RÉGION SUD PROVENCE ALPES CÔTE D'AZUR

Office National des Forêts

Evaluation de l'effet carbone des principaux itinéraires sylvicoles en région Sud

Soutien au développement sylvicole et au besoin d'adaptation au changement climatique

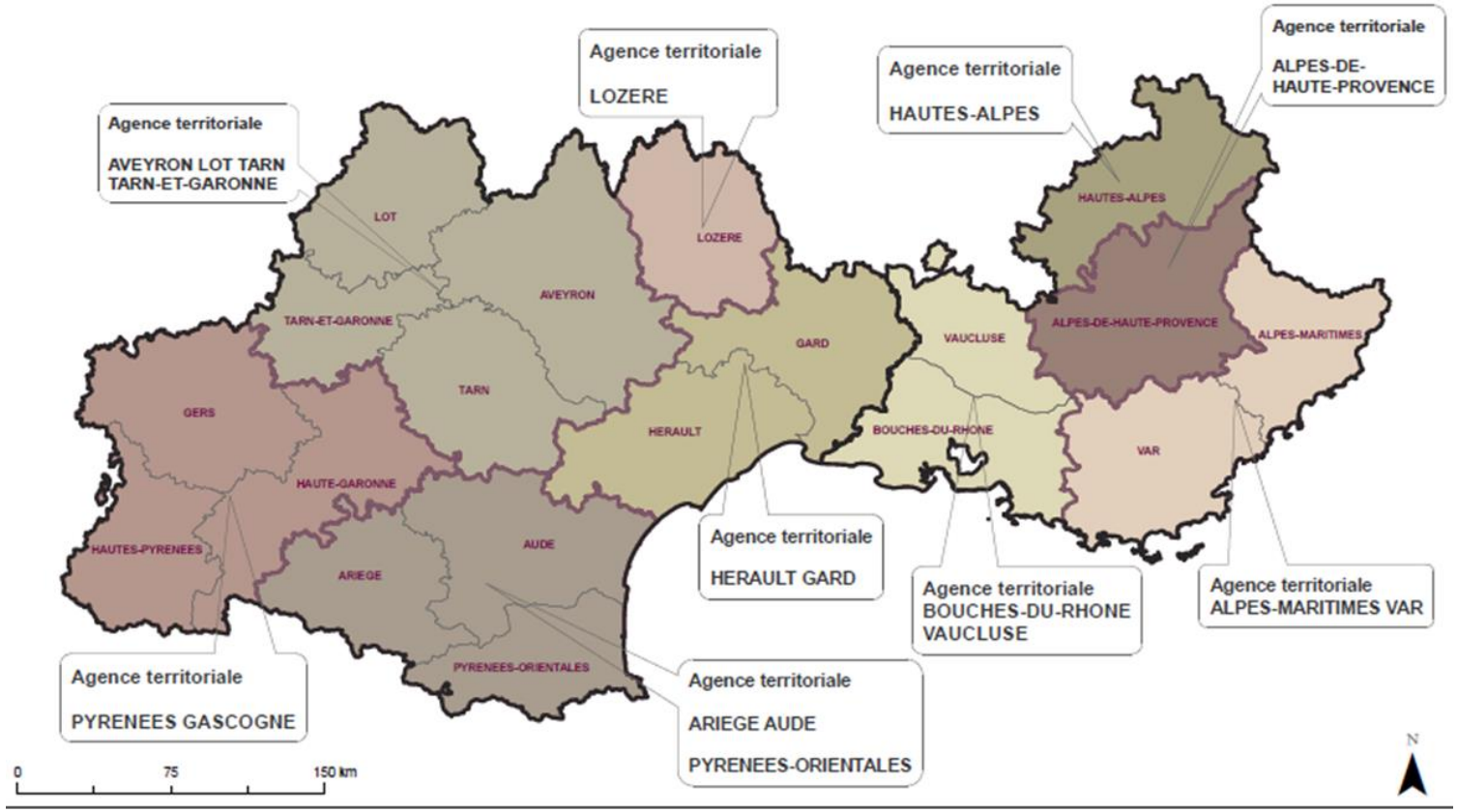
Léa ROMAIN

23/04/24

Stratégie carbone de l'ONF

Depuis 2021, l'ONF Midi-Méditerranée s'est dotée d'une stratégie carbone

- **Modéliser la capacité de séquestration/stockage des peuplements** selon les différents itinéraires de gestion ; s'en ouvrir aux institutions et donneurs d'ordre
- **Proposer des solutions de compensation** via le Label Bas Carbone : en Occitanie et PACA, 31 000 T déjà labellisées en FD, 6 300 T en FC)
- S'engager dans une démarche interne de RSE



L'ONF Midi-Méditerranée regroupe les régions Occitanie et Provence-Alpes-Côte-d'Azur

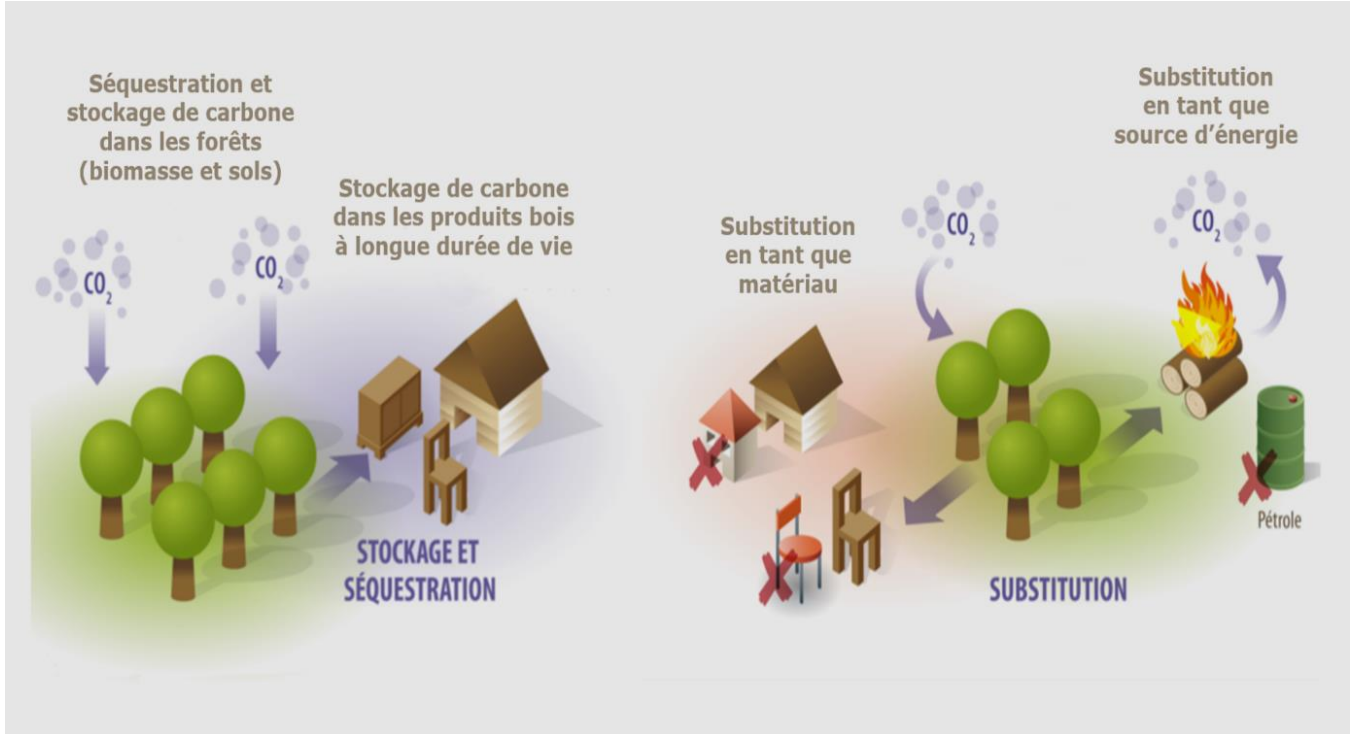
Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Séquestration, stockage et substitution carbone : les 3 S de la forêt

Séquestration : pouvoir des arbres à absorber le carbone par la photosynthèse et à en maintenir une partie dans leur bois.

