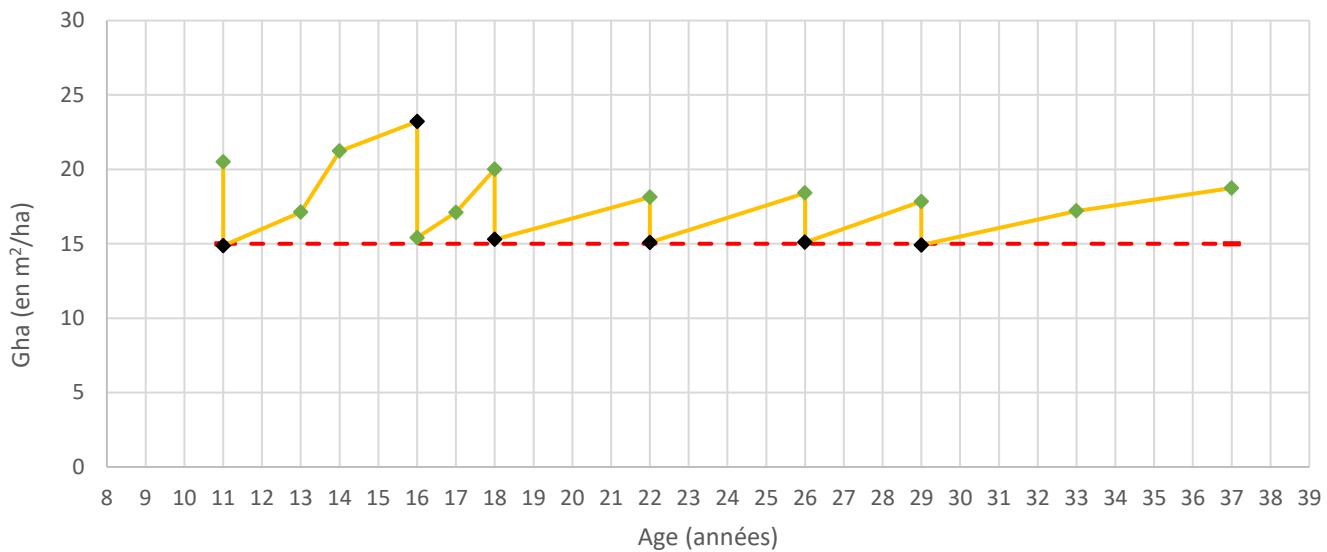


Figure 17. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Tihange (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 21. Table de production associée à la modalité « 15m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Tihange

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d
11	12,87	1492	20,5	42	169,8	0,82	0,41	611	5,6	34	38,9	881	14,9	46	130,9	15,4	169,8	100	
16	16,59	881	23,2	58	235,6	0,94	0,38	333	7,8	54	76,6	548	15,4	59	159,0	26,2	17,2	274,5	92
18	19,51	548	20,0	68	220,5	0,88	0,30	167	4,7	60	48,5	381	15,3	72	172,0	20,5	18,7	336,0	92
22	21,48	357	18,1	80	214,2	0,97	0,18	63	3,0	78	35,4	294	15,1	80	178,8	14,1	17,2	378,2	85
26	23,88	294	18,4	89	226,5	0,92	0,22	63	3,3	81	39,2	230	15,1	91	187,3	11,9	16,4	425,9	85
29	25,13	230	17,8	99	227,6	0,98	0,17	40	2,9	96	36,9	190	14,9	99	190,7	13,5	16,1	466,3	81



MODALITÉ 18 M²/HA

Tableau 22. Synthèse des données peuplement du dispositif de Tihange traité selon la modalité « 18 m²/ha ».

		Date	Type données	Age (ans)	Données peuplement					Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d
					Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCd _{dom} (cm/an)	ACCd _{dom} (cm/an)	AMVd _{dom} (m ³ /ha/an)	ACVd _{dom} (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE		23-11-1998	INV	11	13,08	1825	58	40	24,3	198,3	3,6		18,0		5,3		2,4	
		23-11-1998	CAL	11		1119	58	44	17,7	152,9								104
ECLAIRCIE		5-4-2000	INV	13	13,98	1119	62	47	20,2	183,0	3,6	3,0	17,6	30,1	4,8	3,8	2,4	4,7
		25-9-2001	INV	14	16,05	1119	69	52	24,8	239,9	3,7	2,5	20,4	28,5	4,9	3,5	2,8	4,5
ECLAIRCIE		01-02-03	MOD	16		1119	71	54	26,9	266,4	3,4	2,0	19,5	26,5	4,4	2,2	2,7	3,2
		31-3-2003	INV	16	16,93	738	71	56	19,1	192,8								94
ECLAIRCIE		10-2-2004	INV	17	18,40	738	75	59	21,0	218,0	3,5	2,8	19,8	25,2	4,4	3,6	2,9	5,5
		24-11-2005	INV	18	19,71	738	80	63	24,2	259,2	3,5	2,1	21,0	20,6	4,5	2,8	3,2	4,6
ECLAIRCIE		24-11-2005	CAL	18		524	80	65	18,1	196,8								98
		20-2-2009	INV	22	21,69	500	89	72	21,0	238,6	3,3	2,2	19,1	13,9	4,0	2,9	3,3	5,3
ECLAIRCIE		20-2-2009	CAL	22		429	89	72	18,0	205,3								94
		24-1-2013	INV	26	23,83	429	97	79	22,0	260,6	3,0	1,8	18,3	13,8	3,7	2,0	3,6	4,8
ECLAIRCIE		24-1-2013	CAL	26		333	97	81	18,0	216,0								95
		26-2-2016	INV	29	25,89	333	105	88	21,2	262,0	3,0	1,8	18,0	11,5	3,6	2,0	3,8	4,6
ECLAIRCIE		26-2-2016	CAL	29		270	105	89	17,7	219,2								92
		17-12-2020	INV	33	26,61	270	111	96	20,3	257,4	2,9	1,4	17,0	7,6	3,4	1,2	3,9	3,3
		04-03-24	INV	37	27,73	270	119	101	22,5	290,9	2,7	1,6	16,0	11,2	3,2	2,9	4,1	7,6

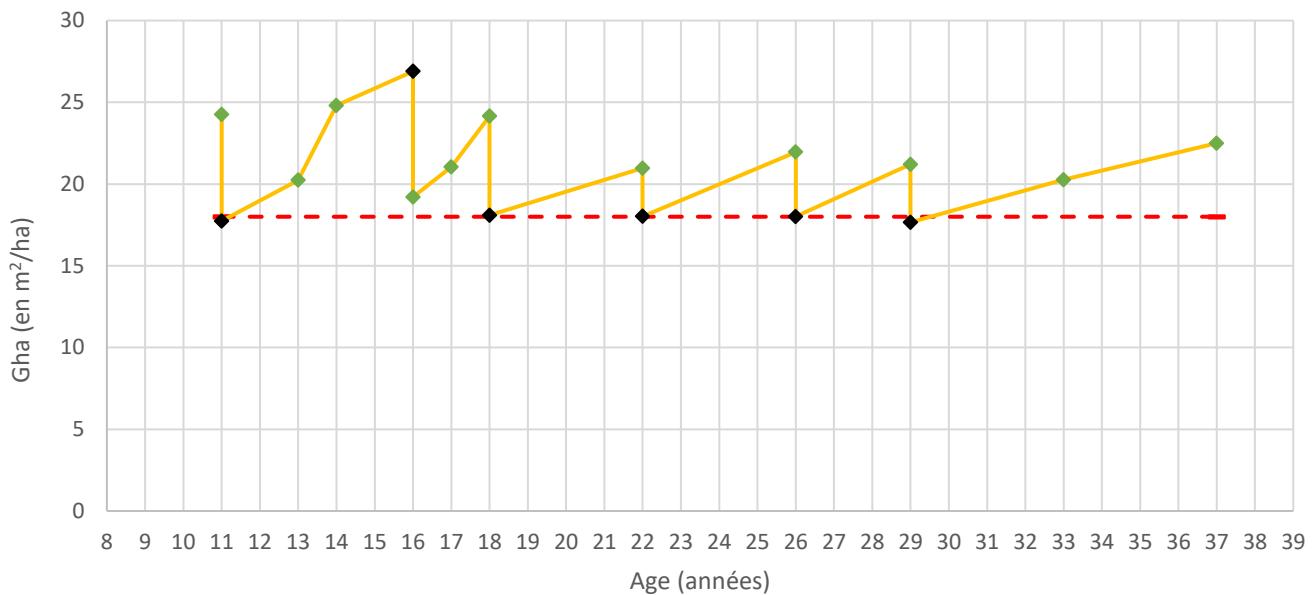


Figure 18. Evolution de la surface terrière à l'hectare (Gha) du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Tihange (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 23. Table de production associée à la modalité « 18m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Tihange

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
11	13,08	1825	24,3	41	198,3	0,83	0,39	706	6,5	34	45,4	1119	17,7	45	152,9	18,0	198,3	104	
16	16,92	1119	26,9	55	266,4	0,92	0,34	381	7,8	51	73,6	738	19,1	57	192,8	28,4	19,5	311,8	98
18	19,60	738	24,2	64	259,2	0,94	0,29	214	6,1	60	62,4	524	18,1	66	196,8	22,1	21,0	378,2	97
22	21,42	500	21,0	73	238,6	1,00	0,14	71	2,9	72	33,4	429	18,0	73	205,3	13,9	19,1	420,0	94
26	23,83	429	22,0	80	260,6	0,91	0,22	95	3,9	72	44,6	333	18,0	82	216,0	13,8	18,3	475,3	95
29	25,89	333	21,2	89	262,0	0,94	0,19	63	3,5	84	42,8	270	17,7	91	219,2	15,4	18,0	521,4	92



COMPARAISON DES MODALITÉS

Les tableaux de synthèse des données peuplement (Tableau 20 et Tableau 22) montrent que la modalité 15 m²/ha fournit les arbres de plus grandes circonférences (Figure 19), aussi bien en termes de circonférences moyenne (+ 9 cm pour la modalité 15 m²/ha par rapport à la modalité 18 m²/ha à 37 ans) que dominante, même si les différences sont moins marquées pour cette dernière (+ 5 cm pour la modalité 15 m²/ha par rapport à la modalité 18 m²/ha à 37 ans).

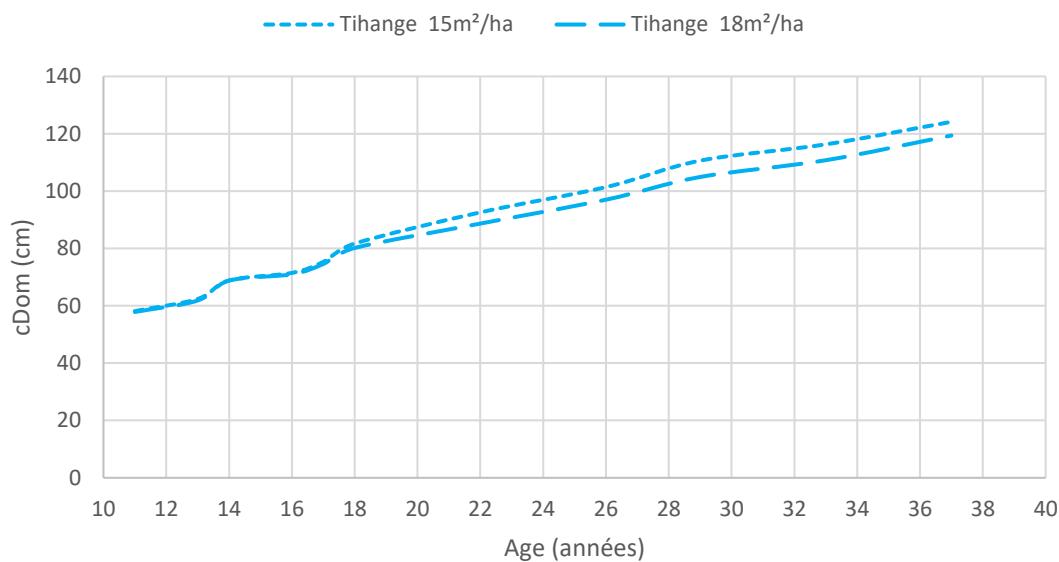


Figure 19. Evolution de la circonference dominante des peuplements (cDom) pour les modalites du dispositif de Tihange.

Concernant l'AMC, les modalité 15 m²/ha et 18 m²/ha restent très similaires entre elles (Figure 20). D'une manière générale pour les 2 modalités, l'AMC des arbres dominants diminue progressivement à partir de 18-20 ans.

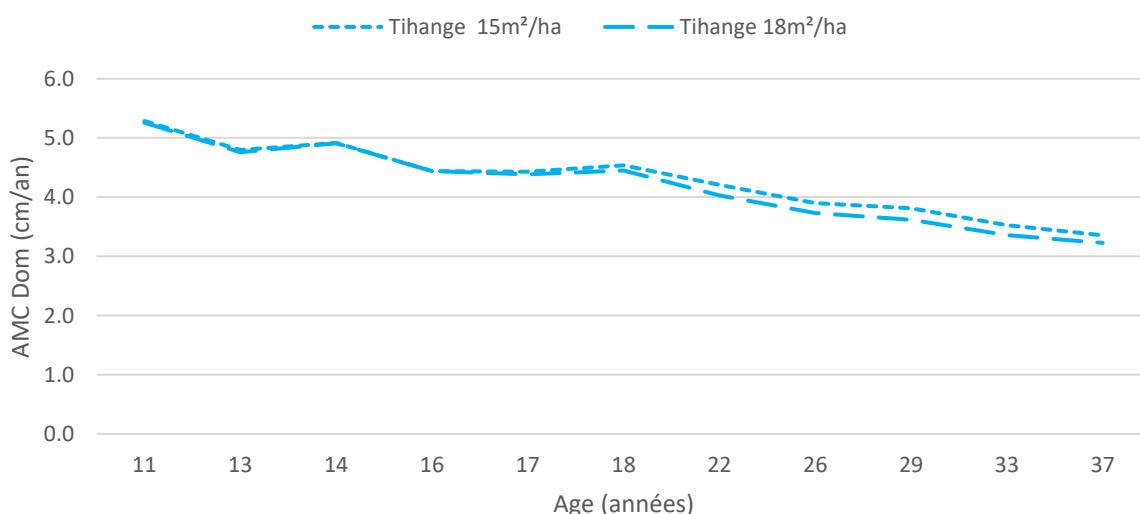


Figure 20. Evolution de l'Accroissement Moyen en Circonference dominante des peuplements (AMC Dom) pour les modalites du dispositif de Tihange.



Les tables de production ([Tableau 21](#) et [Tableau 23](#)) font quant à elles ressortir une différence dès la mise en place du dispositif entre la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ et la modalité $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ en termes de PTV, où la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ présente une PTV plus grande ([Figure 21](#)). Cette différence se marque plus nettement à partir de 18 ans.

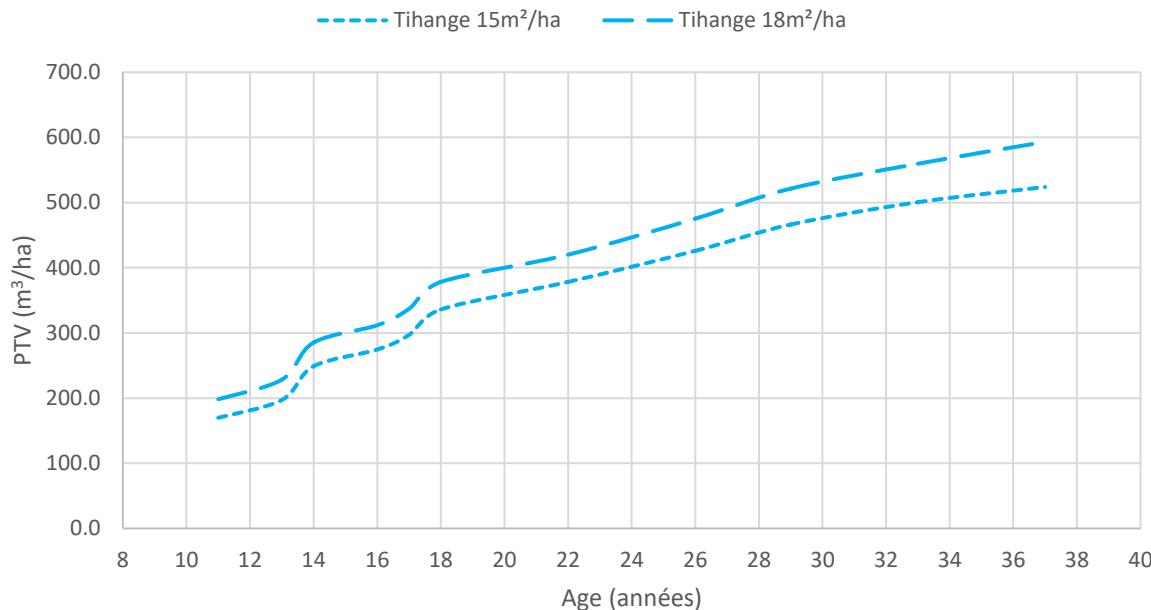


Figure 21. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) des peuplements pour les modalités du dispositif de Tihange.

Bien qu'une différence nette d'AMV s'observe à l'échelle du peuplement entre les deux modalités (+ 2 m³/ha/an pour la modalité 18 m²/ha), elle ne concerne pas l'AMV des arbres dominants pour lequel les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha présentent des valeurs très proches.

L'évolution du facteur de stabilité (rapport H/d) est semblable entre les 2 modalités. Les valeurs de la modalité 18 m²/ha sont un peu plus élevées par rapport à la modalité 15 m²/ha. Bien que les interventions démarrent avec un facteur supérieur à 100, le facteur diminue pour les 2 modalités au fur et à mesure des interventions. Celui-ci atteint la valeur de 80 (risques de chablis faible) vers 30 ans pour la modalité 15 m²/ha. Ce palier n'est en revanche pas encore franchi aujourd'hui (37 ans) pour la modalité 18 m²/ha.

Tableau 24. Caractéristiques dendrométriques des peuplements à 37 ans pour chaque placette du dispositif de Tihange

	Cmoy (cm)	Cdom (cm)	AMCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	PTV (m ³ /ha)	Volume moyen individuel (m ³)	H/d
Modalité 15 m²/ha	110	124	3,4	4,4	523,9	1,3	78
Modalité 18 m²/ha	101	119	3,2	4,1	593,0	1,1	87

S'agissant des opérations sylvicoles, celles-ci sont synthétisées dans le [Tableau 25](#). Des arbres-objectifs (environ 100 arbres/ha) ont été désignés lorsque les peuplements avaient 26 ans afin d'orienter les décisions lors des martelages.



Tableau 25. Synthèse des opérations sylvicoles au sein du dispositif de Tihange

Âge de la première éclaircie	Durée des rotations	Type d'éclaircie	Intensité des prélèvements	Vha moyen prélevés par éclaircie	Gha après éclaircie
Modalité 15 m²/ha	11 ans	Entre 3 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,82 et 0,98)	15 à 40 % des tiges	50 m ³ /ha
Modalité 18 m²/ha	11ans	Entre 3 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,83 et 1,00)	15 à 40 % des tiges	45 m ³ /ha

L'évolution de la surface terrière à l'hectare de chaque peuplement ([Figure 17](#) et [Figure 18](#)) amène à constater que la surface terrière objectif fixée après éclaircie est toujours bien atteinte pour chacune des deux modalités.

En conclusion, sur le dispositif de Tihange, les différences de circonference et d'AMV des arbres dominants sont peu marquées entre les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha. La modalité 15 m²/ha engendre toutefois une meilleure stabilité des peuplements face aux risques de chablis, avec une stabilité acquise (facteur H/d < 80) plus rapidement par rapport à la modalité 18 m²/ha.

La modalité 18 m²/ha est celle qui fournit la PTV la plus élevée.



5.4 DISPOSITIF DE FAULX-LES-TOMBES

MODALITÉ 15 M²/HA

Tableau 26. Synthèse des données peuplement du dispositif de Faulx-Les-Tombes traité selon la modalité « 15 m²/ha ».

