



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude de ressource résineuse En Bourgogne

Mai 2011





INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude de ressource résineuse En Bourgogne

Rapport

Contrat N°2010.S9.02.0436

Chef de projet : A. Thivolle-Cazat

Date : 2 mai 2011

Siège social

10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél +33 (0)1 40 19 49 19
Fax +33 (0)1 43 40 85 65

**Pôle Economie, Energie et
Prospective**

10, avenue de Saint-Mandé
75012 Paris
Tél +33 (0)1 40 19 48 24
Fax +33 (0)1 40 19 80 58

www.fcba.fr

Sret 775 680 903 00017
APE 731 Zi
Code TVA CEE : FR 14 775 680 903

Institut technologique FCBA : Forêt, Cellulose, Bois - construction, Ameublement

SOMMAIRE

1.	Introduction	4
2.	Paramètres de l'étude	5
	2.1 Données utilisées	5
	2.2 Zone étudiée	5
	2.2.1 Zone géographique	5
	2.2.2 Strates géographiques	5
	2.3 Domaines d'étude	6
	2.4 Scénarios de récolte	6
	2.4.1 Actualisation	6
	2.4.2 Prospective	7
	2.5 Répartition Epicéa-Douglas	8
	2.6 Scénarios d'évolution du massif	8
3.	Résultats de l'actualisation	10
	3.1 Modalités de la réalisation de l'actualisation	10
	3.2 Etat des peuplements en 2010	10
	3.3 Comparaison avec les données du nouvel inventaire	11
	3.4 Conclusions sur les résultats d'actualisation	12
4.	Résultats de la prospective	13
	4.1 Etat des peuplements	13
	4.1.1 Evolution des surfaces	13
	4.1.2 Effort de reboisement à réaliser dans les 15 années à venir pour maintenir le niveau de production du massif	14
	4.2 Evolution de la disponibilité selon les scénarios	15
	4.2.1 Disponibilité totale par scénario et par propriété	15
	4.2.2 Disponibilité totale par type de coupe	17
	4.2.3 Ventilation de la disponibilité totale par classe de diamètre des arbres	19
	4.2.4 Ventilation de la disponibilité sur écorce par classe de découpe	21
	4.2.5 Ventilation de la disponibilité sous écorce par classe de découpe	22
	4.2.6 Ventilation de la disponibilité toutes essences sous écorce par classe de découpe	23
5.	Conclusions	24

1. Introduction

La Région souhaite disposer de données fiables sur l'évolution de la ressource résineuse en Bourgogne dans les trente prochaines années, d'une part pour l'aider dans le pilotage de ses politiques publiques et d'autre part pour éclairer les décisions d'investissements des opérateurs économiques (sylviculteurs et transformateurs).

L'objectif du projet est donc de fournir les disponibilités à l'horizon 2040 des groupes d'essence suivants : Douglas et Sapin-Epicéa. Deux domaines d'études (Morvan et Hors Morvan) et deux catégories de propriétés sont à considérer (forêts relevant du régime forestier, forêts privées).

Il s'agit de déterminer, à partir des données IFN disponibles aujourd'hui :

- La répartition par classe d'âge des surfaces des peuplements résineux de Douglas et d'épicéa de Bourgogne d'ici à 2040 ;
- La disponibilité en bois (récolte potentielle) dans ces peuplements d'ici à 2040 ventilés par diamètre à 1,3 m et par découpe.

La méthode de travail proposée est globalement la même que celle qui a été utilisée pour les études résineuses en Bourgogne en 2004 et 2007 :

1. Extraction des données IFN de la base d'exploitation ;
2. Constitution des domaines d'étude¹ ;
3. Paramétrage des régimes d'éclaircie et de coupe rase ;
4. Paramétrage du renouvellement des peuplements ;
5. Simulation de l'évolution des peuplements de 2010 à 2040 ;
6. Ventilation des résultats de disponibilité selon la découpe ;
7. Analyse des données qualités réalisées pour la Bourgogne ;
8. Création des tables résultats ;
9. Rédaction du rapport final.

Cependant, le nombre de placettes mesurées avec la nouvelle méthode IFN des campagnes 2005 à 2010 est plus faible que celui obtenu avec les anciens inventaires départementaux. Il ne permet pas un découpage en domaine d'étude aussi fin que celui réalisé pour les études 2004 et 2007.

Pour l'étude proposée ici, on utilisera donc les données des anciens inventaires, qui malgré leur ancienneté pour partie (Nièvre et Yonne), permettent néanmoins une approche encore pertinente de la disponibilité potentielle de la région.

¹ Un domaine d'étude est un ensemble de peuplements homogènes par leurs caractéristiques majeures (essences principales, structure forestière, type de propriété), et pour lesquels les mêmes scénarios de croissance et de récolte peuvent être appliqués.

2. Paramètres de l'étude

2.1 Données utilisées

Les données utilisées pour l'étude sont issues des derniers inventaires départementaux (ancienne méthode) de l'Inventaire Forestier National.

Ces inventaires ont été réalisés aux dates suivantes.

Tableau 1 : Cycle et année d'inventaire par département

	Cycle d'inventaire	Année d'inventaire
21 – Côte d'Or	4 ^{ème}	2004
58 – Nièvre	3 ^{ème}	1996
71 – Saône et Loire	4 ^{ème}	2002
89 - Yonne	3 ^{ème}	1999

Les données de l'inventaire systématique actuel (données des campagnes 2005 à 2009) seront comparées aux résultats de l'actualisation à 2010 des données des inventaires départementaux pour tenter d'en valider les résultats.

2.2 Zone étudiée

2.2.1 Zone géographique

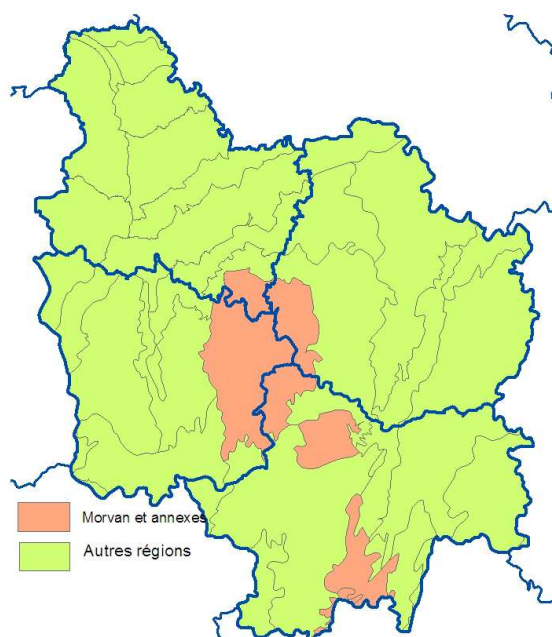
Les quatre départements de Bourgogne constituent la zone d'étude.

2.2.2 Strates géographiques

Deux strates ont été distinguées, en raison de leur richesse en résineux :

- Morvan et annexes
- Zones de transition et périphériques

Carte 1: Carte de la zone étudiée



2.3 Domaines d'étude

Un domaine d'étude est un ensemble de peuplements auquel on peut appliquer un même scénario de sylviculture.

On ne considèrera que deux domaines d'étude :

- Futaies régulières à Douglas prépondérant ;
- Futaies régulières à sapin (alba, grandis,...) ou épicéa prépondérants.

Ces peuplements peuvent comporter une part de peuplement notés mélanges futaie- taillis par l'IFN qui sont en réalité des plantations résineuses dans lesquelles le taillis a gardé une certaine importance. Ces peuplements mélangés seront traités comme des futaies. On tiendra cependant compte de leur pureté (proportion des essences accessoires) dans les résultats.

2.4 Scénarios de récolte

2.4.1 Actualisation

Pour l'actualisation des peuplements à 2010, on appliquera aux peuplements un modèle de croissance et de récolte moyenne en fonction de l'âge.

Le modèle de production sera défini à partir des données d'accroissement en volume issues des derniers inventaires départementaux.

Le scénario de récolte en éclaircie sera calculé à partir de la modélisation du volume sur pied observé aux derniers inventaires départementaux selon le principe suivant :

$$\text{Taux éclaircie (n)} = (\text{Volume (n)} + \text{Pha(n)} - \text{Volume (n+1)}) / \text{Pha(n)}$$

Où :

Taux d'éclaircie : part de la production biologique annuelle récoltée en éclaircie (m³/ha/an)

Volume(n) : volume sur pied modélisé à l'âge n (m³/ha)

Pha(n) : Production biologique courante à l'âge n (m³/ha/an)

Le scénario de récolte en coupe rase est défini par un âge de début des coupes rases, l'âge où 50 % de la classe d'âge est récolté et l'âge où 90 % de la classe d'âge est récolté.

