

Rapport

Etude du potentiel bois-énergie du canton de Neuchâtel

19.02.2024

Auteur :



Énergie-bois Suisse
Rte de la Chocolatière 26
CP 129
1026 Échandens
T 021 706 50 32
info@energie-bois.ch
www.energie-bois.ch

Sur mandat de :

Service de la faune, des forêts et de la nature
Rue du Premier-mars 11
2108 Couvet

Service de l'énergie et de l'environnement
Rue du Tombet 24
2034 Peseux



Lignum Neuchâtel COBEL
Chemin des Longues Raies 13
2013 Colombier

Table des matières

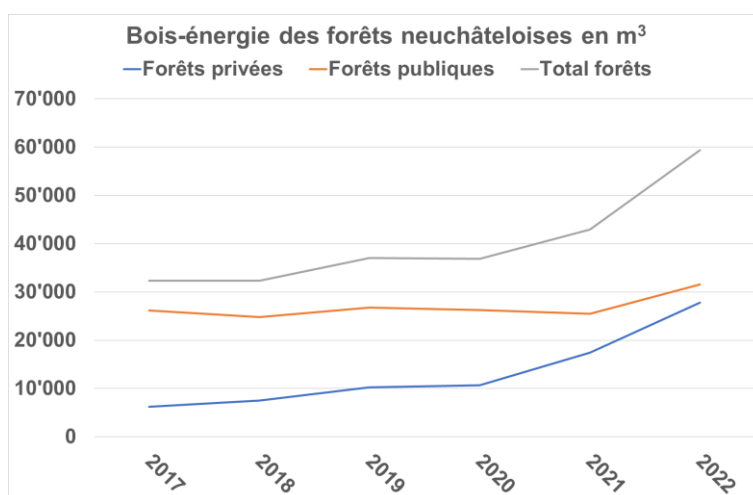
Table des matières	3
1. Résumé	4
2. Glossaire	5
3. Unités et facteurs de conversion	6
4. Introduction	7
5. Contexte	7
6. Méthodes	8
6.1. Données et estimation concernant la production	8
6.2. Données et estimation concernant la consommation	8
7. Récoltes de bois de forêt	9
7.1. Récoltes à l'échelle cantonale	9
7.2. Récoltes à l'échelle des arrondissements	11
7.2.1. Récoltes des forêts publiques par arrondissement	11
7.2.2. Récoltes des forêts privées par arrondissement	12
7.2.3. Récoltes totales en bois et bois-énergie des forêts publiques et privées	13
7.3. Récoltes à l'échelle des communes	14
7.3.1. Estimation des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts publiques par commune	14
7.3.2. Estimation des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts privées par commune	15
7.3.3. Estimation du total des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts publiques et privées par commune	15
8. Consommation en bois-énergie 2022	16
8.1. Méthode d'EBS	16
8.2. Données du SENE et comparaison	17
9. Estimation du potentiel total en bois-énergie	18
9.1. Possibilité totale du bois issu des forêts	18
9.1.1. Estimation de la possibilité des forêts	18
9.1.2. Impact de la tempête du 24.07.2023 à La Chaux-de-Fonds	20
9.1.3. Estimation du potentiel bois-énergie issu de la forêt	20
9.1.4. Estimation de l'influence du prix sur la quantité de bois récoltée	20
9.2. Potentiel des autres classes de bois-énergie	22
9.3. Récapitulation du potentiel total en bois-énergie	23
10. Prise en compte des projets futurs et récapitulation	23
11. Suivi futur (monitoring)	23
12. Conclusion	24
13. Annexes	25
13.1. Récoltes bois et bois-énergie par commune	25
13.1.1. Coupes et estimations des récoltes de bois et de bois-énergie en forêts publiques	25
13.1.2. Estimations des récoltes de bois et de bois-énergie en forêts privées	28
13.1.3. Total des récoltes en bois et bois-énergie des forêts publiques et privées	30
13.2. Catégories des installations de chauffage selon [7]	32
14. Références	33

1. Résumé

Avec la croissance très importante de la consommation en bois-énergie dans le canton de Neuchâtel ces vingt dernières années, la détermination aussi précisément que possible du potentiel restant est nécessaire. Elle est effectuée ici à l'aide de diverses sources de données cantonales et fédérales, de diverses études et de contacts auprès des acteurs principaux du Canton (Viteos et Groupe E Celsius). Plusieurs estimations sont nécessaires. Elles concernent pour le Canton :

- la récolte en bois-énergie à l'échelle cantonale, par arrondissement et par commune,
- la consommation actuelle des diverses catégories de bois-énergie (bois de forêt, bois d'entretien du paysage, résidus de bois et bois usagé),
- le potentiel restant des diverses catégories de bois-énergie,
- la prise en compte des grands projets en voie de réalisation ou encore au stade de la réflexion.

La figure ci-dessous présente l'évolution de la récolte de bois-énergie provenant des forêts neuchâteloises. Elle est proche de 60'000 m³ pour 2022 et représente 35% de l'ensemble des volumes récoltés. Le potentiel restant en bois-énergie provient quasi-exclusivement de la forêt. Il est estimé à 10'000 m³ aux conditions de récolte actuelles et à 20'000 m³ si le prix du bois-énergie augmente de manière significative permettant ainsi l'exploitation de zones non-rentables actuellement.



Par expérience, on sait que les quantités estimées pour les projets encore au stade de la réflexion – ils représentent ici 85% des quantités indiquées ci-dessous – sont souvent revu largement à la baisse jusqu'à leur réalisation. Néanmoins, vu le niveau presque deux fois supérieurs par rapport au potentiel supplémentaire identifié, il apparaît que le potentiel durable en bois-énergie des forêts neuchâteloises devrait être atteint avant l'échéance politique de 2050. Les résultats de cette étude montrent l'importance d'un suivi régulier ces prochaines années pour permettre de préciser la ressource encore disponible dans les forêts neuchâteloises.

Catégorie de bois énergie	Récolte ou production	Consommation actuelle	Potentiel suppl.	Projets futurs
Neuchâtel	[m ³ /an]	[m ³ /an]	[m ³ /an]	[m ³ /an]
Bois de forêt et de paysage	64'000	63'400	20'000	38'000
Résidus de bois (y.c. pellets)	27'000	27'600	faible ou épuisé	0
Bois usagé	13'800	16'100	faible ou épuisé	0

2. Glossaire

Terme	Défini- tion
Bois de forêt	Bois-énergie à l'état naturel qui, sous forme de bûches ou de plaquettes, est acheminé directement ou via un dépôt intermédiaire de la forêt vers le chauffage (combustibles bois selon l'annexe 5, ch. 31, al. 1, let. a et b OPair).
Bois de paysage	Bois-énergie naturel provenant du paysage à l'exclusion des forêts : bois provenant de talus, de parcs, de jardins, etc. Une distinction avec le bois de forêt est nécessaire parce que le bois du paysage n'est pas enregistré dans la statistique forestière (combustibles bois selon l'annexe 5, chiffre 31, alinéa 1, lettres a et b OPair).
Résidus de bois	Bois-énergie provenant de l'industrie de transformation du bois (scieries, menuiseries, charpenteries, etc.), à l'état naturel (scieries) ou non (menuiseries). (combustibles bois selon l'annexe 5, chiffre 31, alinéa 1, lettre c de l'OPair).
Bois usagé (y compris les déchets de bois problématiques)	Aussi appelé bois de récupération ou vieux bois. Bois-énergie provenant de la démolition et de la rénovation de bâtiments, de vieux meubles et d'emballages, traités ou non, à l'état naturel ou non (combustibles bois selon l'annexe 5, chiffre 31, alinéa 1, lettre d, combustibles non-bois selon l'annexe 5, chiffre 31, alinéa 2, lettres a et b OPair). Le bois problématique est imprégné ou recouvert avec des substances chimiques dangereuses ou pollué au plomb.
Plaquettes	Également appelé copeaux de bois. Bois-énergie décheté (bois de forêt, bois de paysage, résidus de bois ou bois usagé) pouvant être utilisé dans des chauffages automatiques à plaquettes.
Bûches	Bois-énergie préparé et ramassé sous forme de bûches et de bûchettes, utilisé dans des chaudières à bûches à alimentation manuelle.
Pellets	Appelés aussi granulés de bois. Bâtonnets cylindriques de sciure de bois provenant de la 1 ^{ère} transformation du bois (scierie) et plus récemment également fabriqué à partir de bois de forêt.
Type d'installation	"Catégories d'installations" Chauffages au bois (25 au total) selon [7]. Voir l'annexe 13.2
Assortiments de bois	Bois de service (grumes), bois d'industrie, bois énergie
Assortiments bois-énergie	Bûches, plaquettes, pellets
Bois de service (grumes)	Assortiments destinés à être transformés dans des entreprises de transformation du bois (scieries, menuiseries, etc.)
Bois d'industrie	Assortiments destinés à la transformation en panneaux de particules, papier ou autres produits à base de cellulose et de lignine (bois chimique)
Bois-énergie	Assortiments prévus pour l'utilisation énergétique
Bois rond	Bois de forme ronde (toutes les gammes)
Sylve abrégé sv	Unité de mesure du volume de bois sur pied, c'est une évaluation du volume exploitable. Ce volume comprend l'arbre entier (y compris sa cime, ses branches, etc.) et il est estimé au moment du martelage et de la coupe (avant cubage en m ³). Il existe une différence entre le volume en sylviculture et le volume des assortiments, certaines parties n'étant pas exploitées voire même parfois l'arbre entier dans le cas de forêts protectrices, laissés en travers de la pente.