Stockage : capacité à garder le carbone
→ soit dans le peuplement sur pied,
→ soit dans les produits bois.

Substitution : l'utilisation du bois construction et du bois énergie permet d'éviter le recours à d'autres matériaux plus énergivores en énergies fossiles, on parle d'émissions évitées.



Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Le puits forestier de la région SUD

En 2021, 2 des 13 régions françaises sont émettrices de carbone via leur forêt : le Grand Est et les Hauts de France.

Le puits forestier de la région Sud PACA se classe au 3ème rang à l'échelle nationale en 2021*.

** A comparer à des régions où le bilan carbone résulte d'une séquestration et de récoltes plus importantes.*

Figure : Principales composantes du puits forestier par région, en 2021 (en MTCO2eq) (source : Observatoire des forêts française 2023)

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

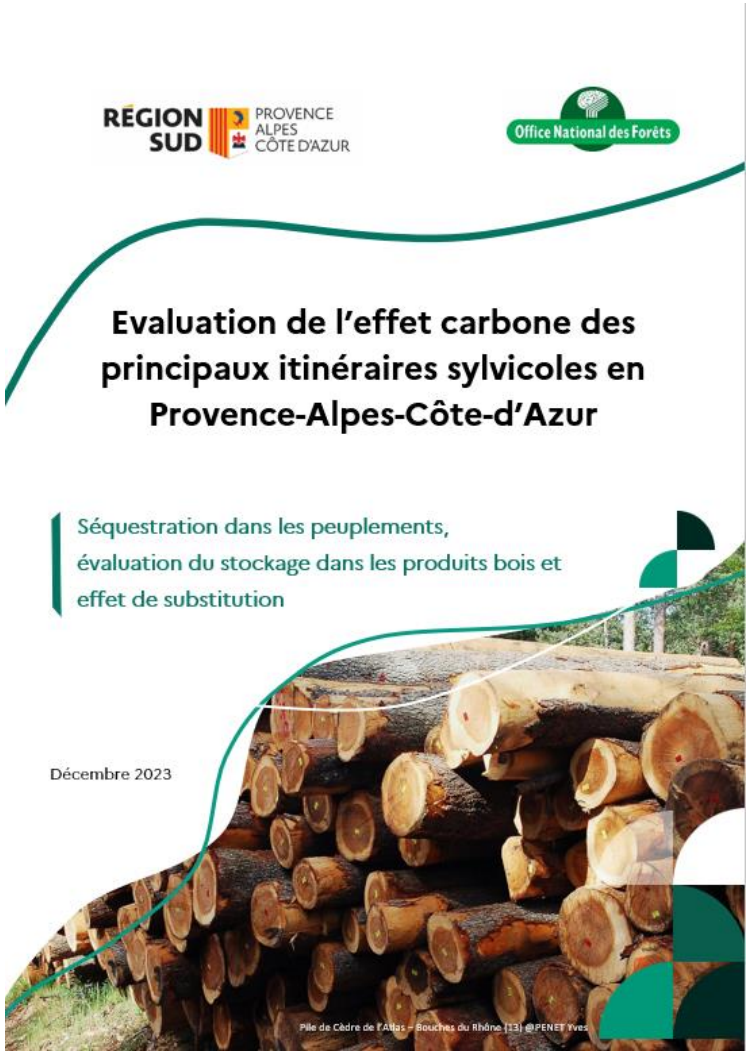
Travaux pour la Région SUD sur la séquestration dans le peuplement, stockage dans les produits bois et effet de substitution

Convention cadre Région SUD – ONF
| Action carbone :

- Calcul séquestration carbone dans le peuplement forestier
- Evaluation du stockage carbone dans les produits bois
- Estimation de l'effet de substitution

Différents itinéraires sylvicoles étudiés, pour plusieurs fertilités et densités de plantation :

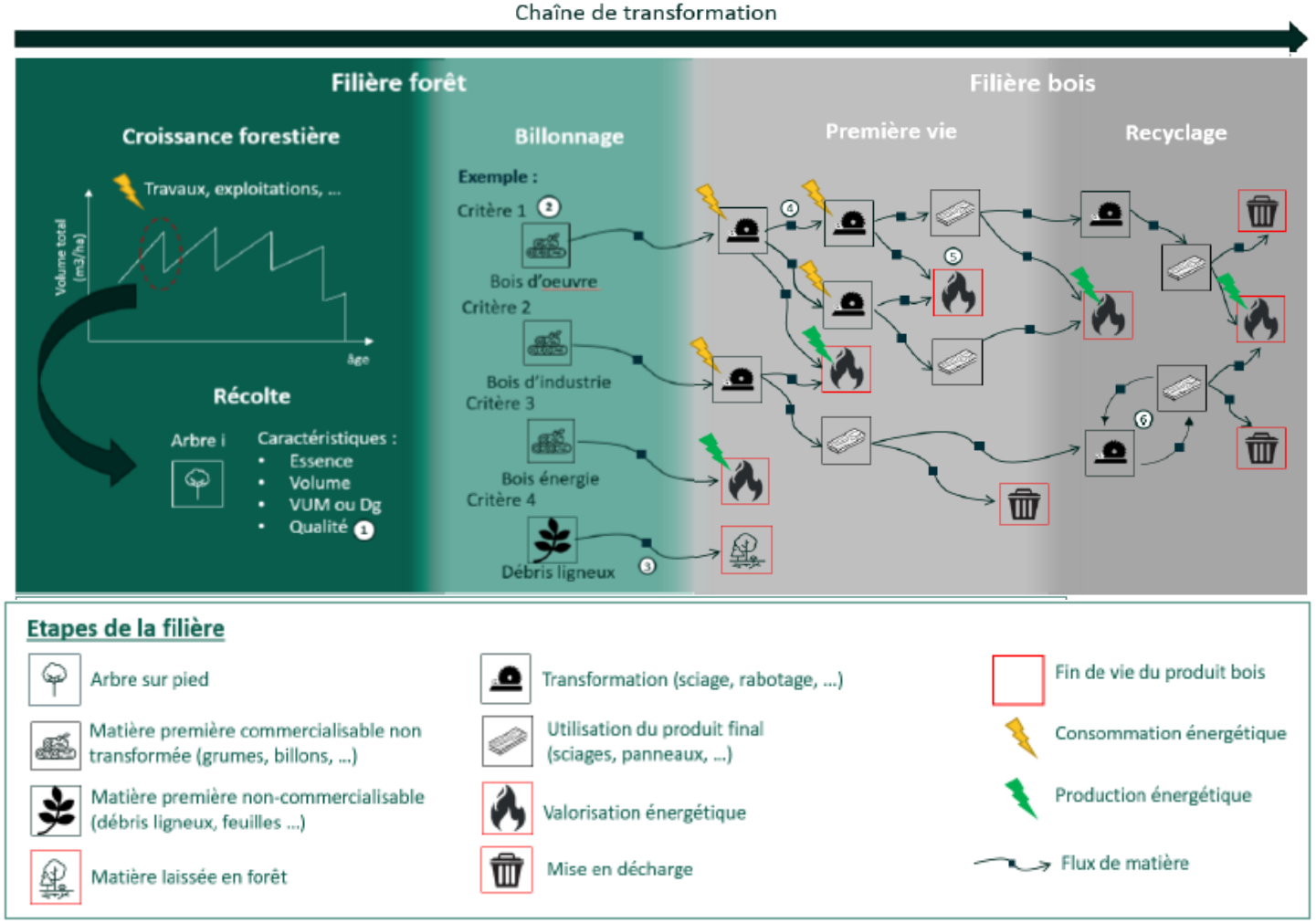
Sapin pectiné, Pin sylvestre, Pin noir, Pin d'Alep, Cèdre de l'Atlas