			Données peuplement						Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d
			Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdом (cm/an)	ACCдом (cm/an)
ECLAIRCIE	29-11-1998	INV	10	11,96	500	66	52	11,5	112,8	5,2		11,3		6,6		3,7	
	6-4-2000	INV	12	12,65	500	73	58	13,9	144,0	4,8	5,4	12,0	31,2	6,1	6,6	3,9	9,4
	25-9-2001	INV	13	14,51	500	82	66	18,0	198,1	5,1	4,1	15,2	27,0	6,3	4,3	4,7	7,0
	01-02-03	MOD	15		500	86	70	20,0	225,9	4,7	4,0	15,1	27,8	5,7	4,4	4,5	7,7
	31-3-2003	INV	15	14,85	333	85	74	14,7	169,3								
	25-2-2004	INV	16	16,00	333	89	78	16,5	193,4	4,9	4,3	15,6	24,1	5,6	4,3	4,7	8,4
	25-10-2005	INV	17	17,79	333	97	85	19,4	235,1	5,0	3,3	17,2	20,9	5,7	3,9	5,4	8,0
	01-02-07	MOD	19	18,63	333	100	88	20,8	254,7	4,6	3,2	16,4	19,6	5,3	3,0	5,2	7,0
	01-02-07	MOD	19		260	100	89	16,5	203,4								
	3-4-2009	INV	21	20,32	260	109	96	19,2	242,8	4,6	3,3	16,7	19,7	5,2	4,3	5,5	8,8
ECLAIRCIE	3-4-2009	CAL	21		198	109	98	15,3	195,4								
	8-2-2013	INV	25	22,51	198	121	109	18,9	248,8	4,3	2,7	16,2	13,4	4,9	3,1	6,0	8,3
	8-2-2013	CAL	25		156	121	110	15,4	203,1								
	1-10-2015	INV	27	24,17	156	132	119	18,1	245,0	4,4	3,1	16,5	13,9	4,9	3,5	6,6	10,1
	01-02-17	MOD	29	24,27	156	134	123	18,7	253,6	4,2	3,6	15,7	8,6	4,6	2,4	6,4	6,0
ECLAIRCIE	01-02-17	MOD	29		125	134	124	15,7	214,2								
	15-12-2020	INV	32	24,69	125	140	130	17,3	240,0	4,1	1,6	15,0	6,5	4,4	1,6	6,5	5,6
	04-03-24	INV	36	26,47	125	146	135	18,7	261,7	3,8	1,6	14,0	7,2	4,1	2,0	6,3	6,7

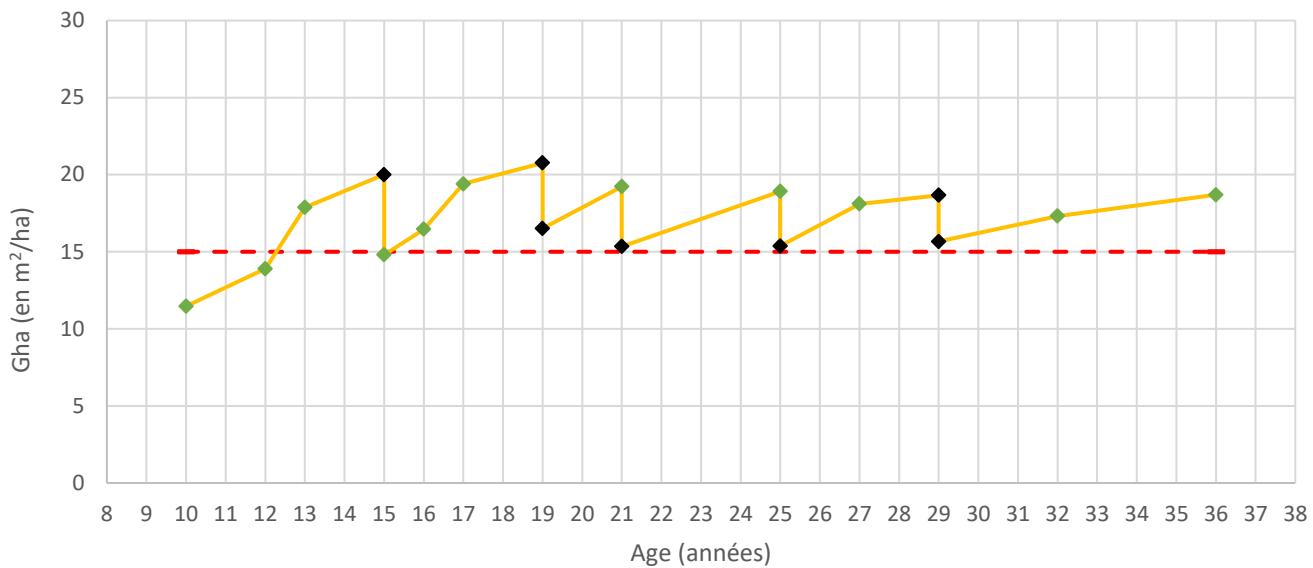


Figure 22. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

L'évolution de la surface terrière à l'hectare (Figure 22) amène à constater que la surface terrière objectif fixée après éclaircie est toujours bien observée.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 27. Table de production associée à la modalité « 15m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Faulx-Les-Tombes

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	H/d
15	14,85	500	20,0	71	225,9	0,88	0,33	167	5,3	63	56,6	333	14,8	75	169,3	15,1	225,9	67	
19	18,63	333	20,8	88	254,7	0,97	0,22	73	4,2	86	51,3	260	16,5	89	203,4	21,4	16,4	311,3	67
21	20,32	260	19,2	96	242,8	0,92	0,24	63	3,9	88	47,5	198	15,3	99	195,4	19,7	16,7	350,8	67
25	22,51	198	18,9	110	248,8	0,95	0,21	42	3,5	103	45,7	156	15,4	111	203,1	13,4	16,2	404,2	65
29	24,27	156	18,7	123	253,6	0,90	0,20	31	3,0	110	39,4	125	15,7	125	214,2	12,6	15,7	454,7	63



MODALITÉ 18 M²/HA

Tableau 28. Synthèse des données peuplement du dispositif de Faulx-Les-Tombes traité selon la modalité « 18 m²/ha ».

			Données peuplement						Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d	
			Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdوم (cm/an)	ACCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE	29-11-1998	INV	10	11,83	542	70	58	14,6	149,3	5,8		14,9			7,0		4,1	
	6-4-2000	INV	12	12,90	542	76	62	17,1	181,4	5,2	4,7	15,1	32,1	6,4	6,8	4,3	10,2	65
	25-9-2001	INV	13	14,67	542	86	70	21,7	244,2	5,4	4,0	18,8	31,4	6,6	4,8	5,3	8,6	66
	1-2-2003	MOD	15		542	89	73	23,7	271,5	4,9	2,8	18,1	27,3	5,9	3,2	5,0	6,9	
ECLAIRCIE	31-3-2003	INV	15	15,50	365	89	76	17,0	197,4									64
	1-2-2004	MOD	16		365	94	80	19,0	225,8	5,0	4,3	18,7	28,3	5,9	4,8	5,3	10,2	
ECLAIRCIE	25-2-2004	INV	16	16,66	354	94	80	18,6	220,9									65
	25-10-2005	INV	17	18,01	354	102	87	21,6	264,8	5,1	3,2	20,2	21,9	6,0	3,9	6,1	8,8	65
ECLAIRCIE	1-2-2007	MOD	19	18,66	354	105	90	23,1	286,3	4,7	3,3	19,2	21,6	5,5	3,2	5,8	8,1	65
	1-2-2007	MOD	19		271	105	90	17,9	222,5									
ECLAIRCIE	3-4-2009	INV	21	19,97	271	112	96	20,3	257,3	4,6	2,9	19,1	17,4	5,3	3,6	6,1	8,6	66
	3-4-2009	CAL	21		219	112	99	17,4	223,1									
ECLAIRCIE	8-2-2013	INV	25	23,17	219	124	108	20,8	273,4	4,3	2,2	18,0	12,6	5,0	3,0	6,3	7,4	67
	8-2-2013	CAL	25		177	124	108	16,9	223,0									
ECLAIRCIE	1-10-2015	INV	27	24,24	177	130	117	19,8	266,5	4,3	2,9	18,3	14,5	4,8	1,9	6,7	8,0	65
	1-2-2017	MOD	29	24,53	177	131	118	20,3	275,5	4,1	1,4	17,3	8,9	4,5	1,4	6,5	6,1	65
ECLAIRCIE	1-2-2017	MOD	29		146	131	120	17,4	236,6									
	15-12-2020	INV	32	25,74	146	140	127	19,3	266,3	4,0	1,7	16,6	7,4	4,4	2,2	6,5	5,1	64
	4-3-2024	INV	36	26,43	146	146	132	20,9	292,2	3,7	1,8	15,5	8,6	4,0	2,0	6,3	6,7	63

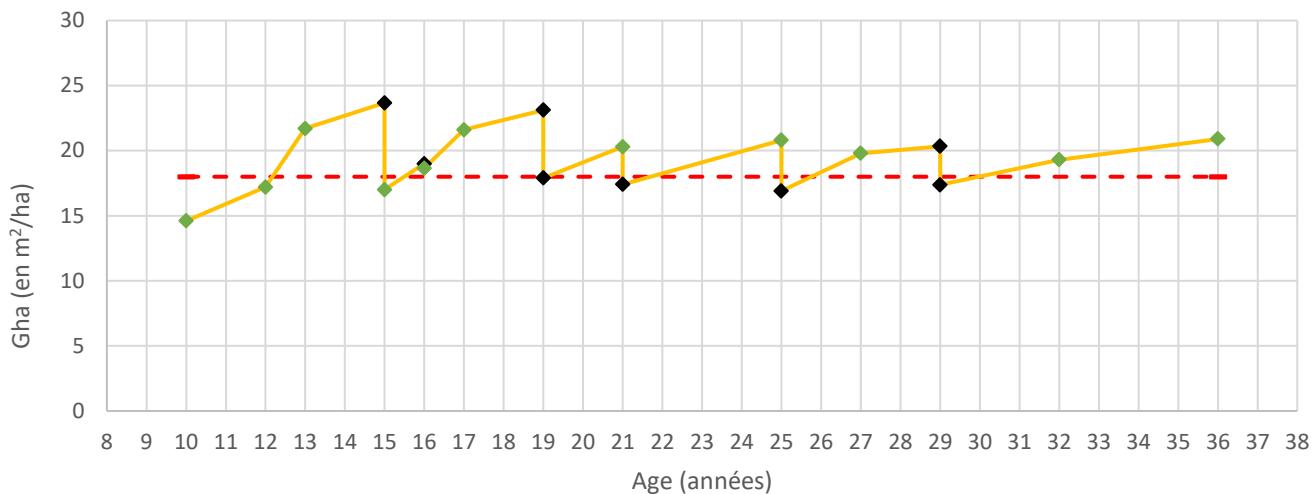


Figure 23. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées, en noir les données estimées ; en pointillés rouges la surface terrière objectif).

L'évolution de la surface terrière à l'hectare (Figure 23) amène à constater que la surface terrière objectif fixée après éclaircie est toujours bien observée.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 29. Table de production associée à la modalité « 18m²/ha » mise en œuvre sur le dispositif de Faulx-Les-Tombes

Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE					APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT			H/d	
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
15	15,50	542	23,7	74	271,5	0,93	0,33	177	6,7	69	74,61	365	17,0	77	197,4	18,1	271,5	66	
16	16,66	365	19,0	81	225,8	0,81	0,03	10	0,4	65	4,9	354	18,6	81	220,9	28,4	18,7	299,9	65
19	18,66	354	23,1	91	286,3	0,99	0,24	83	5,2	89	63,9	271	17,9	91	222,5	21,8	19,2	365,3	65
21	19,97	271	20,3	97	257,3	0,86	0,19	52	2,9	83	34,2	219	17,4	100	223,1	17,4	19,1	400,0	66
25	23,17	219	20,8	109	273,4	0,99	0,19	42	3,9	108	50,4	177	16,9	110	223,0	12,6	18,0	450,4	67
29	24,53	177	20,3	120	275,5	0,92	0,18	31	3,0	109	38,9	146	17,4	122	236,6	13,1	17,3	502,9	65



MODALITÉ « AO »

Tableau 30. Synthèse des données peuplement du dispositif de Faulx-Les-Tombes traité selon la modalité « AO ».

			Données peuplement							Accroissements généraux				Accroissements dominants				H/d
			Date	Type données	Age (ans)	Hdom (m)	Nha (N/ha)	Cdom (cm)	Cmoy (cm)	Gha (m ² /ha)	Vha (m ³ /ha)	AMC (cm/an)	ACC (cm/an)	AMV (m ³ /ha/an)	ACV (m ³ /ha/an)	AMCdom / AO (cm/an)	ACCdom / AO (cm/an)	AMVdom / AO (m ³ /ha/an)
ECLAIRCIE	29-11-1998	INV	10	10,97	521	63	47	9,9	93,1	4,7		9,3			6,3 / -		3,3 / -	
	6-4-2000	INV	12	12,06	521	69	52	12,2	121,4	4,4	5,4	10,1	28,4	5,8 / -	6,2 / -	3,4 / -	8,3 / -	
	25-9-2001	INV	13	14,18	521	78	61	16,1	172,1	4,7	4,0	13,2	25,3	6,0 / -	4,4 / -	4,2 / -	6,7 / -	
	1-2-2003	MOD	15		521	81	64	17,9	196,8	4,3	3,5	13,1	24,7	5,4 / -	3,1 / -	4,0 / -	6,5 / -	
ECLAIRCIE	31-3-2003	INV	15	14,70	313	81	66	11,3	125,6									73
	25-2-2004	INV	16	15,85	313	84	70	12,7	144,2	4,4	3,9	13,5	18,6	5,3 / -	3,5 / -	4,1 / -	8,0 / -	
	25-10-2005	INV	17	17,31	313	92	77	15,3	180,4	4,5	3,5	14,8	18,1	5,4 / -	4,1 / -	4,8 / -	7,8 / -	
	1-2-2007	MOD	19	17,99	313	96	80	16,5	197,2	4,2	3,0	14,1	16,8	5,1 / -	3,6 / -	4,7 / -	7,3 / -	
ECLAIRCIE	1-2-2007	MOD	19		250	96	80	13,4	160,6									70
	3-4-2009	INV	21	19,37	250	104	87	15,9	196,4	4,2	3,7	14,5	17,9	4,9 / -	3,9 / -	5,1 / -	8,8 / -	
	3-4-2009	CAL	21		177	104	90	11,8	148,3									70
	8-2-2013	INV	25	0,00	177	117	100	14,7	190,6	4,0	2,4	13,9	10,6	4,7 / 4,6	3,3 / -	5,5 / 5,8	7,8 / -	
ECLAIRCIE	8-2-2013	CAL	25		167	117	100	14,0	182,4									69
	1-10-2015	INV	27	23,74	167	123	108	16,3	216,2	4,0	2,7	14,1	11,3	4,6 / 4,6	2,1 / 3,0	5,8 / 6,3	6,2 / 8,9	
	1-2-2017	MOD	29	23,92	167	125	110	16,8	224,9	3,8	1,9	13,4	8,7	4,3 / 4,3	1,7 / 2,0	5,6 / 6,1	5,7 / 6,2	
	1-2-2017	MOD	29		104	125	125	13,0	177,5									68
ECLAIRCIE	15-12-2020	INV	32	24,67	104	133	132	14,7	203,5	4,1	1,9	13,0	6,5	4,2 / 4,2	2,1 / 1,8	5,8 / 6,4	6,1 / 6,5	
	4-3-2024	INV	36	25,51	104	137	137	15,7	218,9	3,8	1,4	12,0	5,1	3,8 / 3,8	1,1 / 1,7	5,7 / 6,1	6,5 / 5,1	

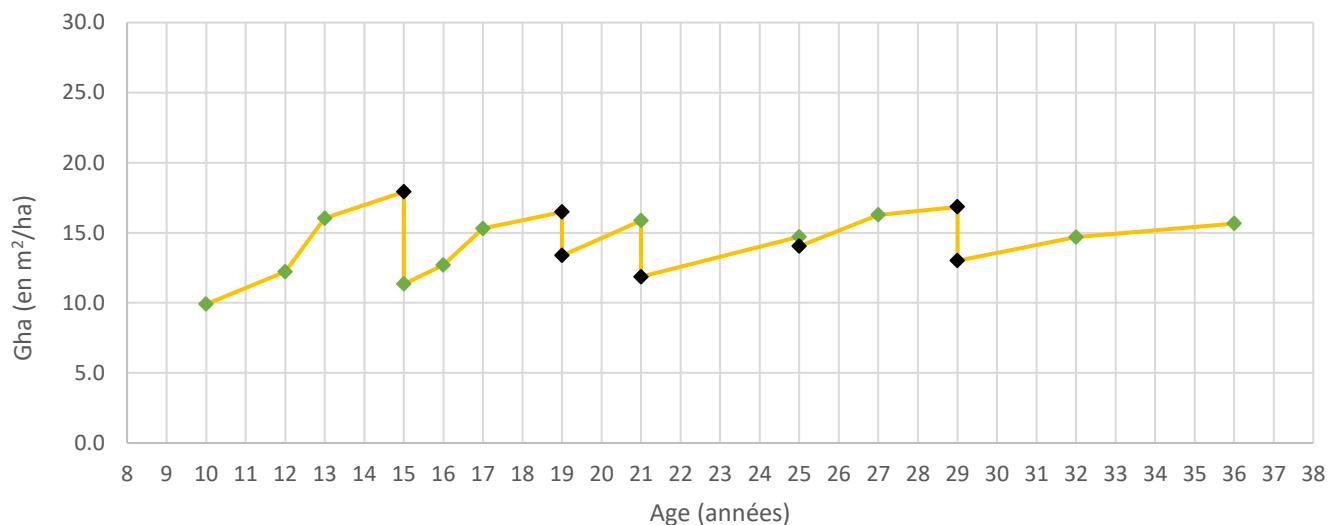


Figure 24. Evolution de la surface terrière à l'hectare du peuplement (Gha) en fonction de l'âge pour la modalité « AO » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

L'évolution de la surface terrière à l'hectare (Figure 24) amène à constater que l'intensité des coupes tend à ramener le peuplement à un niveau de capital inférieur à 15m²/ha.

La synthèse des prélèvements réalisés depuis la mise en place du dispositif a permis de fournir la table de production suivante concernant la modalité mise en place.

Tableau 31. Table de production associée à la modalité « AO » mise en œuvre sur le dispositif de Faulx-Les-Tombes

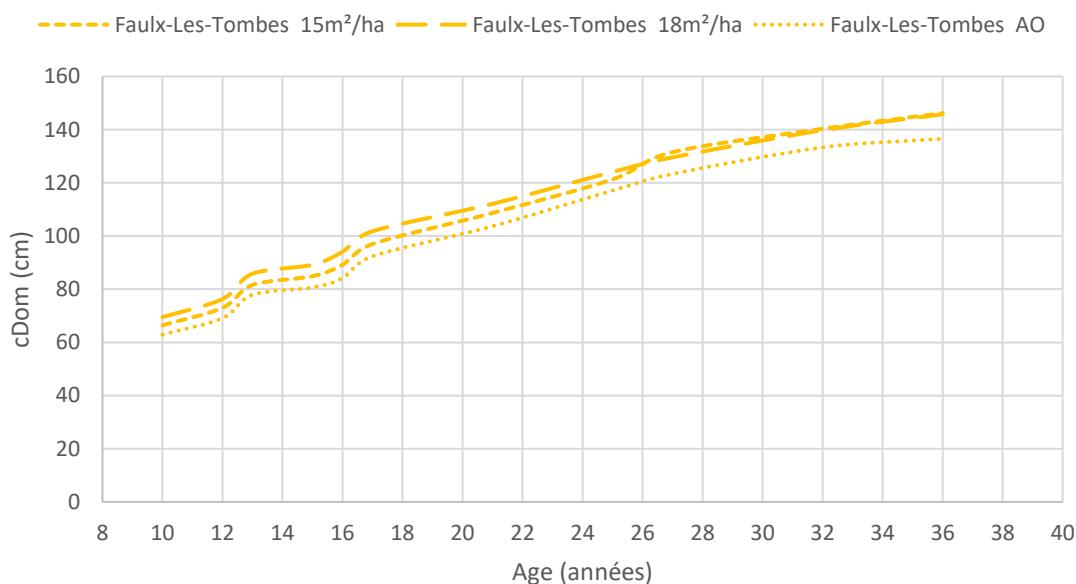
Age	Hdom	AVANT ECLAIRCIE				ECLAIRCIE				APRES ECLAIRCIE				ACCROISSEMENT					
		Nha	Gha	Cg	Vha	TYP	PDS	Nha	Gha	Cg	Vha	Nha	Gha	Cg	Vha	ACV	AMV	PTV	
15	14,70	521	17,9	66	196,8	0,95	0,40	208	6,6	63	71,1	313	11,3	68	125,6	13,1	196,8	72	
19	17,99	313	16,5	81	197,2	0,98	0,20	63	3,1	79	36,6	250	13,4	82	160,6	17,9	14,1	268,3	71
21	19,37	250	15,9	89	196,4	0,94	0,29	73	4,0	83	48,1	177	11,8	92	148,3	17,9	14,5	304,2	70
25	21,86	177	14,7	102	190,6	0,90	0,06	10	0,7	90	8,3	167	14,0	103	182,4	10,6	13,9	346,5	69
29	23,92	167	16,8	113	224,9	0,78	0,38	63	3,8	88	47,4	104	13,0	125	177,5	10,6	13,4	389,0	68



COMPARAISON DES MODALITÉS

Les tableaux de synthèse des données peuplement ([Tableau 26](#), [Tableau 28](#), [Tableau 30](#)) montrent des différences peu marquées entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ en ce qui concerne les circonférences moyenne et dominante. Bien qu'il y ait peu d'écart entre les circonférences moyennes des 3 modalités entre-elles à 36 ans, une différence nette s'observe cependant jusque 30 ans entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ et la modalité AO (environ 10 cm de plus pour les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ à partir de 25 ans, aussi bien pour la circonference moyenne que dominante) ([Figure 25](#)). Cette différence se maintient dans le temps.

Ces observations sont toutefois à nuancer au regard de la situation initiale des peuplements où l'on observe dès le premier inventaire (10 ans des peuplements) une différence nette dans les circonférences moyennes et dominantes des 3 peuplements de départ ([Figure 25](#)), laissant supposer une certaine variabilité dans les conditions de croissance locales au sein de la station qui a conditionné différemment l'installation des plants.



