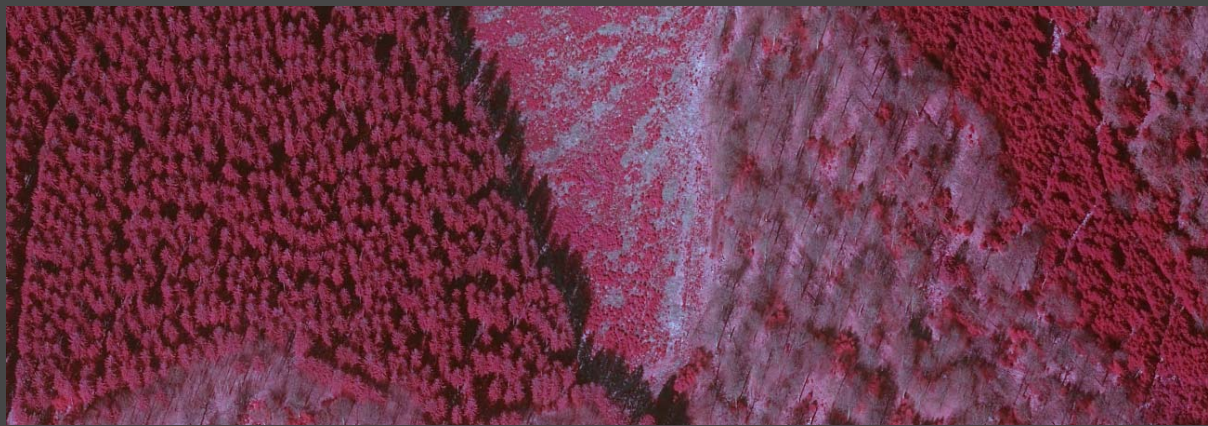


Simulation de l'évolution des massifs feuillus et résineux concernés par le projet « Nassonia »



Nassogne, 20 janvier 2017

G. Ligot, J. Perin
P. Lejeune



Gestion des
Ressources
forestières



Gembloux Agro-Bio Tech
Université de Liège



Estimation de l'évolution de la ressource ligneuse liée au projet Nassonia

1° Situation en 2016

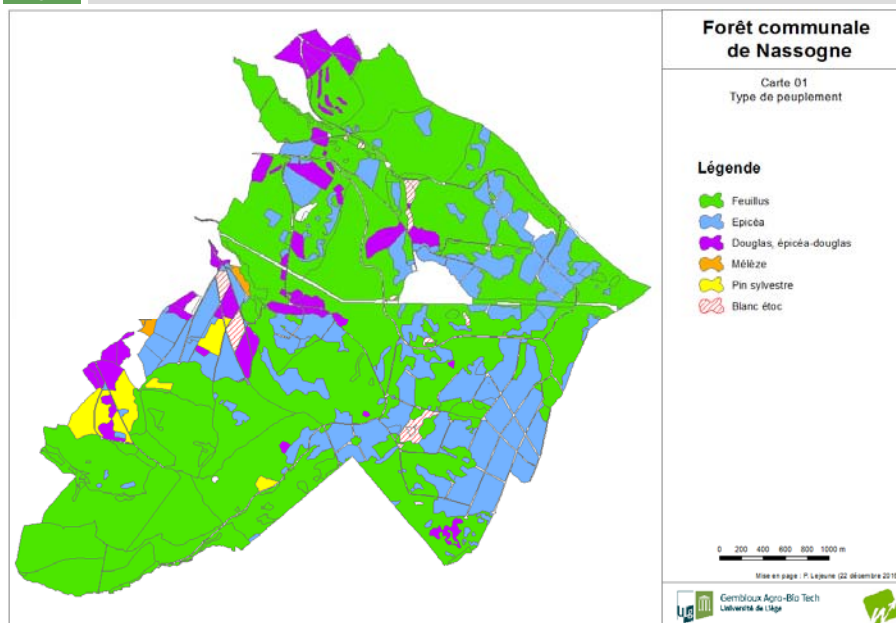
- cartographie
- inventaire des peuplements feuillus et résineux

2° Evolution future

- simulation des peuplements feuillus
- simulation des peuplements résineux

Situation en 2016

3



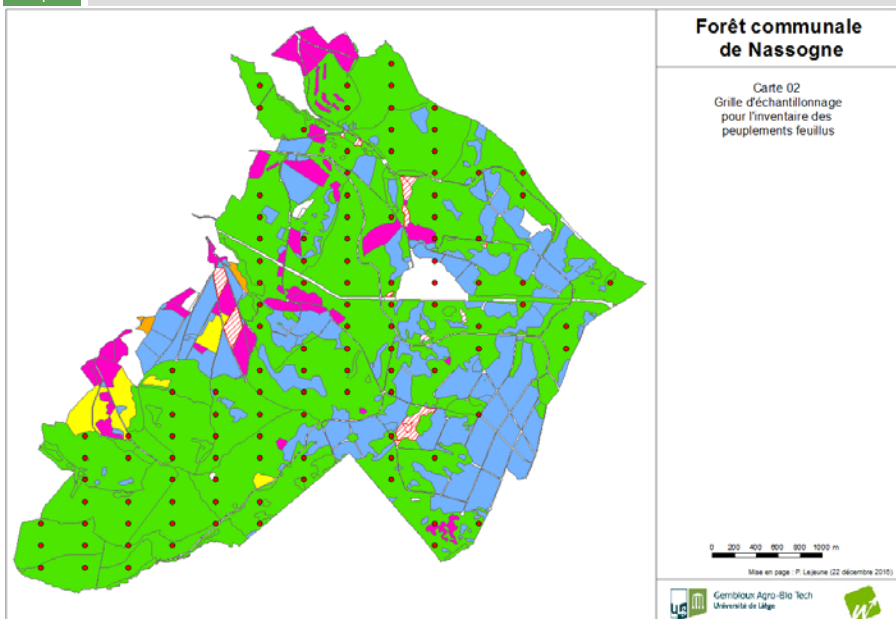
Type	Surface (ha)
FEU (G1)	967.0
RES (G3)	442

Résineux	Surface (ha)
EP	314.0
DO	27.6
EP-DO	40.5
MZ	7.4
PS	17.5
BE	15.0
Autres	26.6
Total	448.6