→ Démarche renseignant sur l'effet carbone des peuplements en Région Sud et leur potentiel d'atténuation des émissions (puits forestier)

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Qu'est-ce qu'un schéma de filière ?



© S. Fournier, ONF R&D Dole

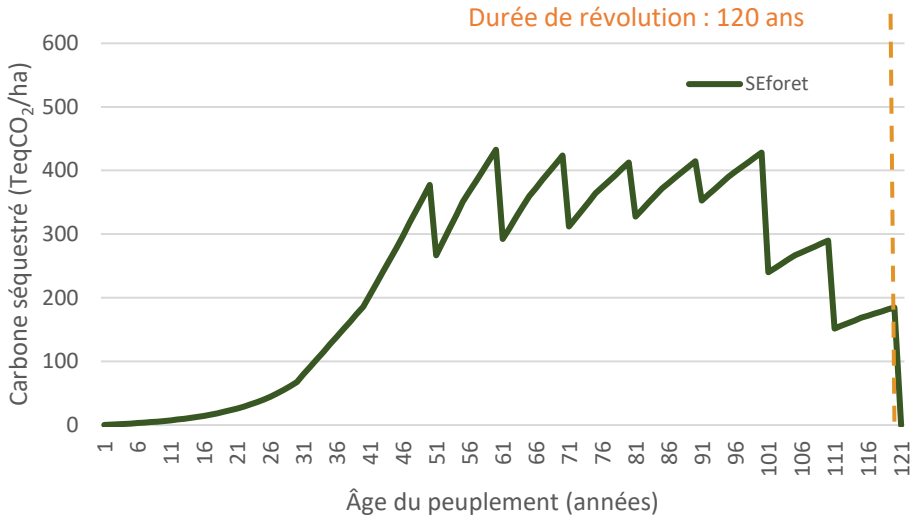
Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Séquestration carbone – l'exemple du Sapin pectiné

→ Sylviculture en futaie régulière

F1

Séquestration et stock de carbone dans le peuplement forestier



Production totale de carbone pendant la durée de révolution : 865 $TeqCO_2$ / ha

Stock moyen de carbone : 231 $TeqCO_2$ / ha

Age (années)	Coupe (1 = avant ; 2 = après)	Hauteur dominante (m)	Densité (N.ha-1)	Surface terrière ($m^2.ha^{-1}$)	Diamètre moyen (cm)	Volume total peuplt ($m^3.ha^{-1}$)	Production totale ($m^3.ha^{-1}$)	Vol. total récolté ($m^3.ha^{-1}$)	Stock carbone aérien ($tCO2.ha^{-1}$)	Stock carbone racinaire* ($tCO2.ha^{-1}$)	Stock carbone peuplt* ($tCO2.ha^{-1}$)	Carbone récolté ($tCO2.ha^{-1}$)	Production carbone total* ($tCO2.ha^{-1}$)	Flux annuel carbone ($tCO2.ha^{-1}.an^{-1}$)
30	1	NA	NA	NA	NA	77.84	NA	NA	51.51	16.01	67.52	NA	67.52	NA
40	1	16.83	1498	24.88	14.54	220.08	220.08	NA	145.65	40.1	185.75	NA	185.75	18.48
45	1	18.77	1468	34.38	17.27	332.94	332.94	NA	220.35	57.81	278.15	NA	278.15	19.81
50	1	20.4	1441	43.71	19.65	454.89	454.89	NA	301.06	76.16	377.23	NA	377.23	16.69
50	2	20.4	722	29.04	22.63	318.97	454.89	135.92	211.1	55.66	266.76	89.96	356.72	16.69
55	1	21.83	715	36.36	25.45	422.24	558.17	NA	279.45	71.31	350.77	NA	440.73	16.29
60	1	22.96	705	43.12	27.91	523.43	659.35	NA	346.42	86.22	432.64	NA	522.6	13.32
60	2	22.74	490	29.06	27.48	350.35	659.35	173.08	231.87	60.47	292.34	114.55	496.85	13.32
65	1	23.73	488	34.66	30.07	433.33	742.34	NA	286.79	72.96	359.75	NA	564.26	12.61
70	1	24.57	481	39.7	32.42	512.07	821.07	NA	338.9	84.56	423.46	NA	627.97	10.28
70	2	24.41	357	29.08	32.2	374.6	821.07	137.47	247.92	64.15	312.07	90.98	607.56	10.28
75	1	25.09	353	33.27	34.64	438.91	885.39	NA	290.48	73.79	364.28	NA	659.77	9.48
80	1	25.64	348	37.02	36.8	498.29	944.76	NA	329.78	82.55	412.33	NA	707.82	8.75
80	2	25.54	270	29.1	37.04	393.4	944.76	104.89	260.36	66.99	327.35	69.42	692.26	8.75
85	1	26.08	268	32.55	39.33	448.26	999.63	NA	296.67	75.18	371.86	NA	736.77	8.4
90	1	26.51	266	35.85	41.43	500.99	1052.36	NA	331.57	82.94	414.51	NA	779.42	7.37
90	2	26.42	220	30.19	41.8	424.56	1052.36	76.43	280.99	71.66	352.64	50.58	768.13	7.37
95	1	26.83	218	33.02	43.92	470.87	1098.66	NA	311.64	78.52	390.16	NA	805.65	7.42
100	1	27.18	217	35.88	45.88	517.54	1145.34	NA	342.53	85.36	427.89	NA	843.38	5.21
100	2	25.07	128	20.09	44.71	286.11	1145.34	231.43	189.36	50.56	239.92	153.17	808.58	5.21
105	1	25.34	128	22.19	46.98	318.88	1178.1	NA	211.04	55.64	266.69	NA	835.35	4.5
110	1	25.55	127	23.96	49.01	347.2	1206.42	NA	229.79	59.99	289.77	NA	858.43	3.21
110	2	25.3	60	12.14	50.76	178.94	1206.42	168.26	118.43	33.4	151.83	111.36	831.85	3.21
115	1	25.54	60	13.4	53.33	199.18	1226.65	NA	131.82	36.71	168.54	NA	848.56	3.18
120	1	25.74	60	14.65	55.75	219.22	1246.69	NA	145.09	39.96	185.05	NA	865.07	NA
120	2	25.74	0	0	0	0	1246.69	219.22	0	0	0	145.09	NA	NA

*La dynamique du carbone racinaire après coupe est incertaine ; de ce fait les calculs ci-dessus sont issus d'approximation pour les valeurs après coupe.