Possibilité	Volume en sylviculture de l'exploitation annuelle potentielle sanctionnée par le plan de gestion. En forêt publique, celle-ci est déterminée sur la base de l'accroissement qui est déterminé par le biais des inventaires forestiers.
Martelage	Opération où l'on désigne les arbres destinés à être coupés. Au moment du martelage, le volume de l'arbre est évalué en sylviculture.
Coupes	Coupe des arbres précédemment martelés, volume exprimé en sylviculture sur la base des données acquises lors du martelage.
Récolte (dans ce document)	Bois commercialisés issus des coupes. Le volume s'exprime en m ³ .
Mètre cube de bois plein abrégé m ³	Cube de bois avec une longueur d'arête de 1 m sans espaces intermédiaires. Unité de mesure de volume des assortiments exploités après cubage.
Mètre cube en vrac abrégé m ³ _v	Volume de plaquettes ou de pellets en vrac. Voir la page suivante.
Stère	Volume d'un mètre cube de bûches empilées (bûches)
Énergie finale	Quantité d'énergie directement injectée dans le système de chauffage
Énergie utile	Quantité d'énergie qui peut être effectivement utilisée. La différence entre l'énergie finale et l'énergie utile correspond aux pertes de conversion.

3. Unités et facteurs de conversion

Le tableau 1 présente des facteurs de conversion permettant d'estimer le contenu énergétique du bois en volume ou en masse. Un mètre cube en vrac (m³_v) est un mètre cube de plaquettes. Ce tableau est repris du rapport d'EBS pour l'OFEV [4].

Facteurs de conversion	Assortiments et sources de bois énergie						
	Bûches	Plaquettes forestières	Plaquettes bois paysage	Pellets	Plaquettes résidus bois	Plaquettes d'écorces	Plaquettes bois usagé
m ³ _v /m ³	-	2.8	2.8	0.8	2.8	2.8	2.8
Mètres cubes en vrac par m ³ plein	-	-	-	-	-	-	-
St/m ³	1.4	-	-	-	-	-	-
Stère par m ³ plein	-	-	-	-	-	-	-
t/m ³	0.72	0.85	0.85	0.68	0.68	1.07	0.64
Tonnes par m ³ de bois plein	-	-	-	-	-	-	-
t/m ³ _v	-	0.3	0.3	-	0.24	0.38	0.23
Tonnes par mètre cube en vrac	-	-	-	-	-	-	-
MWh/m ³	2.81	2.91	2.91	2.61	2.91	2.37	2.63
Contenu énergétique par m ³ plein	-	-	-	-	-	-	-
MWh/t	3.89	3.45	3.45	3.9	4.29	2.21	4.11
Contenu énergétique par t	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 1 : facteurs de conversion utilisés dans cette étude. (Source : [4]).

4. Introduction

Le bois-énergie est la première source d'énergie renouvelable et neutre en CO₂ du canton de Neuchâtel. Pour 2021, la Statistique de l'énergie cantonale estime à 240 GWh la chaleur produite avec le bois, soit un peu plus de 10% de la consommation totale en chaleur du canton [1] (voir la référence n°1 au chapitre 14). Depuis 2000, cela correspond presque à un triplement de la consommation (figure 1) et montre l'efficacité des mesures cantonales d'encouragement.

Avec l'entrée en vigueur en 2021 de la nouvelle loi cantonale sur l'énergie, l'intérêt pour le bois-énergie devrait encore s'intensifier. Celle-ci demande en particulier que, lors du remplacement d'une installation de chauffage dans un bâtiment d'habitation, les besoins thermiques soient couverts par une énergie renouvelable si cela est techniquement possible et n'engendre pas de surcoût par rapport à une variante fossile combinée avec une des variantes du règlement de la loi. La hausse du prix du gaz, commencée dès l'été 2021 et qui s'est poursuivie avec la guerre en Ukraine, renforce encore cet attrait.

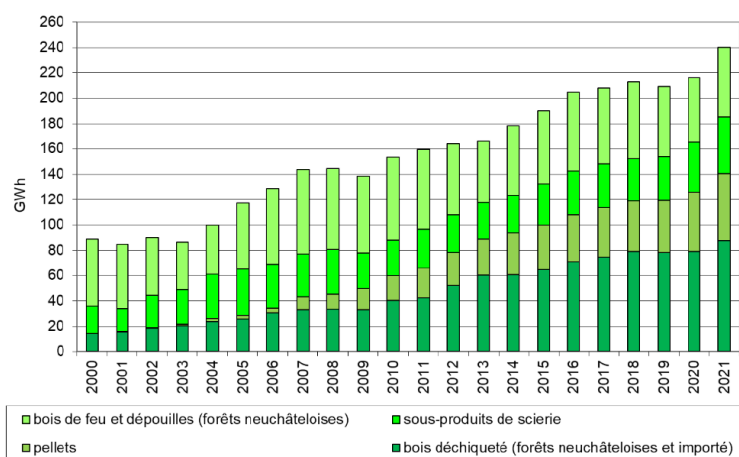


Figure 1 : évolution de la production d'énergie depuis 2000 à partir du bois de feu, de sous-produits de scierie, de pellets et de bois déchiqueté. (Source : [1])

5. Contexte

La forêt neuchâteloise couvre le tiers du territoire cantonal soit près de 32'000 ha (avec pâturages boisés et tourbières boisées). 49,5% sont la propriété d'environ 3'100 propriétaires forestiers privés principalement répartis dans les vallées et la région des Montagnes neuchâteloises, le reste étant en mains des collectivités publiques [2]. La croissance rapide de la consommation en bois-énergie et la finitude de la ressource forestière rendent nécessaire une mise à jour et un approfondissement de l'étude de 2011 de la COBEL de Lignum Neuchâtel qui concernait seulement la consommation et le potentiel restant en plaquettes forestières [3].

Ce rapport reprend des informations et les principes et méthodes du récent rapport « Monitoring bois-énergie 2022 » réalisé par Energie-bois Suisse (EbS) pour l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) [4]. Le rapport [4] présente en particulier les outils pour permettre le futur monitoring en continu du potentiel bois-énergie à l'échelle de la Confédération.

Ce rapport précise les valeurs de [4] en se basant sur des données fournies par le SENE ou suite aux contacts directs réalisés avec les acteurs principaux du Canton porteurs de gros projets.

6. Méthodes

6.1. Données et estimation concernant la production

Le Service cantonal de la faune, des forêts et de la nature (SFFN) a fourni des récapitulations des rapports de gestion par arrondissement de 2017 à 2022. Les possibilités (potentiel) et les coupes (martelage), chaque fois par domaines forestiers, ont été renseignés pour les forêts publiques au moyen d'une base de données. Pour les forêts privées, des indications ont été fournies uniquement concernant les autorisations (martelage) par arrondissement. Un recoupement avec la Statistique forestière annuelle de l'Office fédéral de la statistique (OFS) [5] ou avec l'Annuaire annuel La forêt et le bois (OFEV) [6] ainsi que des hypothèses mentionnées dans le texte permettent de combler les lacunes relativement importantes concernant les forêts privées.

6.2. Données et estimation concernant la consommation

La référence est la Statistique annuelle du bois-énergie de l'OFEN [7] publiée chaque année depuis l'année 2000 (voir le détail des installations de chauffage au bois dans l'annexe 13.2). Elle est basée entre autres sur des listes des fournisseurs d'installations de chauffage et celles des Services cantonaux de l'environnement pour les installations soumises à des contrôles. Connaissant plus ou moins précisément le nombre d'installations et leurs puissances, on estime la consommation en bois avec des hypothèses basées sur leurs taux d'utilisation et sur leurs rendements. L'estimation présentée ici est complétée par d'autres données ainsi que diverses hypothèses là où les données par canton manquent. Cela concerne par exemple les petits chauffages à bûches. Le Service cantonal de l'énergie et de l'environnement (SENE) a fourni des données concernant en particulier le bois usagé.

7. Récoltes de bois de forêt

7.1. Récoltes à l'échelle cantonale

Dans le canton de Neuchâtel, les surfaces boisées, sans les surfaces des réserves et les îlots, représentent en 2022 16'017 et 15'790 hectares pour les propriétés publiques et privées respectivement. Le tableau 2 indique en détail les surfaces suivant la propriété en incluant les surfaces des réserves avec des indications supplémentaires comprenant les surfaces de forêt, de tourbière et de pâturage boisé.

Propriété / Nature [ha]	Forêts	Tourbières boisées	Pâturages boisés	Total
Publique	14'874	39	1'487	16'400
Privée	10'543	255	5'288	16'086

Tableau 2 : répartition des surfaces soumises à la législation forestière suivant la propriété. (Source SFFN)

Les graphiques suivants présentent une synthèse des données transmises par le SFFN et permettent de connaître ou d'estimer la production de bois-énergie. Le volume annuel récolté en forêts privées est calculé en soustrayant au volume récolté dans le Canton publiés par l'OFS dans [5] le volume récolté en forêts publiques transmis par le SFFN.

L'évolution de la récolte totale en bois présentée dans la figure 2 montre une croissance importante pour les forêts privées en lien avec l'augmentation des prix des assortiments de résineux observée depuis le printemps 2021 et l'augmentation du volume des bois bostrychés.