[Figure 25. Evolution de la circonference dominante des peuplements \(cDom\) pour les modalites du dispositif de Faulx-Les-Tombes.](#)

L'AMC du peuplement est très similaire entre les modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$, une différence nette de - 0,5 cm/an en moyenne s'observe en revanche entre ces deux modalités et la modalité AO, au détriment de cette dernière. L'AMC des arbres dominants varie de manière plus ou moins importante entre les trois modalités, où la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ présente les valeurs les plus élevées, suivie de la modalité $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ puis de la modalité AO. Les valeurs des modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ se rejoignent à partir de 21 ans ([Figure 26](#)). Les écarts par rapport à la modalité AO sont plus marqués durant les 20 premières années des peuplements (- 0,6 cm/an en moyenne par rapport à la modalité $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ et - 0,3 cm/an en moyenne par rapport à la modalité $15 \text{ m}^2/\text{ha}$) et se réduisent fortement ensuite. Ces différences entre les modalités sont clairement surprenantes au regard des observations réalisées sur d'autres dispositifs. Les disparités des situations de départ des peuplements énoncées plus haut pourraient éventuellement expliquer les résultats observés.

D'une manière générale pour les 3 modalités l'AMC des arbres dominants entame une diminution plus constante à partir des 20 ans des peuplements.

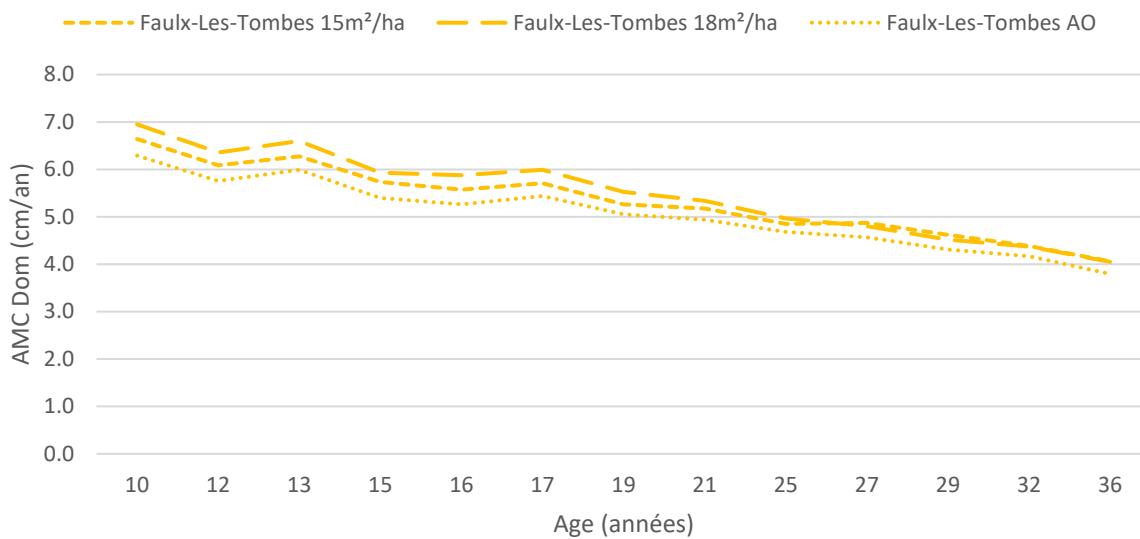


Figure 26. Evolution de l'Accroissement Moyen en Circonférence dominante des peuplements (AMC Dom) pour les modalités du dispositif de Faulx-Les-Tombes.

Les tables de production ([Tableau 27](#), [Tableau 29](#), [Tableau 31](#)) font quant à elles ressortir une différence plus marquée entre la modalité 18 m²/ha et les deux autres modalités en termes de PTV dès la mise en place du dispositif, où la modalité 18 m²/ha présente une PTV plus grande ([Figure 27](#)).

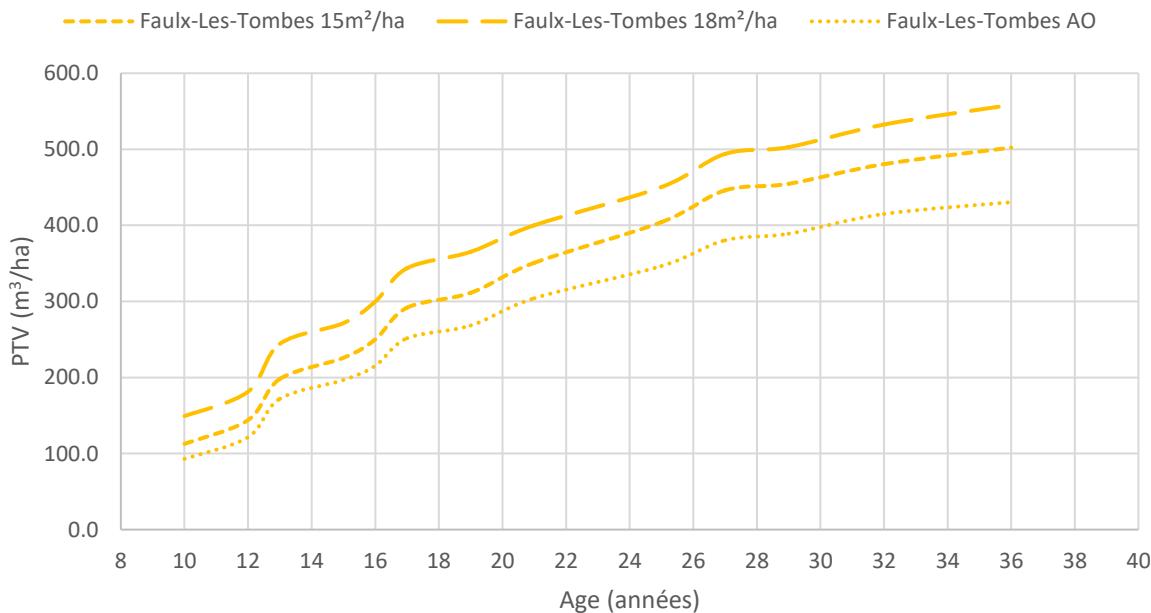


Figure 27. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) des peuplements pour les modalités du dispositif de Faulx-Les-Tombes.

Des différences importantes s'observent entre l'AMV du peuplement des trois modalités où la modalité 18 m²/ha présente les valeurs les plus élevées (17,7 m³/ha/an en moyenne sur 36 ans), suivie de la modalité 15 m²/ha (15,1 m³/ha/an sur 36 ans) puis de la modalité AO (13,0 m³/ha/an sur 36 ans). S'agissant des arbres dominants une différence nette, même si moins marquée, se maintient concernant l'AMV entre la modalité 18 m²/ha (5,7 m³/ha/an sur 36 ans) et la modalité AO (4,8 m³/ha/an sur 36 ans), mais pas avec la modalité 15 m²/ha (5,3 m³/ha/an sur 36 ans).

Le facteur de stabilité (rapport H/d) est inférieur à 80 dès le départ pour l'ensemble des modalités. Son évolution est semblable entre les modalités 15m²/ha et AO, avec des valeurs assez proches entre elles. Le facteur diminue pour ces 2 modalités au fur et à mesure des interventions, tandis que les valeurs de la modalité 18m²/ha restent quant à elles très stables au cours du temps.

Tableau 32. Caractéristiques dendrométriques des peuplements à 36 ans pour chaque placette du dispositif de Faulx-Les-Tombes

	Cmoy (cm)	Cdom (cm)	AMCdom (cm/an)	AMVdom (m ³ /ha/an)	PTV (m ³ /ha)	Volume moyen individuel (m ³)	H/d
Modalité 15m²/ha	135	146	4,1	6,3	502,2	2,1	61
Modalité 18m²/ha	132	146	4,0	6,3	588,4	2,0	63
Modalité AO	137	137	3,8	5,7	430,4	2,1	59

S'agissant des opérations sylvicoles, celles-ci sont synthétisées dans le Tableau 33. Des arbres-objectifs (environ 100 arbres/ha) ont été désignés au sein des modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha lorsque les peuplements avaient 25 ans afin d'orienter les décisions lors des martelages.

Tableau 33. Synthèse des opérations sylvicoles au sein du dispositif de Faulx-Les-Tombes

	Âge de la première éclaircie	Durée des rotations	Type d'éclaircie	Intensité des prélèvements	Vha moyen prélevés par éclaircie	Gha après éclaircie
Modalité 15 m²/ha	15 ans	Entre 3 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,88 et 0,97)	20 à 35 % des tiges	48 m ³ /ha	15 m ² /ha
Modalité 18 m²/ha	15 ans	Entre 3 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,86 et 0,99)	20 à 35 % des tiges	52 m ³ /ha	18 m ² /ha
Modalité AO	15 ans	Entre 3 et 4 ans	Par le bas (TYP entre 0,78 et 0,98)	20 à 40 % des tiges	42 m ³ /ha	Entre 11 et 14 m ² /ha

A noter que les peuplements approchent de leur dimension d'exploitabilité.

En conclusion, sur le dispositif de Faulx-Les-Tombes, les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha ne présentent pas de différences nettes entre elles concernant les circonférences des arbres dominants et les accroissements moyens en volume. La modalité AO semble fournir les circonférences et les accroissements les moins élevés. Ces observations sont toutefois à nuancer au regard de la situation initiale des peuplements qui laisse supposer une certaine variabilité dans les conditions de croissance locales au sein de la station entre les 3 modalités, avec des arbres de circonférence plus faible pour la modalité AO dès le départ.

La modalité 18 m²/ha présente la PTV la plus élevée.

Il n'y a pas de différences significatives en termes de stabilité des peuplements entre les 3 modalités.



5.5 INFLUENCE DES PARAMÈTRES INTRINSÈQUES DE CHAQUE DISPOSITIF

Certains paramètres intrinsèques varient entre les dispositifs, tels que l'espèce (Mélèze du Japon ou Mélèze hybride) et la distance de plantation. Ces facteurs, indépendamment des uns des autres et même combinés entre eux, influencent certainement les résultats obtenus pour chaque dispositif, notamment en termes de circonférence des arbres dominants, de PTV et de stabilité des arbres.

Concernant l'espèce de mélèze, le mélèze hybride est connu pour son accroissement en circonférence plus important par rapport au mélèze du Japon (Riou-Nivert 2001), l'impact du choix de cette espèce sur les résultats finaux est donc prévisible.

S'agissant de la densité de plantation, bien que le dispositif expérimental soit peu adéquat pour tester son effet, il ressort tout de même que celle-ci a probablement joué un rôle assez déterminant sur les caractéristiques citées précédemment (circonférence dominante, PTV et stabilité). Le caractère héliophile strict des mélèzes et leur dynamique de croissance typique des colonisateurs peuvent l'expliquer aisément.

Le nombre réduit de répétition de chaque cas de figure au sein du réseau de dispositifs analysés ne permet pas de réaliser des analyses poussées sur l'influence de ces deux paramètres à partir des données récoltées ici. Il est également fort probable que le type de modalité sylvicole appliquée permette de diminuer l'influence de certains facteurs. Cette hypothèse, comme celle formulée pour la distance de plantation, restent toutefois à confirmer.

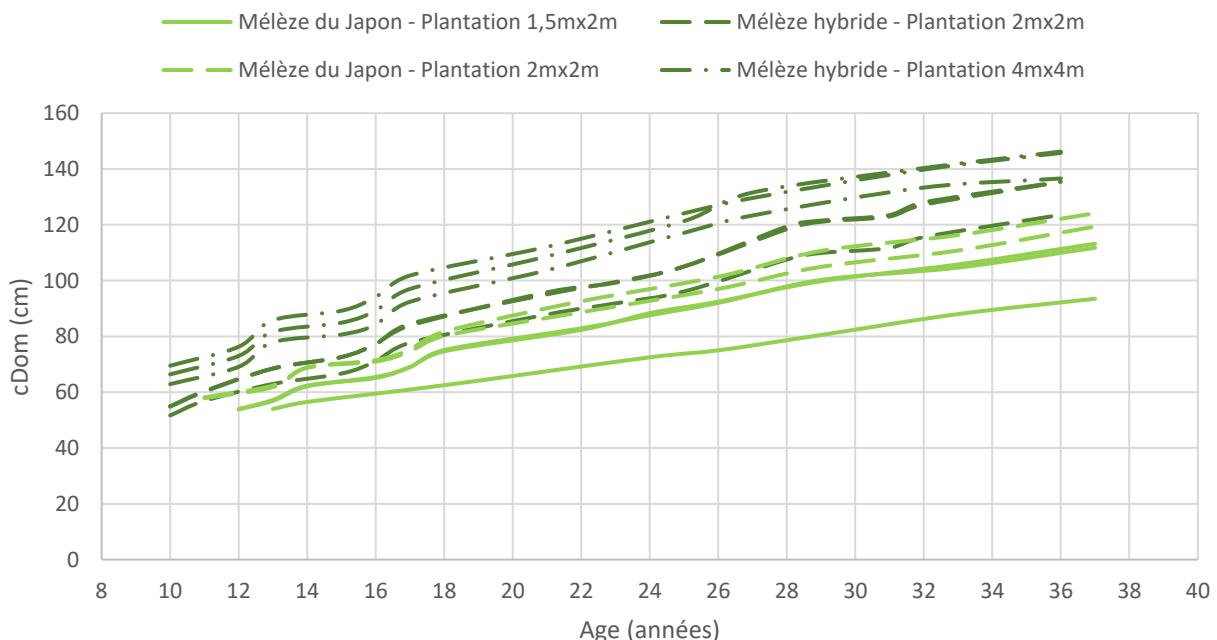


Figure 28. Evolution de la circonférence dominante (cDom) en fonction de l'âge par dispositif, avec mise en évidence des facteurs espèce et distance de plantation.

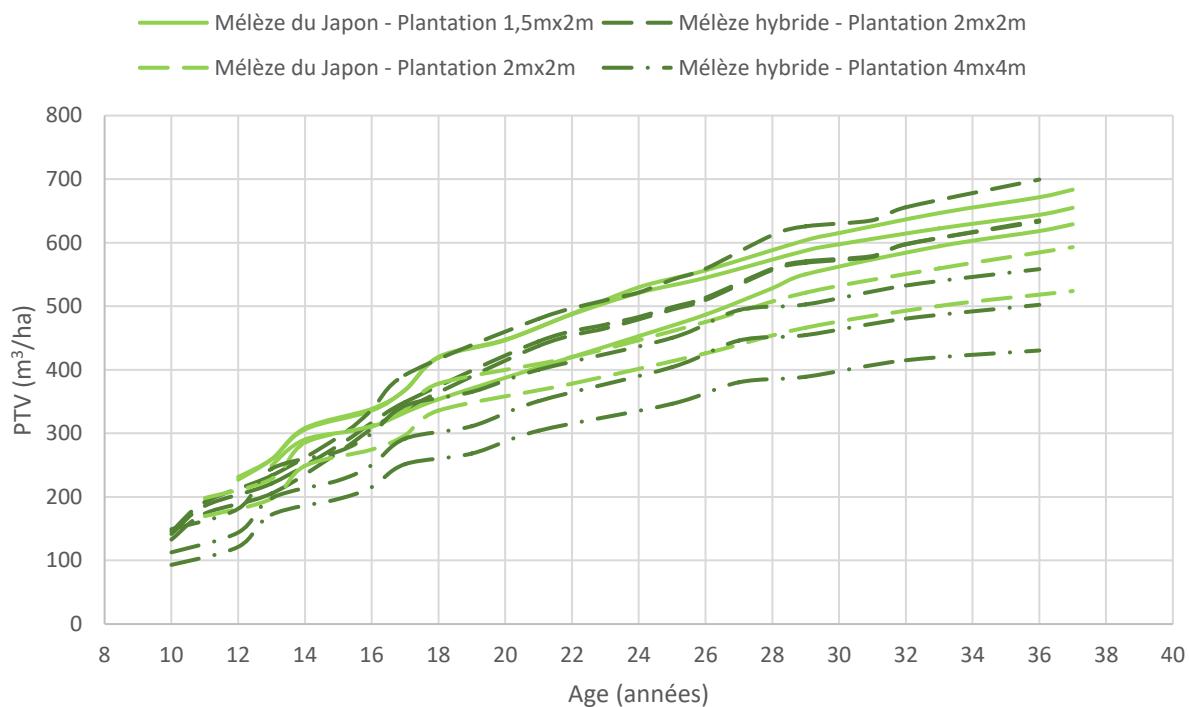


Figure 29. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) en fonction de l'âge par dispositif, avec mise en évidence des facteurs espèce et distance de plantation.

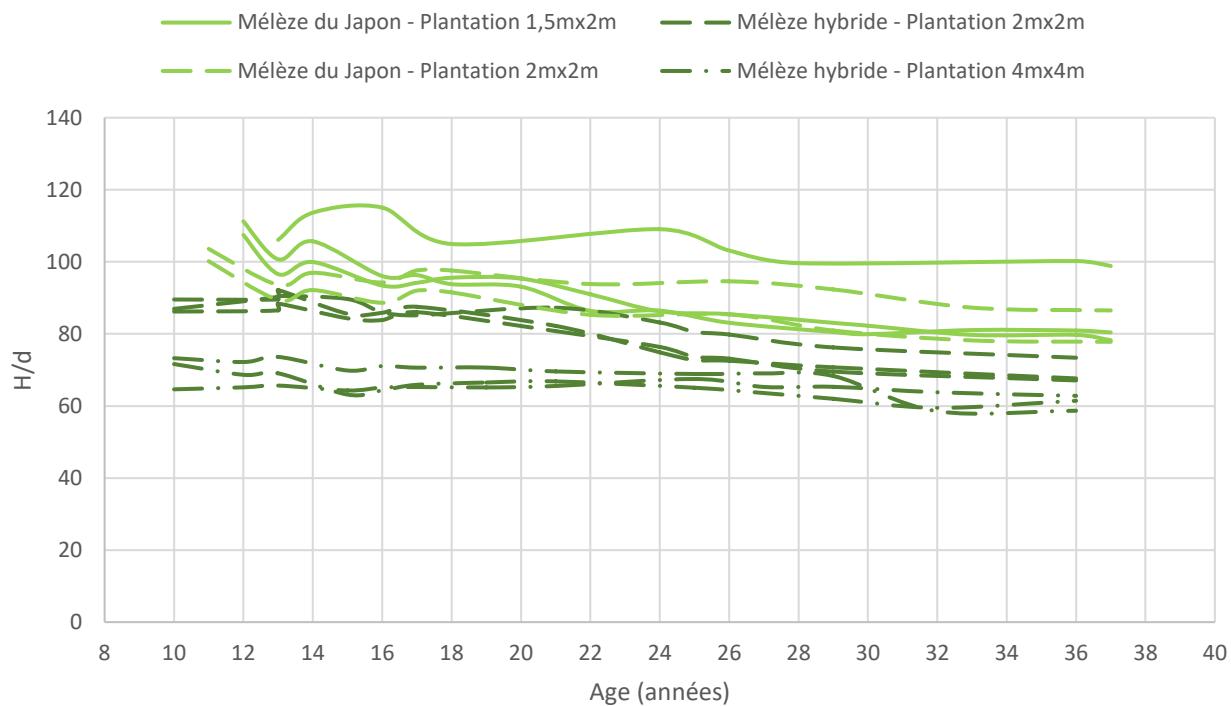


Figure 30. Evolution du facteur de stabilité (H/d) en fonction de l'âge par dispositif, avec mise en évidence des facteurs espèce et distance de plantation.

5.6 ANALYSE COMPARATIVE DES MODALITÉS SUIVIES

Circonférences moyenne et dominante

La modalité $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ constitue globalement celle qui fournit les arbres de plus grosses circonférences moyennes au sein de chaque dispositif. Lorsque les coupes ramènent le peuplement à un niveau de capital sur pied après éclaircie proche du $15 \text{ m}^2/\text{ha}$, la modalité AO fournit des bois de circonférences moyennes proches de ceux de la modalité $15 \text{ m}^2/\text{ha}$.

La circonference dominante à 36 ans varie de 115 à 145 cm entre les sites et les modalités (à l'exception du témoin), ce qui correspond à un accroissement moyen en circonference de 3 à 4 cm/an pour des arbres qui constitueront le peuplement final. Ce résultat souligne, qu'en fonction des situations, les arbres dominants peuvent atteindre des dimensions d'exploitation bien différentes à un âge donné.

S'agissant des arbres dominants, dans les deux dispositifs de mélèzes du Japon (Transinne et Tihange), les modalités dynamiques ($15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$) permettent d'obtenir des circonférences et accroissements en circonference assez proches ([Figure 31](#)).

Dans les deux dispositifs de mélèzes hybrides, des différences nettes de circonférences dominantes (et d'accroissement en circonference dominantes) s'observent entre certaines modalités dynamiques ($15 \text{ m}^2/\text{ha}$, $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ et AO). Il est cependant difficile d'identifier la modalité qui se démarque clairement par rapport aux deux autres en raison des résultats trop contrastés entre les deux dispositifs de mélèzes hybrides. La densité de plantation semble jouer un rôle dans les résultats observés : une densité de plantation plus élevée diminuerait l'accroissement en circonference dominante. Les différences de grosseur des arbres dominants déjà observées à 10 ans s'accentuent au cours du temps. A titre d'exemple, à 36 ans, les parcelles en mélèze hybride densément plantées (Oignies) atteignent à peine 125 cm, soit 20 cm de moins que les parcelles de la même espèce plantées à 625 plants/ha (Faulx-Les-Tombes). Il est cependant difficile de vérifier cette hypothèse à partir des données traitées.