Table dendrométrique pour le Sapin pectiné, en fertilité 1, en plantation avec une densité initiale de 1 600 plants/ha

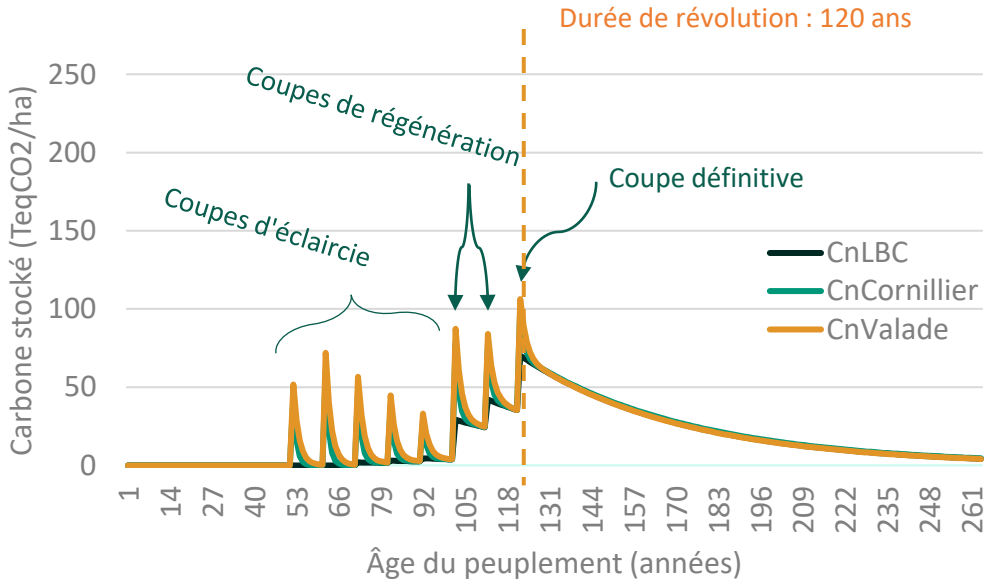
© Patry N., ONF (2022)

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Stock de carbone dans les produits bois et effet de substitution – l'exemple du sapin pectiné

SAPIN PECTINE

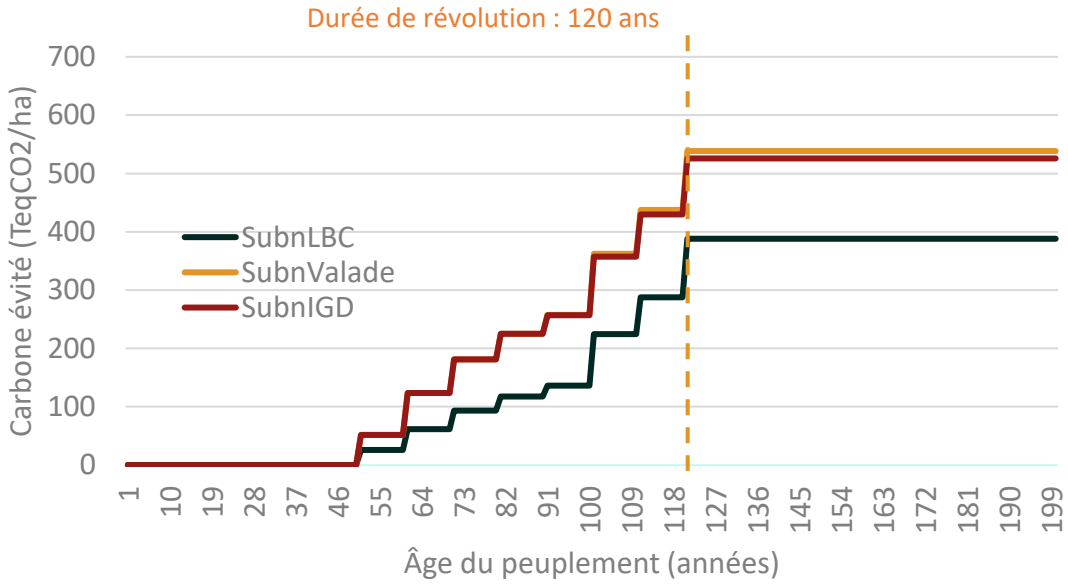
F1 Carbone stocké dans les produits bois



Stock de carbone moyen dans les produits bois **= 38 TeqCO2/ha**

Le stock dans les produits bois est un effet carbone « temporaire ».
Il peut être optimisé en réorientant les usages vers des produits à longue durée de vie et en favorisant le recyclage.

F1 Effet de substitution généré par les produits bois



Moyenne de l'effet total de substitution (3 scénarii analysés)
= 484 TeqCO2/ha évités à 120 ans
→ 4.03 TeqCO2 évités/ha/an

L'effet de substitution est un effet marqué dans le temps.

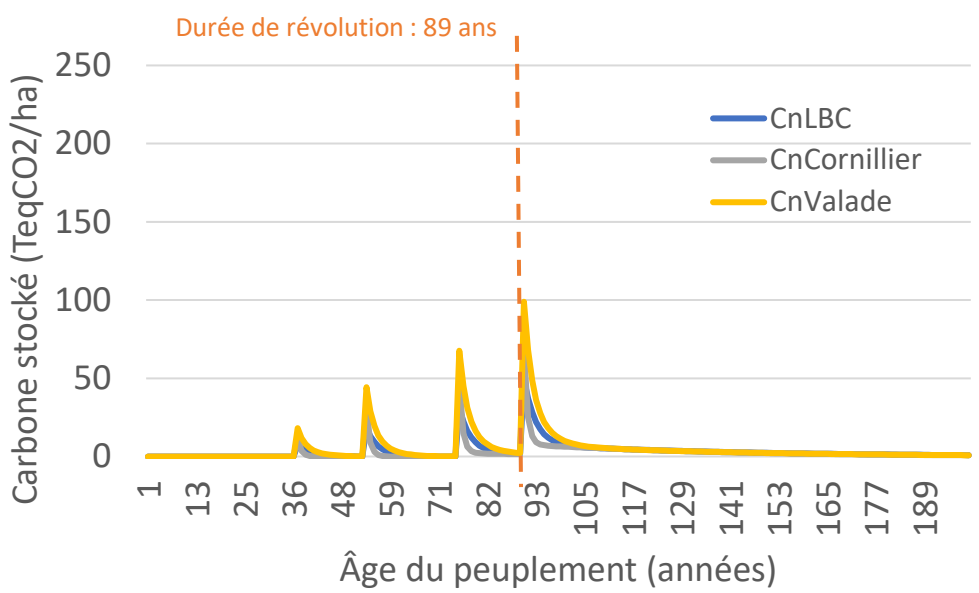
Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Effet carbone du changement d'usage – Valorisation en bois d'industrie panneau