Pour chaque domaine d'étude, un scénario de coupe rase a été défini *a priori* comme suit avec le conseil régional.

Tableau 2: Scénario de coupe rase défini pour l'actualisation

	Âge début	Âge milieu	Âge fin
Douglas	50	55	65
Sapin épicéa	40	55	65

Ces scénarios seront ajustés pour que la récolte générée par l'actualisation soit sensiblement égale à la récolte observée (EAB Exploitation Forestière et Scierie sur la période 2005-2009).

2.4.2 Prospective

2.4.2.1 Douglas

Un scénario d'éclaircie a été défini pour le Douglas.

Tableau 3: Scénario d'éclaircie défini pour le Douglas pour la prospective

Age (ans)	Volume biologique (m ³ /ha)	Volume commercial (m ³ /ha)
20-24	50	40
25-29	45	36
30-34	50	40
35-39	55	44
40-44	60	48
45-49	65	52
50-59	75	60
60-69	90	72
70-79	100	80
80-89	100	80
90-99	100	80

Ce tableau résulte de la synthèse des éclaircies fortes et modérées définie pour l'étude 2007. Les volumes éclaircis correspondent au volume de l'éclaircie forte décalés de 5 ans.

Trois scénarios de coupe rase ont été définis ; un quatrième scénario sans coupe rase (IRR) a également été défini, correspondant à une conduite en peuplement irrégulier.

Tableau 4 : Scénario de coupe rase défini pour le Douglas pour la prospective

Age	Age début	Age moyen	Age final
CRA_45	40	45	55
CRA_55	50	55	65
CRA_65	60	65	80
IRR			

Chaque scénario est caractérisé par l'âge moyen des coupes. On a considéré que le début des coupes intervenait cinq ans plus tôt que celui-ci.

Un scénario sylvicole résulte de la combinaison des scénarios de coupe d'éclaircie et de coupe rase ; quatre scénarios sylvicoles ont été définis.

Tableau 5 : Scénarios sylvicoles définis pour le Douglas pour la prospective

Scénario sylvicole		Eclaircie	Pas d'éclaircie
DO45SE	CRA_45		X
DO55E	CRA_55	X	
DO65E	CRA_65	X	
DOIRR	IRR	X	

Avec : SE : sans éclaircie ; E : avec éclaircie ; IRR : sans coupe rase

2.4.2.2 Sapin-Epicéa

Les scénarios d'éclaircie et de coupe rase sont définis dans les tableaux suivants

Tableau 6 : Scénario d'éclaircie défini pour le sapin - épicéa pour la prospective

Âge (ans)	Volume biologique m ³ /ha	Volume commercial m ³ /ha
20-24	40	32
25-29	45	36
30-34	45	36
35-39	50	40
40-44	55	44
45-49	55	44
50-59	70	56
60-69	80	64
70-79	90	72
80-89	100	80
90-99	100	80

Tableau 7 : Scénario de coupe rase défini pour le sapin - épicéa pour la prospective

Age	Age début	Age moyen	Age final
CRA_45	40	45	50
CRA_55	45	55	60

Deux scénarios sylvicoles ont été définis par combinaison de ces scénarios d'éclaircie et de coupe rase.

Tableau 8 : Scénarios sylvicoles définis pour le sapin - épicéa pour la prospective

Scénario sylvicole	Coupe rase	Eclaircie	Pas d'éclaircie
EP45SE	CRA_45		X
EP55E	CRA_55	X	

2.5 Répartition Epicéa-Douglas

Il a été considéré que :

- Le taux de transfert des coupes de sapin-épicéa vers Douglas est de 90 % ;
- Le taux de renouvellement du Douglas sur lui-même est de 95 %.

2.6 Scénarios d'évolution du massif

La gestion des peuplements résineux n'est pas identique selon les propriétaires et chacun des scénarios sylvicoles définis est pratiqué en proportion variable en Bourgogne.

Il a été défini trois scénarios d'évolution du massif résineux Douglas / Sapin-épicéa ; chacun de ces scénarios d'évolution du massif est caractérisé par une proportion des quatre scénarios sylvicoles définis pour le Douglas et des deux scénarios sylvicoles définis pour le sapin-épicéa..

Tableau 9: Scénarios d'évolution de massif définis pour la prospective

Scénario d'évolution du massif	Douglas				Sapin - Epicéa	
	DO45SE	DO55E	DO65E	DOIRR	EP45SE	EP55E
Scénario de base	35 %	35 %	20 %	10 %	50 %	50 %
Scénario avec anticipation	50 %	20 %	20 %	10 %	70 %	30 %
Scénario avec étalement	20 %	30 %	30 %	20 %	30 %	70 %

Le fait de reboiser des parcelles de sapin ou d'épicéa en Douglas crée une interaction entre ces deux domaines d'étude. L'évolution du domaine d'étude Douglas (et plus particulièrement les surfaces régénérées en Douglas) et, à moyen terme, la récolte générée par ces peuplements dépend du scénario sylvicole utilisé pour le sapin - épicéa. Selon le scénario sylvicole de sapin – épicéa (mais aussi selon l'année), la surface de coupe rase varie et avec elle la surface transformée en Douglas.

Pour chaque scénario d'évolution de massif proposé, et pour chaque scénario sylvicole de Douglas, il faut donc envisager le fait que les surfaces de coupe rase de sapin-épicéa qui leur sont adjointes année après année par transformation proviennent de l'un des deux scénarios sylvicole EP45SE ou EP55E, dans les proportions définies par les scénarios de massif pour l'épicéa.

Par exemple, dans le scénario de massif de base, les scénarios sapin - épicéa se partagent chacun 50 % de la surface de sapin épicéa. Les surfaces de coupes rases issues de chacun de ces scénarios (différentes du fait de la différence entre scénario) seront transformées chacune à 90 % en Douglas. Ainsi, chaque année, dans chacun des quatre scénarios sylvicoles Douglas, les surfaces nouvelles issues de la transformation des peuplements de sapin épicéa proviendront à 50 % du scénario EP45SE et à 50 % du scénario EP50E.

Il faudra donc simuler l'évolution des deux domaines étudiés par couple de scénarios sylvicoles Douglas / sapin – épicéa, pour pouvoir, par combinaison de ces couples, établir l'évolution des peuplements pour chacun des scénarios d'évolution de massif.

Le tableau suivant donne la répartition des couples de scénarios Douglas/sapin-épicéa pour les trois scénarios d'évolution de massif. Le pourcentage défini pour chaque couple de scénario sylvicole est le résultat de la multiplication du pourcentage des scénarios sylvicole Douglas d'une part par le pourcentage des scénarios sylvicoles sapin- épicéa d'autre part dans chaque scénario de massif.

Tableau 10: synthèse des scénarios d'évolution de massif définis pour la prospective

	DO45SE / EP45SE	DO45SE / EP55E	DO55E / EP45SE	DO55E / EP55E	DO65E / EP45SE	DO65E / EP55E	DOIRR / EP45SE	DOIRR / EP55E
Scénario de base	17,5%	17,5%	17,5%	17,5%	10%	10%	5%	5%
Scénario avec anticipation	35%	15%	14%	6%	14%	6%	7%	3%
Scénario avec étalement	6%	14%	9%	21%	9%	21%	6%	14%

D'autres scénarios d'évolution du massif peuvent être construits à volonté sur ce modèle.

3. Résultats de l'actualisation

3.1 Modalités de la réalisation de l'actualisation

L'actualisation des peuplements observés au dernier inventaire départemental a été réalisée en appliquant un modèle de croissance et de récolte par domaine d'étude et zone géographique. Le scénario de coupe rase a été légèrement ajusté pour que la récolte calculée sur la période 2005 - 2009 corresponde à la récolte observée par l'EAB Exploitation forestière et scierie pour la Bourgogne.

Tableau 11: Comparaison des scénarios de coupe rase a priori et ajusté pour la période d'actualisation

	Scénario de coupe rase initial (âge début/milieu/fin)	Scénario de coupe rase final (âge début/milieu/fin)	Récolte calculée (x 1000 m ³ /an)	Récolte EBA 2005-2009 (x 1000 m ³ /an)
Douglas	50/55/65	49/55/65	519	494
Sapin - épicéa	40/55/65	49/58/70	338	327

On constate que le scénario ajusté pour le Douglas est quasiment identique au scénario défini a priori.