BE, EP, DO, MZ : 404.5 ha

Situation en 2016

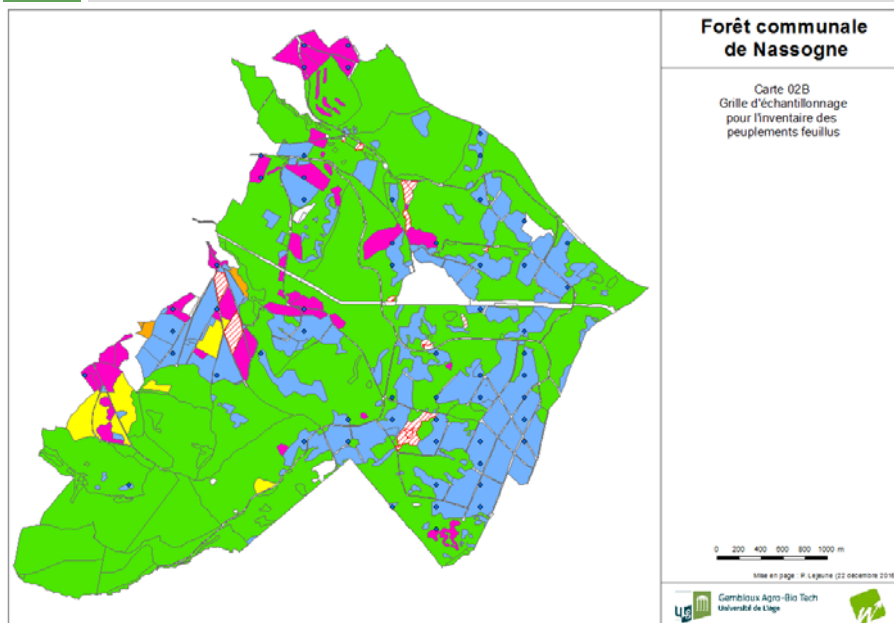
4



Peuplements feuillus
Réalisation d'un inventaire en
septembre 2016

Situation en 2016

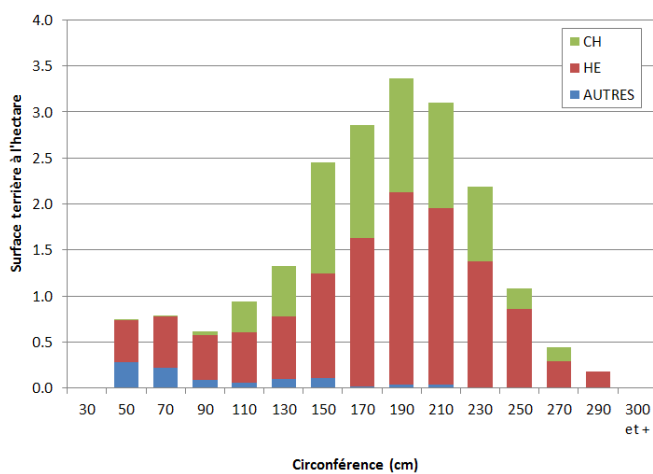
5



Peuplements résineux
Réalisation d'un inventaire en
septembre 2016

Situation en 2016

6



Peuplements feuillus
Réalisation d'un inventaire en
septembre 2016

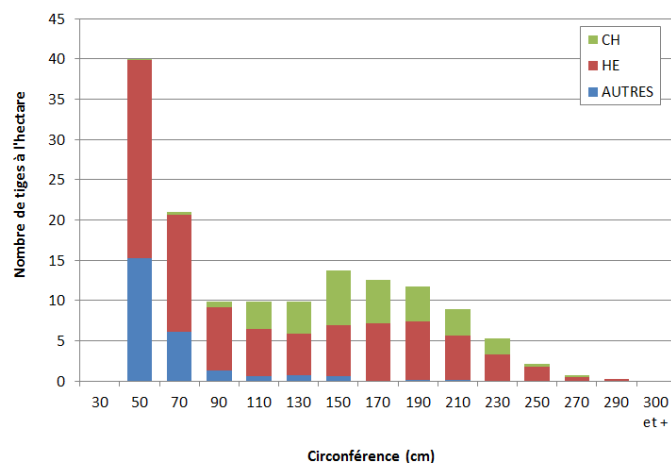
	Peuplement total		Chêne		Hêtre		Autres	
	Moy	Err %	Moy	Err %	Moy	Err %	Moy	Err %
GHA	20.1	6.8	6.9	19.6	12.2	10.4	0.9	58.3
NHA	145.8	13.2	30.8	25.7	90.0	15.5	25.0	80.0
VHA	238.4	6.8	78.1	19.5	150.9	10.8	9.4	57.3
GHA %			34.6		60.7		4.6	
NHA %			21.1		61.7		17.2	

Hêtre : 60.8%, Chênes indigènes : 34.5%, Epicéa commun : 2.6%, Charme : 1.1%,
Bouleau : 0.79%, Aulne glutineux : 0.14%, Erable sycomore : 0.08%

Situation en 2016

7

Peuplements feuillus Réalisation d'un inventaire en septembre 2016



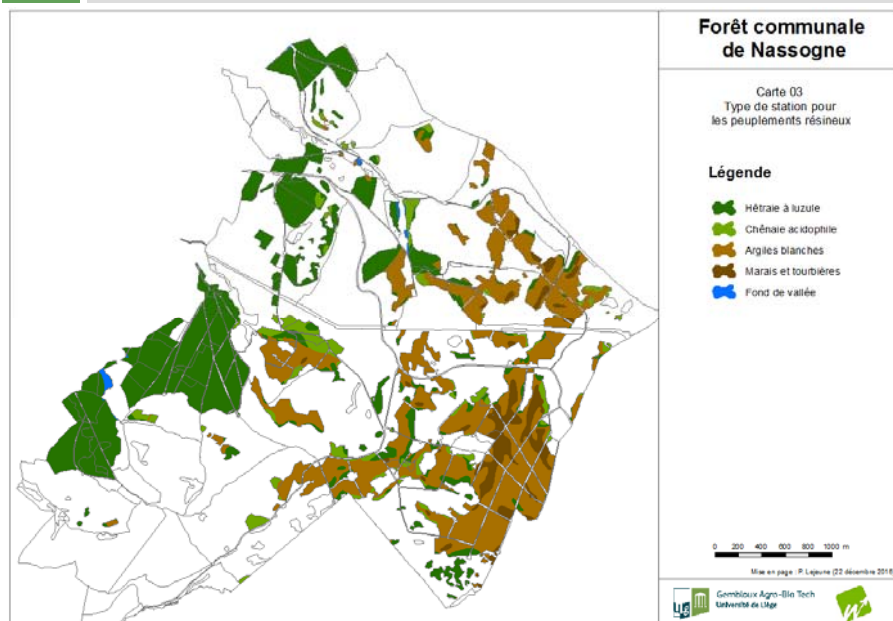
	Peuplement total		Chêne		Hêtre		Autres	
	Moy	Err %	Moy	Err %	Moy	Err %	Moy	Err %
GHA	20.1	6.8	6.9	19.6	12.2	10.4	0.9	58.3
NHA	145.8	13.2	30.8	25.7	90.0	15.5	25.0	80.0
VHA	238.4	6.8	78.1	19.5	150.9	10.8	9.4	57.3
GHA %			34.6		60.7		4.6	
NHA %			21.1		61.7		17.2	