PIN D'ALEP

Scénario classique

F1 **Carbone stocké dans les produits bois**

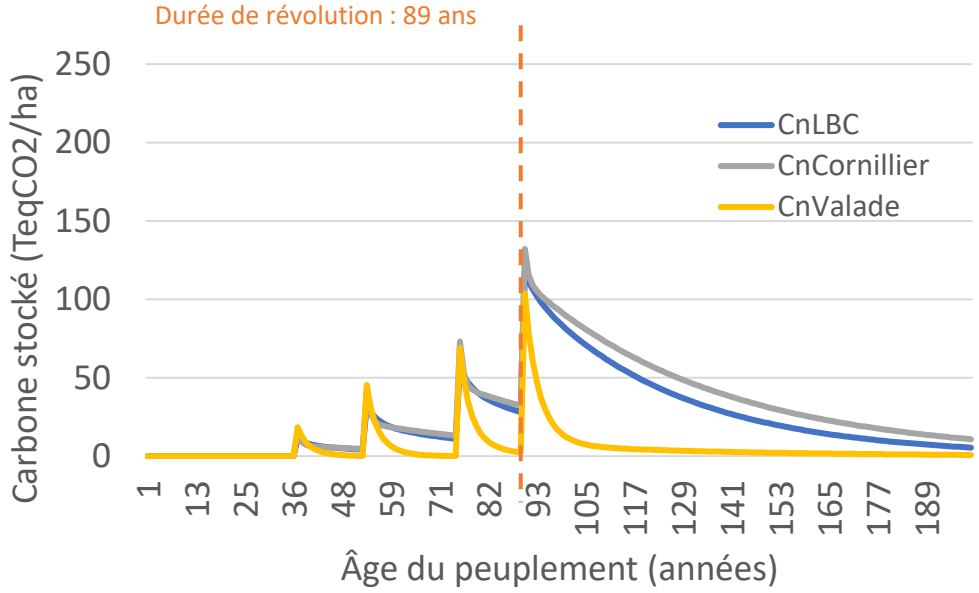


Stock de carbone moyen dans les produits bois
= **9 TeqCO$_2$/ha**

Faible car aujourd'hui les produits sont du BE et BI papier

Scénario alternatif « **Remplacement de BE et BI papier par du BI panneau** »

F1 **Carbone stocké dans les produits bois**



Stock de carbone moyen dans les produits bois
= **45 TeqCO$_2$/ha**

x 5

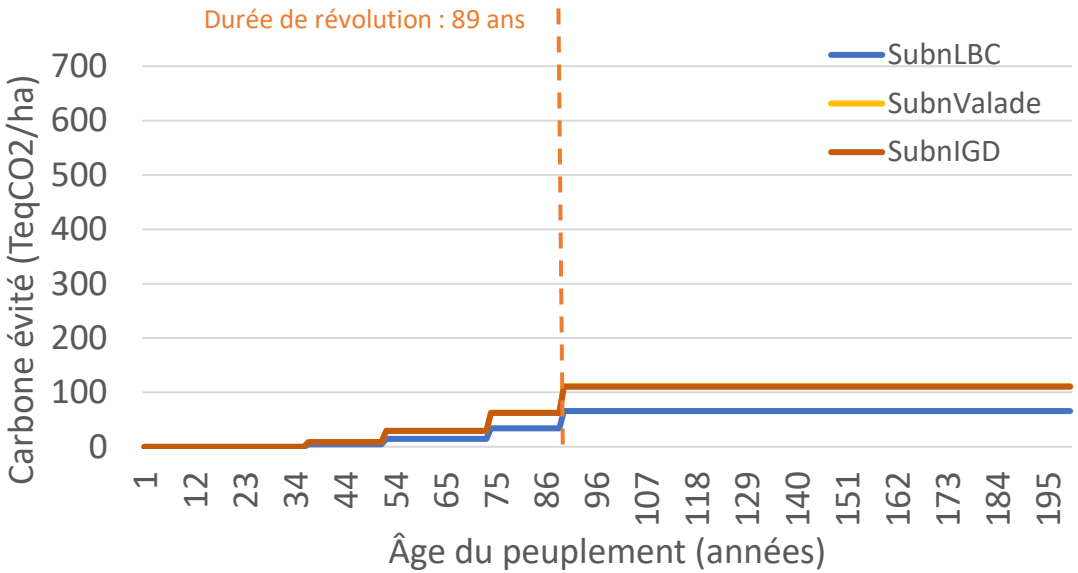
Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Effet carbone du changement d'usage – Valorisation en bois d'industrie panneau