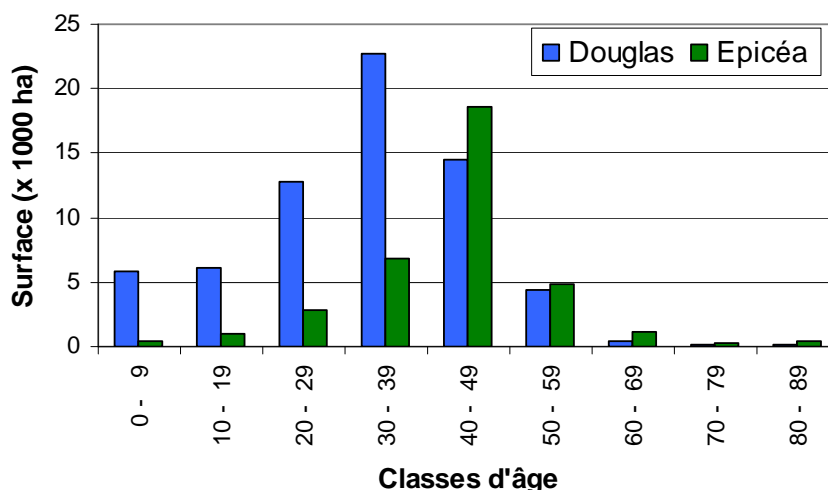
En revanche pour le sapin épicéa, il a fallu repousser notablement l'âge de début des coupes rases qui générerait trop de volume.

On notera que le regroupement des épicéas et des sapins dans le même domaine, peut faire que le scénario de coupe rase moyen ne reflète pas le scénario réel de chaque espèce, l'une pouvant être coupée plus tôt que l'autre.

3.2 Etat des peuplements en 2010

Le graphique suivant montre la répartition des surfaces par classe d'âge calculée par actualisation à 2010 des données des derniers inventaires départementaux disponibles.

Figure 1: Distribution des surfaces de Douglas et de sapin-épicéa par classe d'âge en 2010 à l'issue de l'actualisation



Du fait de l'absence de reboisement en épicéa, la surface de ce domaine diminue rapidement: Après 2025, il ne restera presque plus de sapin épicéa en Bourgogne.

En revanche, du fait du bon taux de transfert des surfaces de sapin - épicéa vers le Douglas, les surfaces dans les jeunes classes d'âge de ce domaine sont non négligeables : d'après cet histogramme, les (re)boisements en Douglas seraient de l'ordre de 600 ha/an en moyenne depuis une vingtaine d'année.

Plus précisément, sur la période 2005 – 2009, la surface de coupes rases calculée est de 865 ha par an (338 ha en Douglas et 527 ha en sapin-épicéa). Avec les scénarios de transfert adoptés, la surface reboisée serait de 795 ha (321 ha de renouvellement de Douglas et 474 ha de transformation de sapin-épicéa en Douglas).

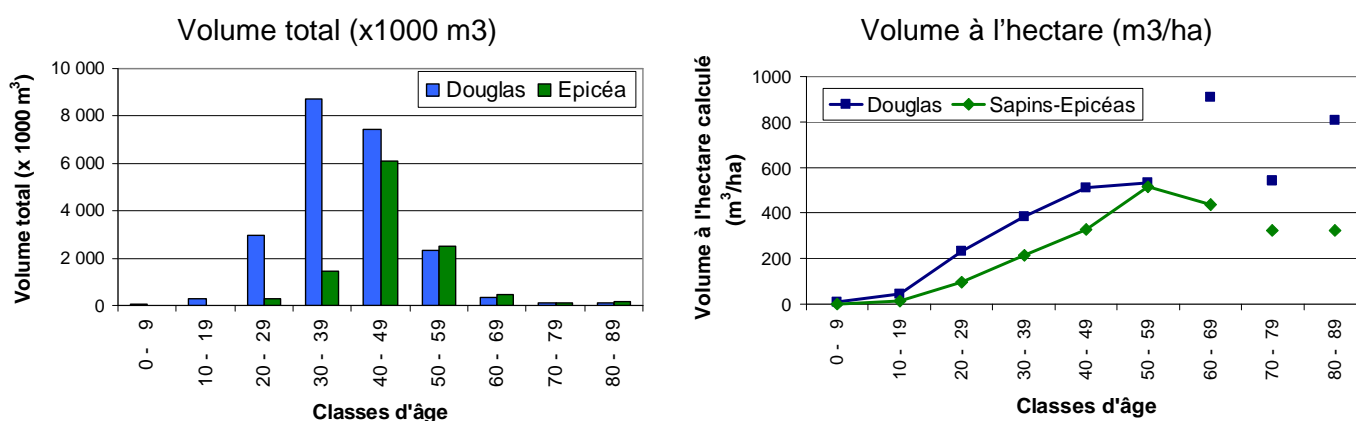
Or, le nombre de plants de douglas utilisés en Bourgogne sur cette période est de l'ordre de 1 million de plants par an², la surface de plantations correspondante, en soustrayant 10 % de plants utilisés pour les regarnis, serait de 810 ha à la densité de 1111 plants par ha.

La cohérence entre ces deux données est une deuxième validation de l'actualisation réalisée.

On notera que l'actualisation ne tient pas compte d'éventuels boisements de Douglas sur des sols précédemment non occupés par du sapin-épicéa ou du Douglas. Cela signifierait donc qu'il n'y a pas ou très peu de boisement de Douglas par transformation de peuplements feuillus.

La figure suivante montre la répartition du volume total sur pied et du volume à l'hectare en 2010 à l'issue de l'actualisation

Figure 2: Distribution du volume total et du volume à l'ha en 2010 à l'issue de l'actualisation



Au-delà de 60 ans pour le Douglas et 70 ans pour le sapin – épicéa, le très faible nombre de points observés entraîne une forte imprécision sur les valeurs du volume calculé.

3.3 Comparaison avec les données du nouvel inventaire

A ce jour, les seules données IFN nouvelle méthode disponibles sont les données publiées dans le rapport « La forêt française ; résultats issus des campagnes 2005 à 2009 pour la région Bourgogne » et les résultats personnalisés disponibles sur Internet.

Tableau 12 : Estimations IFN 2005- 2009 de surface et volume sur pied du Douglas et du sapin – épicéa pour la Bourgogne

	Surface (x 1000 ha)	Volume sur pied (millions m ³)
Douglas	73 +/- 12	16 +/- 4
Epicéa	n.s.	6 +/- 3

Tableau 13 : Estimations issues de l'actualisation des données IFN des inventaires départementaux de surface et volume sur pied du Douglas et du sapin – épicéa

	Surface (x 1000 ha)	Volume sur pied (millions m ³)
Douglas	65,0	17,8
Résineux blancs	38,5	7,3
Dont épicéa	Non estimé	5,8

² Source DRAAF Bourgogne

Les résultats obtenus sont dans la fourchette d'erreur des résultats de l'IFN.

Le volume calculé à l'issue de l'actualisation est cependant plus élevé que celui estimé par l'IFN alors que la surface calculée est inférieure à la surface estimée par l'IFN.

Pour expliquer cette observation, on peut avancer plusieurs hypothèses :

- Le modèle de croissance utilisé pour l'actualisation surestime la production des peuplements résineux : pour un volume de récolte simulé donné (ajusté à la récolte observée), le volume capitalisé restant sur pied est supérieur à la réalité ;
- Le taux de coupe anticipé des sapins (*Abies grandis* en particulier) plus important que ce qui a été pris en compte dans l'actualisation, conduisant également à des reboisements plus importants en Douglas et donc un volume moyen plus faible ;
- En éclaircie, le volume commercial est estimé à 80 % du volume IFN. En coupe rase on a estimé ce volume à 90 % du volume IFN. S'il est plus faible (fortes pertes en exploitation) l'ajustement à la récolte EAB nécessiterait de couper plus de peuplements (abaisser l'âge moyen de coupe rase) et ferait baisser le volume moyen des peuplements de Douglas ;
- L'estimation de la récolte EAB dépend de la précision des déclarations des exploitants forestiers. Si la récolte est sous estimée, l'ajustement de la récolte simulée pendant l'actualisation est inférieur à la réalité.

On le voit, les causes d'erreur possibles sont nombreuses et chacune d'entre elle impacte beaucoup plus le volume sur pied que la surface totale de Douglas. Pour estimer leur incidence sur le volume sur pied, il faudrait réaliser une étude de sensibilité assez lourde à la variation de chacun de ces critères.

Il est à noter que l'IFN donne des résultats pour l'épicéa seul alors que l'étude inclus dans le même domaine d'étude l'épicéa commun et les autres résineux blancs (*A. grandis* en particulier). Ces autres résineux blancs représentaient au dernier inventaire départemental, environ 20 % du volume du domaine.

3.4 Conclusions sur les résultats d'actualisation

Les résultats de la simulation à la fois pour les surfaces des peuplements et le volume de bois sur pied, la récolte générée et pour la surface des coupes rases sont globalement cohérents avec les données des autres sources disponibles (IFN nouvelle méthode, EAB, Nombre de plants utilisés en plantation).

On considèrera donc que les résultats de l'actualisation constituent une base acceptable pour la prospective.