Hêtre : 60.8%, Chênes indigènes : 34.5%, Epicéa commun : 2.6%, Charme : 1.1%,
Bouleau : 0.79%, Aulne glutineux : 0.14%, Erable sycomore : 0.08%

Situation en 2016

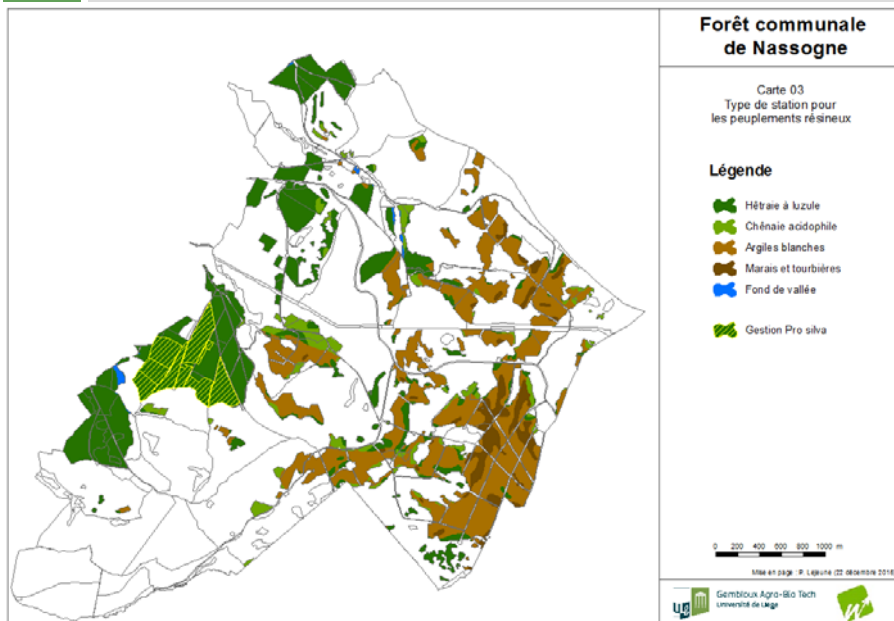
8

Peuplements résineux Caractérisation stationnelle (aptitude à la production)



Situation en 2016

9

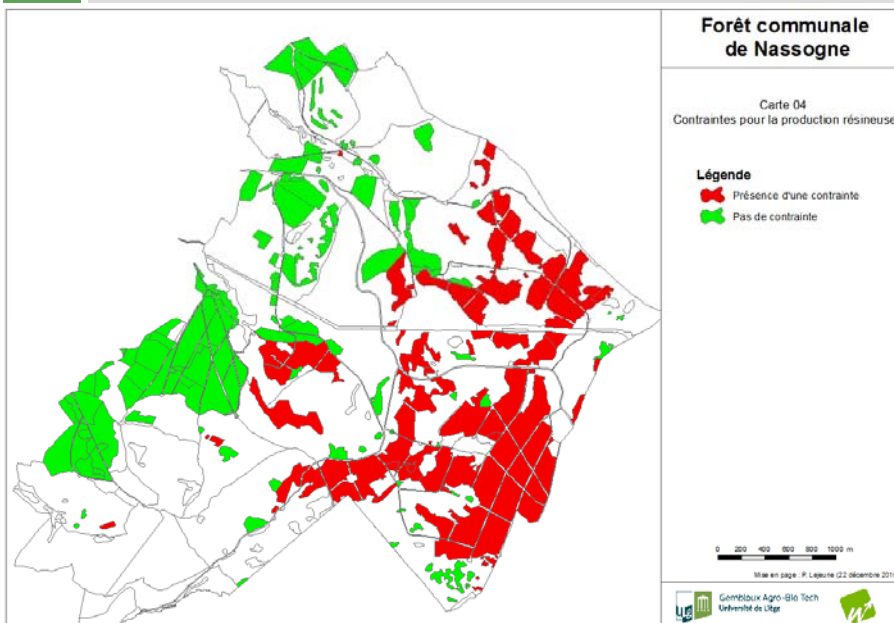


Peuplements résineux
Caractérisation stationnelle
(aptitude à la production)

Gestion « Pro silva »
(récolte par
dimension cible)

Situation en 2016

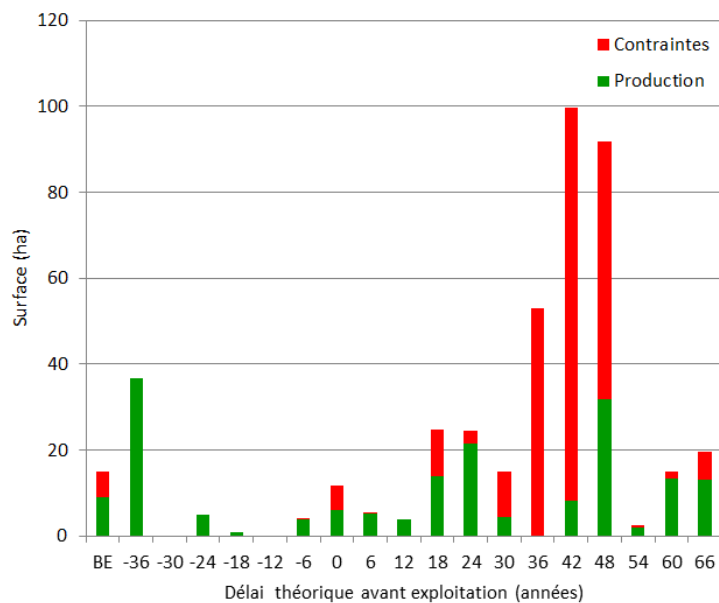
10



Peuplements résineux
Caractérisation stationnelle
(aptitude à la production)