PIN D'ALEP

Scénario classique

F1 **Effet de substitution généré par les produits bois**

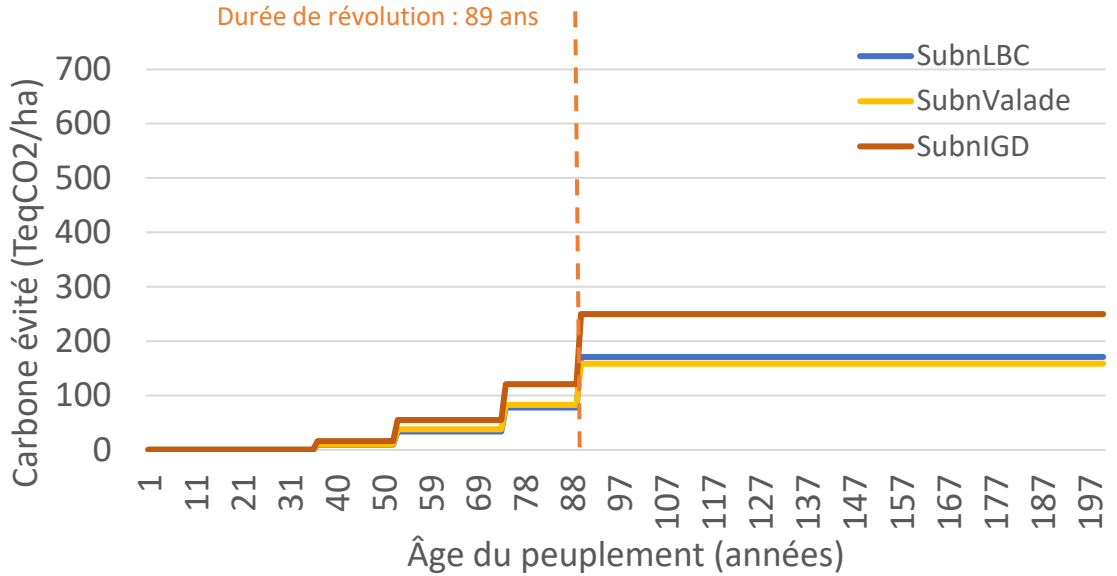


Moyenne de l'effet total de substitution = **96 TeqCO$_2$/ha**

Effet moyen de substitution/an = **1.1 TeqCO$_2$/ha**

Scénario alternatif **« Remplacement de BE et BI papier par du BI panneau »**

F1 **Effet de substitution généré par les produits bois**



Moyenne de l'effet total de substitution = **193 TeqCO$_2$/ha**

Effet moyen de substitution/an = **2.2 TeqCO$_2$/ha**

x 2

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

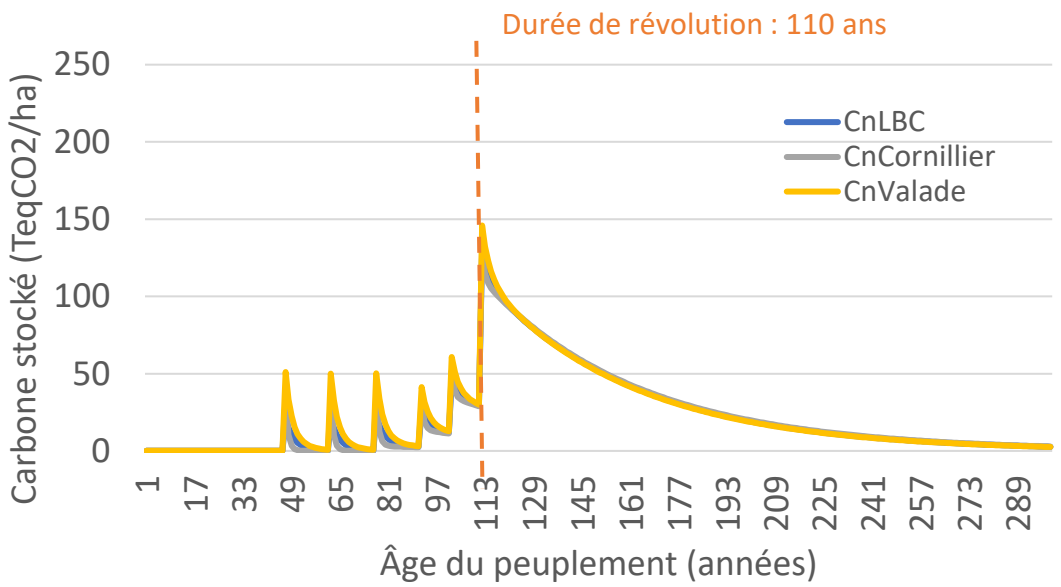
Effet carbone du changement d'usage – Valorisation en bois d'industrie panneau

PIN NOIR

Scénario classique

F2

Carbone stocké dans les produits bois



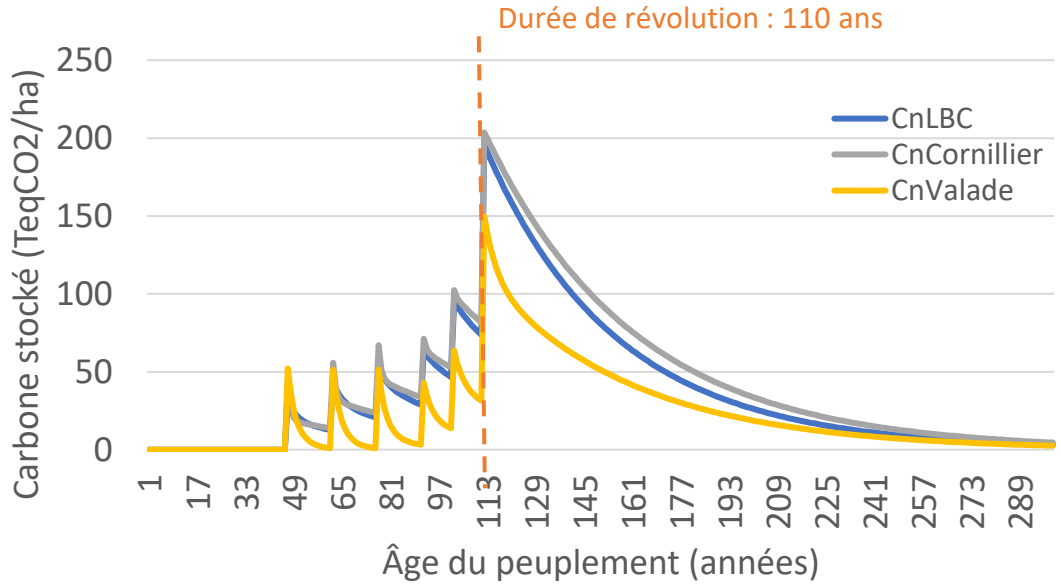
Stock de carbone moyen dans les produits bois

= 59 TeqCO2/ha

Scénario alternatif « **Remplacement de BE et BI papier par du BI panneau** »

F2

Carbone stocké dans les produits bois



Stock de carbone moyen dans les produits bois

= 94 TeqCO2/ha

x 1.6

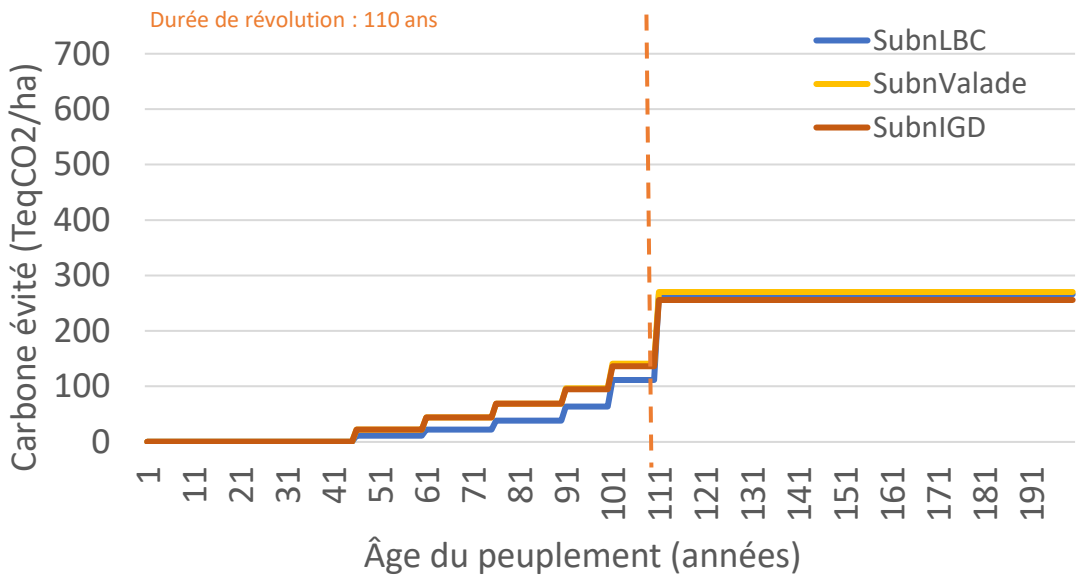
Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Effet carbone du changement d'usage – Valorisation en bois d'industrie panneau