4. Résultats de la prospective

Les résultats présentés ici sont le fruit de la combinaison des 8 couples de scénarios Douglas /sapin-épicéa décrit dans la partie 2.6. Ils sont présentés dans 2 fichiers :

- Les résultats complets par scénario d'évolution du massif figurent dans le fichier Bg_2011_scenarios.xls ;

Ce fichier comporte 2 onglets :

- Etat, peuplement : donnant les surfaces, volumes sur pied par scénario, période de calcul, strate, domaine d'étude, propriété, classe d'âge, classe de diamètre,
- Disponibilité : donnant les disponibilités sur et sous écorce par scénario, période de calcul, strate, domaine d'étude, propriété, classe d'âge, classe de diamètre, découpe et type d'éclaircie.

Tous les résultats présentés dans le rapport sont issus de ce fichier.

- Les résultats détaillés par couple de scénarios sylvicoles figurent dans le fichier Bg_2011_Sylv.xls

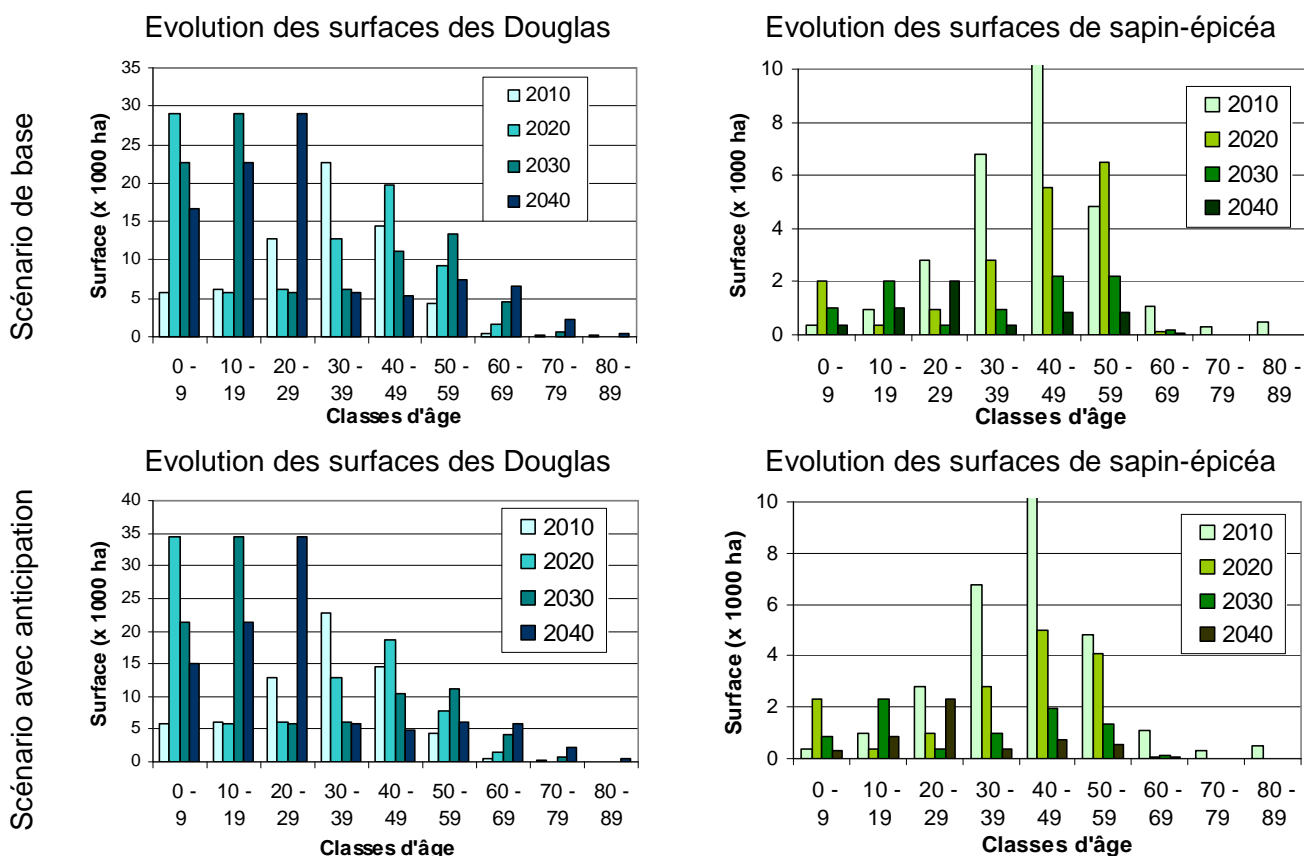
Ce fichier contient également deux onglets de même structure que les précédentes pour l'état des peuplements et la disponibilité mais ventilés par scénario sylvicoles au lieu des scénarios d'évolution du massif.

4.1 Etat des peuplements

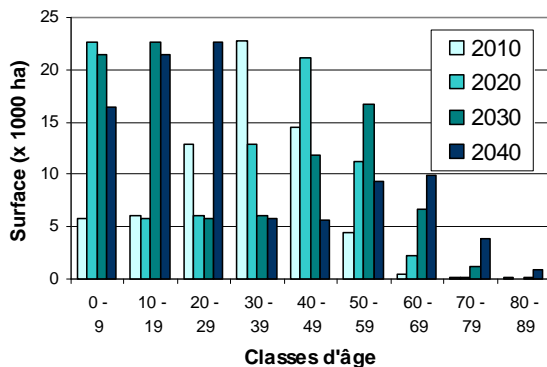
4.1.1 Evolution des surfaces

La figure suivante donne la distribution des surfaces par classe d'âge à la fin des différentes périodes de calcul.

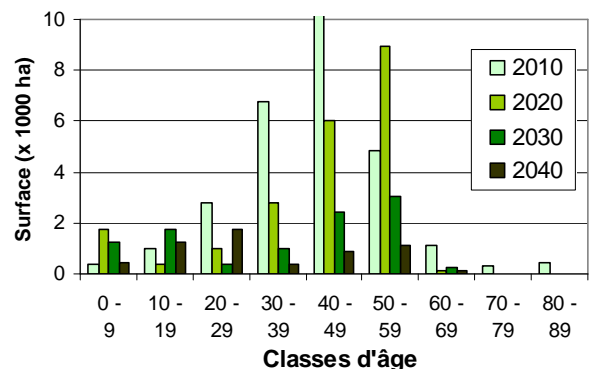
Figure 3 : Evolution de la distribution des surfaces de Douglas et de sapin-épicéa au cours des 30 prochaines années.



Evolution des surfaces de Douglas



Evolution des surfaces de sapin-épicéa



Du fait du non renouvellement des peuplements d'épicéa, la surface de cette essence va diminuer rapidement pour n'être plus que de 8 000 ha en 2030 et 5000 ha en 2040.

En revanche, du fait de l'hypothèse de conversion de ces surfaces en Douglas, la surface de cette essence va augmenter fortement pour atteindre 96 000 ha en 2040.

4.1.2 Effort de reboisement à réaliser dans les 15 années à venir pour maintenir le niveau de production du massif

Si on considère que le massif Douglas couvrira à terme de l'ordre de 100 000 ha et qu'il doit être renouvelé en 40-50 ans, cela suppose la réalisation de 2 000 à 2500 ha/an de reboisement. Cette surface devrait être largement atteinte et dépassée pendant les deux prochaines décennies, puisqu'elle est de 2 200 à 3 500 ha selon les scénarios (si les hypothèses de renouvellement des peuplements de Douglas et de transformation des peuplements de sapin-épicéa en Douglas sont confirmées). C'est après 2030 voire 2040 qu'il faudrait engager un programme de boisement sur des surfaces actuellement feuillues.

Mais par ailleurs, le déséquilibre des classes d'âge du massif de Douglas et de sapin-épicéa (en 2010 maximum vers 30 - 40 pour le Douglas, 40 - 50 ans pour le sapin-épicéa) va entraîner une forte diminution de la récolte dans les années à venir et ceci dès 2020 pour le scénario par anticipation.

La réponse à cette forte demande et pour compenser la diminution prévisible des capacités de réponse du massif résineux bourguignon pourrait être :

- Une anticipation encore plus forte des coupes (moins de 40 ans) ;
- Une reprise des boisements résineux sur les peuplements feuillus ;
- Un mix des deux précédents.

La coupe rase d'un peuplement de Douglas de 35 ans génère en moyenne 400 m³ de bois dont 80 % de bois d'œuvre. 1000 ha généreraient donc 320 000 m³ de bois d'œuvre 35 ans après leur plantation. Ce volume permettrait déjà de combler une grande part du déficit de récolte à craindre pour les années 2030 - 2050. Cette surface de reboisements *supplémentaires*, déjà supérieure aux reboisements de Douglas actuellement réalisés (de l'ordre de 800 ha), se rajoutera aux importantes surfaces à reboiser de la prochaine décennie, elles même trois à quatre fois supérieures à la surface actuelle reboisée en Douglas.