Situation en 2016

11



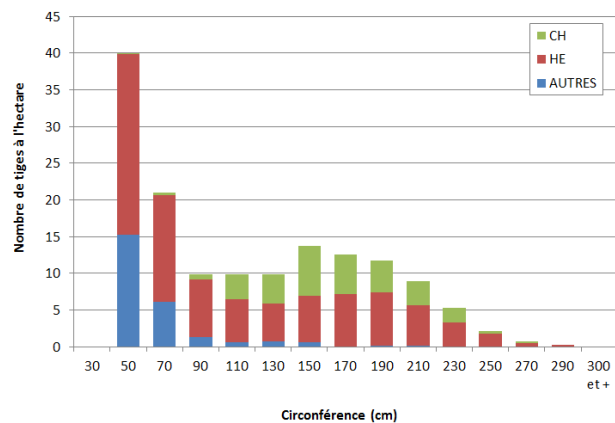
Evolution de la forêt feuillue

12

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Etat initial défini par l'inventaire (115 unités d'échantillonnage)



Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Accroissement (moyennes par essence ← comparaison des inventaires de 2005 et de 2011)

	Accroissement en diamètre (cm/an)	Accroissement en circonférence (cm/an)	Erreur d'échantillonnage (%)	Nombre d'observations
Chênes indigènes	0.29	0.94	5.4	256
Hêtre	0.39	1.23	3.9	650
Autres Feuillus	0.26	0.80		0
Bouleau	0.22	0.68	27.9	11
Aulne	0.11	0.33		1
Charme	0.21	0.67	47.7	14
Epicéa	0.71	2.24	22.9	39
Douglas	0.85	2.69	30.4	8
Pin sylvestre	0.30	0.94		0

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

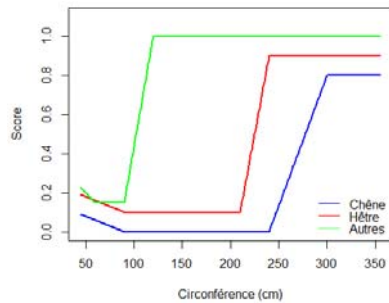
- Estimation du recrutement (passage à la futaie). Le recrutement en épicéa est diminué de 1.5 à 0.25 tige/ha/an car les semenciers ont disparus

	NHA dans la classe 40 - 60 cm	Accroissement en circonférence (cm/an)	Passage en futaie (tige/ha/an)
Chênes indigènes	0.17	0.91	0.007
Hêtre	25.00	1.23	1.531
Autres Feuillus	0.73	0.80	0.029
Bouleau	1.53	0.68	0.052
Aulne	1.08	0.33	0.018
Charme	3.54	0.67	0.118
Epicéa	13.56	2.24	0.250
Douglas	0.00	2.69	0.000
Pin sylvestre	0.00		0.000

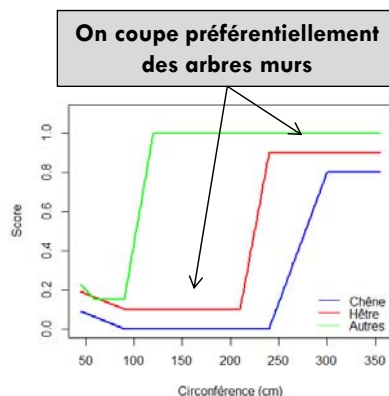
Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Estimation de la mortalité naturelle : elle est considérée comme nulle (tous les arbres sont récoltés)
- Définition des éclaircies : utilisation d'un algorithme de sélection des arbres récoltés



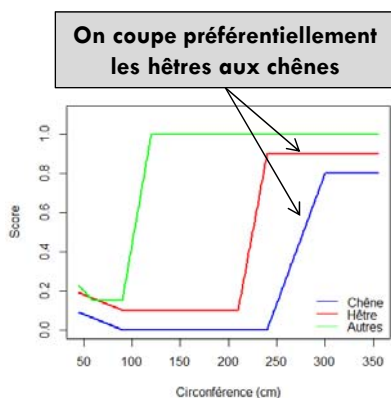
- attribution d'un score à chaque arbre
- sélection des arbres à récolter sur base notamment du score obtenu, jusqu'à obtention d'une surface terrière cible (18,5 m²/ha)



- attribution d'un score à chaque arbre
- sélection des arbres à récolter sur base notamment du score obtenu, jusqu'à obtention d'une surface terrière cible (18,5 m²/ha)

Evolution de la forêt feuillue

17



- attribution d'un score à chaque arbre
- sélection des arbres à récolter sur base notamment du score obtenu, jusqu'à obtention d'une surface terrière cible (18,5 m²/ha)

Evolution de la forêt feuillue

18

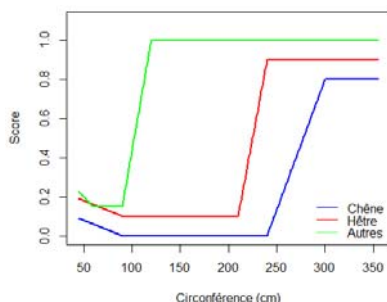


- attribution d'un score à chaque arbre
- sélection des arbres à récolter sur base notamment du score obtenu, jusqu'à obtention d'une surface terrière cible (18,5 m²/ha)

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Estimation de la mortalité naturelle : elle est considérée comme nulle (tous les arbres sont récoltés)
- Définition des éclaircies : utilisation d'un algorithme de sélection des arbres récoltés



- attribution d'un score à chaque arbre
- sélection des arbres à récolter sur base notamment du score obtenu, jusqu'à obtention d'une surface terrière cible (18,5 m²/ha)

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Prix estimé par Dominique Pauwels (Ct. de Saint-Hubert) pour des volumes estimés avec une méthode de cubage proche de la nôtre. Les prix des résineux sont diminués de 15%.