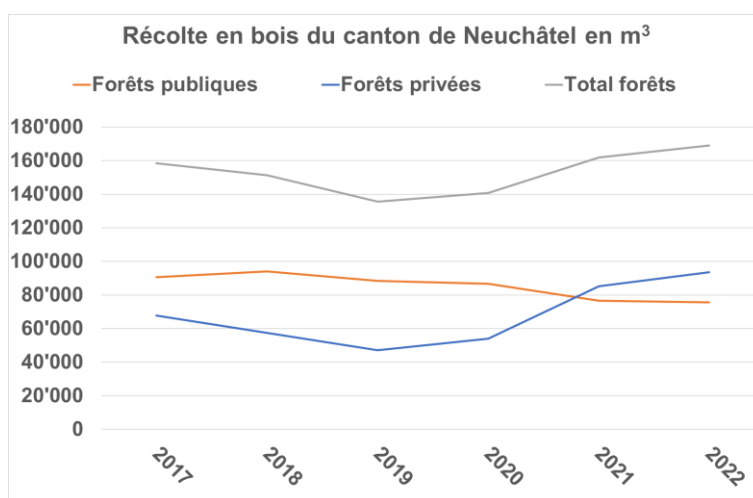


Figure 2 : évolution de la récolte en forêts publiques et privées du canton de Neuchâtel (Source : SFFN et [5]).

La figure 3 montre l'évolution des divers assortiments de bois. On observe nettement la croissance des volumes destinés à l'énergie au dépend du bois d'industrie. La figure 4 montre le détail de l'évolution de la production de bois-énergie pour les forêts publiques et privées. Alors que la quantité est relativement constante pour les forêts publiques, elle est en nette augmentation pour les forêts privées.

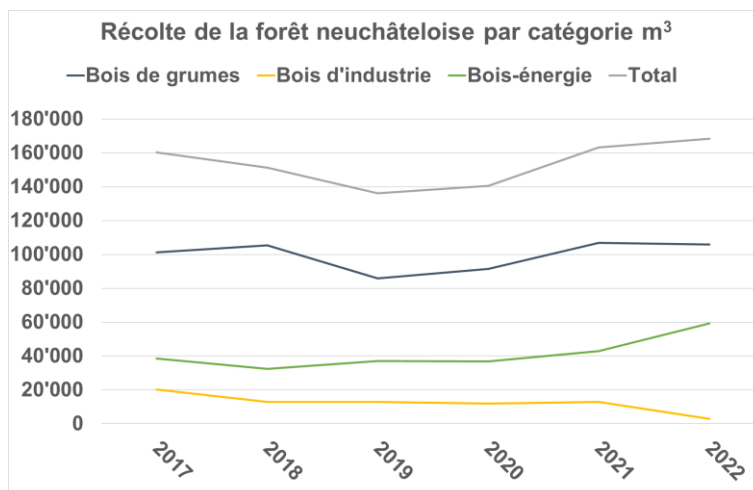


Figure 3 : récolte de la forêt neuchâteloise par catégorie. (Source : [5])

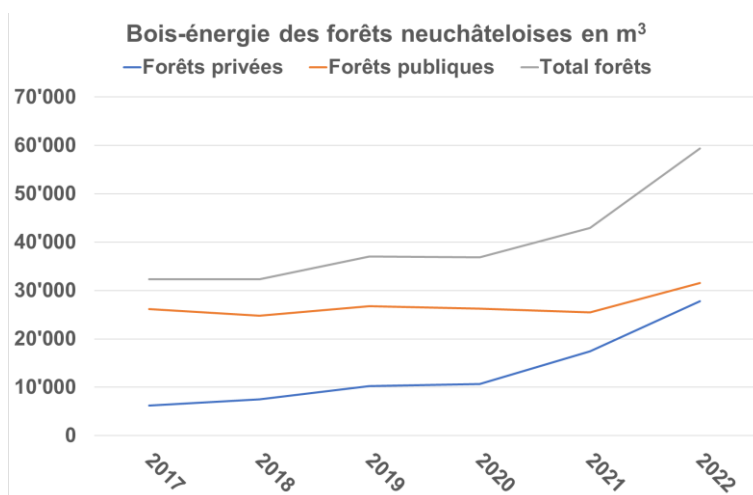


Figure 4 : évolution de la récolte neuchâteloise en bois-énergie. (Source : SFFN et [5])

La part du bois-énergie dans les récoltes des forêts privées et publiques est présentée dans la figure 5. On observe à la fois pour les forêts privées et publiques l'augmentation régulière de la part destinée au bois-énergie avec un pourcentage en 2022 de 42% pour les forêts publiques et de 30% pour les forêts privées.

En conclusion, la part du bois-énergie atteint en 2022 35% des volumes récoltés et représente environ 60'000 m³. La consommation en bois-énergie étant en constante augmentation, cette part va probablement encore augmenter ces prochaines années pour répondre à la demande et se rapprocher de la moyenne suisse de 41% en 2022.

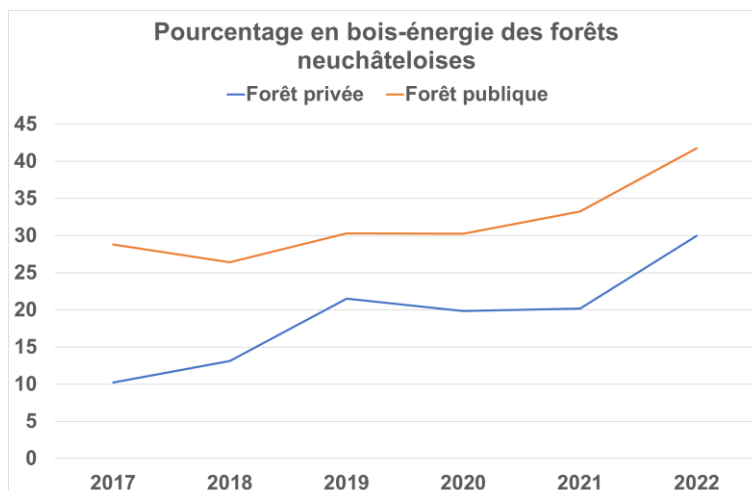


Figure 5 : part du bois-énergie dans les forêts neuchâteloises publique et privé. (Source : SFFN)

7.2. Récoltes à l'échelle des arrondissements

Les forêts neuchâteloises se répartissent sur cinq arrondissements : Boudry, les Montagnes neuchâteloises, Neuchâtel, le Val-de-Ruz et le Val-de-Travers. La répartition entre les forêts privées et les forêts publiques varient fortement suivant que l'on se situe dans le haut où le bas du canton : les forêts privées sont minoritaires dans le bas et majoritaires dans le haut.

A noter que les valeurs présentées ci-dessous représentent pour les forêts publiques la somme des récoltes des communes de l'arrondissement. Certaines communes étant parfois propriétaires de forêts dans d'autres parties du territoire neuchâtelois, les volumes présentés sont ceux d'une commune en tant que propriétaire et non ceux rapportés au territoire communal.

Par souci de simplification, seul le total des volumes de résineux et de feuillus est présenté.

7.2.1. Récoltes des forêts publiques par arrondissement

Le suivi effectué par le SFFN permet de connaître précisément les récoltes à l'échelle de l'arrondissement des forêts publiques (tableau 3 et 4). Le tableau 5 présente l'évolution du pourcentage en bois-énergie par arrondissement.

Récoltes de bois des forêts publiques [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	20'012	20'824	18'527	23'497	15'124	17'330
Montagnes neuchâteloises	13'022	14'951	11'804	11'758	9'422	10'059
Neuchâtel	16'880	17'192	17'045	13'082	17'782	16'308
Val-de-Ruz	20'847	19'619	22'828	20'944	18'723	14'169
Val-de-Travers	19'980	21'472	18'130	17'461	15'621	17'712
Total canton	90'740	94'058	88'334	86'742	76'672	75'578

Tableau 3 : récoltes de bois des forêts publiques en m³. (Source : SFFN)

Récolte de bois-énergie des forêts publiques [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	6'821	5'432	7'050	7'333	4'677	8'992
Montagnes neuchâteloises	3'247	3'007	2'877	2'566	2'337	3'210
Neuchâtel	7'648	8'312	6'970	6'715	8'742	8'303
Val-de-Ruz	5'156	5'656	6'940	5'025	5'612	5'350
Val-de-Travers	3'269	2'431	2'928	4'589	4'117	5'692
Total canton	26'141	24'838	26'765	26'228	25'485	31'547

Tableau 4 : récolte de bois-énergie des forêts publiques en m³. (Source : SFFN)

Pourcentage en bois-énergie pour les forêts publiques						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	34%	26%	38%	31%	31%	52%
Montagnes neuchâteloises	25%	20%	24%	22%	25%	32%
Neuchâtel	45%	48%	41%	51%	49%	51%
Val-de-Ruz	25%	29%	30%	24%	30%	38%
Val-de-Travers	16%	11%	16%	26%	26%	32%
Total canton	29%	26%	30%	30%	33%	42%

Tableau 5 : pourcentage en bois-énergie calculé pour les forêts publiques

7.2.2. Récoltes des forêts privées par arrondissement

Le SFFN ne connaît pas le détail des volumes récoltés dans les forêts privées par arrondissement mais seulement les volumes en sylves martelées. A cela s'ajoute le fait d'une plus grande volatilité du volume martelé d'une année à l'autre en forêts privées et cela d'autant plus que la part en résineux est supérieur aux forêts publiques.

Pour estimer les volumes récoltés en forêts privées, on calcule pour chaque année un rapport à l'échelle du Canton entre le total du bois récolté dans les forêts privées fourni par l'OFS [5] divisé par le total des volumes martelés en forêts privées fourni par le SFFN. On multiplie ce ratio par le volume martelé par arrondissement pour l'année considérée et on obtient une estimation de la récolte par arrondissement. Ce raisonnement simple a l'avantage d'assurer que la somme des estimations par arrondissement correspond bien au total estimé pour le canton.