Cela constituerait un défi important pour les propriétaires forestiers de Bourgogne, mais pas inatteignable car il serait alors du même ordre de grandeur que le niveau atteint au plus fort des boisements résineux dans les années 1960 - 1970.

4.2 Evolution de la disponibilité selon les scénarios

4.2.1 Disponibilité totale par scénario et par propriété

Tableau 14 : Disponibilité calculée par scénario, essence et propriété pour les trois décennies à venir (x 1000 m³/an)

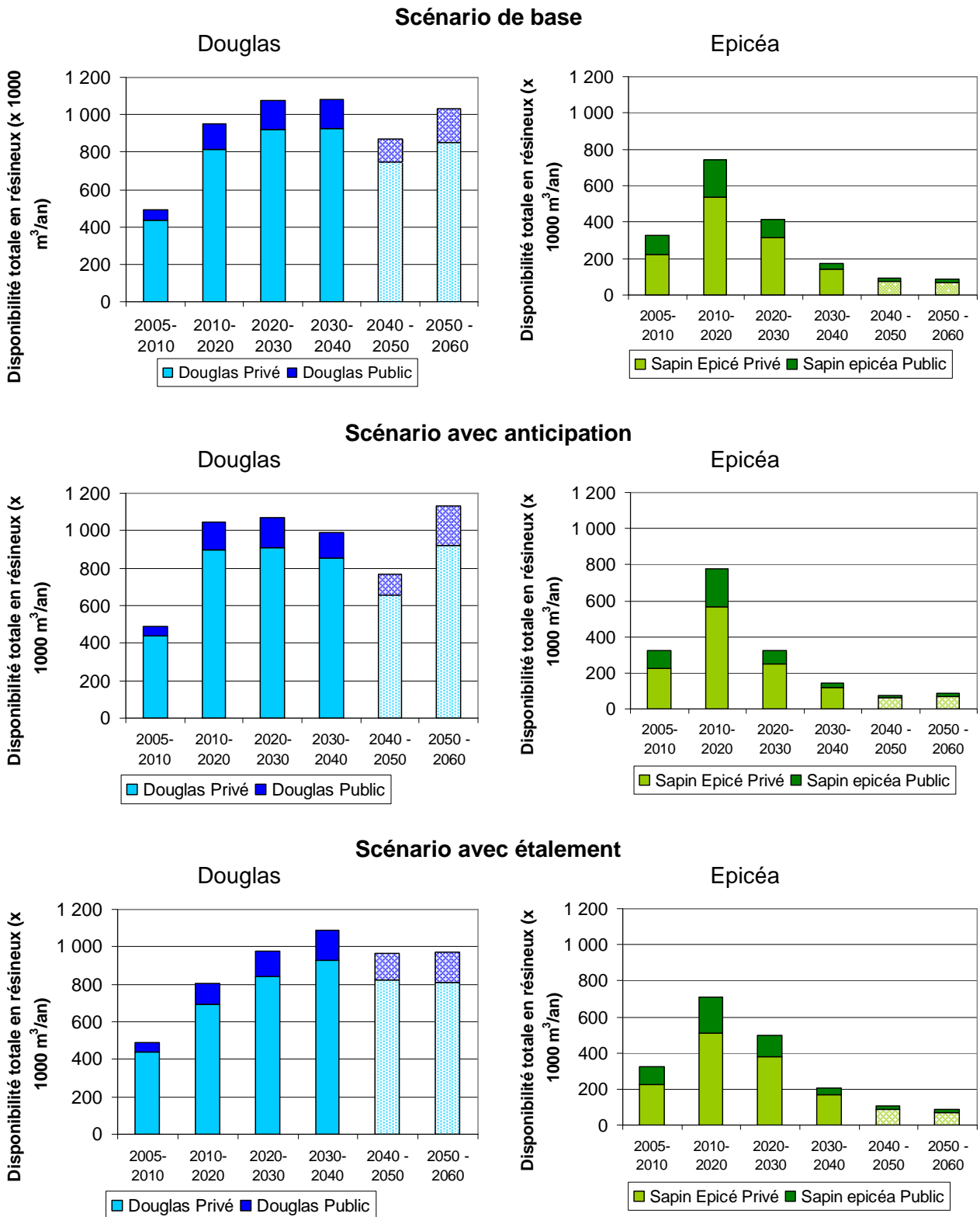
Scénario	Essence	Propriété	2005-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040
Base	Douglas	Privé	436	817	919	924
		Public	53	136	159	158
	Total Douglas		489	953	1 078	1 082
	Sapin - épicéa	Privé	224	538	315	142
		Public	101	207	97	34
	Total Sapin - épicéa		325	745	412	176
Total			814	1 698	1 490	1 258
Anticipation	Douglas	Privé	436	894	910	852
		Public	53	153	160	136
	Total Douglas		489	1 047	1 069	988
	Sapin - épicéa	Privé	224	563	250	115
		Public	101	214	73	28
	Total Sapin - épicéa		325	777	323	143
Total			814	1 824	1 393	1 131
Étalement	Douglas	Privé	436	691	839	927
		Public	53	114	139	165
	Total Douglas		489	805	978	1 091
	Sapin - épicéa	Privé	224	511	376	166
		Public	101	200	120	40
	Total Sapin - épicéa		325	711	497	206
Total			814	1 516	1 475	1 298

La disponibilité va plus que doubler dans la décennie à venir pour les scénarios de base et le scénario avec anticipation et augmenter de 85 % dans le scénario avec étalement. Cette augmentation est due en particulier à l'augmentation de la récolte finale des peuplements de sapin épicéa dont la disponibilité augmente de 130 % dans le scénario de base par rapport à la période 2005 – 2010.

Quel que soit le scénario envisagé, la disponibilité atteindra un pic dans la prochaine décennie. Ce pic sera le plus marqué dans le scénario avec anticipation et le moins marqué dans le scénario avec étalement. Le scénario de base est intermédiaire, mais plus proche du scénario avec anticipation. Dans tous les cas la disponibilité décroîtra rapidement

Du fait des scénarios adoptés, la part des résineux blancs diminue rapidement, avec les variations attendues entre scénarios. Quel que soit le scénario, cette disponibilité reste cependant supérieure à 1 million de m³/an jusqu'en 2040.

Figure 4 : Disponibilité calculée par scénario, essence et propriété pour les trois décennies à venir (Les disponibilités des périodes 2040 à 2060 figurent uniquement à titre indicatif)



4.2.2 Disponibilité totale par type de coupe

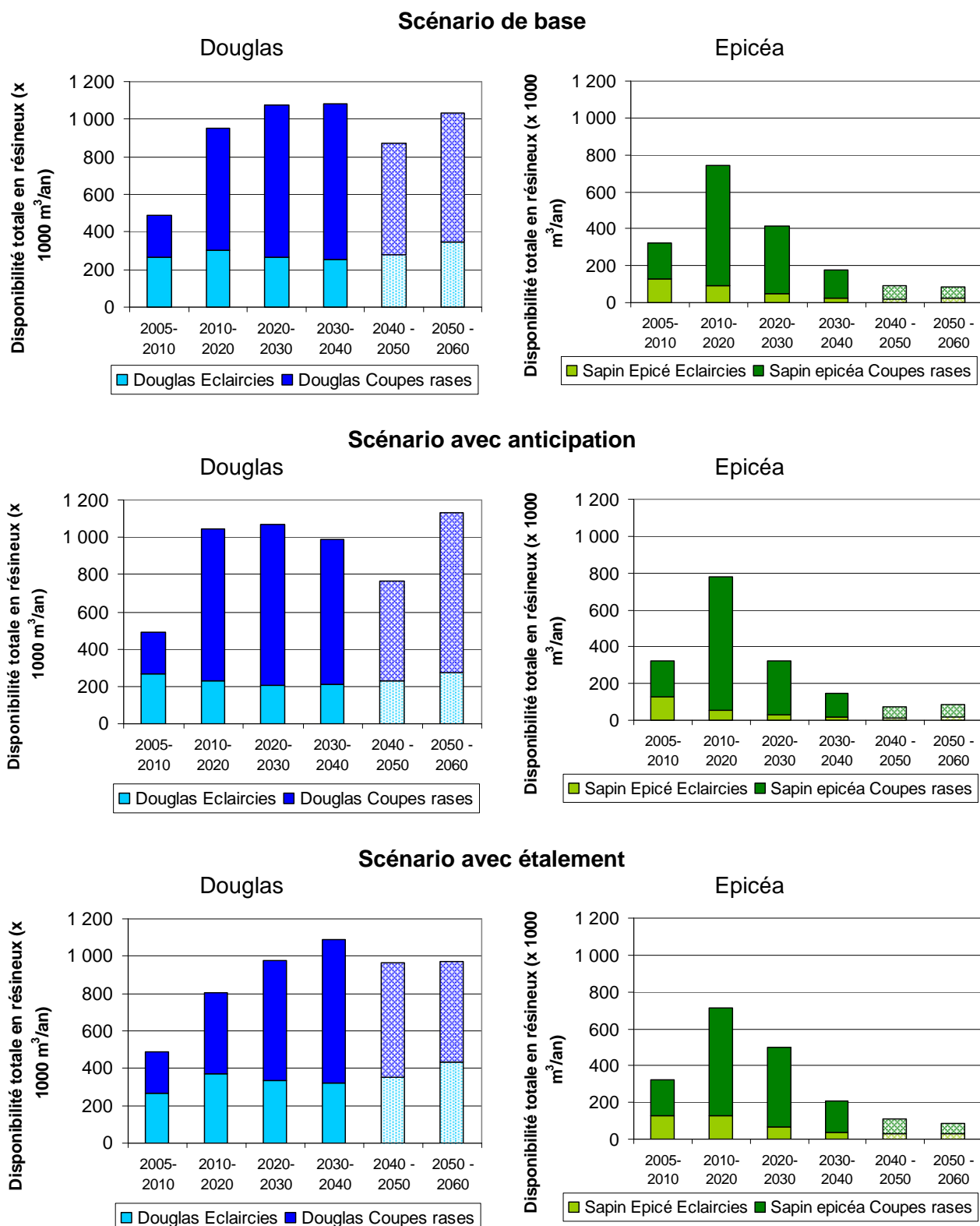
Tableau 15: Disponibilité calculée par scénario, essence et type de coupe pour les trois décennies à venir