C150	Prix (€/m ³)	Essence	Catégorie
100-120	35	Chêne	grume
120-150	55	Chêne	grume
150-185	70	Chêne	grume
185-200	80	Chêne	grume
200-250	85	Chêne	grume
>250	90	Chêne	grume
100-120	30	Hêtre	grume
120-150	45	Hêtre	grume
150-185	55	Hêtre	grume
185-200	60	Hêtre	grume
200-250	65	Hêtre	grume
>250	65	Hêtre	grume
>250	17	Hêtre	chauffage
>250	17	Chêne	chauffage

C150	prix	Essence	Catégorie
0-20	0	Épicéa	grume
20-40	0	Épicéa	grume
40-60	14	Épicéa	grume
60-70	34	Épicéa	grume
70-90	43	Épicéa	grume
90-120	54	Épicéa	grume
120-150	60	Épicéa	grume
150-185	58	Épicéa	grume
185-200	55	Épicéa	grume
200-250	54	Épicéa	grume
>250	51	Épicéa	grume

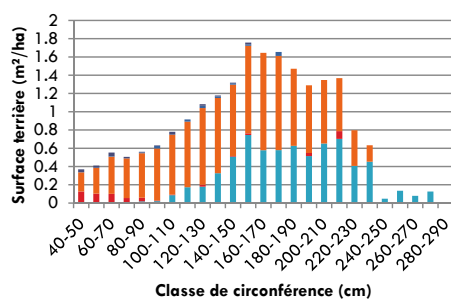
Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation :

- Simulation en bloc de l'ensemble des peuplements feuillus irréguliers (967 ha)
- Génération d'un peuplement de 100 ha constitué d'une liste de 14 600 arbres (NHA initial = 146 arbres/ha)
- Réalisation d'une première coupe après 6 ans (l'inventaire est considéré à mi-rotation), puis application de rotations de 12 ans
- Durée de la simulation : 96 ans (8 rotations)
- Entre chaque coupe, les arbres se voient attribuer un accroissement fonction de l'essence.
- De nouveaux arbres apparaissent dans la classe 40-49 sur base du recrutement

Résultats de la simulation : situation initiale et finale

Situation initiale : 2016

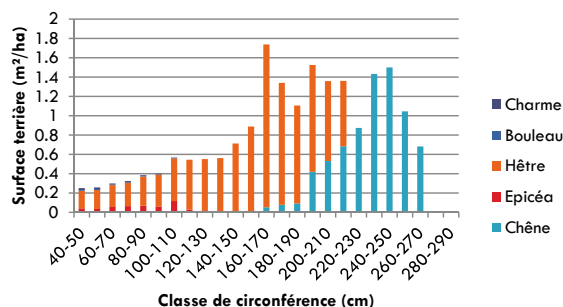


Gha : 20,5 m²/ha

GHA_{Hêtre} : 61 % vmoy : 1,5 m³

GHA_{Chêne} : 34 % vmoy : 2,9 m³

Situation finale : 2112

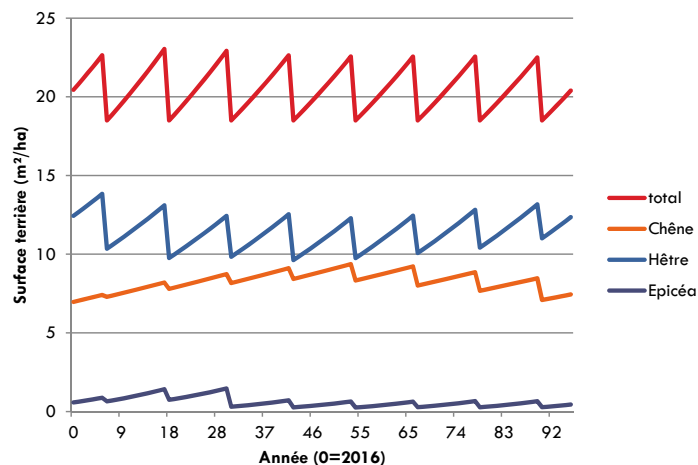


Gha : 20,4 m²/ha

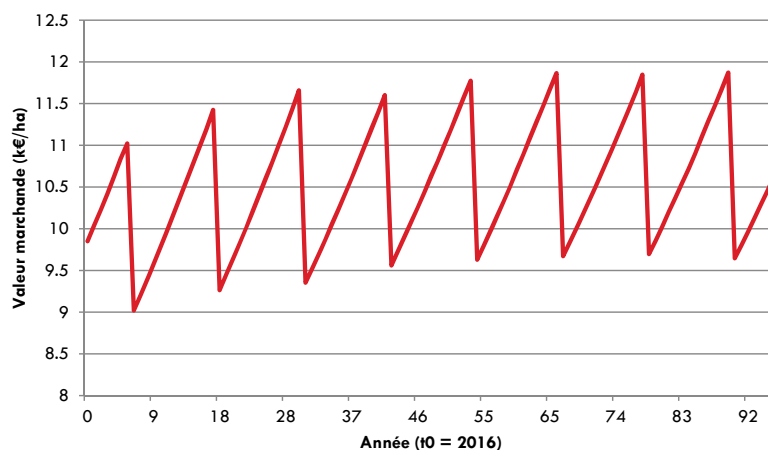
GHA_{Hêtre} : 62 % vmoy : 1,3 m³

GHA_{Chêne} : 35 % vmoy : 5,3 m³

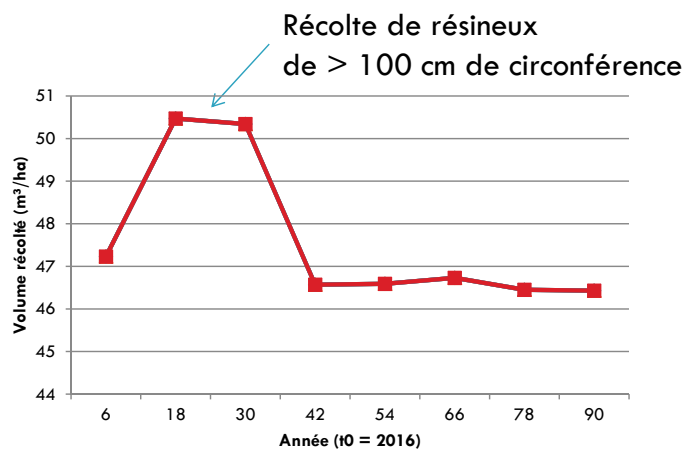
Résultats de la simulation : évolution du stock sur pied