D'une manière générale, pour les trois modalités dynamiques, les accroissements courants observés sur les dispositifs sont les plus élevés entre 10 et 20 ans (de l'ordre de 2,9 à 4,4 cm/an en moyenne selon le dispositif et l'espèce). Au-delà de cet âge, l'accroissement en circonference des arbres dominants diminue. Toutefois, avec les épisodes récurrents de sécheresse estivale après cette période, il est difficile d'identifier clairement les tendances dégressives liées à l'âge. Pendant les 10 dernières années (parmi lesquelles la période de stress de 2018-2022), l'accroissement courant en circonference dominante varie seulement de 1,5 cm/an à 2,5 cm/an en moyenne.

La placette témoin, représentant la sylviculture conventionnellement appliquée aux mélèzes en Wallonie, fournit les moins grosses circonférences moyennes et dominantes (15 à 20 cm de moins en 25 ans par rapport aux modalités dynamiques testées sur Transinne) ([Figure 31](#)). Au cours des 10 dernières années, les accroissements courants sont inférieurs à 1,5 cm/an en moyenne.

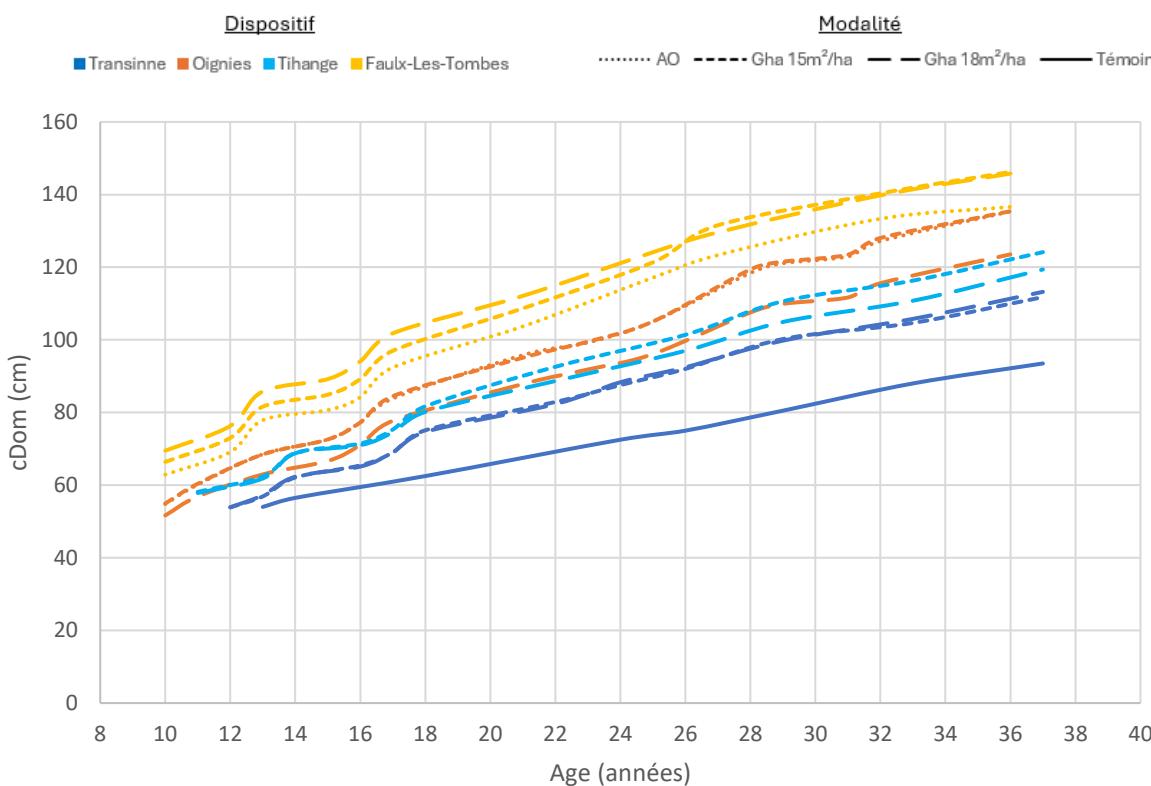


Figure 31. Evolution de la circonférence dominante (cDom) des peuplements en fonction de l'âge au sein de chaque dispositif.

Stabilité des peuplements

En lien avec le dimensionnement moyen des arbres du peuplement, les valeurs du facteur d'élancement à 36 ans varient de 60 à 90 pour les modalités dynamiques. Les modalités 15 m²/ha et AO sont celles qui permettent une meilleure stabilité du peuplement face aux risques de chablis, avec une stabilité acquise (facteur H/d < 80) généralement plus rapide par rapport à la modalité 18 m²/ha (Figure 32). Les différences entre les modalités dynamiques ne sont toutefois globalement pas très importantes au sein de chaque dispositif.

La placette témoin conserve un facteur de stabilité supérieur ou égal à 100 dès le début du suivi, exposant donc le peuplement à un risque élevé de chablis en cas de perturbation (Figure 32).

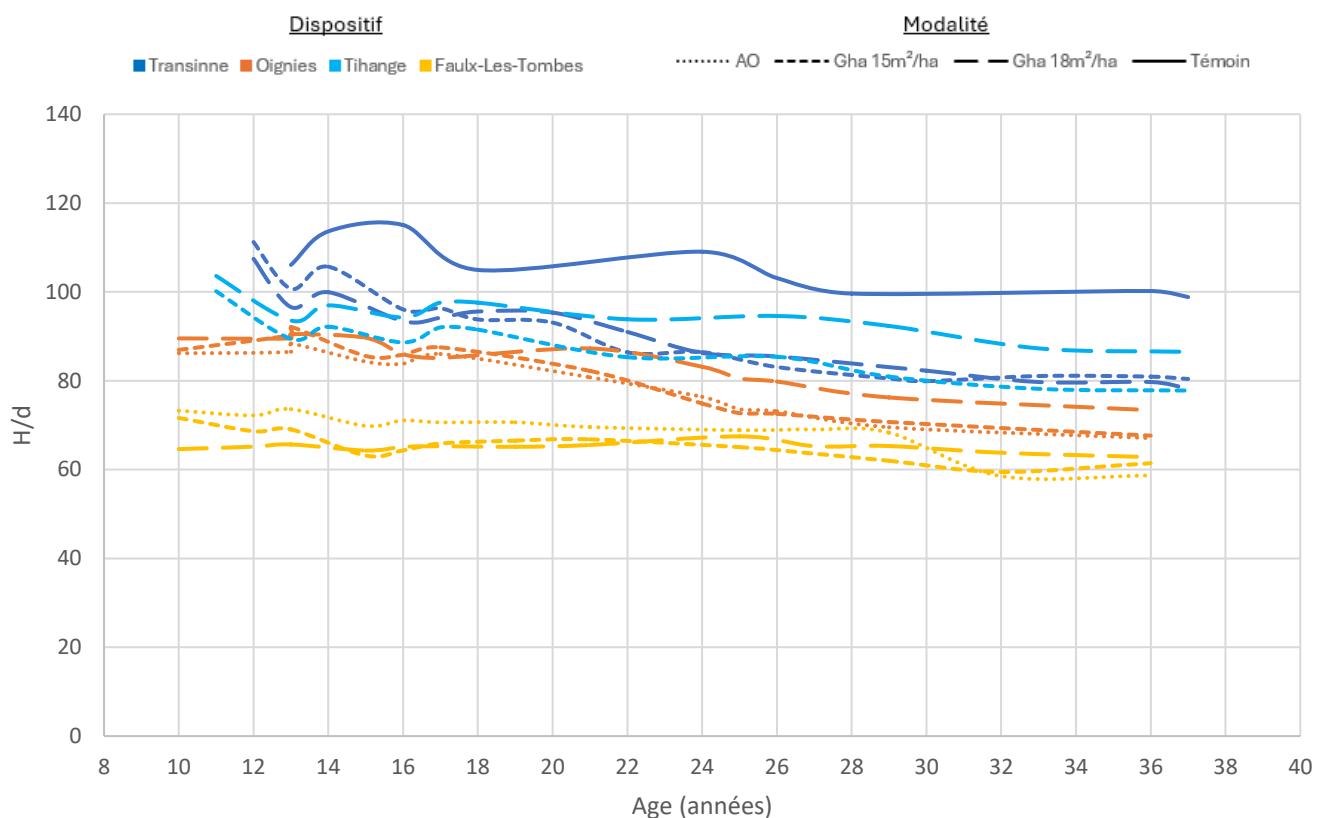


Figure 32. Evolution du facteur de stabilité des peuplements (H/d) en fonction de l'âge au sein de chaque dispositif.

Production Totale en Volume

La Production Totale en Volume (PTV), tous sites et modalités confondus, était comprise entre 425 et 700 m³/ha à 36 ans (Tableau 33). La modalité 18 m²/ha montre systématiquement des valeurs plus élevées que les modalités 15 m²/ha (de +4 à +12 %) et AO (de +10 à +28 %) du même dispositif, suggérant que les modalités les plus dynamiques se traduisent par des pertes de production. Il faut cependant considérer qu'à ce stade, les pertes de production concernent des petits bois peu valorisables et sont à mettre en relation avec le raccourcissement de la révolution grâce à l'accroissement individuel des arbres qui forment le peuplement final.

La PTV de la modalité témoin, peu éclaircie, était plus faible (-10 % en moyenne, 629 m³ à 36 ans) que les deux modalités dynamiques observées dans le même site. Cet indicateur, la PTV, doit être considérée en parallèle avec la taille des arbres attendus dans le peuplement final. Dans la parcelle témoin, les arbres seront très vraisemblablement d'un volume nettement plus faible. En effet, à 36 ans, la circonférence des arbres dominants était 20 % plus faible que dans les autres modalités.

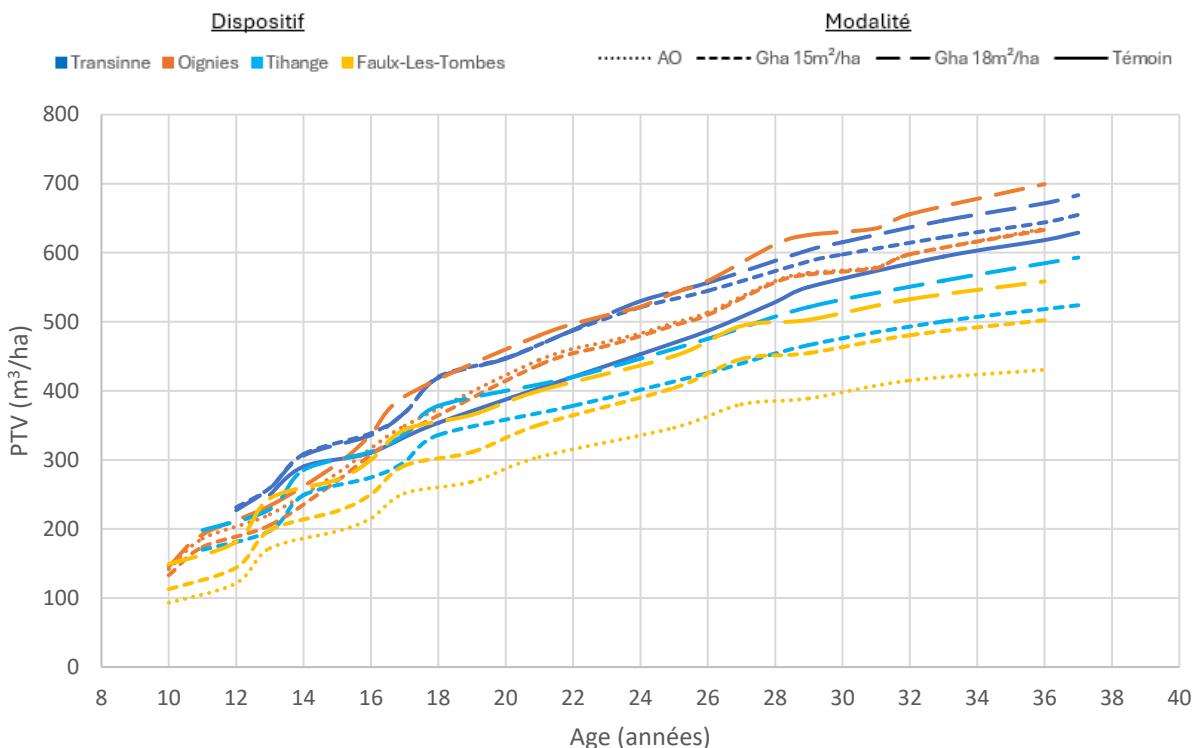


Figure 33. Evolution de la Production Totale en Volume (PTV) des peuplements en fonction de l'âge au sein de chaque dispositif.

IMPACTS DES TRAITEMENTS DYNAMIQUES

Les modalités sylvicoles dynamiques favorisent manifestement l'accroissement en circonférence des arbres dominants par rapport à la modalité sylvicole illustrant la gestion conventionnelle du mélèze en Wallonie.

Cependant, une limite est atteinte : aucune des modalités, tant les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha que la modalité AO ne se différencie nettement pour les arbres dominants.

Par rapport à une sylviculture intensive de peuplement, la sylviculture d'arbres-objectif n'apporte pas un bénéfice en matière d'accroissement et de longueur de révolution. Cependant, elle permet de focaliser les interventions sur les arbres les plus prometteurs, et dans notre cas, de les élaguer à grande hauteur dans l'espoir d'une meilleure valorisation ultérieure. Et par ailleurs, en contrôlant strictement le développement du houppier par des détourages, cette technique montrera sans doute tout son intérêt dans les peuplements mélangés, où il sera nécessaire de régler la concurrence interspécifique.

La modalité 18 m²/ha est celle qui fournit la meilleure PTV par rapport aux deux autres modalités, soulevant la question du sacrifice d'exploitabilité de certains bois résultant du maintien d'une surface terrière à l'hectare post-éclaircie de 15 m²/ha ou du détourage fort des arbres objectifs (cimes totalement dégagées de façon à simuler une croissance libre) tout au long de la vie du peuplement. Cette perte de production du peuplement reste toutefois majoritairement limitée aux petits arbres sans valeur économique.

SYLVICULTURES DYNAMIQUES VS CONVENTIONNELLES

Par rapport à la sylviculture conventionnelle illustrée dans le témoin de Transinne ou dans les tables de production moyennes de la Wallonie (Tableau 34), les modalités dynamiques testées favorisent nettement l'accroissement des arbres dominants qui formeront le peuplement final (Tableau 35).

Tableau 34. Caractéristiques des scénarios sylvicoles dynamique et conventionnel mis en œuvre dans les tables de production d'une part et dans le dispositif expérimental de Transinne d'autre part (mélèze du Japon)

Scénario sylvicole		Densité de plantation	Âge de la première éclaircie	Durée des rotations	Gha après éclaircie
Sylviculture conventionnelle	Dispositif de Transinne (Témoin)	1,5 x 2 m	16 ans	Entre 8 et 10 ans	Entre 20 et 25 m ² /ha
	Tables de production wallonnes	2 x 2 m	18 ans	6 ans	Entre 25 et 30 m ² /ha
Sylvicultures dynamiques	Dispositif de Transinne	1,5 x 2 m	12 ans	4 ans puis passage à 6 ans après 30 ans	15 m ² /ha ou 18 m ² /ha
	Tables de production wallonnes	2,5 x 3 m	15 ans	3 ans puis passage à 6 ans après 21 ans	Entre 15 et 18 m ² /ha

Tableau 35. Tendances induites par la sylviculture dynamique par rapport à la sylviculture conventionnelle pour différents paramètres du peuplement (en mélèze du Japon à 36 ans)

Ce qu'une sylviculture dynamique apporte par rapport à une sylviculture conventionnelle*	Circonférence moyenne	ACC	AMC	H/d	PTV	Volume moyen individuel
Tendances attendues à partir des tables de production wallonnes	+ 41 %	+ 61 %	+ 31 %	- 23 %	- 20 %	+ 109 %
Tendances observées à partir du dispositif de Transinne	+ 20 %	+ 51 %	+ 16 %	- 15 %	+ 11 %	+ 50 %

Ainsi, hormis pour la PTV, la comparaison des résultats du dispositif de Transinne tend à confirmer les tendances annoncées par les tables de productions du guide sylvicole de Dominique Pauwels (Tableau 35). Les modalités dynamiques testées produisent des arbres plus gros plus rapidement et permettent donc de raccourcir la révolution et donc la durée d'exposition des arbres aux aléas sanitaires et climatiques. Elles produisent aussi des arbres plus trapus résistants mieux au vent ou aux neiges lourdes

* (Valeurs de la sylviculture dynamique - valeurs de la sylviculture conventionnelle) / Valeurs de la sylviculture conventionnelle

et réduisent ainsi les risques de chablis souvent connus pour poser problème dans la gestion historique des peuplements de mélèzes.

CONFRONTATION AUX RECOMMANDATIONS SYLVIQUELS PROPOSÉES PAR D. PAUWELS

Au regard des conclusions énoncées ci-dessus, le scénario sylvicole proposé par le Dr. Pauwels (Rondeux et Pauwels 2001) visant à maximiser l'utilisation du potentiel de croissance juvénile des mélèzes pourrait être affiné, afin de tenir compte des constatations tirées sur la surface terrière post-éclaircies et ses limites d'effet bénéfique sur l'accroissement en circonférence.

Capitaliser au mieux la croissance des mélèzes dans une optique de production de bois en peuplements purs et équiennes consisterait à permettre à l'essence de pouvoir exprimer ses potentialités de croissance en grosseur dès la plantation et à appliquer une sylviculture dynamique qui soutient au mieux cette croissance de départ, pour conduire, rapidement et durablement, le peuplement vers les dimensions les plus intéressantes et une production en volume suffisante.

Comme le préconisait D. Pauwels, une distance de plantation de minimum $2,5 \times 3$ m ou 3×3 m est ainsi préconisée afin d'offrir suffisamment de place aux mélèzes pour un bon départ, ce qui permettra également de pouvoir intervenir plus tardivement et de diminuer le nombre d'interventions dans les bois de petites dimensions (souvent non valorisables pour la plupart).

Ainsi, la combinaison des modalités $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ et $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ au sein d'un même traitement (fixer une surface terrière objectif de $15 \text{ m}^2/\text{ha}$ dans la phase critique d'accroissement en circonférence, puis passer à une surface terrière objectif de $18 \text{ m}^2/\text{ha}$) pourrait permettre de trouver un compromis entre une PTV intéressante, une bonne stabilité des peuplements et l'atteinte des circonférences individuelles recherchées sur une révolution de 45 à 60 ans. Si des densités initiales faibles sont choisies (plantations de 800 plants à l'hectare ou moins), se fixer une surface terrière objectif de $18 \text{ m}^2/\text{ha}$ pourrait constituer l'option la plus intéressante.

Dans l'optique de produire des gros bois de qualité, il peut être opportun de désigner et détourner des arbres-objectif, mais certainement moins que les 100 arbres à l'hectare qui ont été caractérisés dans les modalités « AO » afin de ne pas limiter la PTV.

Les bases pour la construction d'un nouveau scénario sylvicole de référence sont ainsi définies.

6. COMPARAISON AUX MODÈLES DE CROISSANCE

6.1 TABLES DE PRODUCTION PROVISOIRES

A partir de la situation initiale rencontrée dans chaque peuplement des dispositifs expérimentaux mis en place, Dominique Pauwels a produit des tables de productions provisoires pour chaque site où les modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha ont été mises en œuvre (Annexe 5 – cf. point 10.4).

Ces tables ont été produites à partir du logiciel d'aide à la décision « MGC_Larch » (Make Good Choice for Larch) qui permet notamment de prédire l'évolution des peuplements en fonction, entre autres, des éclaircies qui y sont simulées (Dominique PAUWELS 2003).

Après comparaison de ces tables de production aux tables de productions produites à partir des données observées, il s'avère que les tables de production observées approchent avec plus ou moins d'exactitude les tables de production prédictives, selon l'année et/ou le paramètre observé.

Les observations les plus notables concernent les accroissements courants en volume (ACV) et les accroissements moyens en volume (AMV), sans distinction entre les modalités, où il apparaît que :

- les valeurs d'ACV observées pour le mélèze du Japon sont supérieures aux valeurs prédictives avant 20 ans puis inférieures à celles-ci ;
- les valeurs d'ACV observées pour le mélèze hybride sont supérieures ou équivalentes aux prédictions ;
- les valeurs d'AMV observées sont soit supérieures soit équivalentes aux valeurs prédictives, aussi bien en mélèze du Japon qu'en mélèze hybride.

Il y a donc une sous-estimation globale de l'accroissement avant 20 ans, couplée avec une surestimation après cet âge en mélèzes du Japon, quelle que soit la modalité.

Le détail comparatif est repris ci-dessous.

MODALITÉ 15 m²/HA

La tendance générale pour les principaux paramètres est reprise dans le [Tableau 36](#). On peut constater les tendances suivantes en ce qui concerne les accroissements en volume :

- Pour les placettes en mélèze du Japon, les valeurs d'ACV observées sont nettement supérieures à celles prédictives dans le très jeune âge. Elles diminuent progressivement jusqu'à environ des 20 ans des peuplements pour rencontrer les valeurs prédictives. Les valeurs continuent leur diminution et restent inférieures aux prédictions à partir de cet âge.

Pour les placettes en mélèze hybride, les valeurs d'ACV observées restent supérieures aux prédictions, même si elles peuvent les rencontrer ponctuellement.

- Concernant l'AMV, les valeurs observées sont supérieures aux valeurs prédictives, soit de manière constante au cours du temps (mélèze hybride), soit de manière dégressive pour finir par rencontrer les valeurs prédictives autour de 25 ou 30 ans (mélèze du Japon).