Pour estimer la part en bois-énergie, n'ayant à disposition que le pourcentage moyen par année des forêts privées à l'échelle du canton, on le multiplie par l'estimation de la récolte annuelle de bois de l'arrondissement considéré. Ci-dessous les tableaux des résultats.

Estimation des récoltes de bois en forêts privées [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	3'962	4'064	3'002	3'813	3'805	3'508
Montagnes neuchâteloises	28'052	27'490	24'642	23'730	40'448	45'542
Neuchâtel	4'704	3'117	859	3'420	2'114	4'005
Val-de-Ruz	5'769	4'830	3'159	4'737	9'632	8'069
Val-de-Travers	17'983	17'652	16'059	18'047	30'444	31'694
Total canton	60'470	57'152	47'721	53'747	86'443	92'818

Tableau 6 : estimation des récoltes de bois en forêts privées en m³.

Estimation des récoltes de bois-énergie des forêts privées [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	406	533	646	757	767	1'052
Montagnes neuchâteloises	2'871	3'604	5'305	4'708	8'159	13'650
Neuchâtel	481	409	185	679	426	1'200
Val-de-Ruz	590	633	680	940	1'943	2'418
Val-de-Travers	1'840	2'314	3'457	3'581	6'141	9'499
Total canton	6'189	7'492	10'274	10'664	17'436	27'819

Tableau 7 : estimation des récoltes de bois-énergie des forêts privées en m³.

Pourcentage en bois-énergie pour les forêts privées						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	10%	13%	22%	20%	20%	30%
Montagnes neuchâteloises	10%	13%	22%	20%	20%	30%
Neuchâtel	10%	13%	22%	20%	20%	30%
Val-de-Ruz	10%	13%	22%	20%	20%	30%
Val-de-Travers	10%	13%	22%	20%	20%	30%
Total canton	10%	13%	22%	20%	20%	30%

Tableau 8 : pourcentage en bois-énergie pour les forêts privées.

7.2.3. Récoltes totales en bois et bois-énergie des forêts publiques et privées

Estimation du total des récoltes de bois [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	23'974	24'888	21'529	27'310	18'929	20'838
Montagnes neuchâteloises	41'074	42'441	36'446	35'488	49'870	55'601
Neuchâtel	21'583	20'309	17'904	16'502	19'896	20'313
Val-de-Ruz	26'616	24'449	25'987	25'681	28'355	22'238
Val-de-Travers	37'963	39'124	34'189	35'508	46'065	49'406
Total canton	151'210	151'210	136'055	140'489	163'115	168'396

Tableau 9 : estimation du total des récoltes de bois en m³.

Estimation du total des récoltes de bois-énergie [m ³]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	7'227	5'965	7'696	8'090	5'444	10'044
Montagnes neuchâteloises	6'118	6'611	8'182	7'274	10'496	16'860
Neuchâtel	8'129	8'721	7'155	7'394	9'168	9'503
Val-de-Ruz	5'746	6'289	7'620	5'965	7'555	7'768
Val-de-Travers	5'109	4'745	6'385	8'170	10'258	15'191
Total canton	32'330	32'330	37'039	36'892	42'921	59'366

Tableau 10 : estimation du total des récoltes de bois-énergie en m³.

Estimation du pourcentage en bois-énergie du total des récoltes						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	30%	24%	36%	30%	29%	48%
Montagnes neuchâteloises	15%	16%	22%	20%	21%	30%
Neuchâtel	38%	43%	40%	45%	46%	47%
Val-de-Ruz	22%	26%	29%	23%	27%	35%
Val-de-Travers	13%	12%	19%	23%	22%	31%
Total canton	21%	21%	27%	26%	26%	35%

Tableau 11 : estimation du pourcentage en bois-énergie du total des récoltes

7.3. Récoltes à l'échelle des communes

7.3.1. Estimation des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts publiques par commune

Pour les forêts publiques communales, les données transmises par le SFFN concernent les volumes exploités, c'est-à-dire le volume estimé lors de la coupe avant cubage. L'unité dans ce cas est la sylve (abrégié sv ; voir la définition au chapitre 2).

Pour estimer la part du volume de bois ou de bois-énergie en m³ récolté dans les forêts publiques communales, on calcule un ratio par arrondissement et par année en divisant les volumes de bois ou de bois-énergie récoltés transmis par le SFFN par la quantité totale des volumes de bois coupés dans les forêts publiques communales de cet arrondissement par année (tableau 12). Le ratio par arrondissement et par année est présenté pour le bois dans le tableau 13 et pour le bois-énergie dans le tableau 14.

On multiplie ensuite avec le ratio pour le bois ou pour le bois-énergie les coupes de chaque commune pour obtenir une estimation de la récolte en bois ou en bois-énergie. Les tableaux des résultats figurent en annexe aux points 13.1.1

Total des coupes de bois des forêts publiques communales [sv]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	24'842	24'058	27'782	24'055	20'302	20'038
Montagnes neuchâteloises	16'016	19'694	16'182	16'237	11'912	12'159
Neuchâtel	20'975	25'787	22'107	23'557	22'053	19'943
Val-de-Ruz	20'649	22'465	23'510	20'235	22'064	19'091
Val-de-Travers	21'757	23'867	20'816	20'453	20'987	20'539

Tableau 12 : total des coupes des forêts publiques communales en sylv.

Rapport entre les récoltes de bois et les coupes des forêts publiques [m3/sv]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	81%	87%	67%	98%	74%	86%
Montagnes neuchâteloises	81%	76%	73%	72%	79%	83%
Neuchâtel	80%	67%	77%	56%	81%	82%
Val-de-Ruz	101%	87%	97%	104%	85%	74%
Val-de-Travers	92%	90%	87%	85%	74%	86%

Tableau 13 : rapport entre les volumes de bois récoltés en m³ et les volumes exploités en sylviculture dans les forêts publiques.

Rapport entre les récoltes de bois-énergie et les coupes des forêts publiques [m3/sv]						
Arrondissement	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Boudry	27%	23%	25%	30%	23%	45%
Montagnes neuchâteloises	20%	15%	18%	16%	20%	26%
Neuchâtel	36%	32%	32%	29%	40%	42%
Val-de-Ruz	25%	25%	30%	25%	25%	28%
Val-de-Travers	15%	10%	14%	22%	20%	28%

Tableau 14 : rapport entre les volumes de bois-énergie récoltés en m³ et les volumes exploités en sylviculture dans les forêts publiques.

7.3.2. Estimation des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts privées par commune

Le SFFN nous a transmis pour chaque commune la surface de leurs forêts privées. On calcule un ratio pour le bois et pour le bois-énergie par arrondissement et par année entre la récolte de bois et de bois-énergie calculée au point 7.2.2 et le total des surfaces privées par arrondissement. On multiplie ensuite la surface privée par commune avec ce ratio pour estimer la quantité de bois et de bois-énergie par commune.

Les tableaux des résultats figurent en annexe aux points 13.1.2.

7.3.3. Estimation du total des récoltes de bois et de bois-énergie des forêts publiques et privées par commune

Les tableaux des résultats figurent en annexe aux points 13.1.3.

8. Consommation en bois-énergie 2022

8.1. Méthode d'EbS

La méthode de calcul développée par EbS, déjà appliquée dans d'autres cantons et reprise dans l'étude pour l'OFEV [4], se base sur les données figurant dans la Statistique annuelle du bois-énergie [7]. Celle-ci s'appuie sur diverses sources dont les données fournies par les Services cantonaux de l'environnement. Le résultat figure dans le tableau 15 par catégorie d'installation. Voir la définition des catégories dans l'annexe 13.2.

L'avantage de cette méthode est de pouvoir estimer la consommation des petites installations de chauffage pour un canton donné ainsi que d'essayer d'établir la provenance du bois-énergie en définissant quatre classes de bois-énergie (voir les définitions au chapitre 2) : bois de forêt, bois de paysage, résidus de bois et bois usagé. De plus, les données de [7] étant établies chaque année, cette méthode permet de connaître de manière relativement fiable et aisée l'évolution de la consommation.

Catégorie d'installation Neuchâtel 2022	Catégorie	Bois de forêt		Résidus de bois		Bois de paysage		Bois usagé		Total	
		[m³]	[MWh]	[m³]	[MWh]	[m³]	[MWh]	[m³]	[MWh]	[m³]	[MWh]
Bûches	1-3, 4a, 5-10	12'497	35'240	475	1'338	2'373	6'691	475	1'338	15'820	44'607
Pellets < 50 kW	4b, 11b	384	1'002	7'290	19'036	0	0	0	0	7'674	20'038
Plaquettes < 50 kW	11a	1'151	3'156	0	0	0	0	0	0	1'151	3'156
Plaquettes hors ETB	12a, 14a, 16a	40'329	113'966	0	0	1'260	3'561	420	1'187	42'009	118'714
Pellets	12b, 14b, 16b	595	1'580	11'311	30'023	0	0	0	0	11'906	31'603
Plaquettes dans ETB	13, 15, 17	0	0	6'595	16'377	0	0	0	0	6'595	16'377
Installations CCF au bois	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Installations aux déchets renouvelables	19	4'728	12'468	1'891	4'987	0	0	12'292	32'418	18'911	49'873
UVT	20	0	0	0	0	0	0	4'454	11'715	4'454	11'715
	TOTAL	59'684	167'412	27'562	71'761	3'633	10'252	17'641	46'658	108'520	296'083

Tableau 15 : consommation en bois-énergie selon les catégories définies par [7] et par catégorie de bois-énergie. ETB : entreprises de transformation du bois. UVT : Usine de traitement et de valorisation thermique des déchets. CCF : coupe chaleur-force.