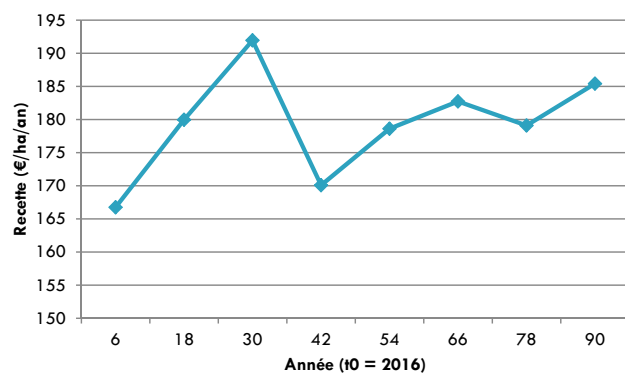
Résultats de la simulation : évolution de la valeur sur pied



Résultats de la simulation : évolution des volumes récoltés



Résultats de la simulation : évolution des recettes



Recettes annuelles (/ha/an)

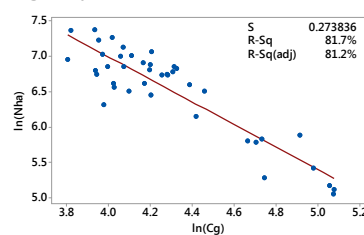
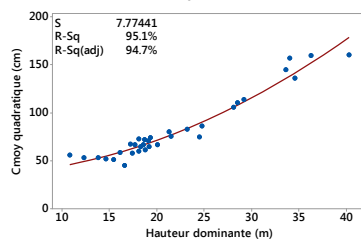
Rotation	Année	Recettes	Recettes corrigées*
6	2016 - 2028	167	142
18	2028 - 2040	180	153
30	2040 - 2052	192	163
42	2052 - 2064	170	145
54	2064 - 2076	179	152
66	2076 - 2088	183	155
78	2088 - 2100	179	152
90	2100 - 2112	185	158

* -15% : bois mort, réserves biologiques,
22 ha de réserve intégrale,...

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Liste des îlots résineux décrits par :
 - surface , date de plantation, n° de coupe (données EFOR)
 - secteur résineux = 458 ha, dont 404.5 ha occupés par EP, DO, MZ
 - hauteur dominante : estimation via Forestimator
 - circonférence moyenne et nombre de tiges par ha : modélisation données IFA



Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Définition de la sylviculture :
 - 1° Approche par coupe rase/replantation (environ 370 ha)
 - coupe rase, délai d'attente de 3 ans, replantation
 - terme d'exploitabilité théorique : classe 60-66 ans (pour productivité II)
 - essence replantée :
 - ✓ productivité II et supérieures : mélange épicéa-douglas
 - ✓ autres : épicéa
 - nature des éclaircies : prélèvement tous les 6 ans, RDI cible de 55% (dynamique)
 - coût des travaux : 4000 €/ha (plantation + 1^{er} soins cultureux)

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Définition de la sylviculture :

2° Approche par dimension cible sans coupe rase (environ 35 ha)

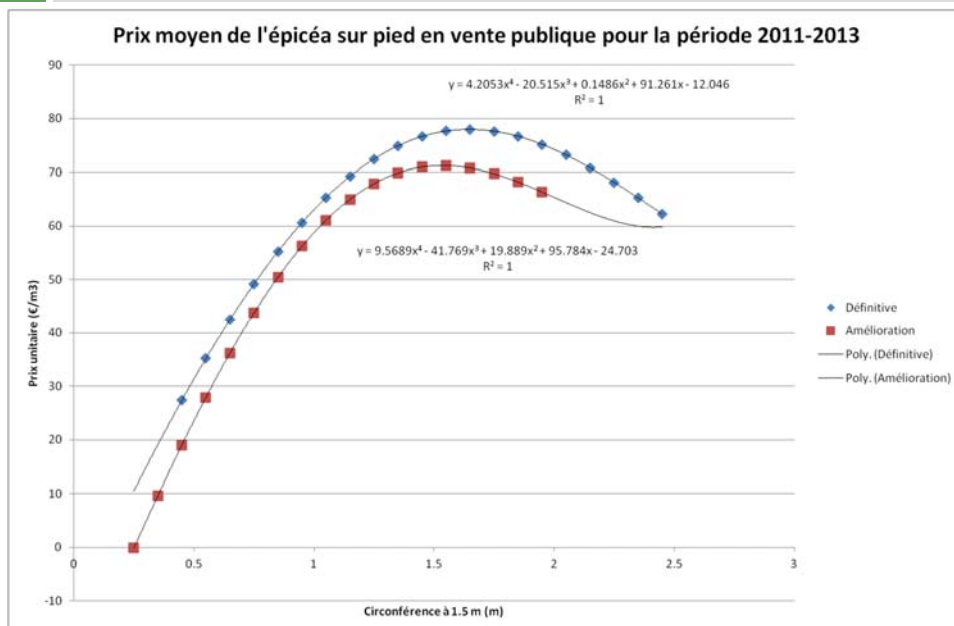
- pas de coupe rase
- Nature des prélèvements : on prélève l'accroissement dans l'étage dominant
- développement de la régénération naturelle sous le couvert
(actuellement, cet aspect n'est pas pris en charge par notre module de simulation)

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Données utilisées :

- Prix des bois en coupe finale (diminué d'environ 10% pour les coupes d'éclaircies)

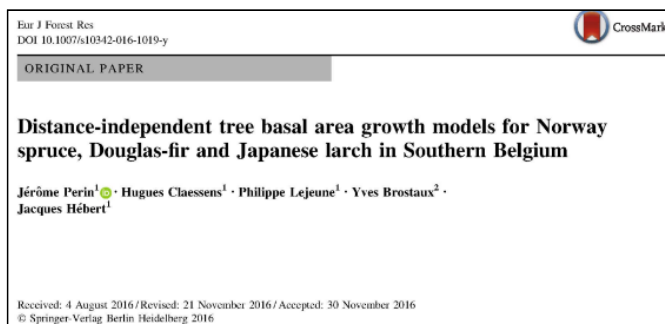
Circonférence (cm)	Prix (€/m³)		
	Epicéa	Douglas	Mélèzes
20	6	4	4
40	23	10	10
60	39	17	17
80	52	40	31
100	63	50	37
120	71	55	40
140	76	68	44
160	78	73	50
180	77	85	52
200 et +	74	85	52



Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

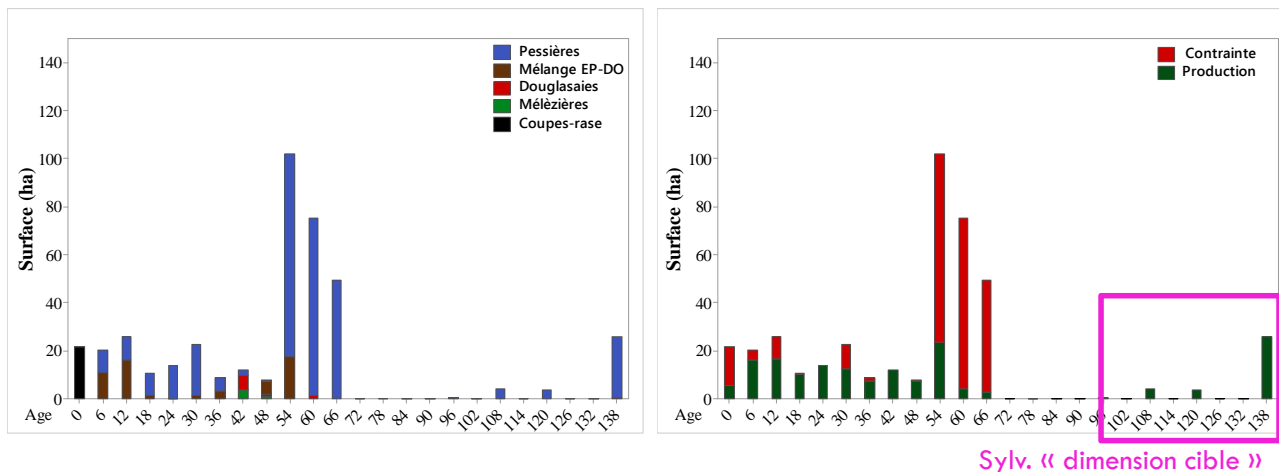
Simulation :

- Simulation réalisée peuplement par peuplement
- Modèle de croissance utilisé : GYMNOS
- Remarque : ce modèle n'est pas adapté aux simulation « sylv. dimension cible »



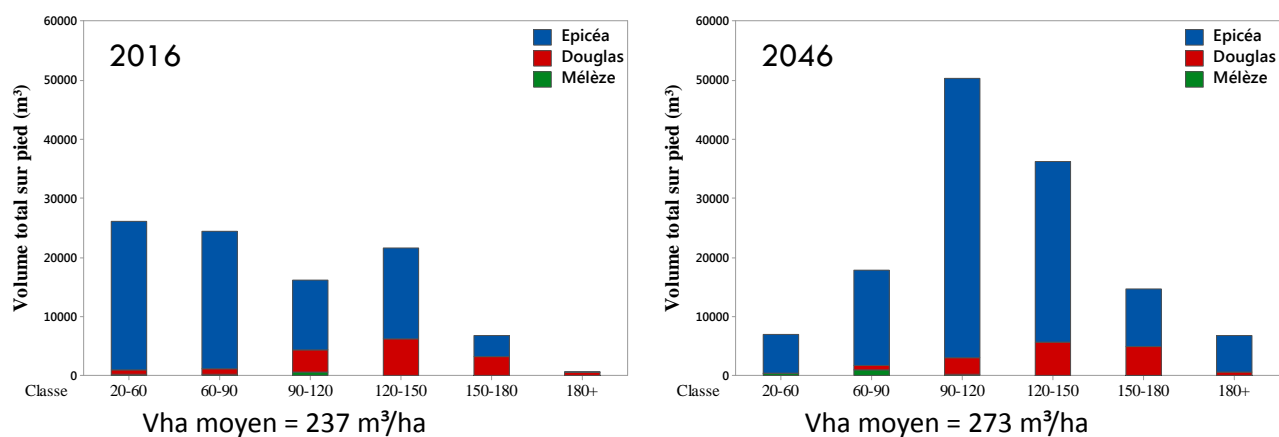
Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation : répartition en classes d'âge en 2046



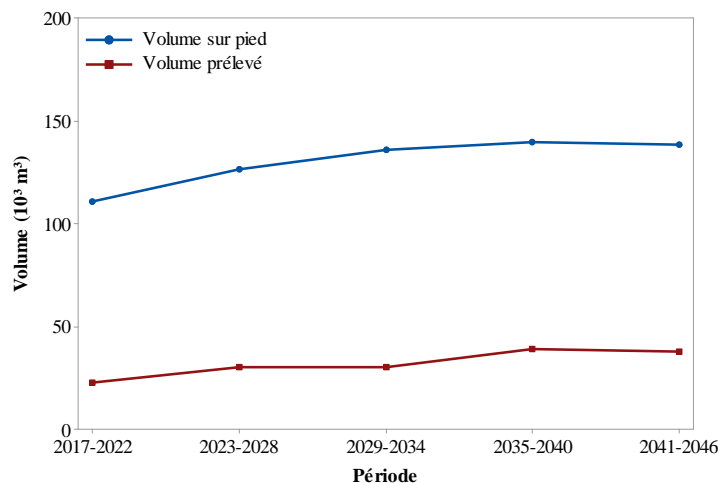
Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation : Evolution du volume total sur pied 2016 → 2046



Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

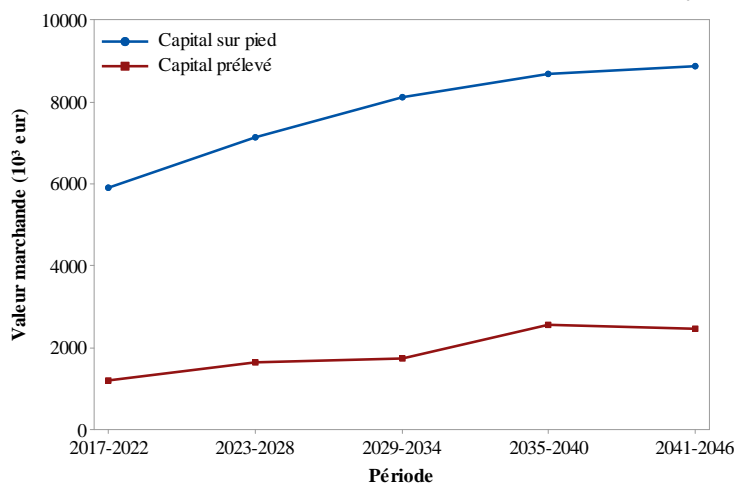
Simulation : Evolution du volume total sur pied et prélevé (éclaircies + mises à blanc)