Tableau 36. Synthèse comparative entre les tables de production observées et modélisées pour la modalité 15 m²/ha – différence moyenne entre les valeurs prédictes et observées pour l'ensemble de la période, de la mise en place du dispositif à aujourd'hui.

Modalité 15 m ² /ha	Nha	Hdom	Vha	C130	AMV	PTV	ACV
Transinne (MJ)	+ 11 %	+ 5 %	- 10 %	- 6 %	- 15 %	- 15 %	- 25 % avant 20 ans + 23 % après 20 ans
Oignies-en-Thiérache (MH)	~0 %	+ 9 %	- 15 %	- 3 %	- 20 %	- 18 %	- 20 %
Tihange (MJ)	+ 3 %	+ 6 %	- 7 %	- 1 %	- 5 %	- 7 %	- 21 % avant 20 ans + 25 % après 20 ans
Faulx-Les-Tombes (MH)	- 3 %	+ 16 %	- 7 %	~0 %	- 11 %	- 13 %	- 12 %

MODALITÉ 18 M²/HA

La tendance générale pour les principaux paramètres est reprise dans le Tableau 37. On peut constater les tendances suivantes en ce qui concerne les accroissements en volume :

- Pour les placettes en mélèze du Japon, les valeurs d'ACV observées sont nettement supérieures à celles prédictes dans le très jeune âge. Elles diminuent progressivement jusqu'au environ des 20 ans des peuplements pour rencontrer les valeurs prédictes. Les valeurs continuent leur diminution et restent inférieures aux prédictions à partir de cet âge.
- Pour les placettes en mélèze hybride, les valeurs d'ACV observées sont soit similaires aux prédictions soit supérieures, même si elles peuvent les rencontrer ponctuellement.
- Concernant l'AMV, les valeurs observées sont soit supérieures, soit proches des valeurs prédictes aussi bien en mélèze du Japon qu'en mélèze hybride.

Tableau 37. Synthèse comparative entre les tables de production observées et modélisées pour la modalité 18 m²/ha – différence moyenne entre les valeurs prédictes et observées pour l'ensemble de la période, de la mise en place du dispositif à aujourd'hui.

Modalité 18 m ² /ha	Nha	Hdom	Vha	C130	AMV	PTV	ACV
Transinne (MJ)	+ 13 %	+ 1 %	- 22 %	- 8 %	- 23 %	- 23 %	- 31 % avant 20 ans + 36 % après 20 ans
Oignies-en-Thiérache (MH)	~0 %	+ 12 %	- 13 %	- 1 %	- 3 %	~0 %	- 22 %
Tihange (MJ)	~ 0 %	+ 7 %	- 5 %	+ 1 %	- 3 %	- 16 % avant 20 ans + 4 % après 20 ans	- 19 % avant 20 ans + 28 % après 20 ans
Faulx-Les-Tombes (MH)	+ 5 %	+ 13 %	- 1 %	+ 1 %	- 3 %	- 7 %	- 5 %



6.2 NOUVEAU MODÈLE DE CROISSANCE HARMONISÉ

En 2016, un nouveau modèle de croissance harmonisé de la surface terrière individuelle des arbres, indépendant de la distance, a été produit sur base de données récoltées au sein de peuplements purs et équiens du sud de la Belgique (Perin et al. 2017). Combinant utilité et performances robustes, ce modèle représente un outil de gestion forestière intéressant et idéal pour le développement de logiciels de simulation forestière.

Ce modèle a effectivement été intégré au sein d'un simulateur nommé "GYMNOS", un module informatique permettant de simuler l'évolution des peuplements résineux de la plantation à la mise à blanc et de tester des scénarios sylvicoles.

L'utilisation de ce simulateur pourrait notamment permettre de définir les caractéristiques des nouveaux scénarios sylvicoles optimisés pour les mélézières à partir d'un scénario de référence construit sur base de la synthèse de cette étude. Pour ce faire, il convient d'abord de s'assurer que le modèle de croissance implémenté dans "GYMNOS" fournit des résultats pouvant être utilisés pour le mode de gestion visé par un scénario sylvicole plus dynamique (tirant mieux parti du caractère héliophile de l'essence et donc de son accroissement en circonférence, par rapport aux sylvicultures conventionnelles appliquées à la majorité des mélézières wallonnes).

L'objectif sera donc ici d'utiliser les données d'inventaire collectées depuis 25 ans pour vérifier les prédictions du modèle d'accroissement implémenté dans le simulateur.

MÉTHODE

La vérification consistera à calculer le biais entre les valeurs d'accroissement en surface terrière individuelle (g) obtenue à partir du modèle et la valeur d'accroissement obtenue à partir des données d'inventaire, selon l'âge des peuplements d'une part et par classes de circonférence d'autre part.

Le calcul du biais consiste simplement en la différence entre l'accroissement en g modélisé et l'accroissement en g observé (acc en g modélisé – acc en g observé). Ainsi, une valeur de biais positive implique une surestimation de l'accroissement de la part du modèle, tandis qu'une valeur de biais négative implique une sous-estimation de l'accroissement de la part du modèle.

Le jeu de données utilisé couvre l'ensemble des arbres inventoriés sur les 10 placettes expérimentales qui concernent les modalités de sylviculture dynamique et pour lesquels des valeurs d'accroissement ont pu être calculées. Ainsi, c'est un peu plus de 8.400 données d'accroissement réparties sur 22 ans qui ont ainsi pu être confrontées aux valeurs modélisées (Tableau 38).

Tableau 38. Quantité de données utilisées par année pour le calcul des biais d'accroissement.

ANNÉE	NOMBRE DE SITE DIFFÉRENT	NOMBRE TOTAL D'ARBRES
1998	8	1375
1999	5	881
2000	7	719
2001	10	1042
2003	10	944
2004	10	816
2005	10	709
2009	10	455
2011	5	257
2013	10	351
2015	3	36
2016	7	275
2017	3	136
2019	3	136
2020	10	273
TOTAL GÉNÉRAL		8405

TENDANCE GÉNÉRALE

Sur l'ensemble des données, il apparaît clairement que le modèle harmonisé de 2016 varie dans ses prédictions d'année en année ([Figure 34](#)). On devine toutefois une tendance à sous-estimer l'accroissement en surface terrière individuelle en dessous de 18 ans et à le surestimer au-delà, comme observé pour les tables prédictives de D. Pauwels. Cette surestimation semble s'accentuer une fois passé les 25 ans (après 2015) où l'on observe clairement un changement de tendance dans l'évolution du biais.

Cela s'observe également dans l'évolution du biais selon les classes de circonférence : une tendance à la sous-estimation de l'accroissement dans les classes de circonférence inférieures à 80 cm et une surestimation au-delà ([Figure 35](#)).

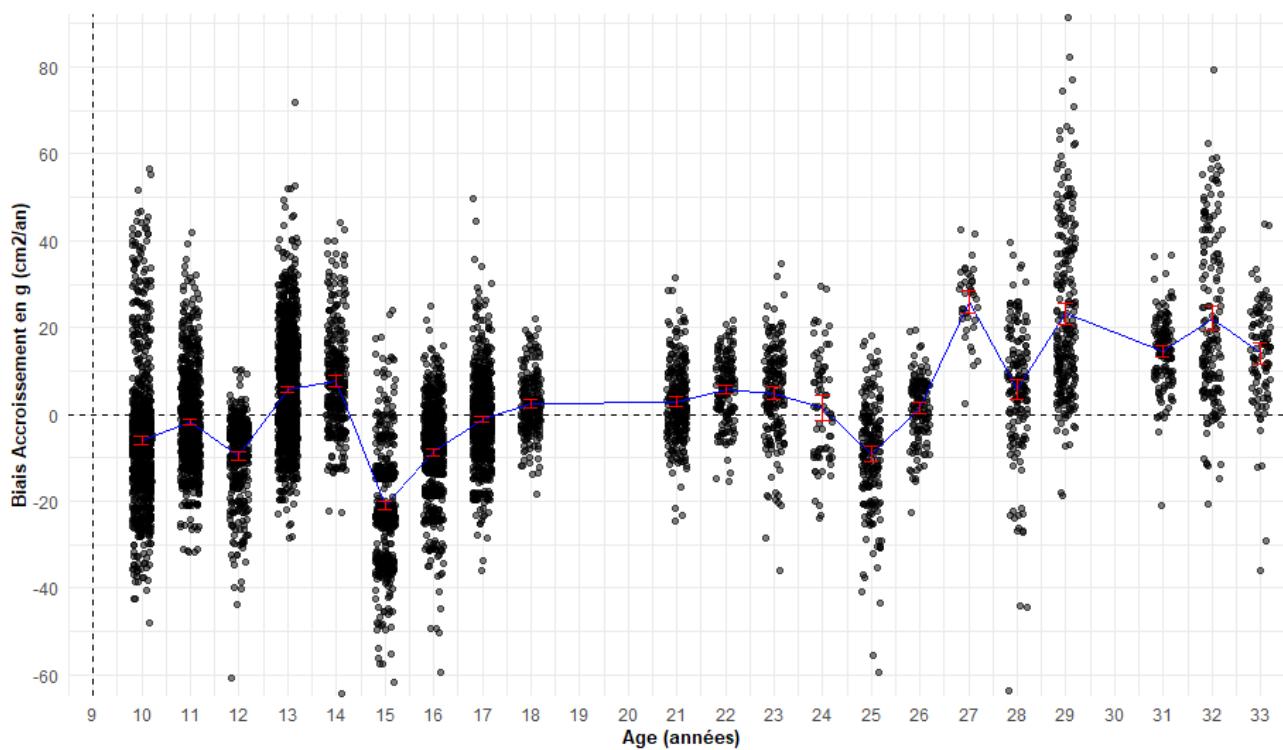


Figure 34. Biais entre l'accroissement en surface terrière individuelle (g) modélisé et observé en fonction de l'âge et pour chaque arbre, tous dispositif confondus (En bleu : l'évolution de la valeur moyenne ; en rouge : intervalle de confiance autour de la valeur moyenne).

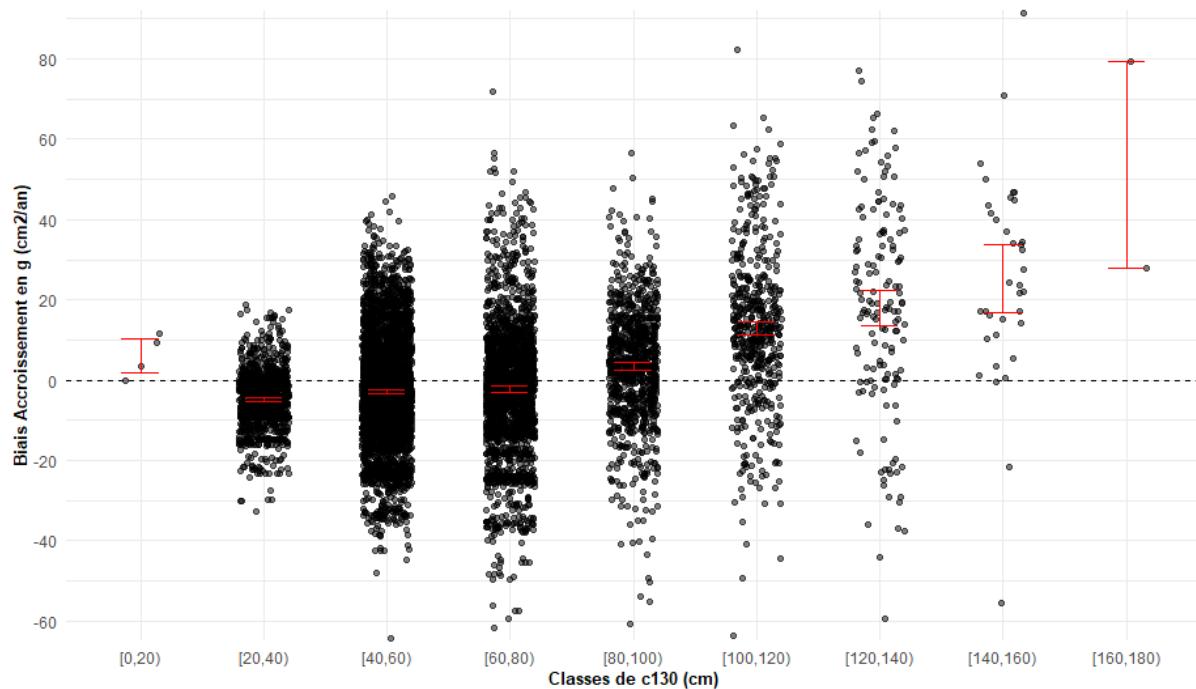


Figure 35. Biais entre l'accroissement en surface terrière individuelle (g) modélisé et observé par classes de circonférence et pour chaque arbre, tous dispositif confondus (en rouge : intervalle de confiance autour de la valeur moyenne).



Au vu des modalités plus dynamiques mises en œuvre ici, dont l'objectif est de favoriser la croissance juvénile, il était attendu d'observer une sous-estimation de l'accroissement dans le jeune âge par le modèle. Bien que le biais observé soit, dans presque tous les cas, significatif d'un point de vue statistique (valeur 0 non prise en compte dans les intervalles de confiance) les valeurs observées restent toutefois très faibles et normales au vu du jeu de données utilisés pour la construction du modèle.

Le changement de tendance observé à partir de 2015 dans l'évolution du biais de l'accroissement tend à laisser penser qu'un facteur non pris en compte impacte fortement la croissance des arbres à partir de cette année, entraînant un ralentissement global de celle-ci (Figure 36). A l'heure actuelle, il est difficile de définir l'origine de ce facteur : facteur climatique, facteur lié aux spécificités de l'essence (âge des peuplements) ou bien facteur lié à l'influence de la sylviculture pratiquée ?

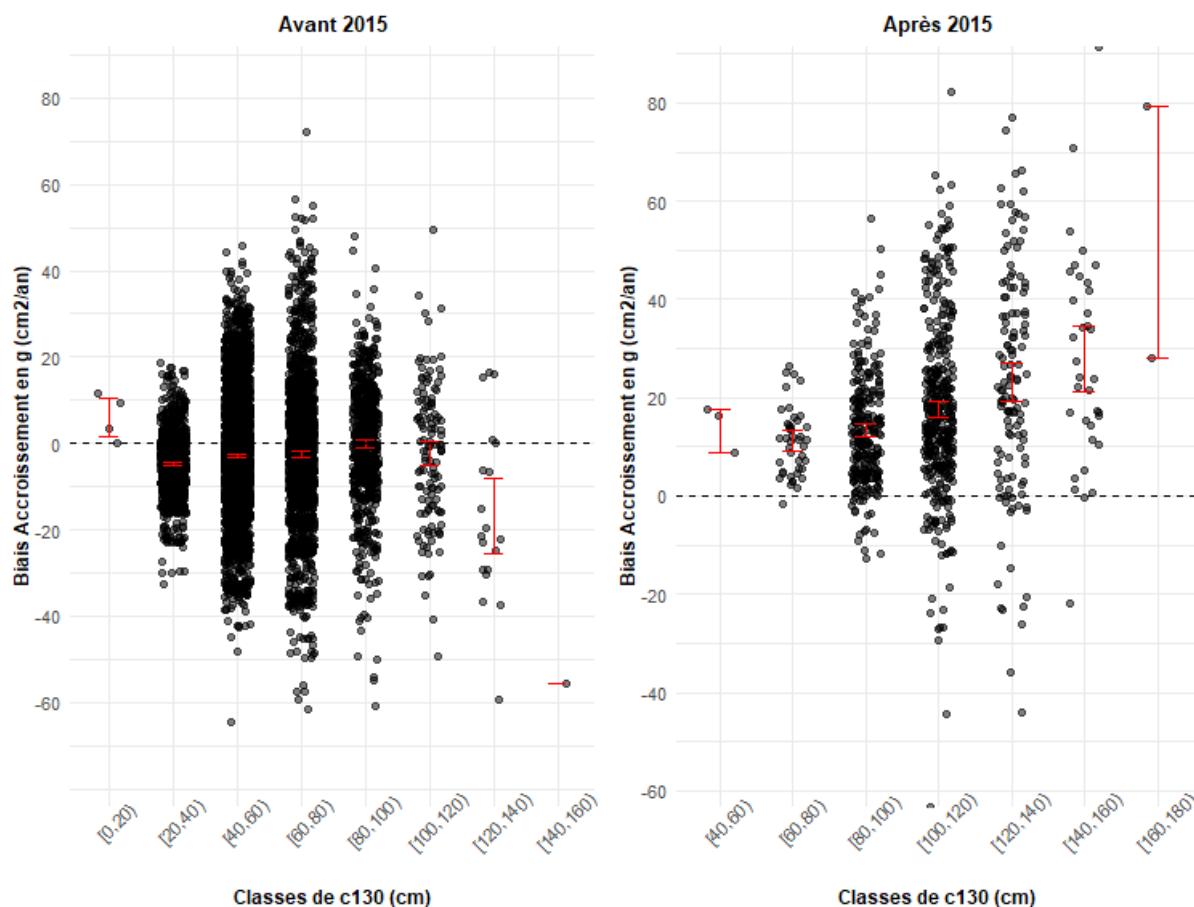


Figure 36. Biais entre l'accroissement en surface terrière individuelle (g) modélisé et observé par classes de circonférence et pour chaque arbre, tous dispositifs confondus pour les périodes avant 2015 et après 2015 (en rouge : intervalle de confiance autour de la valeur moyenne).

Il peut donc être considéré que le modèle harmonisé de 2016 permet de prédire correctement l'accroissement pour les périodes datant d'avant 2015 mais ne convient vraisemblablement plus pour rendre compte de la situation de ces 10 dernières années ni, sans doute, des années à venir.



INFLUENCE DU TRAITEMENT

A la vue des observations concernant la croissance des arbres après 2015, une question se pose : est-il possible de contrer ou d'atténuer le ralentissement de croissance grâce à l'une des modalités sylvicoles dynamiques appliquées ?

Il est difficile de répondre à cette question avec le jeu de données utilisé en raison de la difficulté à isoler avec exactitude la part d'influence des différents facteurs (traitement, espèce) dans les biais d'accroissement observés. Un jeu de données plus conséquent serait nécessaire pour pouvoir étudier cet aspect, notamment afin de pouvoir augmenter le nombre de combinaison « traitement » et « espèce » et la répétition de celles-ci.

CONCLUSION

On observe clairement un changement de tendance à partir de 2015 dans l'évolution du biais de l'accroissement quelle que soit la modalité.

Il peut être considéré que le modèle harmonisé de 2016 permet de prédire correctement l'accroissement pour les périodes datant d'avant 2015 mais ne convient vraisemblablement plus pour rendre compte de la situation de ces 10 dernières années, ni des années à venir. Ce changement laisse penser qu'un ralentissement global de la croissance est observé à partir de cette année.

Dans le cadre de son utilisation pour la réalisation de tables de production à travers « GYMNOS », il serait intéressant d'ajuster le modèle de croissance de 2016 afin de tenir compte du facteur influençant la croissance des arbres depuis 2015, quel qu'il soit.

AJUSTEMENT PROPOSÉ

Le modèle de croissance de 2016 a été ajusté dans le logiciel R au moyen de la fonction « gnls », utilisée pour ajuster des modèles non linéaires aux données en tenant compte de l'hétéroscédasticité (variabilité non constante) et de la corrélation entre les observations.

Le modèle de croissance en surface terrière individuelle (Ig) ajusté à partir de celui de 2016 est le suivant :

$$Ig = P * \frac{Ci^{sat} - m * A^{sat} + ((m * A^{sat} + Ci^{sat})^2 - 4 * (A * Ci)^{sat})^{0.5}}{2}$$

où

$$A = Aa * Hdom$$

$$P = (Pa_t + Pb * dHdom)$$

$$m = 1 + \exp(ma - mb * (Gha/Hdom^{mc}))$$

Les valeurs des coefficients du modèle ajusté proposé et des paramètres statistiques d'ajustement par rapport au modèle de 2016 sont reprises dans le tableau suivant ([Tableau 39](#)).

Tableau 39. Valeurs des coefficients et des paramètres statistiques d'ajustement du modèle de 2016 ; l'intervalle de confiance est présenté en italique.

Coefficient	Valeur
Aa	$2,1726 \pm 0,0161$
P_{At} où t = avant 2015	$0,2612 \pm 0,0090$
P_{At} où t = après 2015	$0,1348 \pm 0,0048$
Pb	$0,0836 \pm 0,0031$
ma	$7,4175 \pm 0,2118$
mb	$0,0944 \pm 0,0944$
mc	$-0,4621 \pm 0,0162$
sat	$1,1462 \pm 0,0075$
AIC	58 647,54
Ecart-type résiduel	0,876

7. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE ET DISCUSSION SUR LA SYLVICULTURE DYNAMIQUE ET LA QUALITÉ DU BOIS DE MÉLÈZE

Le bois de mélèze présente un duramen rouge-brun et un aubier jaunâtre à jaune-brun qui le classent dans la catégorie des « bois rouges ». En raison d'une duraminisation très rapide, la proportion d'aubier dans les grumes est limitée. Le grain est fin à moyen selon les conditions de croissance mais il peut être grossier chez les mélèzes à croissance rapide (Jourez et al. 1999).

L'étude de CHARRON & al. (2003) a mis en évidence la supériorité du mélèze d'Europe par rapport aux mélèzes du Japon et hybride (assez équivalents entre eux) du point de vue des propriétés technologique du bois.