Pour les catégories 12 à 17, les valeurs proviennent directement de [7]. Pour les petites installations correspondant aux trois premières lignes du tableau (catégories 1 à 11), [7] ne fournit que des indications à l'échelle de la Confédération. Pour estimer ces valeurs à l'échelle du canton, on multiplie la moyenne suisse par habitant par le nombre d'habitants du Canton que l'on multiplie par un facteur correctif tenant compte des caractéristiques propres du canton : un canton rural aura une consommation plus intensive en bûches qu'un canton urbain. Ce facteur pour Neuchâtel est estimé dans la moyenne suisse (valeur égale à 1,0).

Pour les catégories 18, 19 et 20, EbS effectue des estimations sur la base de chiffres réels ou effectue un calcul basé sur la consommation moyenne par habitant en Suisse déduite de [7].

Pour le total du bois provenant de la forêt, une comparaison avec les données de la Statistique forestière publiée par l'OFS permet une vérification de la vraisemblance des résultats. Les autres hypothèses pour effectuer les calculs sont les suivantes :

- Pour les conversions de volume en énergie suivant les classes de bois-énergie, on utilise les valeurs présentées au tableau 1 provenant de [4].

- La part du bois-énergie provenant de l'entretien du paysage n'est pas connue précisément. Basé sur son expérience, EbS l'estime à 3% du volume de bois-énergie provenant de la forêt pour les chauffages à plaquettes supérieurs à 50 kW et à 19% pour les installations à bûches.
- On estime à l'échelle de la Suisse à 5% le volume de bois-énergie provenant de la forêt utilisé directement (hors scieries) pour produire les pellets.
- Pour le bois usagé, les valeurs sont estimées sur une consommation moyenne par tête d'habitant en Suisse. Au chapitre suivant, les chiffres exacts pour les deux installations valorisant thermiquement cette classe particulière de bois-énergie sont présentés. A noter qu'il est estimé que de faibles quantités de bois usagé sont brûlés dans des installations manuelles ou des chaudières à plaquettes malgré le fait que cela soit interdit (prescriptions de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)).

8.2. Données du SENE et comparaison

Un ensemble de données pour estimer la production de chaleur (énergie « sortie chaudière ») ou la consommation de bois-énergie (énergie finale) a été transmis par le SENE pour les années 2017 à 2022. Nous présentons dans le tableau 17 les valeurs pour l'année 2022 seulement en les comparant avec les résultats de la méthode de calcul d'EbS en prenant des catégories d'installation comparables.

On observe souvent de fortes différences dont il n'est pas aisé d'identifier la raison. Pour le bois de feu, l'estimation du SFFN supérieur à celle d'EbS peut s'expliquer par le fait qu'une partie de cette catégorie est transformée en plaquettes comme mentionné dans les commentaires du document transmis par le SENE. Cela pourrait expliquer en partie la grande différence observée pour la catégorie « Plaquettes (bois de forêt) » entre la valeur du SFFN et celle d'EbS. En estimant le rendement annuel moyen de combustion à environ 85%, l'estimation par le SENE de la chaleur produite avec les plaquettes et donne également une valeur supérieure à celle du SFFN.

La raison de cette différence est peut-être due à un flux significatif de plaquettes en provenance de l'extérieur du Canton. Le suivi régulier des données ces prochaines années devrait permettre de préciser le bilan du flux des plaquettes de forêt ou de paysage aux frontières du Canton.

Le SENE a fourni les consommations en déchets de bois usagé pour les années 2017 à 2022 des deux seules entreprises brûlant ce type de combustible : Juracime à Cornaux (cimenterie) et le chauffage à distance de la Scierie des Éplatures à La Chaux-de-Fonds. Pour 2022, les valeurs sont de 49 t pour les déchets de bois problématiques (une sous-classe de bois usagé ; voir la définition au chapitre 2) et de 5'631 t pour le bois usagé. Elles correspondent, selon les facteurs de conversion du tableau 1, à un total de 23'000 MWh ou 9'000 m³. Le tableau 18 présente une synthèse du tableau 15 par type de combustible en intégrant les données réelles sur le bois usagé.

Source	Hestia / SENE			SFFN	Méthode EbS	
Année 2022	Nombre	Puissance	Chaleur	Energie finale	Energie finale	Catégories
Catégorie	d'instal.	[kW]	[MWh]	[MWh]	[MWh]	
Bois de feu(*)				66'002	44'607	1-3,4a,5-10
Bûches (chaudières)	182	4'324	8'648			
Plaquettes (bois forêt)	247	33'222	81'368	76'354	121'870	11-12a,14a,16a
Sous-produits(*)	26	14'698	41'181		66'250	13,15,17,19
Pellets	1'090	30'448	61'078		51'641	4b,11b,12b,14b,16b
Total	1'545	82'692	192'275	142'356	284'368	

Tableau 17 : Données énergétiques transmises par le SENE et comparaison avec celles d'EbS pour des catégories correspondantes. (*) Bois de feu et dépouilles (forêts neuchâteloises). (*) Sous-produits de scierie, bois usagé et plaquettes.

Neuchâtel 2022	Bois de forêt		Résidus de bois		Bois de paysage		Bois usagé		Total	
	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]	[m ³]	[MWh]
Bûches	12'500	35'200	500	1'300	2'400	6'700	500	1'300	15'800	44'600
Plaquettes	46'200	129'600	8'500	21'400	1'300	3'600	9'800	25'900	73'100	199'800
Pellets	1'000	2'600	18'600	49'100	0	0	0	0	19'600	51'600
Total	59'700	167'400	27'600	71'800	3'700	10'300	10'300	27'200	108'500	296'000

Tableau 18 : synthèse des résultats du tableau 15 arrondis par catégorie de combustible et par classe de bois-énergie en incluant les consommations réelles en bois usagé de Juracime et de la Scierie des Éplatures.

9. Estimation du potentiel total en bois-énergie

9.1. Possibilité totale du bois issu des forêts

9.1.1. Estimation de la possibilité des forêts

Pour les forêts publiques, que ce soit la possibilité, les coupes ou la récolte, les valeurs ont été transmises par le SFFN par arrondissement (figure 6). En utilisant la méthode des moindres carrés sur la période considérée, on en déduit l'augmentation moyenne de la possibilité des divisions exploitées des forêts publiques à 567 sylves par an, soit moins de 1% (0.68%). La surface considérée est de 16'017 ha comme mentionné au chapitre 7.1. La possibilité moyenne sur cette période est de 98'900 sylves.

Pour les forêts privées, les seules indications connues concernent les données de martelage par arrondissement et les volumes récoltés à l'échelle du canton. Ceux-ci sont calculés par soustraction du total des volumes récoltés avec les volumes des forêts publiques. Pour obtenir l'estimation de la possibilité des forêts privées présentée à la figure 7, deux hypothèses sont faites :

- La valeur du rapport entre la possibilité et la récolte est proche de celle des forêts publiques.
- Par souci de simplification, vu les surfaces comparables, on estime que l'augmentation moyenne de la possibilité des divisions exploitées en forêts privées est égale à celle des forêts publiques.

La possibilité moyenne des forêts privées obtenue sur cette période est de 78'250 sylves pour une surface de 15'790 ha.

La figure 8 présente l'addition des données pour les forêts publiques et privées. La possibilité moyenne de la forêt neuchâteloise est estimée à 177'150 sylves pour les divisions forestières publiques en exploitation et les forêts privées.

A noter qu'une des conséquences des changements climatiques sera une diminution de l'accroissement des forêts, conséquence déjà largement observée sur le littoral. Une éventuelle compensation par une augmentation de celle-ci dans les Montagnes, au moins dans un premier temps, est incertaine. Les résultats des derniers inventaires menés dans les Montagnes neuchâteloises en 2023 tendraient à démontrer que l'accroissement s'y tasse, voire recule, également sous l'effet des périodes de sécheresses-canicules répétées et des dégâts biotiques et abiotiques subits par les peuplements (Source : communication du SFFN).

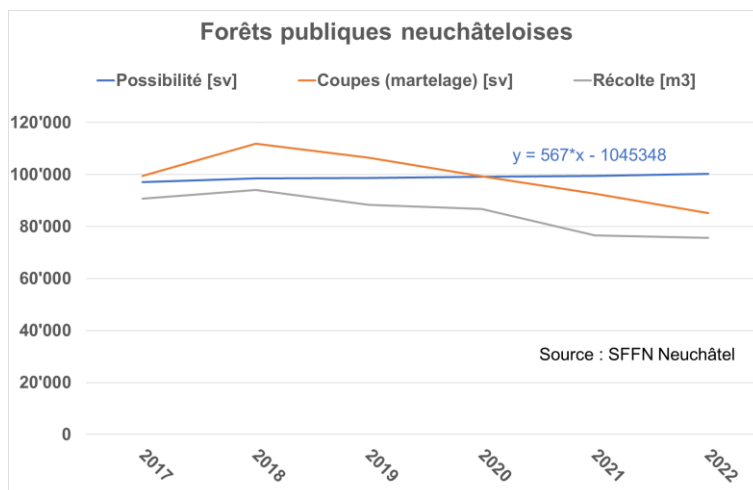


Figure 6 : possibilité, coupes et récolte des forêts publiques neuchâteloises.