PIN NOIR

Scénario classique

F2 **Effet de substitution généré par les produits bois**

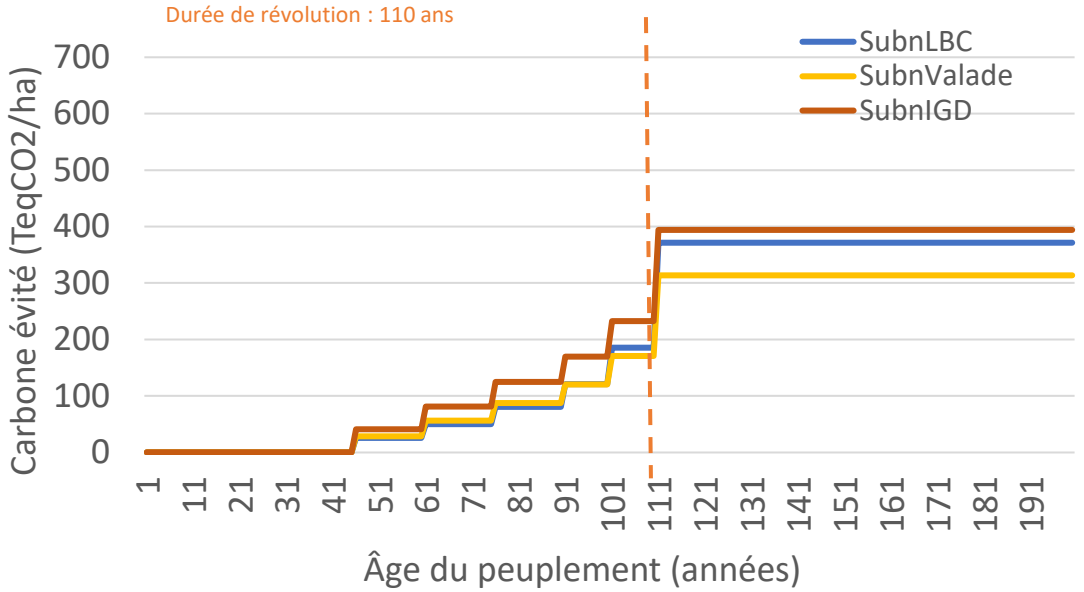


Moyenne de l'effet total de substitution = **264 TeqCO$_2$/ha**

Effet moyen de substitution/an = **2.4 TeqCO$_2$/ha**

Scénario alternatif « **Remplacement de BE et BI papier par du BI panneau** »

F2 **Effet de substitution généré par les produits bois**



Moyenne de l'effet total de substitution = **356 TeqCO$_2$/ha**

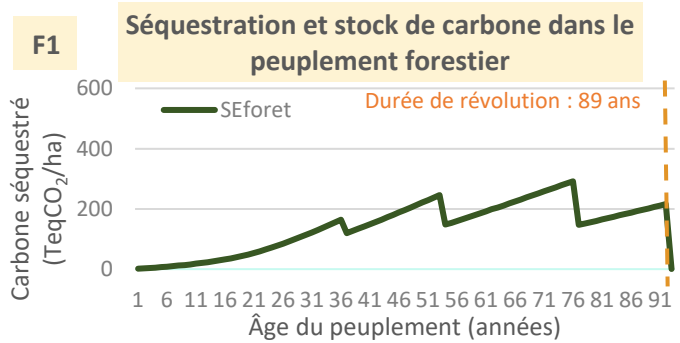
Effet moyen de substitution/an = **3.3 TeqCO$_2$/ha**

x 1.3

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

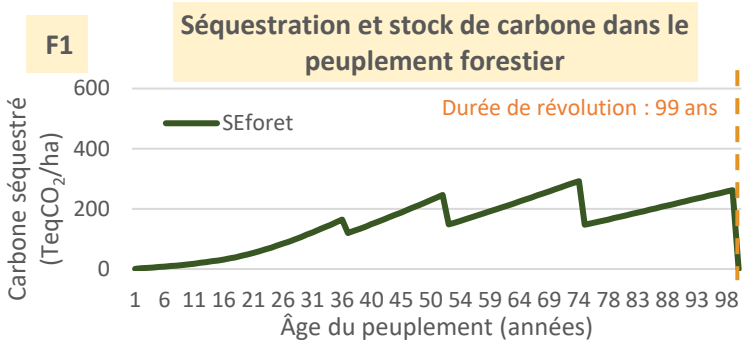
Effet carbone de l'allongement de la durée de révolution

PIN D'ALEP



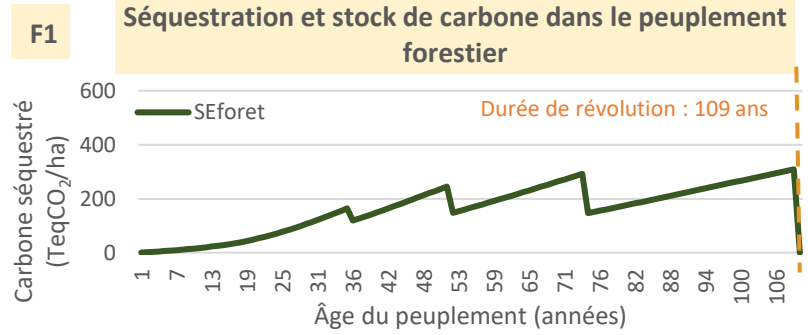
Durée de révolution : **89 ans**

Stock de carbone moyen = **140 TeqCO$_2$/ha**



Durée de révolution : **99 ans (+ 10 ans)**

Stock de carbone moyen = **150 TeqCO$_2$/ha**



Durée de révolution : **109 ans (+ 20 ans)**

Stock de carbone moyen = **162 TeqCO$_2$/ha**

Séquestration dans le peuplement :

Une **augmentation du stock de carbone moyen dans le peuplement**.

➔ intérêt en termes de séquestration carbone moyenne sur la durée de vie du peuplement.

Produits bois :

Presque aucune variation du stock de carbone dans les produits bois avec une moyenne de 9 TeqCO2/ha pour 89 ans et 99 ans et 10 TeqCO2/ha stocké pour 109 ans de sylviculture.

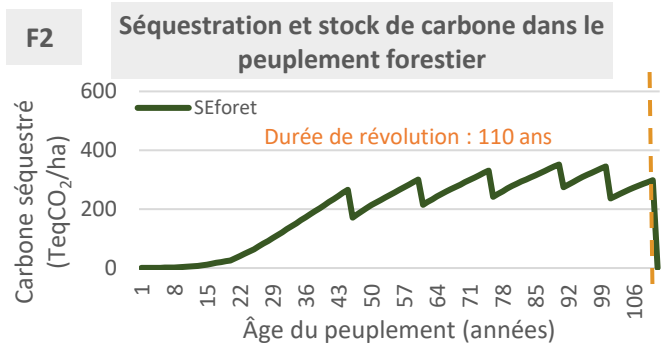
Effet de substitution :

Une **légère augmentation** de l'effet de substitution passant de 1.08 à 1.12 TeqCO2/ha évités chaque année en allongeant l'itinéraire de 20 ans.

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

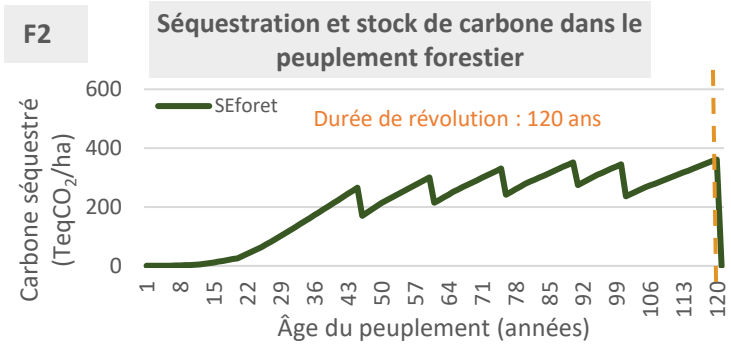
Effet carbone de l'allongement de la durée de révolution

PIN NOIR



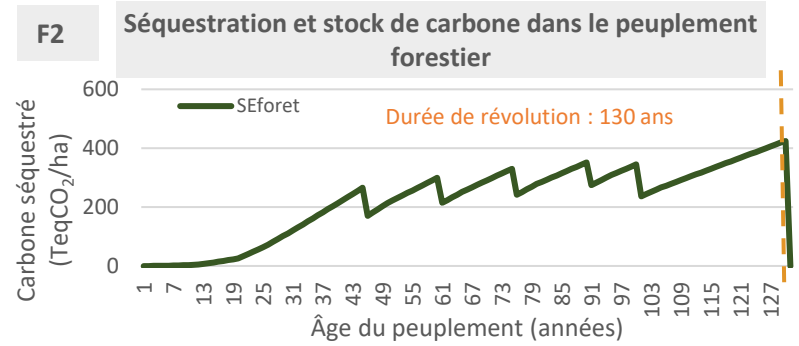
Durée de révolution : **110 ans**

Stock de carbone moyen = **197 TeqCO$_2$/ha**



Durée de révolution : **120 ans (+ 10 ans)**

Stock de carbone moyen = **207 TeqCO$_2$/ha** ↑



Durée de révolution : **130 ans (+ 20 ans)**

Stock de carbone moyen = **222 TeqCO$_2$/ha** ↑

Séquestration dans le peuplement :

Une **augmentation du stock de carbone moyen dans le peuplement**.