Une distinction doit également être faite concernant le bois juvénile et le bois adulte : les caractéristiques physiques et mécaniques du bois juvénile sont plus faibles, en raison notamment d'une masse volumique plus faible (12% en moyenne pour les 3 espèce de mélèze confondues), de largeurs de cernes plus élevées (largeur moyenne supérieure de 51% par rapport au bois adulte), d'une texture plus faible et de trachéides plus courtes. Le bois juvénile présente toutefois une meilleure stabilité dimensionnelle que le bois adulte dans le sens radial et tangentiel. Les deux types de bois sont assez équivalents pour le reste (retraits volumique total et anisotropie du retrait). **Le bois juvénile ne possède donc pas toutes les qualités requises pour la plupart des secteurs d'utilisation de l'industrie du bois. Les résultats de cette étude confirment clairement la supériorité du bois adulte du point de vue des propriétés technologiques et recommandent de fait de limiter la proportion de bois juvénile dans les grumes** (Charron et al. 2003).

Chez les conifères, **la limite entre le bois juvénile et le bois adulte** se situe entre le 5^e et le 20^e cerne depuis la moelle d'après la majorité des auteurs. **Pour le mélèze du Japon, cette limite se situerait entre 19 et 23 ans** (Jacques 2003).

Avec ses valeurs plus élevées de dureté et de masse volumique, le bois adulte du mélèze se distingue assez bien des autres conifères européens. Grâce à ces caractéristiques, qui ont d'ailleurs valu au mélèze d'Europe le surnom de chêne des montagnes, le bois de mélèze se classe parmi les bois mi-lourds et mi-durs (Charron et al. 2003). **La littérature positionne ainsi le mélèze, et plus particulièrement le mélèze d'Europe cultivée dans son aire d'origine, parmi les meilleures essences résineuses cultivées en Europe grâce à ses bonnes propriétés mécaniques, qui, en Belgique, le hissent à un niveau supérieur à celui de l'Epicéa et similaire à celui du Douglas** (Jacques 2003). Le mélèze est ainsi très couramment retrouvé en mélange avec le douglas dans les lignes de production des scieries résineuses.

Le bois de mélèze présente une durabilité de classe 3 pour le duramen et de classe 5 pour l'aubier. Parmi les 5 classes de durabilité naturelles conventionnelles, seuls les bois des classes 1 à 3 peuvent être utilisés sans préservation profonde pour les menuiseries extérieures (Jourez et al. 1999).

Le principal défaut qui lui est reproché réside certainement dans la nervosité du bois en raison des courbures fréquentes à la base de la tige des arbres (sensibilité au vent dans le jeune âge), induisant une excentricité du cœur et la formation de bois de compression (Jourez et al., 1999). Ce défaut peut néanmoins être minimisé en prélevant préférentiellement les arbres courbés lors des éclaircies.

La présence de nœuds constitue également un critère nettement défavorable aux meilleures valorisations du bois de mélèze en raison de la dépréciation systématique des propriétés mécaniques

qu'elle engendre. Ce défaut peut également être minimisé en réalisant un élagage à grande hauteur (6 à 8 m) suffisamment tôt, lors des premières éclaircies.

Ainsi, les mélèzes cultivés en Wallonie apparaissent comme des espèces polyvalentes, aptes à fournir du bois d'œuvre aux multiples usages, pour autant que sa nervosité et sa nodosité puissent être contrôlées : bardage, lambris, structure (charpentes, piliers, etc.) (Charron et al., 2003).

L'étude de CHARRON & al. (2003) a également évalué les impacts probables d'une sylviculture dynamique sur les propriétés du bois, à travers l'impact de l'accroissement de la largeur de cernes sur la masse volumique et le module d'élasticité. Il en ressort que l'impact de cet accroissement sur ces deux propriétés dépend de la gamme de largeur considérée. Dans des gammes de largeurs de cernes élevées, correspondant à une sylviculture dynamique (accroissements en circonférence entre 4 et 5 cm/an), l'augmentation de la largeur de cernes n'engendre que peu d'impacts supplémentaires sur le module d'élasticité et la masse volumique (réductions de moins de 5%). A contrario, dans des gammes de largeurs de cernes faibles (accroissements en circonférence entre 2,5 et 4 cm/an), la variation de la largeur de cernes peut avoir un impact bien plus important (réductions entre 5 et 10 %).

Il est important de noter que les essais réalisés dans cette étude concernent de jeunes arbres de mélèze hybride (17 ans) et analysent donc très probablement les propriétés du bois juvénile. Une amélioration des propriétés mécaniques est donc à prévoir pour le bois adulte (Charron et al. 2003).

L'un des éléments qui peut être retenu de cette étude est que **des largeurs de cernes plus importantes (correspondant à des accroissements en circonférence plus élevés) engendrent donc des masses volumiques et modules d'élasticité plus faibles que ceux observés pour des largeurs de cernes plus réduites, mais une meilleure stabilité de ces caractéristiques est observée lors des variations d'accroissement.**

Toutefois, l'application d'une sylviculture dynamique permettant aux arbres de développer leur houppier de manière libre ou presque permet de diminuer les risques de bois de tension, de cœur décentré et de cernes étroits et irréguliers (Baar 2010) et donc, à fortiori, de défauts internes diminuant naturellement les caractéristiques mécaniques du bois.

Sur le plan de la pratique industrielle pour les bois et panneaux à base de bois, il est important de signaler que, suivant les classes de résistances STS04, seuls les produits dont la largeur moyenne de cernes ne dépasse pas 6 mm peuvent être repris dans les classes S6, S8 et S10 ; la limite est fixée à 10 mm pour la classe S4 (SPF Economie 2008).

Les critères posés par l'industrie du bois (limitation de l'accroissement, surtout dans le jeune âge afin de limiter la part de bois juvénile et limiter la dimension des cernes) semblent contradictoires avec le développement d'une sylviculture du mélèze plus dynamique mettant en avant le potentiel de croissance en grosseur de l'essence.

Au regard des besoins en volume (notamment résineux) de l'industrie du bois, des incertitudes qui entourent l'avenir des principales essences de production résineuses actuelles de la forêt wallonne (épicéas, douglas) et des potentialités qui peuvent être apportées par les mélèzes sur ces deux thématiques au vu de leurs propriétés mécaniques et caractéristiques écologiques ; il est important d'accompagner le retour de ces espèces à travers la mise en place de peuplements forestiers stables et pérennes pour garantir une production durable de bois résineux wallons.

Ainsi, miser sur des sylvicultures qui rencontrent les besoins d'espace et de lumière de l'essence dans le jeune âge afin de capitaliser sur la vigueur des arbres pourrait être l'une des options les plus



indiquées. En effet, en plus d'atteindre les dimensions d'exploitabilité plus rapidement (et de ce fait réduire l'exposition aux risques sanitaires et climatiques), laisser les arbres développer leur houppier de manière libre ou presque les place dans de bonnes conditions physiologiques favorables à leur bonne santé, et devrait aussi diminuer les risques de défauts internes du bois qui déprécient naturellement ses propriétés mécaniques (bois de tension, cœur décentré et cernes étroits et irréguliers (Baar, 2010)).

Ainsi, laisser s'exprimer tout le potentiel de croissance juvénile du mélèze en dynamisant sa sylviculture, et donc produire des bois à larges cernes, pourrait constituer une orientation d'intérêt pour diversifier la ressource en bois résineux wallons. Au vu des multiples besoins de la filière bois et des bonnes propriétés mécaniques de base du mélèze, introduire des bois à cernes plus larges sur le marché ne remettra pas en cause la valorisation de cette essence pour laquelle les débouchés se trouvent nombreux et variés.

8. SYNTHÈSE

Durant l'hiver 1998-1999, plusieurs parcelles expérimentales de sylvicultures très dynamiques ont été installées dans de jeunes mélèzières en Wallonie. Trois modalités de traitement différentes et plus intensives y ont été testées, en reflet des recommandations sylvicoles du guide sur le mélèze en région wallonne : la modalité 15 m²/ha (surface terrière après éclaircie fixée à 15 m²/ha), la modalité 18 m²/ha (surface terrière après éclaircie fixée à 18 m²/ha) et la modalité AO (désignation de 100 arbres objectifs par hectare et détouvrages forts pour simuler une croissance proche de la croissance libre).

Le suivi individuel des arbres dans les parcelles a permis de retracer l'évolution de différents paramètres dendrométriques au cours de ces 25 dernières années, dont la croissance en grosseur, la production en volume et la stabilité des peuplements. Une analyse dendrométrique comparative au cas par cas des modalités sylvicoles testées a permis d'identifier des tendances pour des stations de bonne productivité.

Les modalités dynamiques testées produisent des arbres plus gros plus rapidement par rapport à la placette témoin, représentative de la sylviculture conventionnelle, permettant ainsi de raccourcir la révolution et donc la durée d'exposition des arbres aux aléas sanitaires et climatiques. Elles produisent aussi des arbres plus trapus résistants mieux au vent ou aux neiges lourdes. Cependant aucune des modalités ne se différencie nettement des autres pour les arbres dominants. Une limite semble toutefois être atteinte dans l'effet de l'intensité des coupes sur la production en volume du peuplement, où des coupes descendant en dessous d'une surface terrière de 18 m²/ha mèneraient vers une perte de production.

Bien que le dispositif expérimental soit peu adéquat pour tester l'effet de la densité de plantation, il semblerait toutefois que celle-ci ait joué un rôle relativement déterminant sur la circonférence actuelle des arbres dominants, ainsi que sur la stabilité des arbres et la production totale en volume des peuplements. Cela confirmerait l'effet très précoce et persistant de la concurrence sur le ralentissement de la croissance en grosseur du mélèze annoncée par Dominique Pauwels dans son guide. Ces hypothèses sont toutefois à confirmer.

Il ressort que, pour des densités de plantations inférieures à 800 plants à l'hectare, la combinaison des modalités 15 m²/ha et 18 m²/ha au sein d'un même traitement pourrait permettre de trouver un compromis entre une production totale en volume intéressante, une bonne stabilité des peuplements et l'atteinte des dimensions individuelles recherchées sur une révolution de 45 à 60 ans.

S'agissant de la production de bois de mélèze à plus larges cernes, résultats de la mise en application de pratiques sylvicoles plus dynamiques favorisant l'accroissement en circonférence, au vu des multiples besoins de la filière bois et des bonnes propriétés mécaniques de base du mélèze, introduire des bois à cernes plus larges sur le marché ne remettra pas en cause la valorisation de cette essence pour laquelle les débouchés se trouvent nombreux et variés. Laisser s'exprimer tout le potentiel de croissance juvénile du mélèze en dynamisant sa sylviculture, et donc produire des bois à larges cernes, pourrait constituer une orientation d'intérêt pour diversifier la ressource en bois résineux wallons.

L'analyse du biais d'accroissement par rapport au modèle de croissance utilisé dans les logiciels de simulation forestière suggère un ralentissement global de la croissance à partir de 2015. A l'heure actuelle, il est difficile de définir s'il s'agit d'une influence climatique ou bien d'un facteur lié aux spécificités de l'espèce (âge des peuplements).

9. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Baar, François. 2010. « Synthèse de réflexions sur la sylviculture d'arbres-objectif en peuplement irrégulier ou équienne, mélangé ou non ». SPW, DGARNE.
- Baumeister, M. 2017. « La dendrométrie, les mathématiques du forestier. » *Forêts de France*, n° 603 (mai), 34-36.
- Charron, Stéphane, Benoit Jourez, Michèle Marchal, et Jacques Hébert. 2003. « Étude comparative des caractéristiques physiques et mécaniques du bois des mélèzes d'Europe (*Larix decidua* Mill.), du Japon (*Larix kaempferi* (Lambert) Carr.) et de leur hybride (*Larix x eurolepis* Henry) ». *BASE*, janvier. <https://popups.uliege.be/1780-4507/index.php?frbrVersion=2&id=14436&lang=nl>.
- « Fichier écologique des essences ». s. d. Consulté le 22 juillet 2024. <https://fichierecologique.be/#/>.
- Jacques, Dominique. 2003. « Amélioration du module d'élasticité du bois de Mélèze hybride (*Larix x eurolepis* Henry) par sélection clonale. » Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux.
- Jourez, Benoît, Dominique Pauwels, Dominique Jacques, et Jean-Philippe Quin. 1999. « Le Mélèze ». *Courrier du Bois* 125. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/95816>.
- Perin, Jérôme, Hugues Claessens, Philippe Lejeune, Yves Brostaux, et Jacques Hébert. 2017. « Distance-Independent Tree Basal Area Growth Models for Norway Spruce, Douglas-Fir and Japanese Larch in Southern Belgium ». *European Journal of Forest Research* 136 (2): 193-204. <https://doi.org/10.1007/s10342-016-1019-y>.
- Perin, Jérôme, Olivier De Thier, Hugues Claessens, Philippe Lejeune, et Jacques Hebert. 2014. « Nouvelles courbes de productivité harmonisées pour le douglas, l'épicéa et les mélèzes en wallonie ». *Forêt Wallonne* 129 (mars/avril). <https://orbi.uliege.be/handle/2268/169148>.
- Riou-Nivert, Philippe. 2001. *Le mélèze*. CNPF-IDF.
- Rondeux, Jacques, et D. Pauwels. 2001. « Les mélèzes ». *Fiche technique*. <https://orbi.uliege.be/handle/2268/83795>.
- SPF Economie. 2008. « Spécifications techniques unifiées - STS 04 : Bois et panneaux à base de bois ». SPF Economie P.M.E. Classes moyennes et Energie.

10. ANNEXES

10.1 ANNEXE 1 : COURBES D'ÉVOLUTION DE LA HAUTEUR DOMINANTE DES PEUPLEMENTS

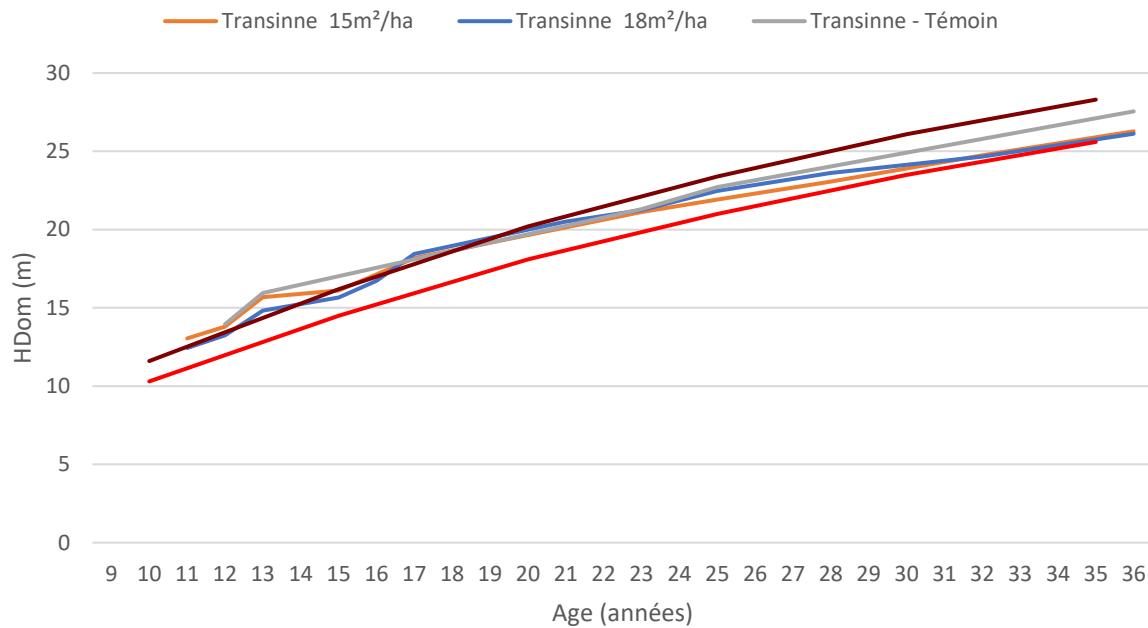


Figure 37. Evolution de la hauteur dominante des peuplements du dispositif de Transinne et comparaison aux courbes de productivité (en rouge la courbe de productivité 1 ; en bordeaux la courbe de productivité 0).

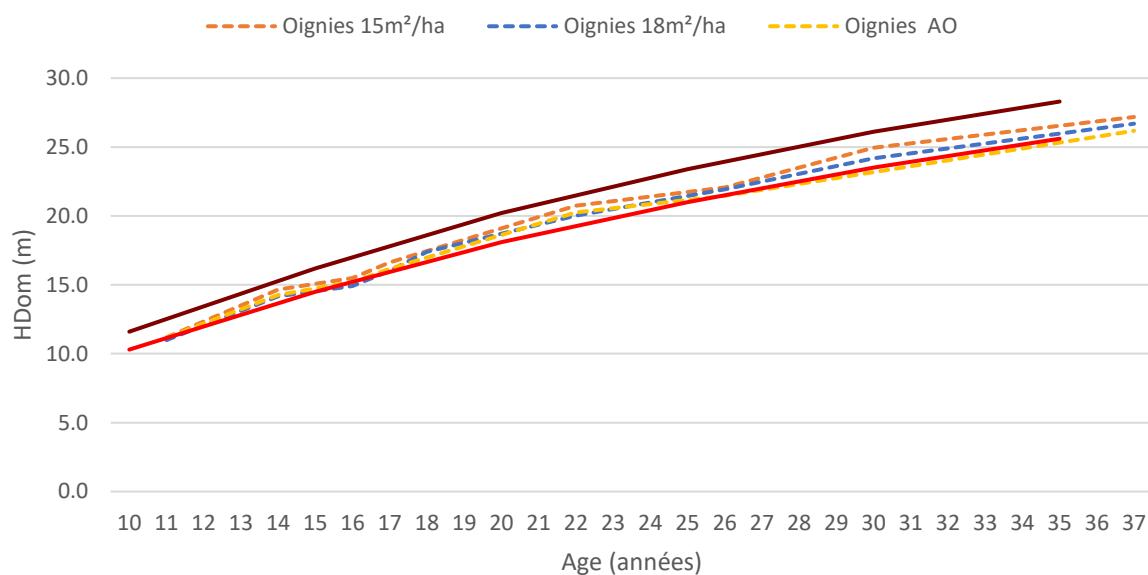


Figure 38. Evolution de la hauteur dominante des peuplements du dispositif de Oignies-en-Thiérache et comparaison aux courbes de productivité (en rouge la courbe de productivité 1 ; en bordeaux la courbe de productivité 0).

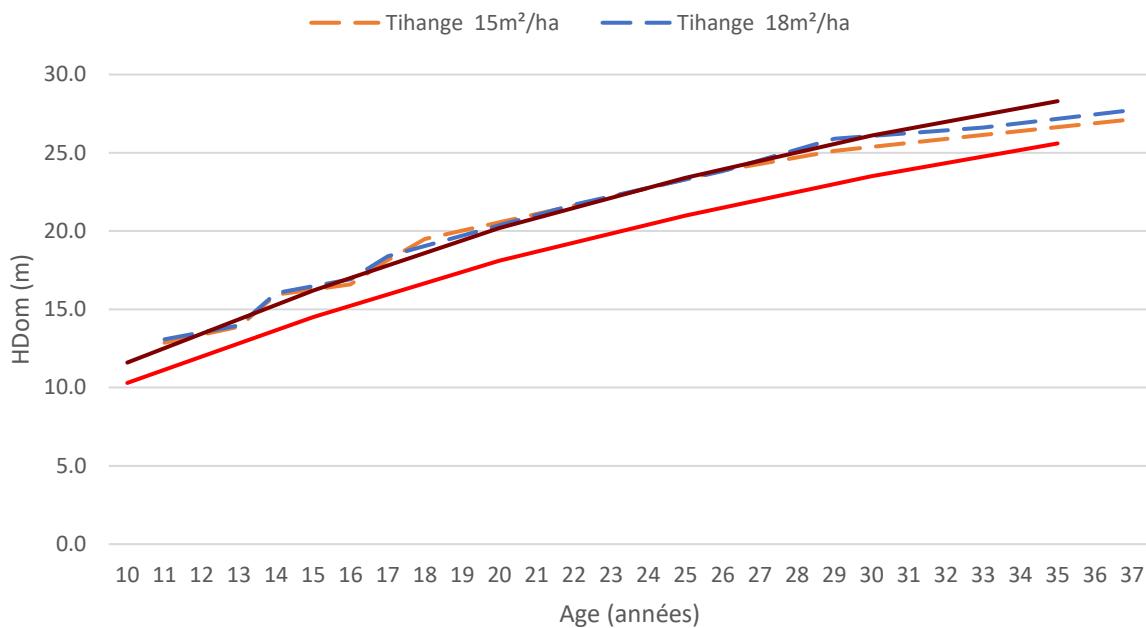


Figure 39. Evolution de la hauteur dominante des peuplements du dispositif de Tihange et comparaison aux courbes de productivité (en rouge la courbe de productivité 1 ; en bordeaux la courbe de productivité 0).