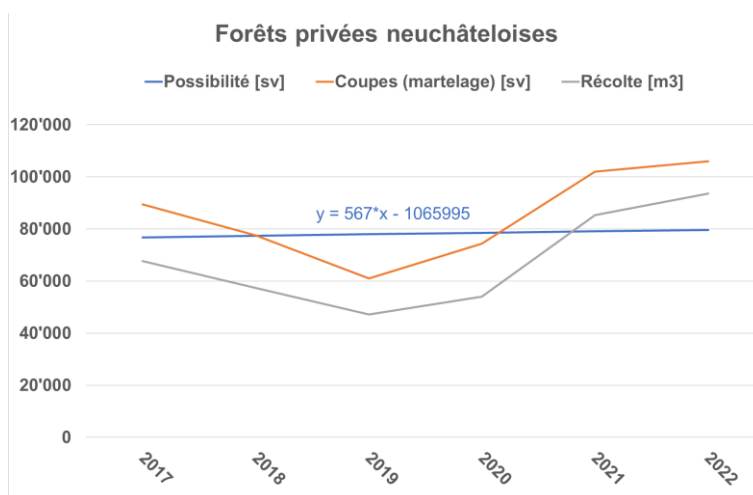


Figure 7 : possibilité, martelage et récolte des forêts privées neuchâteloises.

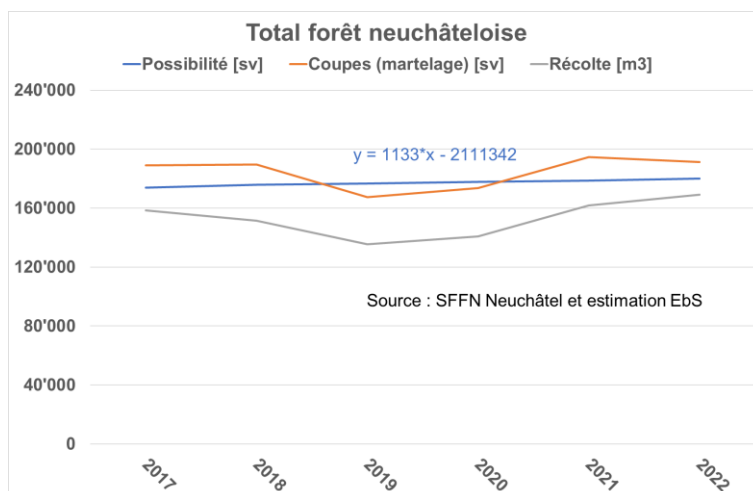


Figure 8 : possibilité, martelage et récolte de la somme des forêts publiques et privées neuchâteloises.

9.1.2. Impact de la tempête du 24.07.2023 à La Chaux-de-Fonds

Selon les indications du SFFN, la tempête extrêmement violente qui a touché la région de La Chaux-de-Fonds et du Locle a concerné 815 ha de forêt, pâturage boisé et tourbières boisées de l'arrondissement des Montagnes neuchâteloises qui en compte 9'600 ha, soit 8,5% de la surface forestière. La destruction des arbres est évaluée à 49'000 sylvies.

Avec les mêmes hypothèses que présentées au chapitre 9.1.1 mais à l'échelle de l'arrondissement, la possibilité des forêts privées est estimée à 40'000 sylvies soit un total de 56'000 sylvies avec les forêts publiques. La surface touchée représentant 8,5% de la surface totale, soit environ 4'800 sylvies, la perte de coupes jusqu'à régénération devrait correspondre à environ 1'500 m³ par an de bois-énergie.

9.1.3. Estimation du potentiel bois-énergie issu de la forêt

En prenant 40% comme part du bois-énergie dans les récoltes du futur proche et un rapport 1 sylvie = 1 m³, le potentiel en bois-énergie du canton est estimé à environ 71'000 m³ (177'150 m³ de bois multiplié par 40%) auquel on peut retrancher environ 1500 m³ à la suite de la tempête du 24.07.2023, mais auquel on ajoute les 3'000 m³ de bois d'industrie encore valorisés en 2022 (voir le point 9.1.4 suivant). Avec une consommation actuelle proche de 60'000 m³/an, le potentiel supplémentaire est estimé à environ 10'000 m³/an.

Dans son rapport pour l'OFEV [4], EbS présente dans le tableau 13 page 29 le potentiel des différentes classes de bois-énergie par canton. Pour Neuchâtel, les valeurs sont celles issues de l'étude de 2017 de l'Institut fédéral WSL [8]. Le potentiel brut, basé sur un scénario défini est estimé à 111'000 m³. EbS a déjà observé dans d'autres cantons que les estimations de l'étude du WSL surestime systématiquement le potentiel. Plusieurs raisons possibles sont évoquées dans [4].

9.1.4. Estimation de l'influence du prix sur la quantité de bois récoltée

Une question importante est l'évaluation de l'influence d'une augmentation du prix sur la récolte. Avec un prix plus élevé, des moyens supplémentaires sont à disposition et permettent de récolter du bois-énergie dans des zones mal desservies. Le potentiel à disposition est ainsi significativement augmenté et permet de répondre à la demande croissante.

La figure 10 est tirée d'une brochure d'EbS [9] de 2013 téléchargeable en ligne ([lien](#)). Présentant également d'autres configurations pour la production de plaquettes forestières, cette publication permet d'estimer les coûts que représentent leur production.

Opération	Lieu			Chauffage	Coût du bois décheté	Machines utilisées
	Forêt					
	Peuple-ment	Ligne de transport	Route forestière		Fr./m ³ v	
Abattage					3-4	Tronçonneuse
Débardage					20	Câble-grue mobile
Déchetage					10-12	Déchetreuse montée sur un camion
Transport des plaquettes					5-7	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc.				1-2	
Coûts de production	A partir du déchetage				16-21	
Coûts de production	Total				39-44	

Figure 10 : estimation des coûts de production de plaquettes forestières pour un terrain à câble-grue avec déchetage à partir de la route forestière. (Source : [9]).

Entre mars 2021 et mars 2022, l'indice des prix des plaquettes d'Energie-bois Suisse a augmenté d'environ 7% [10]. L'année suivante, l'augmentation a été de 9%. Pour les nouveaux contrats, les différences par rapport aux prix habituels sont parfois de l'ordre de 20%. En 2022, l'augmentation de la récolte à l'échelle de la Confédération a été de 7% pour le bois-énergie et de 4% pour le bois de service. Le SFFN note que les principaux acteurs du bois-énergie dans le canton de Neuchâtel font pression pour abaisser le prix au kWh et refusent d'utiliser l'indice d'EbS.

La figure 11 présente la comparaison des prix actuelles entre le bois-énergie (plaquettes), le bois de service et le bois d'industrie. Le prix actuel des plaquettes sur le marché suisse pour des nouvelles installations est d'environ 48 CHF/m³ (assortiment normal de bois de forêt) et il correspond à un prix en bois-rond de 75,60 CHF/m³. Ce prix est encore inférieur au prix du bois de service et du bois d'industrie avec des résineux, mais supérieur au prix du bois d'industrie avec des feuillus. Avec un prix des plaquettes de 57 CHF/m³, il y aurait parité de prix avec le bois de service.

Une enquête de marché d'EbS du printemps 2023 a montré que certains maîtres d'ouvrage publics étaient prêts à payer des montants très supérieurs pour décarboner leur production de chaleur. Ils correspondent à un prix du bois rond supérieur à celui du bois de service. Néanmoins, il faut remarquer qu'avec un prix des plaquettes forestières aussi élevé, bon nombre d'exploitants de réseaux thermiques au bois ne pourraient pas répercuter, pour des raisons contractuelles, cette augmentation du prix du bois-énergie sur celui de la chaleur vendue.

Un collaborateur de l'Institut fédéral du WSL, Matthias Erni, a mis en accès libre (www.sholm.ch/temp/matthias/) une simulation qui permet d'estimer par canton et avec des scénarii d'exploitation et de marché donnés les quantités supplémentaires de bois-énergie pour des catégories de prix définies. Le scénario choisi ici est « réduction modérée des stocks » et « respectueux du bois énergie » et pour la période 2037-2046. Pour éviter un appauvrissement des sols forestiers et préserver la biodiversité en forêt, les volumes des bois d'un diamètre inférieur à 30 cm ne sont pas retenus. Les tableaux 19 et 20 présentent les résultats de la simulation pour les feuillus et les résineux respectivement.