SCENARIO	Essence	Type de coupe	2005-2010	2010-2020	2020-2030	2030-2040
Base	Douglas	Eclaircie	268	300	264	253
		Coupe rases	222	653	814	828
	Total Douglas		489	953	1 078	1 082
	Sapin - épicéa	Eclaircie	127	91	48	25
		Coupe rases	198	654	365	151
	Total Sapin - épicéa		325	745	412	176
Total		814	1 698	1 490	1 258	
Anticipation	Douglas	Eclaircie	268	229	206	210
		Coupe rases	222	818	863	777
	Total Douglas		489	1 047	1 069	988
	Sapin - épicéa	Eclaircie	127	56	30	17
		Coupe rases	198	721	293	126
	Total Sapin - épicéa		325	777	323	143
Total		814	1 824	1 393	1 131	
Etalement	Douglas	Eclaircie	268	374	335	319
		Coupe rases	222	431	643	772
	Total Douglas		489	805	978	1 091
	Sapin - épicéa	Eclaircie	127	126	66	35
		Coupe rases	198	584	431	172
	Total Sapin - épicéa		325	711	497	206
Total		814	1 516	1 475	1 298	

Quel que soit le scénario, pour le sapin épicéa, le volume provenant des coupes d'éclaircie diminue de moitié entre chaque période étudiée. Cela correspond au vieillissement des peuplements qui arrivent à la date de la coupe rase.

Pour le Douglas, la disponibilité provenant des éclaircies décroît beaucoup plus lentement de 10 % puis 5 % en moyenne entre les premières et deuxièmes périodes étudiées. Ce ralentissement est le signe de l'arrivée en première éclaircie des peuplements issus des reboisements des années 2010 -2020 et devrait permettre de recommencer à relancer la récolte de Douglas au-delà. Il est néanmoins à craindre que cela ne soit pas suffisant pour enrayer la décroissance de la disponibilité au delà de 2040.

Figure 5 : Disponibilité calculée par scénario, essence et type de coupe pour les trois décennies à venir (Les disponibilités des périodes 2040 à 2060 figurent uniquement à titre indicatif)

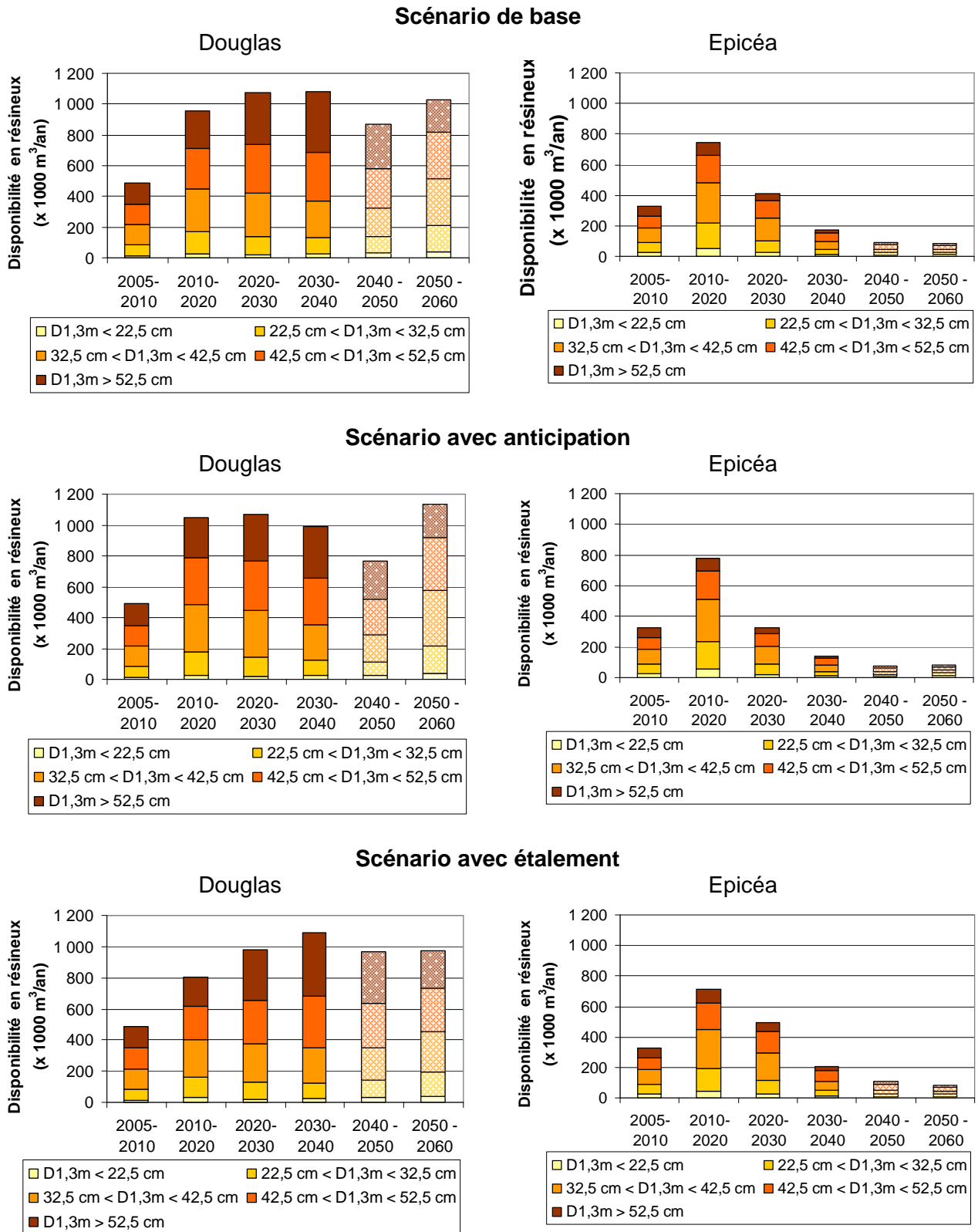


4.2.3 Ventilation de la disponibilité totale par classe de diamètre des arbres

La disponibilité a été ventilée par classe de diamètre à 1,3 m. Les classes retenues sont les suivantes :