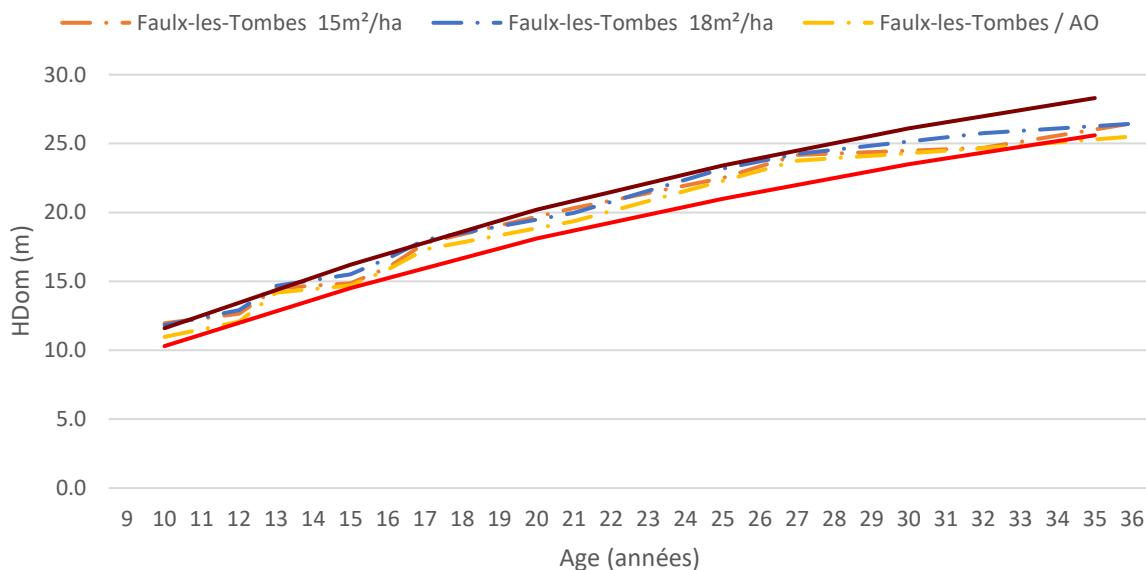


Figure 40. Evolution de la hauteur dominante des peuplements du dispositif de Faulx-Les-Tombes et comparaison aux courbes de productivité (en rouge la courbe de productivité 1 ; en bordeaux la courbe de productivité 0).



10.2 ANNEXE 2 : EVOLUTION DU NOMBRE DE TIGES À L'HECTARE DES PEUPLEMENTS

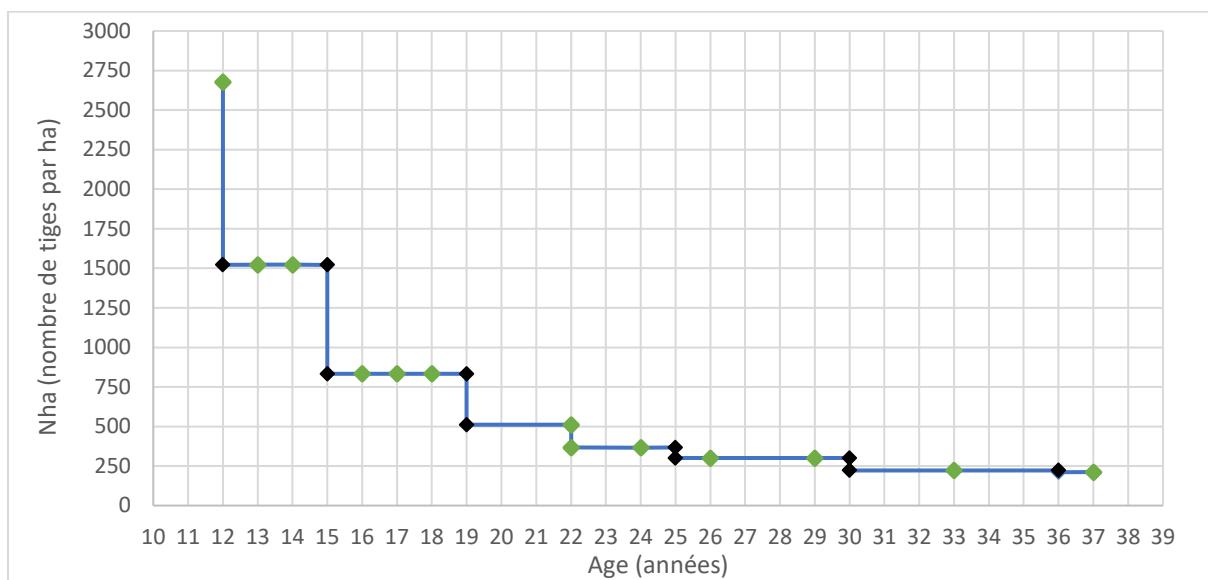


Figure 41. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Transinne (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

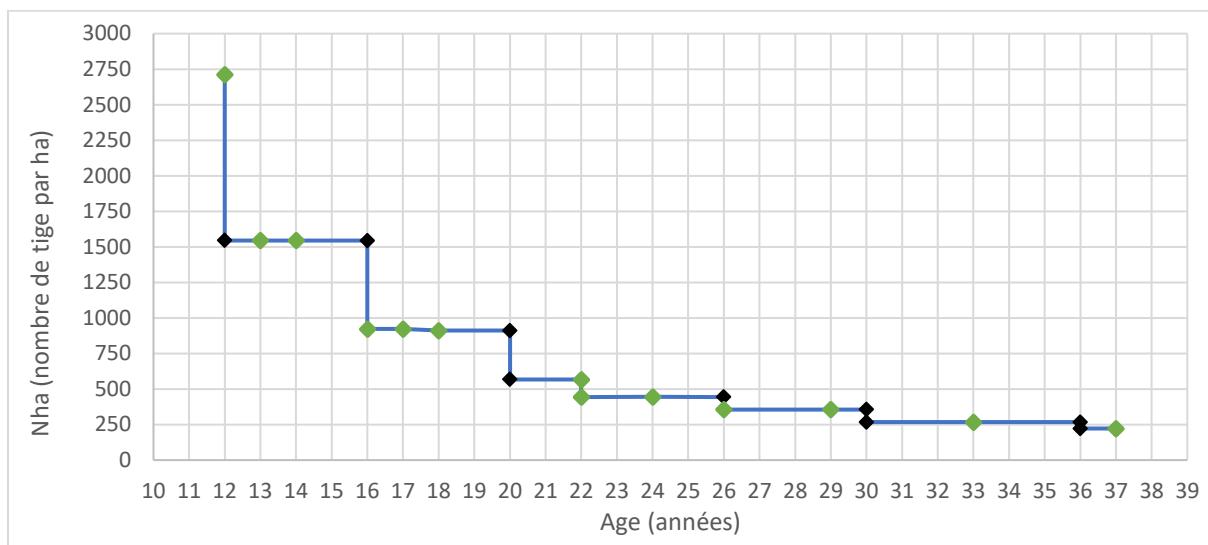


Figure 42. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Transinne (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

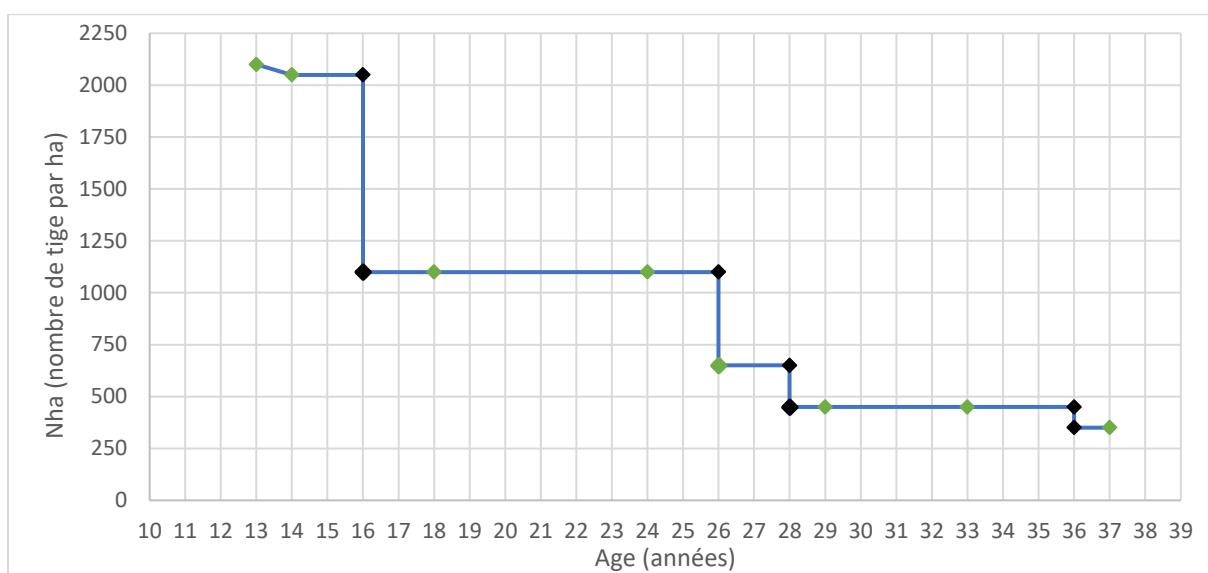


Figure 43. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité témoin de Transinne (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

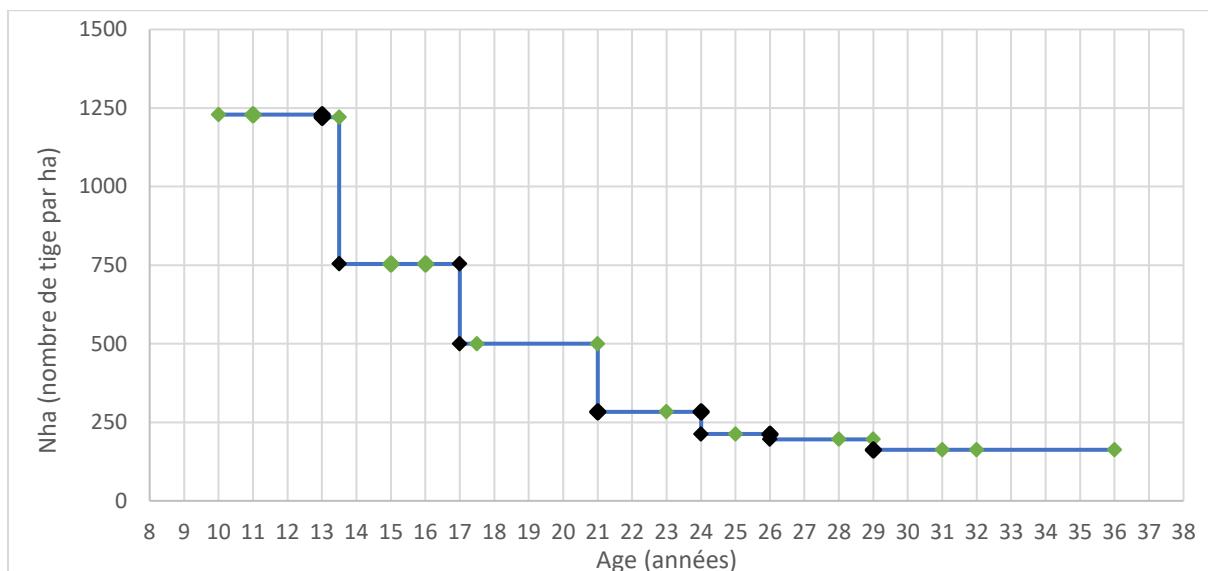


Figure 44. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

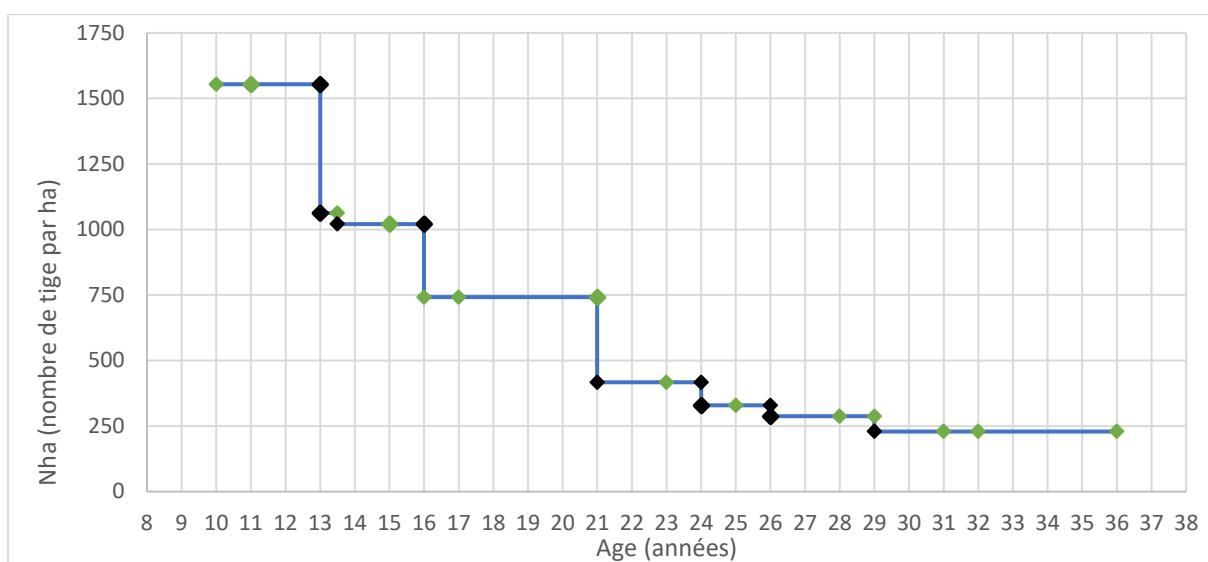


Figure 45. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

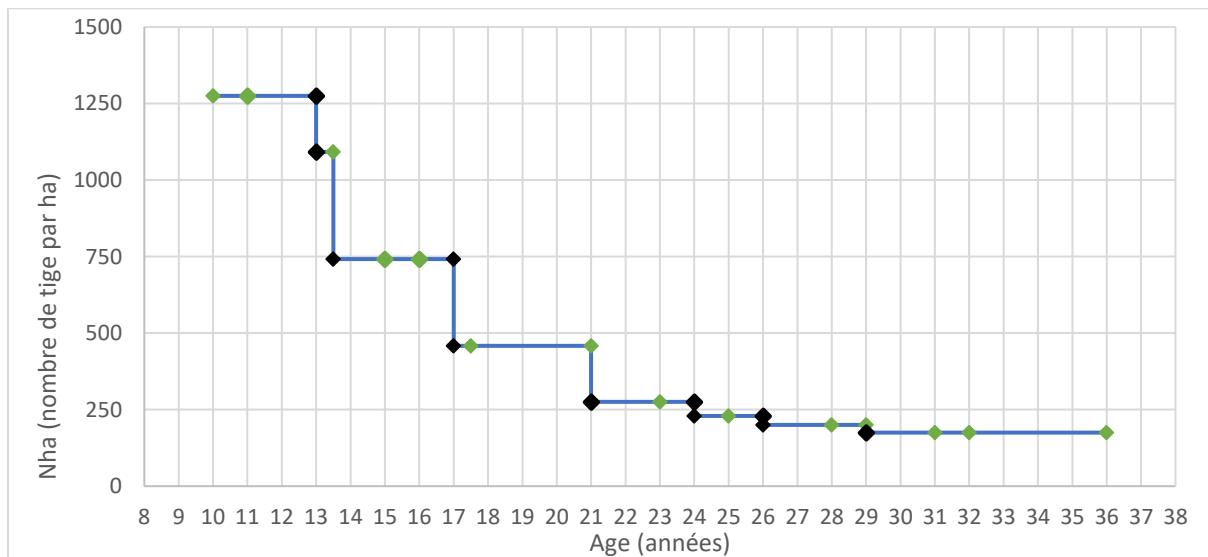


Figure 46. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « AO » de Oignies-en-Thiérache (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

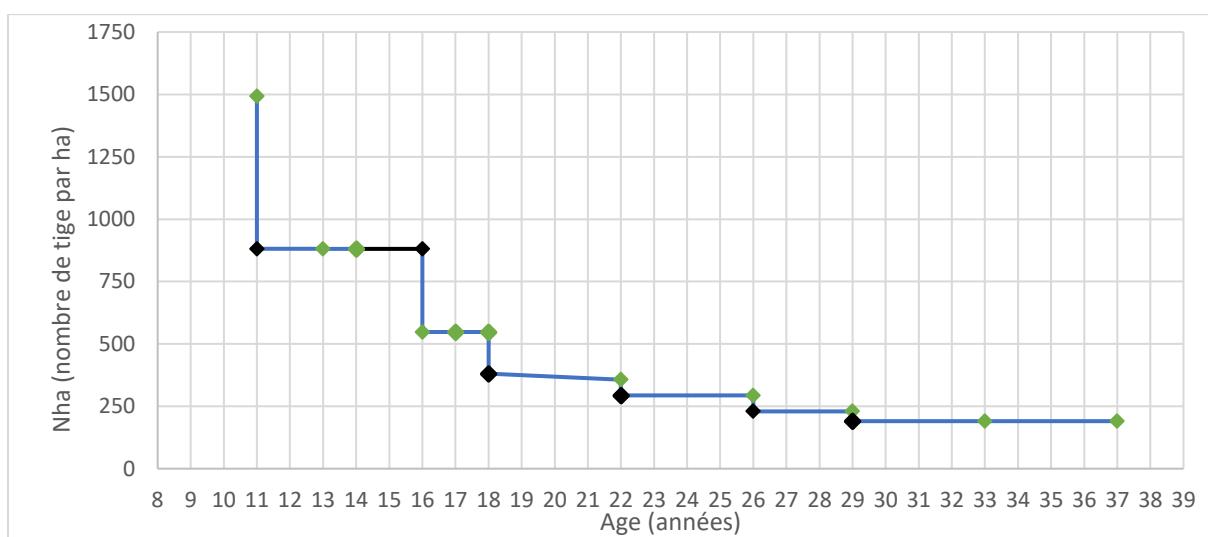


Figure 47. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Tihange (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

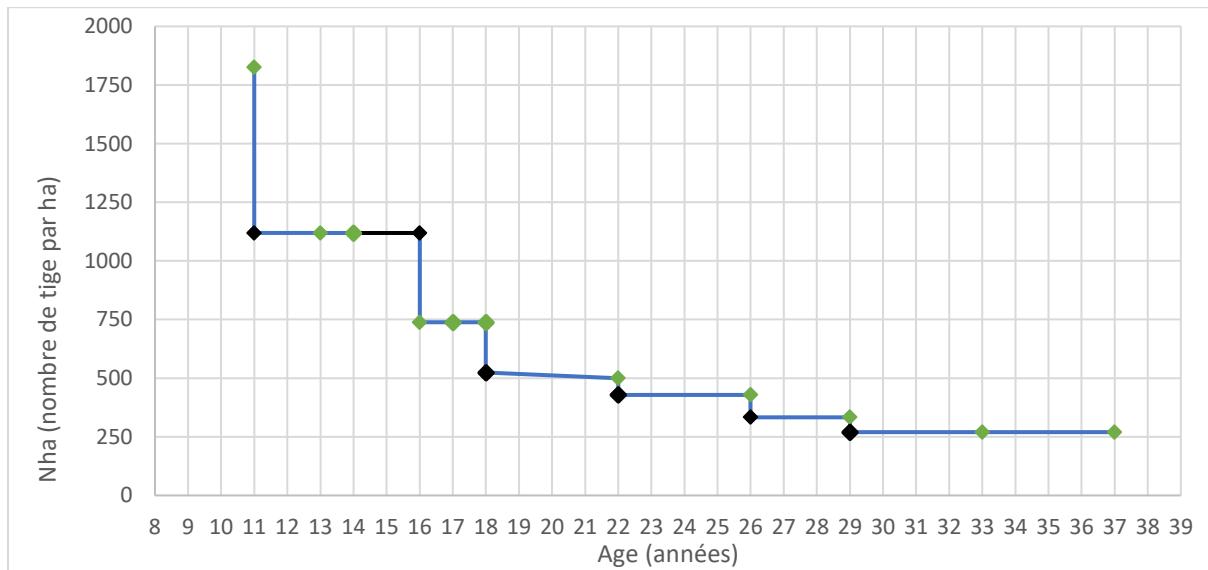


Figure 48. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Tihange (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

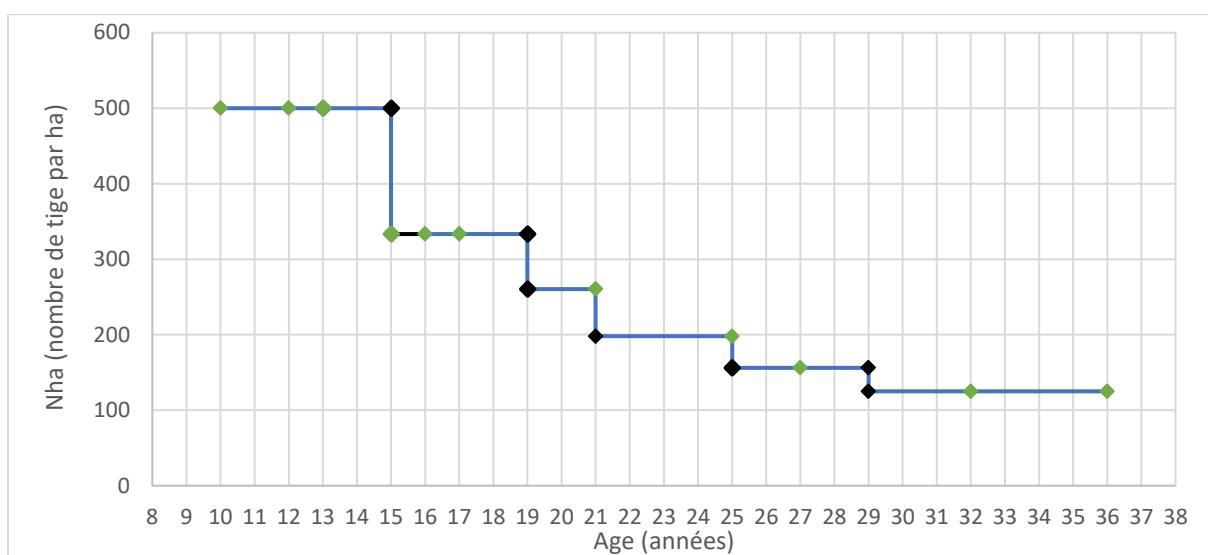


Figure 49. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 15m²/ha » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