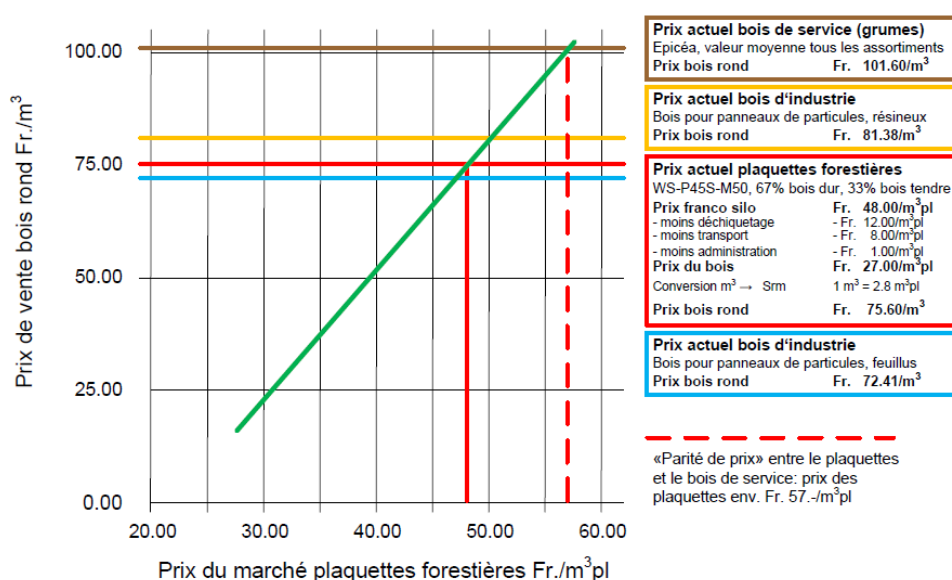


Figure 11 : comparaison des prix actuels des différents assortiments de bois

Classe de coûts [ct/kWh]	< 2.7	2.7 - 3.7	3.7 - 4.8	4.8 - 5.8	5.8 - 6.8	6.8 - 7.9	> 7.9
Feuillu [m³]			prix actuel	prix futur	prix futur	prix futur	prix futur
Ø 30 - 39 cm, sans écorce	0	1596	4434	1824	304	215	165
Ø 40 - 49 cm, sans écorce	0	1963	5422	1799	152	177	127
Ø 50 - 59 cm, sans écorce	0	1241	2799	1064	63	101	25
Ø > 60 cm, sans écorce	0	1127	2191	773	89	127	0
Total	0	5927	14846	5460	608	620	317

Tableau 19 : simulation pour les feuillus de l'augmentation de la récolte en fonction du prix du bois-énergie

Classe de coûts [ct/kWh]	< 3.8	3.8 - 5.3	5.3 - 6.7	6.7 - 8.2	8.2 - 9.6	9.6 - 11.1	> 11.1
Résineux [m³]		prix actuel	prix futur	prix futur	prix futur	prix futur	prix futur
Ø 30 - 39 cm, sans écorce	15	969	2135	1135	301	176	60
Ø 40 - 49 cm, sans écorce	34	1715	3074	1507	348	67	34
Ø 50 - 59 cm, sans écorce	27	1902	3295	1259	228	47	13
Ø > 60 cm, sans écorce	142	2177	2662	109	109	34	8
Total	218	6763	11166	4010	986	324	115

Tableau 20 : simulation pour les résineux de l'augmentation de la récolte en fonction du prix du bois-énergie

Si l'on comptabilise l'entier des volumes supérieurs aux prix actuels indiqués, on obtient 7000 m³ et 16600 m³ pour les feuillus et les résineux respectivement, soit un total de 23'600 m³. Cette valeur semble présenter une indication raisonnable de l'influence que pourrait avoir une hausse substantielle du prix du bois-énergie.

En déduisant à cette valeur les 10'000 m³ estimés au point précédent 9.1.3, on obtient un potentiel supplémentaire résultant d'une augmentation substantielle du prix du bois-énergie proche de 10'000 m³. Le potentiel supplémentaire global en bois-énergie de forêt est estimé à 20'000 m³.

9.2. Potentiel des autres classes de bois-énergie

La dernière étude dont s'est inspirée le WSL concernant le potentiel du bois d'entretien du paysage à l'échelle de la Confédération date de 2009. Il manque donc des données actuelles fiables à ce sujet. Si l'on sait que des installations valorisent déjà cette catégorie de bois-énergie - le tableau 18 fait l'estimation de 3'700 m³ - on fait l'hypothèse ici que le potentiel supplémentaire est faible ou épuisé.

Pour les résidus de l'industrie du bois, les quantités valorisées dans le Canton sont relativement faibles vu l'exportation d'environ 85% des grumes de résineux en particulier vers la France. Le WSI estime dans son étude [8] à 27'000 m³, le potentiel. Avec la méthode EbS, on obtient une consommation de 27'600 m³ (tableau 18). Ce résultat confirme ce qu'on observe à l'échelle de la Confédération [4] : le potentiel supplémentaire en résidus de bois est faible voir épuisé.

Concernant la production actuelle en bois usagé, le SENE a transmis les informations suivantes :

- 10'000 t (15'625 m³) de bois usagé hors déchets de bois problématiques sont brûlés sur le canton. 1'650 t (2'580 m³) proviennent de l'extérieur du canton.
- 194 t (300 m³) de déchets de bois problématiques sont produits sur le canton. Seulement 12 t (20 m³) sont brûlés sur le canton.

Il y a donc une récolte dans le canton d'environ 13'330 m³ de bois usagé. Ce volume est à comparer au total du bois usagé estimé dans le tableau 15 (17'600 m³/an) sur la base d'une moyenne suisse par nombre d'habitants. Les données transmises par le SENE confirment que le potentiel restant en bois usagé est faible voir épuisé.

En conclusion, le potentiel restant de bois-énergie provient quasi-exclusivement des forêts neuchâteloises.

9.3. Récapitulation du potentiel total en bois-énergie

Le tableau 17 récapitule les potentiels estimés du canton pour chaque classe de bois-énergie. Pour le potentiel brut du bois de forêt à usage énergétique, les résultats de deux approches développées au chapitre 9.1 sont repris donnant une fourchette de 70'000 à 80'000 m³ suivant le niveau de prix.

Potentiel bois-énergie	Forêt [m ³ /an]	Paysage [m ³ /an]	Résidus bois [m ³ /an]	Bois usagé [m ³ /an]
Neuchâtel	70'000-80'000	4'000	27'000	13'800

Tableau 17 : potentiel total estimé par classe de bois-énergie.

10. Prise en compte des projets futurs et récapitulation

Nous avons contacté Viteos, principal fournisseur d'énergie du Canton et Groupe E Celsius acteur important dans le bois-énergie également présent à Neuchâtel. Ils ont accepté de nous transmettre des informations détaillées sur leurs projets (tableau 18). Les quantités de Viteos représentent 85% du total. Ce dernier nous a indiqué que ces valeurs sont encore approximatives (projets en phase de réflexion).

	Projets en voie de réalisation		Projets en phase de réflexion		Total	
	m ³ /an	MWh/an	m ³ /an	MWh/an	m ³ /an	MWh/an
Neuchâtel	5'400	15'700	32'600	95'000	38'000	110'700

Tableau 18 : estimation de la consommation des projets futurs après sondage auprès de Viteos et de Groupe E Celsius.

11. Suivi futur (monitoring)

Les données suivantes seront mises à jour sur le modèle de ce qui est présenté dans ce rapport :

- Consommation actuelle
- Potentiels
- Consommation futur

Le chapitre 5.1 de l'étude d'EbS pour l'OFEV [4] détaille la méthode prévue pour le suivi à l'échelle de la Confédération et qui concernera donc tous les cantons. L'établissement en particulier d'un « Réseau bois-énergie » avec des messages envoyés plusieurs fois par an va permettre d'assurer l'actualisation des données des projets en phase de réalisation et des projets au stade de la réflexion.

12. Conclusion

La part actuelle du bois-énergie dans la récolte de bois du Canton se situe à 35% en 2022 (42% dans les forêts publiques et 30% dans les forêts privées). La consommation en bois-énergie étant en constante augmentation, cette part va probablement encore augmenter ces prochaines années pour répondre à la demande et se rapprocher de la moyenne suisse de 41% en 2022.

Le tableau 19 récapitule l'ensemble des résultats de cette étude. Le potentiel supplémentaire de 20'000 m³/an comprend 10'000 m³/an de bois-énergie exploitable dans l'hypothèse d'une hausse significative du prix du bois-énergie.

L'analyse des données de consommation en plaquettes forestières semblent mettre en évidence un flux significatif mais non chiffré de plaquettes en provenance de l'extérieur du Canton, bien que le bilan global apparaisse plutôt équilibré dans le tableau 19.

Catégorie de bois énergie	Récolte ou production	Potentiel prod. suppl.	Consommation actuelle	Projets futurs
Neuchâtel	[m ³ /an]	[m ³ /an]	[m ³ /an]	[m ³ /an]
Bois de forêt et de paysage	64'000	20'000	63'400	38'000
Résidus de bois (y.c. pellets)	27'000	faible ou épuisé	27'600	0
Bois usagé	13'800	faible ou épuisé	16'100	0

Tableau 19 : récapitulation des résultats de cette étude.

Les estimations pour l'approvisionnement des futurs grands projets sont encore largement approximatives. EbS observe souvent dans d'autres cantons une évolution à la baisse des estimations jusqu'à la réalisation effective du projet.

Néanmoins, vu les quantités élevées prévues pour ces projets, le potentiel durable en bois-énergie des forêts neuchâteloises devrait être largement atteint avant l'échéance politique de 2050.

Cette étude montre l'importance d'un suivi régulier ces prochaines années permettant de préciser la ressource encore disponible dans les forêts neuchâteloises.