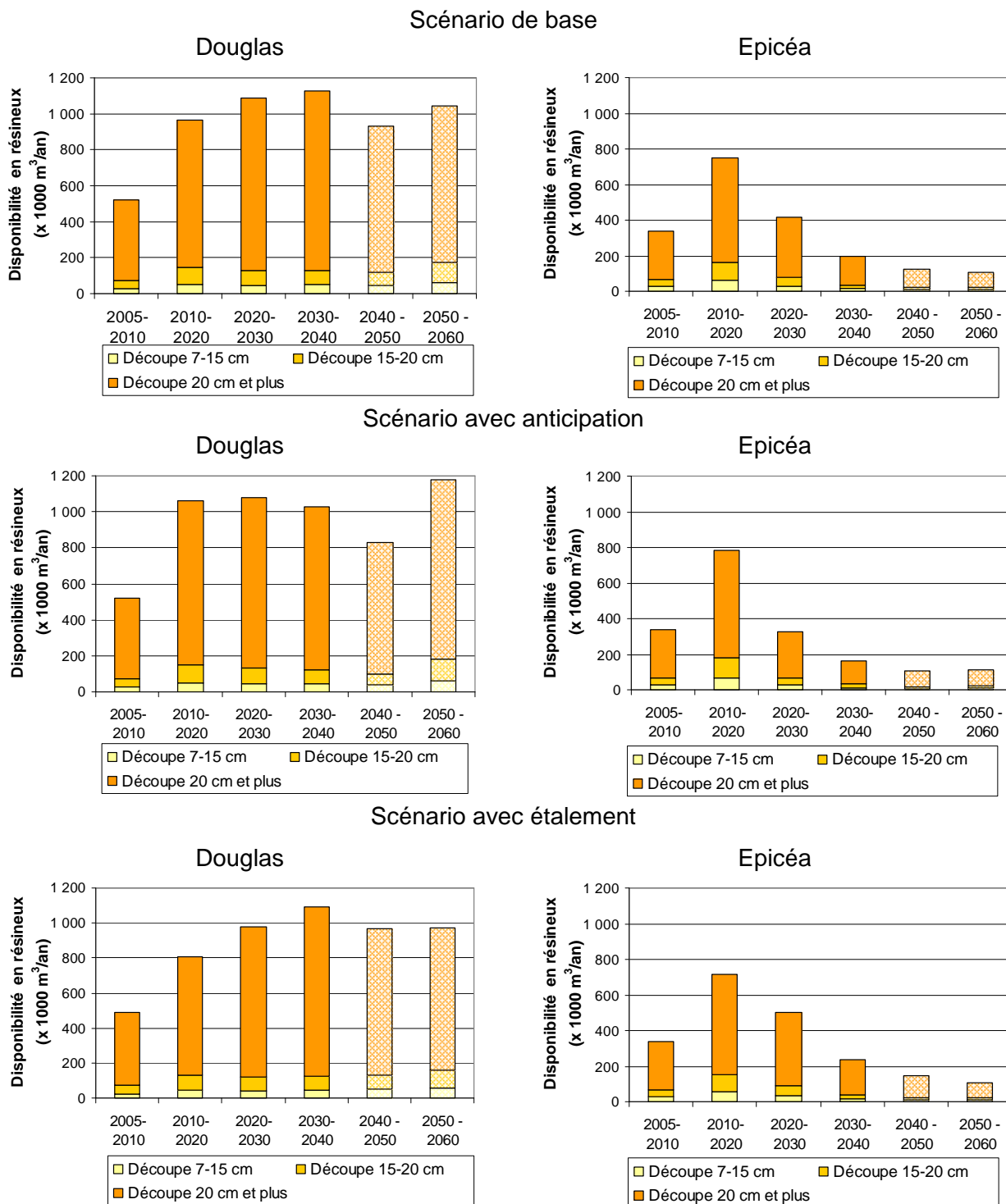
- Petits bois (PB) : 7 cm à 22,5 cm,
- Bois moyen (BM) : 22,5 cm à 32,5 cm
- Gros bois 1 (GB1) : 32,5 à 42,5 cm
- Gros bois 2 (GB2) : 42,5 à 52,5 cm
- Très gros bois (TGB) : 52,5 cm et plus

Figure 6 : Disponibilité calculée par scénario, essence et classe de diamètre pour les trois décennies à venir (x 1000 m³/an). (Les disponibilités des périodes 2040 à 2060 figurent uniquement à titre indicatif)



4.2.4 Ventilation de la disponibilité sur écorce par classe de découpe

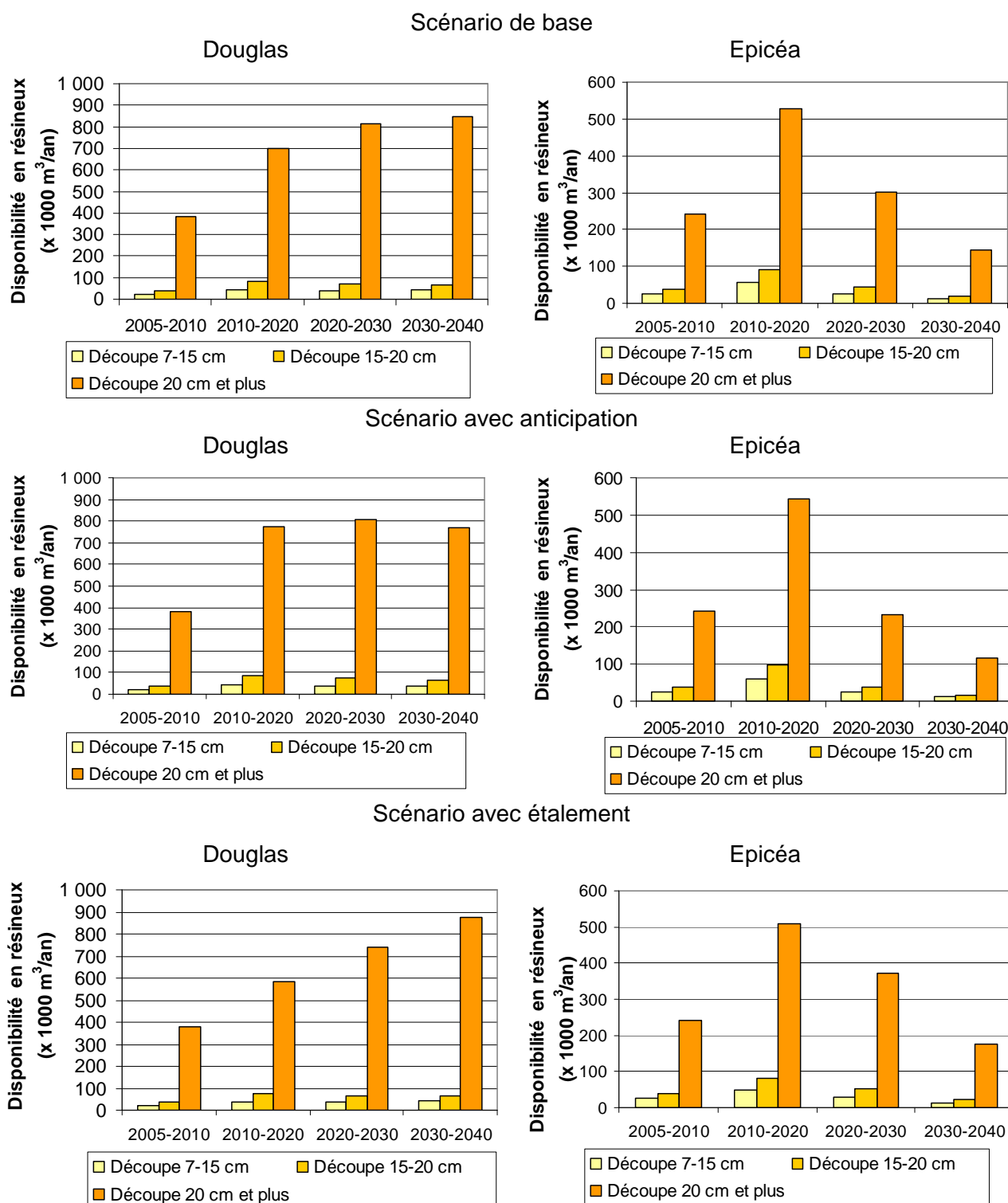
Figure 7 : Disponibilité sous écorce calculée par scénario, essence et découpe pour les trois décennies à venir (x 1000 m³/an). (Les disponibilités des périodes 2040 à 2060 figurent uniquement à titre indicatif)



Le volume de la catégorie 7-15 cm est toujours très faible, de l'ordre de 50 000 m³/an. Celui de la catégorie 15 – 20 est plutôt voisin de 100 000 m³/an, ce qui laisse à la catégorie à la catégorie bois d'œuvre 82 à 93 % de la disponibilité totale, selon la découpe pratiquée.