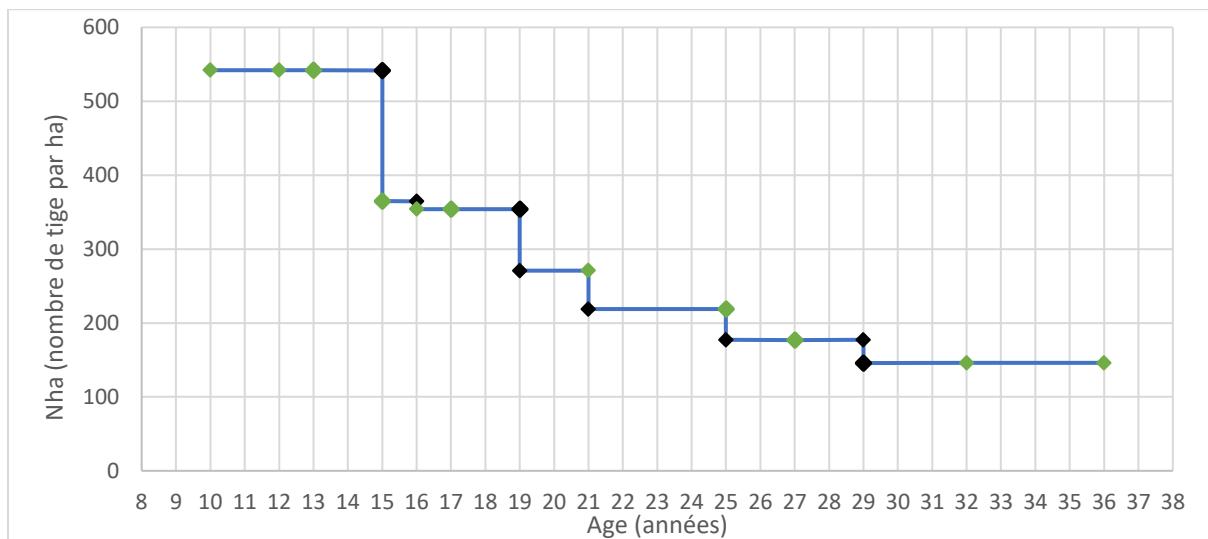


Figure 50. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « 18m²/ha » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)

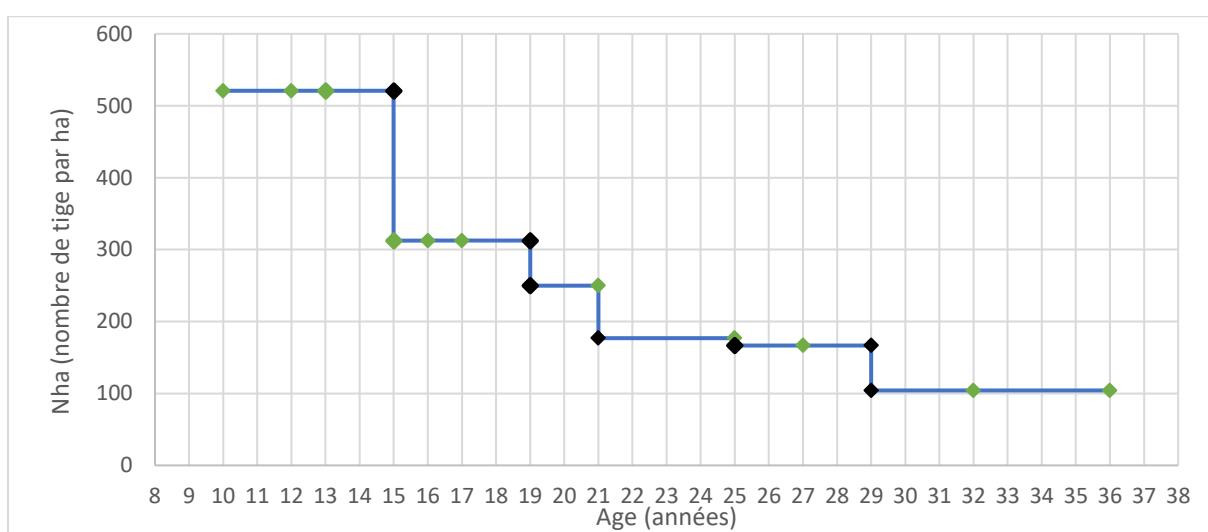


Figure 51. Evolution du nombre de tiges à l'hectare du peuplement en fonction de l'âge pour la modalité « AO » de Faulx-Les-Tombes (en vert les données mesurées et en noir les données estimées)



10.3 ANNEXE 3 : EVOLUTION DES CIRCONFÉRENCES MOYENNES ET DOMINANTE



Figure 52. Evolution des circonférences moyennes et dominante à 1m30 au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 15m²/ha » de Transinne



Figure 53. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 18m²/ha » de Transinne



Figure 54. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité témoin de Transinne



Figure 55. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 15m²/ha » de Oignies-en-Thiérache



Figure 56. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 18m²/ha » de Oignies-en-Thiérache



Figure 57. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « AO » de Oignies-en-Thiérache



Figure 58. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 15m²/ha » de Tihange



Figure 59. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 18m²/ha » de Tihange



Figure 60. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 15m²/ha » de Faulx-Les-Tombes



Figure 61. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « 18m²/ha » de Faulx-Les-Tombes

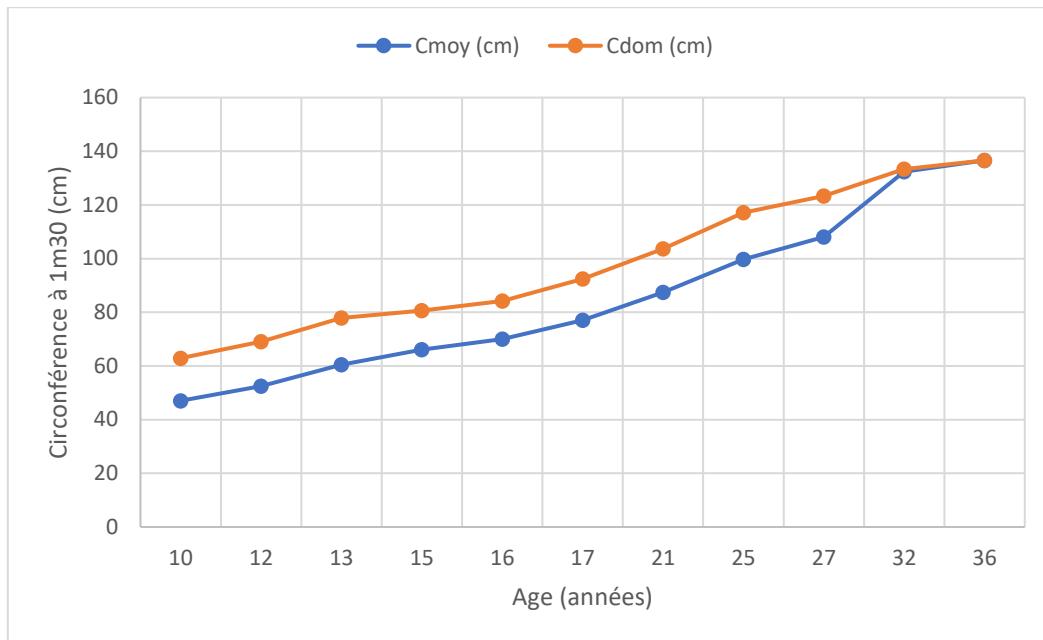


Figure 62. Evolution des circonférences moyennes et dominante au cours des différents inventaires réalisés pour la modalité « AO » de Faulx-Les-Tombes



10.4 ANNEXE 4 : TABLES DE PRODUCTION PROVISOIRES DES DISPOSITIFS 15 ET 18 M²/HA

Tableau 40. Table de production provisoire pour le dispositif « 15 m²/ha » de Transinne - 27610.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
13	13.1	0.8	0.4	2677	30	38	183	1078	8	31	41	1599	22.0	42	142	0	0	14.1	183
16	15.9	0.9	0.4	1600	29	47	187	644	9.5	43	61	956	19.0	50	126	15	2.1	14.3	228
19	18.5	1	0.38	956	24	56	180	378	8.6	54	65	578	15.0	57	115	18	1.6	14.8	282
22	20.9	1	0.21	578	19	64	160	122	3.8	63	33	456	15.0	64	127	15	1.2	14.9	327
25	23.1	0.9	0.22	456	18	71	172	100	3.2	63	30	356	15.0	72	142	14.7	1.1	14.8	371
28	25.1	1	0.19	356	18	79	185	67	3.1	76	32	289	15.0	80	153	14.3	1	14.8	414
31	27	0.9	0.19	289	17	87	193	56	2.6	76	29	233	15.0	89	164	13.7	0.9	14.7	455
34	28.6	1	0.14	233	17	96	205	33	2.3	93	27	200	15.0	97	178	13.3	0.8	14.6	495
40	31.5	1	0.28	200	20	111	247	56	5	106	63	144	15.0	113	184	11.5	0.8	14.1	564
46	33.9	1	0.23	144	19	128	256	33	4.2	126	57	111	15.0	129	199	12	0.7	13.8	636
52	35.8	1	0.2	111	19	144	265	22	3.6	143	52	89	15.0	145	213	10.8	0.6	13.5	701
58	37.5	0.9	0.25	89	18	160	273	22	3.6	142	54	67	15.0	166	219	9.8	0.6	13.1	760
64	38.9		1	67	18	182	272									8.8	0.5	12.7	813

Tableau 41. Table de production provisoire pour le dispositif « 18 m²/ha » de Transinne - 27611.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
13	12.5	0.8	0.43	2722	30	37	176	1167	9	31	46	1544	21.0	42	130	0	0	13.5	176
16	15.2	0.9	0.43	1544	27	47	172	667	9.2	42	57	878	18.0	51	115	14	2	13.6	218
19	17.8	1	0.22	878	23	57	166	189	4.4	54	33	689	18.0	57	133	16.7	1.5	14.1	268
22	20.1	1	0.21	689	22	63	185	144	4.3	61	36	544	18.0	64	149	17	1.3	14.5	319
25	22.2	0.9	0.2	544	21	70	197	111	3.4	62	32	433	18.0	72	165	16	1.2	14.7	367
28	24.1	0.9	0.18	433	21	78	213	78	3.2	72	32	356	18.0	80	181	15.7	1.1	14.8	414
31	25.9	1	0.16	356	21	86	227	56	3.2	85	34	300	18.0	86	193	15.3	1	14.8	460
34	27.5	1	0.5	300	21	93	236	44	2.9	91	33	256	18.0	93	203	14.7	0.9	14.8	504
37	29	0.9	0.13	256	20	100	244	33	2.1	89	25	222	18.0	101	219	13.7	0.8	14.7	545
40	30.3	0.9	0.15	222	21	108	260	33	2.5	97	32	189	18.0	110	228	13.7	0.8	14.7	586
46	32.7	0.9	0.24	189	23	123	298	44	4.7	115	61	144	18.0	126	237	11.7	0.8	14.3	656
52	34.6	0.9	0.23	144	22	139	311	33	4.4	129	62	111	18.0	142	249	12.3	0.7	14	730
58	36.2	1	0.2	111	22	156	314	22	4	150	58	89	18.0	158	256	10.8	0.6	13.7	795
64	37.6	1	0.13	89	21	172	315	11	2.6	170	39	78	18.0	172	276	9.8	0.5	13.3	854
70	38.7		1	78	21	186	331									9	0.5	13	908

Tableau 42. Table de production provisoire pour le dispositif « 15 m²/ha » de Oignies-en-Thiérache - 27615.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
12	13.4	0.87	0.38	1229	20.9	46	125	467	6	40	34	762	15.0	50	91	0	0	10	125
15	16.5	0.89	0.32	762	20.1	58	138	242	5.1	52	35	521	15.0	60	103	15.7	1.7	12	172
18	19.4	0.93	0.25	521	19.2	68	153	129	4.1	63	32	392	15.1	70	120	16.7	1.4	12	222
21	22.1	0.94	0.22	392	18.7	77	169	88	3.7	72	33	304	15.0	79	136	16.3	1.2	13	271
24	24.5	0.96	0.21	304	18.2	87	183	62	3.4	83	35	242	14.8	88	149	15.7	1.1	13	318
27	26.7	0.9	0.19	242	17.7	96	193	46	2.7	87	30	196	14.9	98	163	14.7	1	13	362
30	28.7	0.91	0.17	196	17.5	106	206	33	2.5	96	29	162	15.1	108	177	14.3	0.9	14	405
33	30.5	1.1	0.13	162	17.5	116	218	25	2.7	116	34	138	14.8	116	185	13.7	0.8	14	446
39	33.7	1.02	0.21	138	19.5	133	255	29	4.3	135	56	108	15.2	133	199	11.7	0.8	13	516
45	36.3	0.99	0.23	108	19.3	150	276	25	4.4	148	62	83	15.0	150	214	12.8	0.7	13	593
51	38.4	0.97	0.2	83	18.6	168	282	17	3.5	163	54	67	15.1	169	229	11.3	0.6	13	661
57	40.2		1	67	18.3	186	290									10.2	0.5	13	722



Tableau 43. Table de production provisoire pour le dispositif « 18 m²/ha » de Oignies-en-Thiérache - 27613.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
12	13.1	0.86	0.34	1554	24	44	140	525	6	38	34	1029	18.0	47	106	0	0	12	140
15	16.1	0.92	0.3	1029	23.9	54	160	304	5.9	49	39	725	18.0	56	121	18	2	13	194
18	19	0.93	0.24	725	22.7	63	177	171	4.7	59	36	554	18.0	64	140	18.7	1.6	14	250
21	21.6	0.93	0.21	554	22	71	195	117	4.1	66	36	438	18.0	72	159	18.3	1.3	15	305
24	23.9	0.95	0.18	438	21.6	79	212	79	3.6	75	35	358	18.0	80	177	17.7	1.2	15	358
27	26.1	0.98	0.16	358	21.3	87	228	58	3.3	85	36	300	18.0	87	192	17	1.1	15	409
30	28.1	0.96	0.15	300	21	94	242	46	3	90	34	254	18.0	94	208	16.7	1	15	549
33	29.9	0.96	0.15	254	20.8	101	255	38	2.8	97	34	217	18.0	102	221	15.7	0.9	15	506
36	31.5	1	0.13	217	20.6	109	267	29	2.8	109	36	188	17.8	109	231	15.3	0.9	15	552
39	33	0.98	0.11	188	20.2	116	274	21	2.2	114	29	167	18.1	117	244	14.3	0.8	15	595
45	35.5	1.02	0.2	167	22.8	131	320	33	4.7	133	66	133	18.1	131	254	12.7	0.8	15	671
51	37.7	1.03	0.19	133	22.3	145	333	25	4.5	150	67	108	17.8	144	266	13.2	0.7	15	750
57	39.4	1.18	0.12	108	21.5	158	338	17	3.5	162	55	92	18.0	157	283	12	0.6	14	822
63	40.9	1.25	0.09	92	21.3	171	347	12	3	174	49	79	18.3	170	298	10.7	0.5	14	886
69	42.1			79	21.3	184	357									9.8	0.5	14	945

Tableau 44. Table de production provisoire pour le dispositif « 15 m²/ha » de Tihange - 27622.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
11	12.8	0.8	0.38	1492	20	41	127	563	5	33	28	929	16.0	46	99	0	0	12	127
14	16.1	0.9	0.36	929	21	54	141	333	6.2	49	41	595	15.0	56	100	14	1.9	12	169
17	19.2	1	0.25	595	20	64	152	151	4.6	62	36	444	15.0	65	117	17.3	1.5	13	221
20	22	0.9	0.23	444	19	73	167	103	3.7	67	33	341	15.0	74	134	16.7	1.3	14	271
23	24.5	1	0.21	341	18	82	183	71	3.5	78	35	270	15.0	83	148	16.3	1.1	14	320
26	26.8	1	0.18	270	18	91	194	48	3.1	90	34	222	15.0	91	160	15.3	1	14	366
29	29	1	0.14	222	17	99	204	32	2.3	96	27	190	15.0	99	177	14.7	0.9	14	410
32	30.9	1	0.17	190	18	108	221	32	2.7	104	34	159	15.0	108	187	14.7	0.8	14	454
38	34.2	0.9	0.3	159	20	125	260	48	4.7	111	62	111	15.0	130	198	12.2	0.8	14	527
44	37	0.9	0.29	111	19	147	276	32	4.2	128	61	79	15.0	154	215	13	0.7	14	605
50	39.2	1	0.2	79	19	171	286	16	3.6	169	55	63	15.0	172	230	11.8	0.6	14	676
56	41.1		1	63	18	190	293									10.5	0.6	13	739

Tableau 45. Table de production provisoire pour le dispositif « 18 m²/ha » de Tihange - 27623.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
11	13.1	0.8	0.37	1833	24	41	150	675	6	33	33	1151	18.0	45	117	0	0	14	150
14	16.5	0.9	0.32	1151	25	42	164	365	6.7	44	44	786	18.0	54	120	15.7	2.1	14	197
17	19.6	0.9	0.25	786	23	61	181	198	5	39	39	587	18.0	62	142	20.3	1.7	15	258
20	22.4	0.9	0.22	587	22	69	200	127	4.2	38	38	460	18.0	70	162	19.3	1.4	16	316
23	25	0.9	0.19	460	22	77	219	87	3.6	37	37	373	18.0	78	182	19	1.3	16	373
26	27.4	1	0.17	373	21	85	238	63	3.6	40	40	310	18.0	85	198	18.7	1.1	17	429
29	29.5	1.1	0.13	310	21	92	251	40	3	36	36	270	18.0	91	214	17.7	1	17	482
32	31.5	1	0.15	270	21	98	265	40	2.8	36	36	230	18.0	99	229	17	1	17	533
35	33.3	1	0.14	230	21	106	278	32	2.6	36	36	198	18.0	106	242	16.3	0.9	17	582
38	34.9	1	0.12	198	20	113	289	24	2.4	34	34	175	18.0	113	255	15.7	0.8	17	629
41	36.3	1	0.14	175	20	120	299	24	2.5	37	37	151	18.0	121	262	14.7	0.7	16	673
47	38.8	1	0.21	151	22	136	339	32	4.2	65	65	119	18.0	137	274	12.8	0.7	16	750
53	40.9	1	0.2	119	22	152	355	24	4	65	65	95	18.0	154	291	13.5	0.7	16	831
59	42.6	1	0.17	95	22	168	365	16	3.4	58	58	79	18.0	169	306	12.3	0.6	15	905
65	44.1		1	79	21	183	372									11	0.5	15	971

Tableau 46. Table de production provisoire pour le dispositif « 15 m²/ha » de Faulx-Les-Tombes - 27624.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
15	17.5	0.84	0.35	500	20.1	71	127	177	5.1	60	32	323	15.0	76	95	0	0	8.5	127
18	20.5	0.95	0.23	323	18.8	86	157	73	3.9	82	32	250	14.9	87	124	20.7	1.3	10.5	189
21	23.3	0.91	0.21	250	18.2	96	172	52	3.1	87	30	198	15.1	98	142	16	1.1	11.3	237
24	25.8	0.9	0.21	198	18.1	107	189	42	3.1	97	32	156	15.0	110	157	15.7	1	11.8	284
30	30.2	0.98	0.27	156	20.5	128	232	42	5.3	126	60	115	15.3	129	172	12.5	0.9	12	359
36	33.8	0.96	0.27	115	20	148	257	31	5	141	64	83	15.0	150	193	14.2	0.8	12.3	444
48	39.1		1	83	23.2	187	352									13.3	0.7	12.6	306

Tableau 47. Table de production provisoire pour le dispositif « 18 m²/ha » de Faulx-Les-Tombes - 27626.

Age	Hdom	Typ	Poids	N avant	G avant	C avant	V avant	N ecl	G ecl	C ecl	V ecl	N après	G après	C après	V après	AccV	AccG	AMV	PTV
15	17.5	0.86	0.37	594	24.9	73	157	219	6.8	62	43	375	18.1	78	114	0	0	10.5	157
18	20.5	0.93	0.22	375	22.3	87	186	83	4.3	81	36	292	18.0	88	150	24	1.4	12.7	229
21	23.3	0.85	0.25	292	21.7	97	205	73	4	83	38	219	17.8	101	167	18.3	1.2	13.5	284
24	25.8	1.03	0.14	219	21	110	220	31	3.2	113	33	188	17.9	109	186	17.7	1.1	14	337
27	28.1	0.93	0.17	188	20.9	118	237	31	3	110	34	156	17.8	120	203	17	1	14.4	388
33	32	0.97	0.27	156	23.6	138	286	42	6	134	73	115	17.6	139	214	13.8	1	14.3	471
39	35.3	1.05	0.18	115	22.5	157	305	21	4.5	166	61	94	17.9	155	243	15.2	0.8	14.4	562
45	38	0.95	0.22	94	22.3	173	329	21	4.4	164	66	73	17.9	176	263	14.3	0.7	14.4	648
51	40.2		1	73	21.7	193	340									12.8	0.6	14.2	725