➔ intérêt en termes de séquestration carbone moyenne sur la durée de vie du peuplement.

Produits bois :

Une **légère augmentation du stock de carbone dans les produits bois** de 2 et 3 TeqCO$_2$/ha supplémentaire à 120 et 130 ans de sylviculture respectivement.

Effet de substitution :

Aucune variation d'effet de substitution annuel avec une constante de 2.4 TeqCO$_2$/ha évité chaque année pour les trois itinéraires.

Exemple d'atténuation carbone en région SUD

Orientation pour optimiser sa stratégie carbone

Protéger les stocks en contexte climatique changeant

- Eviter les relargages massifs : incendies, dépérissements significatifs
- Réfléchir à des adaptations de durée de révolution vis-à-vis des risques, potentiel séquestration du peuplement et valorisation bois

Optimiser les flux

- Augmenter et privilégier la valorisation de bois d'œuvre ;
- Valoriser une plus grande part de bois d'industrie, notamment sous forme de panneau ;
- Limiter les importations et favoriser la production locale ;
- Encourager le ré-usage et le recyclage des matériaux bois.

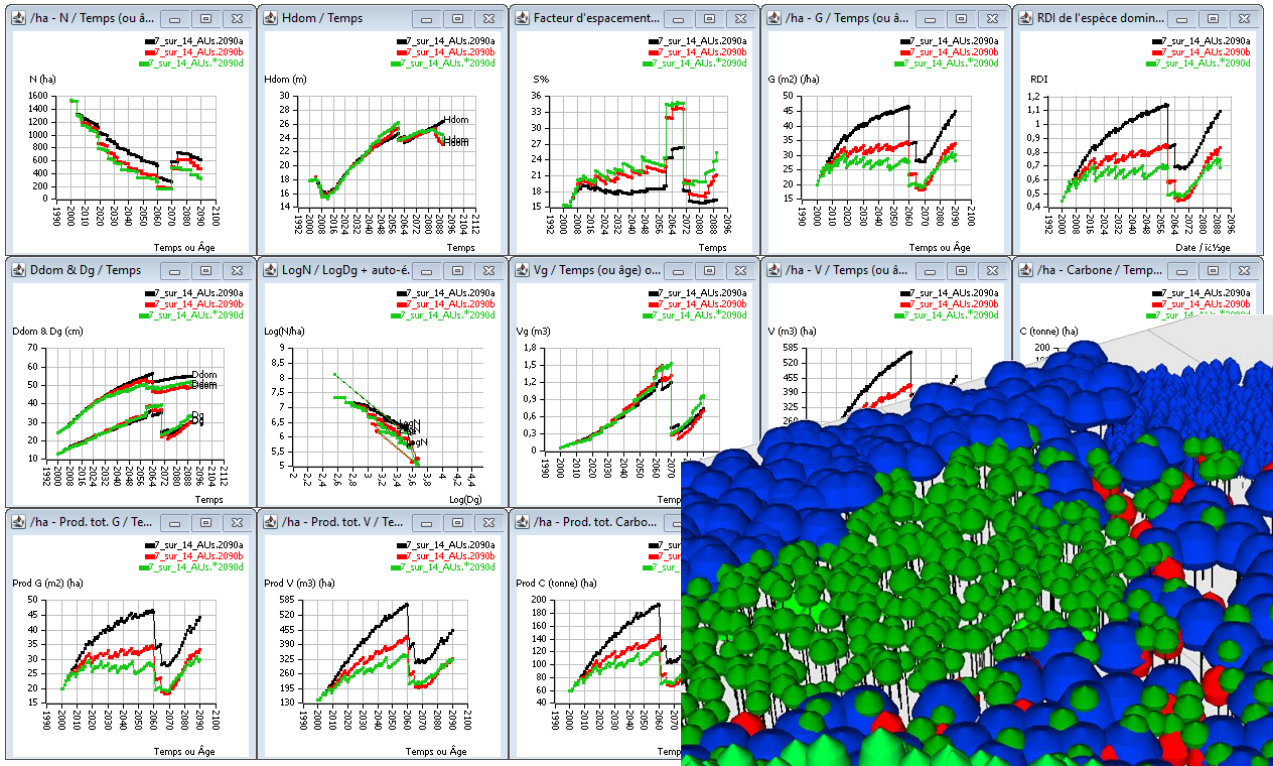
Outils d'aide à la décision

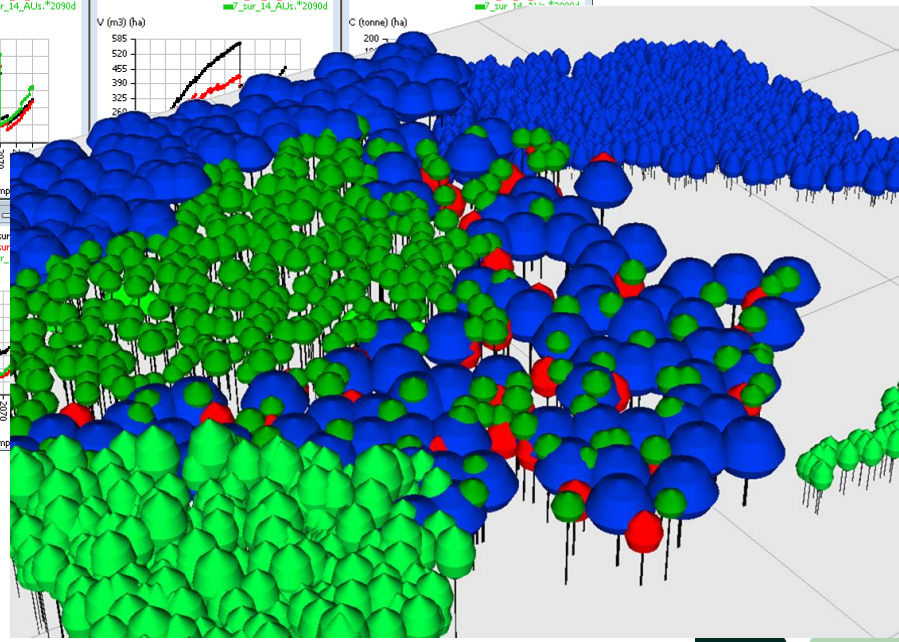
SIMULATEUR MULTICRITERES de SCENARIOS de gestion sylvicole à l'échelle d'une FORÊT

Objectif :

Outil permettant au propriétaire/gestionnaire

- De comparer des gestions sylvicoles
- Et d'optimiser plusieurs critères : stockage carbone, substitution, production de bois, critères dendrométriques, ... etc.





ONF R&D Avignon

Office National des Forêts

Merci pour votre attention.