Période	V total (10³ m³)	V prélevé (10³ m³)
2017-2022	110.9	22.8
2023-2028	126.7	30.2
2029-2034	135.8	30.3
2035-2040	139.4	38.9
2041-2046	138.2	37.5

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation : Evolution de la valeur marchande sur pied et prélevée (éclaircies + mises à blanc)



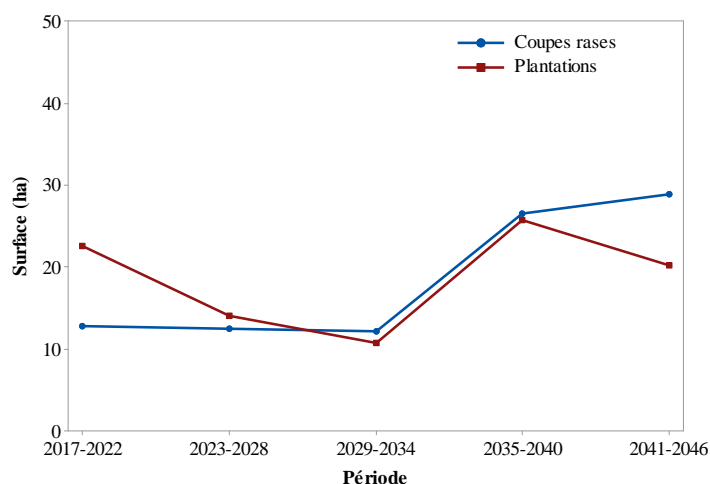
Période	VM sur pied (10³ €)	VM prélevée (10³ €)
2017-2022	5888	1188
2023-2028	7133	1643
2029-2034	8105	1734
2035-2040	8674	2543
2041-2046	8872	2446

Evolution de la forêt résineuse

37

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation : Evolution des surfaces mises à blanc et replantées



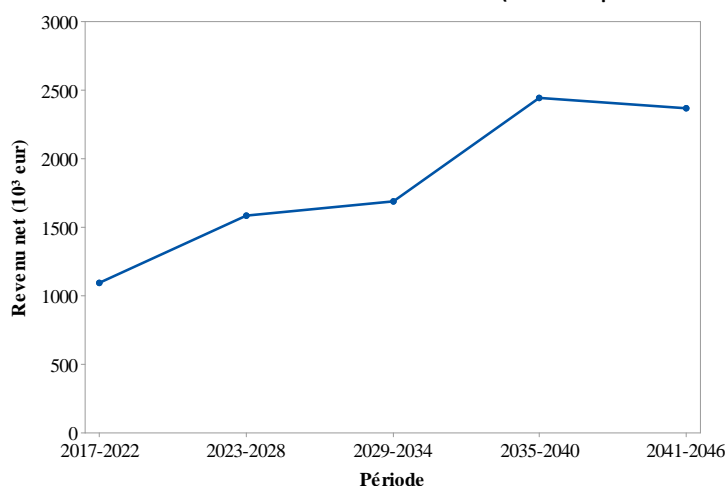
Période	Coupe rase (ha)	Plantation (ha)
2017-2022	12.7	22.6
2023-2028	12.4	14.0
2029-2034	12.1	10.7
2035-2040	26.5	25.7
2041-2046	28.9	20.2

Evolution de la forêt résineuse

38

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse

Simulation : Evolution du revenu net (valeur prélèvement – coût plantation)

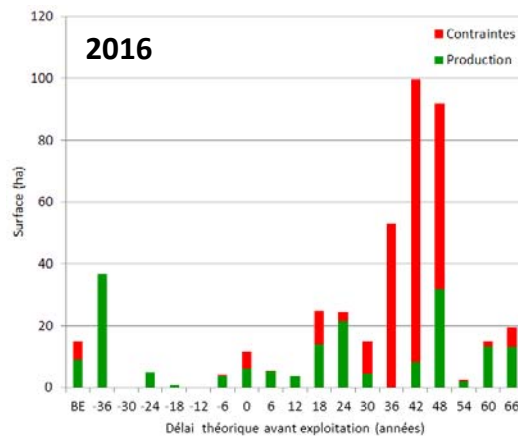
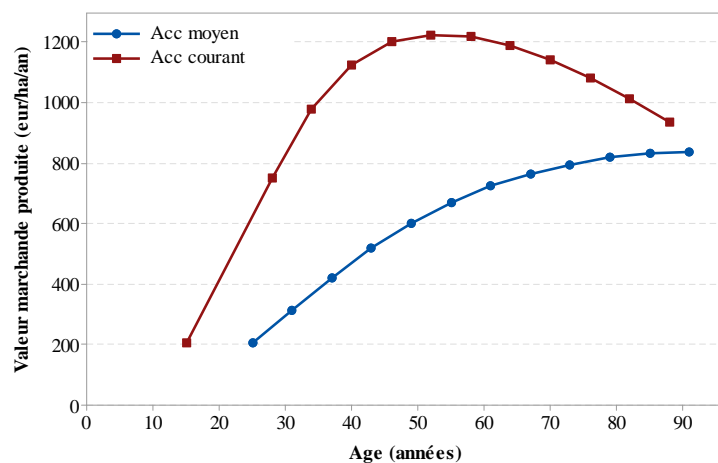


Revenu net annuel (/ha/an)

Période	Coupe rase (%/an)	Revenu net (€/ha/an)
2017-2022	0.5	452
2023-2028	0.5	654
2029-2034	0.5	697
2035-2040	1.1	1005
2041-2046	1.2	974

Surface productive concernée :
404.5 ha (88% du secteur résineux)

Simulation de l'évolution de la forêt et estimation de la production ligneuse



Revenu global

Type de peuplement	Surface	Revenu (€/ha/an)	Total (€/an)
Résineux	404	756	305 424
Feuillus	967	152	146 984
			452 408

Ces chiffres ne tiennent pas compte de :

- Entretien de la voirie
- Frais de gestion
- Elagage (résineux)
- Dégâts de gibier (relativement faibles)
- + Revenu de la chasse