4.2.5 Ventilation de la disponibilité sous écorce par classe de découpe

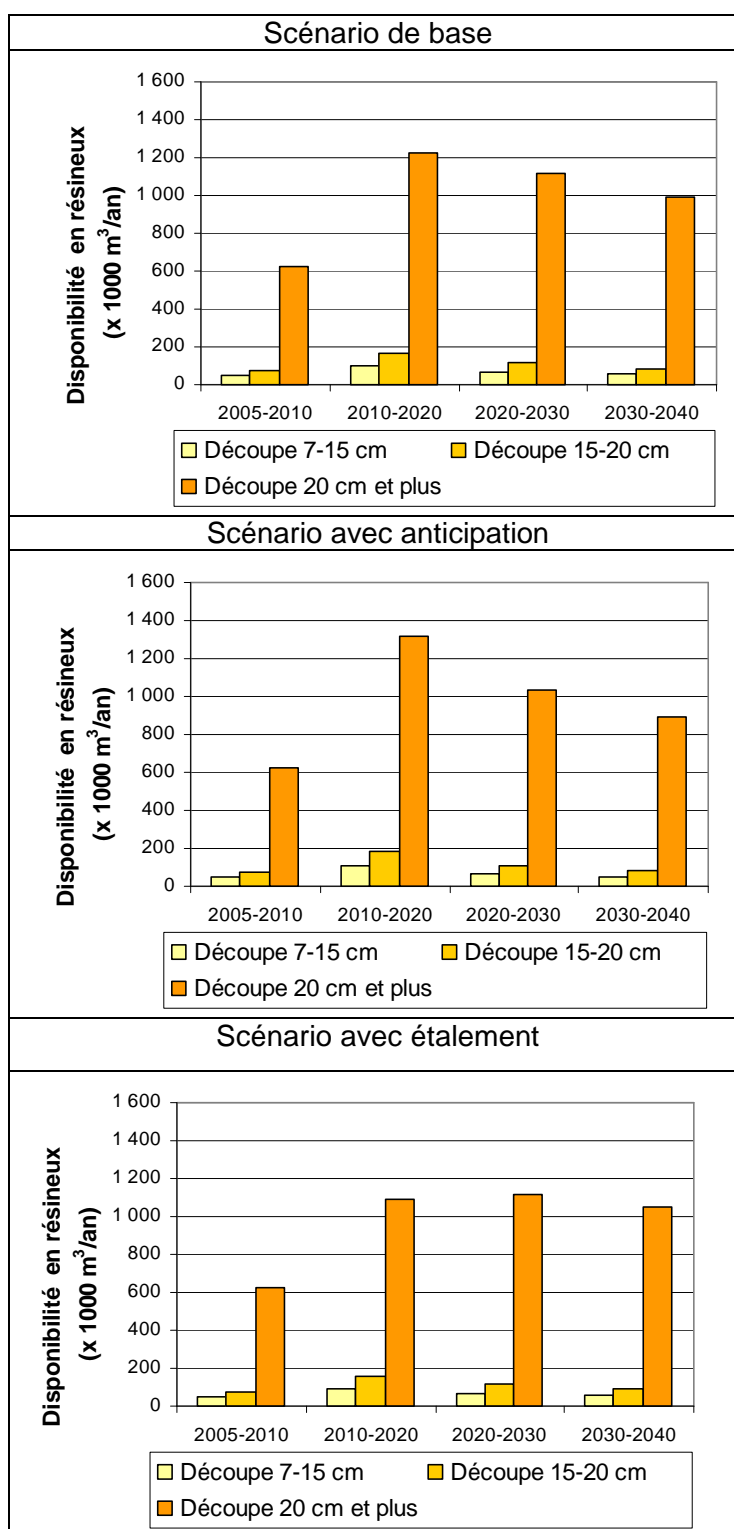
Figure 8 : Disponibilité sous écorce calculée par scénario, essence et découpe pour les trois décennies à venir (x 1000 m³/an).



On voit que la disponibilité sous écorce à la découpe 20 cm et plus, utilisable en sciage canter augmente constamment pendant la période de calcul pour le Douglas pour les scénarios de base et avec étalement. Pour le scénario avec anticipation, la disponibilité en canter Douglas atteint un maximum pendant la période 2020-2030.

4.2.6 Ventilation de la disponibilité toutes essences sous écorce par classe de découpe

Figure 9 : Disponibilité toutes essences sous écorce calculée par scénario et découpe pour les trois décennies à venir (x 1000 m³/an).



La disponibilité totale sous écorce à la découpe 20 cm et plus, atteint son maximum dès la prochaine décennie (sauf pour le scénario avec étalement où elle reportée après 2020). Cette disponibilité maximale est de 1,3 millions de m³/an pour le scénario avec anticipation. Pour ce même scénario, elle décroît très vite pour devenir voisine de 1 millions de m³ dès la décennie 2020-2030.

5. Conclusions

Cette nouvelle étude sur la disponibilité en Douglas et sapin épicéa en Bourgogne à l'horizon 2040, a été réalisée avec les données des derniers inventaires départementaux réalisés par l'IFN dans la région (de 1996 à 2004).

Ces données ont été actualisées à 2010 avec un modèle de croissance et avec un scénario de récolte en éclaircie construits à partir de ces mêmes données.

Les résultats de l'actualisation ont été comparés aux données IFN nouvelle méthode, aux données d'utilisation de plants de Douglas en reboisement afin d'estimer la validité des hypothèses réalisées pour cette actualisation.

Les surfaces et volumes actualisés sont dans la fourchette d'erreur donnée par l'IFN. On a donc considéré que les résultats de l'actualisation étaient acceptables pour servir de base au calcul de prospective.

La prospective a été réalisée avec 4 scénarios sylvicoles pour le Douglas et 2 pour le sapin-épicéa. La combinaison de ces scénarios sylvicoles permet de définir des scénarios d'évolution du massif résineux et de la disponibilité selon différentes hypothèses, prévoyant des coupes plus ou moins précoces des arbres.

- Scénario de base : poursuite de la sylviculture moyenne d'aujourd'hui avec une coupe finale du Douglas aux environ de 55 ans.
- Scénario avec anticipation : coupe finale des peuplements plutôt vers 45 ans ;
- Scénario avec étalement : les coupes finales ont lieu plutôt vers 65 ans pour le Douglas et vers 55 ans pour le sapin-épicéa.

Pour chacun des scénarios, la disponibilité totale montre un maximum entre 2010 et 2020 d'intensité variable selon le scénario (de 1,5 million de m³/an pour le scénario avec étalement à 1,8 million de m³/an pour le scénario avec anticipation).

Ce maximum est suivi pour chaque scénario d'une nette diminution de la disponibilité (jusqu'à 1,3 million de m³/an pour le scénario avec étalement et 1,1 million de m³/an pour le scénario avec anticipation).

Pour le Douglas, la disponibilité est toujours croissante, mais

- Pour le scénario de base, atteint 950 000 de m³/an dès la période 2010-2020 puis culmine à 1,1 million de m³/an pendant la période 2030-2040 ;
- Pour le scénario avec étalement, atteint 1 million de m³/an seulement vers la fin de la période 2020-2030 puis culmine à 1,19 million de m³/an pendant la période 2030-2040 ;
- Pour le scénario avec anticipation, la disponibilité atteint 1 million de m³/an mais descend légèrement au dessous pendant la période 2030 - 2040.

Du fait des coupes finales réalisées dans les peuplements de sapin épicéa depuis au moins 10 ans et pendant la prochaine décennie et de leur reboisement en Douglas, en 2040, le massif résineux bourguignon sera très rajeunis avec une forte proportion de peuplements de moins de 30 ans (60 à 70 000 ha environ) mais en revanche peu de peuplements de plus de 40 ans (20 à 30 000 ha) ce qui laisse prévoir une forte diminution de la disponibilité à long terme entre 2040 et 2060, avant que les peuplements coupés en 2010 -2020 puissent passer en coupe finale.

Un effort supplémentaire de reboisement dans les 10 ans à venir pourrait apporter des ressources significatives : chaque ha de boisement en Douglas permet une récolte supplémentaire de 10 m³/an après 30 ans et jusqu'à la coupe finale. 1000 ha de boisement supplémentaires permettent de récolter en éclaircie 100 000 m³/an 30 ans plus tard.

Une autre possibilité est la récolte anticipée d'une partie des peuplements de Douglas de 2^{ème} génération, vers 45 ans voire 35 ans au lieu de 55 ans comme le prévoient en moyenne les

scénarios utilisés. Mais pour assurer la pérennité de la ressource en douglas, il faudrait aussi faire appel aux boisements de peuplements feuillus : ainsi 1000 ha de reboisement permettraient la récolte de 320 000 m³ de bois d'œuvre avec une coupe finale à 35 ans. Un tel effort supplémentaire pendant une dizaine d'année, sur des peuplements actuellement feuillus, permettrait de maintenir au delà de 2040 le niveau de disponibilité annuelle à plus de 1,4 millions de m³ de bois d'œuvre sur écorce

En conclusion, le massif bourguignon peut assurer l'approvisionnement pérenne des industries du sciage résineux pour un volume de l'ordre de 1 à 1,1 million de m³/an de bois d'œuvre résineux. A court terme, il peut fournir jusqu'à 1,8 million de m³/an avec des coupes massivement anticipées de sapin-épicéa ; mais toute récolte anticipée entrainera une diminution correspondante de la disponibilité dix ou vingt ans plus tard

Si donc l'installation d'une ou plusieurs unités de transformation de bois d'œuvre résineux est possible dans l'immédiat, leur survie à l'horizon 2025 sera d'autant plus problématique que la récolte aura été intensive dans les années précédentes.