Andreas Keel

Energie-bois Suisse
Andreas Keel

Richard Golay

Energie-bois Suisse
Richard Golay

13. Annexes

13.1. Récoltes bois et bois-énergie par commune

13.1.1. Coupes et estimations des récoltes de bois et de bois-énergie en forêts publiques

Coupes des forêts publiques [sv]							
Ardt.	Commune	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	2'754	2'586	3'248	3'027	3'021	3'198
BY	Cortaillod	1'607	1'809	1'768	1'723	1'713	1'818
BY	La Grande Béroche	8'169	7'462	9'015	7'532	7'675	7'989
BY	Milvignes	2'836	2'975	1'979	3'647	582	1'581
BY	Rochefort	1'451	2'034	2'310	1'667	1'860	902
BY	Forêts cantonales	8'025	7'192	9'462	6'459	5'451	4'550
	Total BY	24'842	24'058	27'782	24'055	20'302	20'038
MN	Brot-Plamboz	435	188	352	381	182	182
MN	La Brévine	351	257	440	310	111	0
MN	La Chaux-de-Fonds	1'987	1'430	1'443	1'977	1'803	1'688
MN	La Chaux-du-Milieu	160	347	436	591	351	176
MN	La Sagne	3'488	3'956	2'619	3'674	2'504	3'824
MN	Le Cerneux-Péquignot	0	117	215	73	7	91
MN	Le Locle	2'350	3'893	2'981	2'637	1'892	1'680
MN	Les Planchettes	0	0	0	0	58	464
MN	Les Ponts-de-Martel	0	0	0	110	0	0
MN	Forêts cantonales	7'245	9'506	7'696	6'484	5'004	4'054
	Total MN	16'016	19'694	16'182	16'237	11'912	12'159
NE	Cornaux	239	347	162	469	485	653
NE	Cressier	573	641	751	435	516	694
NE	Enges	315	434	682	600	576	449
NE	Hauterive	595	307	245	133	264	303
NE	La Tène	96	241	327	326	136	267
NE	Le Landeron	1'611	2'469	2'306	2'367	2'098	1'181
NE	Lignières	2'475	2'827	961	2'594	1'562	1'199
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	13'980	17'269	14'582	15'188	14'915	13'847
NE	Saint Blaise	130	424	485	519	484	534
NE	Corporations	961	828	1'606	926	1'017	816
	Total NE	20'975	25'787	22'107	23'557	22'053	19'943
VdR	Val-de-Ruz	18'932	21'274	22'965	19'140	21'267	18'174
VdR	Forêts cantonales et féd.	1'717	1'191	545	1'095	797	917
	Total VdR	20'649	22'465	23'510	20'235	22'064	19'091
VdT	La Côte-aux-Fées	0	0	0	0	0	336
VdT	Les Verrières	5'405	7'326	5'611	4'099	4'035	2'837
VdT	Val-de-Travers	13'841	14'979	13'890	13'826	13'697	14'783
VdT	Forêts cantonales	2'511	1'562	1'315	2'528	3'255	2'583
	Total VdT	21'757	23'867	20'816	20'453	20'987	20'539

Estimation des récoltes des forêts publiques [m ³]							
Ardt.	Commune	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	2'218	2'238	2'166	2'957	2'250	2'766
BY	Cortailod	1'295	1'566	1'179	1'683	1'276	1'572
BY	La Grande Béroche	6'581	6'459	6'012	7'357	5'718	6'909
BY	Milvignes	2'285	2'575	1'320	3'562	434	1'367
BY	Rochefort	1'169	1'761	1'540	1'628	1'386	780
BY	Forêts cantonales	6'465	6'225	6'310	6'309	4'061	3'935
	Total BY	20'012	20'824	18'527	23'497	15'124	17'330
MN	Brot-Plamboz	354	143	257	276	144	151
MN	La Brévine	285	195	321	224	88	0
MN	La Chaux-de-Fonds	1'616	1'086	1'053	1'432	1'426	1'396
MN	La Chaux-du-Milieu	130	263	318	428	278	146
MN	La Sagne	2'836	3'003	1'910	2'661	1'981	3'164
MN	Le Cerneux-Péquignot	0	89	157	53	6	75
MN	Le Locle	1'911	2'955	2'174	1'910	1'497	1'390
MN	Les Planchettes	0	0	0	0	46	384
MN	Les Ponts-de-Martel	0	0	0	80	0	0
MN	Forêts cantonales	5'891	7'217	5'614	4'695	3'958	3'354
	Total MN	13'022	14'951	11'804	11'758	9'422	10'059
NE	Cornaux	192	231	125	260	391	534
NE	Cressier	461	427	579	242	416	568
NE	Enges	253	289	526	333	464	367
NE	Hauterive	479	205	189	74	213	248
NE	La Tène	77	161	252	181	110	218
NE	Le Landeron	1'296	1'646	1'778	1'314	1'692	966
NE	Lignières	1'992	1'885	741	1'441	1'259	980
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	11'250	11'513	11'243	8'434	12'026	11'323
NE	Saint Blaise	105	283	374	288	390	437
NE	Corporations	773	552	1'238	514	820	667
	Total NE	16'880	17'192	17'045	13'082	17'782	16'308
VdR	Val-de-Ruz	19'114	18'579	22'299	19'811	18'047	13'488
VdR	Forêts cantonales et féd.	1'733	1'040	529	1'133	676	681
	Total VdR	20'847	19'619	22'828	20'944	18'723	14'169
VdT	La Côte-aux-Fées	0	0	0	0	0	290
VdT	Les Verrières	4'964	6'591	4'887	3'499	3'003	2'447
VdT	Val-de-Travers	12'711	13'476	12'098	11'803	10'195	12'748
VdT	Forêts cantonales	2'306	1'405	1'145	2'158	2'423	2'227
	Total VdT	19'980	21'472	18'130	17'461	15'621	17'712

Estimation des récoltes de bois-énergie des forêts publiques [m ³]							
Ardt.	Commune	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	756	584	824	923	696	1'435
BY	Cortailod	441	408	449	525	395	816
BY	La Grande Béroche	2'243	1'685	2'288	2'296	1'768	3'585
BY	Milvignes	779	672	502	1'112	134	709
BY	Rochefort	398	459	586	508	428	405
BY	Forêts cantonales	2'203	1'624	2'401	1'969	1'256	2'042
	Total BY	6'821	5'432	7'050	7'333	4'677	8'992
MN	Brot-Plamboz	88	29	63	60	36	48
MN	La Brévine	71	39	78	49	22	0
MN	La Chaux-de-Fonds	403	218	257	312	354	446
MN	La Chaux-du-Milieu	32	53	78	93	69	46
MN	La Sagne	707	604	466	581	491	1'010
MN	Le Cerneux-Péquignot	0	18	38	12	1	24
MN	Le Locle	476	594	530	417	371	444
MN	Les Planchettes	0	0	0	0	11	122
MN	Les Ponts-de-Martel	0	0	0	17	0	0
MN	Forêts cantonales	1'469	1'451	1'368	1'025	982	1'070
	Total MN	3'247	3'007	2'877	2'566	2'337	3'210
NE	Cornaux	87	112	51	134	192	272
NE	Cressier	209	207	237	124	205	289
NE	Enges	115	140	215	171	228	187
NE	Hauterive	217	99	77	38	105	126
NE	La Tène	35	78	103	93	54	111
NE	Le Landeron	587	796	727	675	832	492
NE	Lignières	902	911	303	739	619	499
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	5'097	5'566	4'597	4'329	5'912	5'765
NE	Saint Blaise	47	137	153	148	192	222
NE	Corporations	350	267	506	264	403	340
	Total NE	7'648	8'312	6'970	6'715	8'742	8'303
VdR	Val-de-Ruz	4'727	5'356	6'779	4'753	5'409	5'093
VdR	Forêts cantonales et féd.	429	300	161	272	203	257
	Total VdR	5'156	5'656	6'940	5'025	5'612	5'350
VdT	La Côte-aux-Fées	0	0	0	0	0	93
VdT	Les Verrières	812	746	789	920	792	786
VdT	Val-de-Travers	2'080	1'526	1'954	3'102	2'687	4'097
VdT	Forêts cantonales	377	159	185	567	639	716
	Total VdT	3'269	2'431	2'928	4'589	4'117	5'692

13.1.2. Estimations des récoltes de bois et de bois-énergie en forêts privées

Estimations des récoltes de bois des forêts privées [m ³]								
Ardt.	Commune	Surface [ha]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	58	217	223	165	209	209	192
BY	Cortailod	27	103	105	78	99	99	91
BY	La Grande Béroche	396	1'495	1'534	1'133	1'439	1'436	1'324
BY	Milvignes	29	109	112	83	105	105	97
BY	Rochefort	540	2'038	2'090	1'544	1'961	1'957	1'804
	Total BY	1050	3'962	4'064	3'002	3'813	3'805	3'508
MN	Brot-Plamboz	408	1'667	1'634	1'465	1'410	2'404	2'707
MN	La Brévine	1920	7'844	7'687	6'890	6'635	11'310	12'734
MN	La Chaux-de-Fonds	1065	4'351	4'263	3'822	3'680	6'273	7'063
MN	La Chaux-du-Milieu	647	2'643	2'590	2'322	2'236	3'811	4'290
MN	La Sagne	577	2'356	2'309	2'069	1'993	3'397	3'825
MN	Le Cerneux-Péquignot	683	2'792	2'736	2'452	2'362	4'025	4'532
MN	Le Locle	822	3'359	3'291	2'950	2'841	4'843	5'453
MN	Les Planchettes	266	1'085	1'063	953	918	1'564	1'761
MN	Les Ponts-de-Martel	479	1'957	1'918	1'719	1'655	2'821	3'177
	Total MN	6865	28'052	27'490	24'642	23'730	40'448	45'542
NE	Cornaux	55	317	210	58	230	142	270
NE	Cressier	31	177	117	32	128	79	150
NE	Enges	223	1'289	854	235	937	579	1'097
NE	Hauterive	3	16	10	3	12	7	13
NE	La Tène	26	149	99	27	109	67	127
NE	Le Landeron	12	69	46	13	50	31	59
NE	Lignièrès	112	651	431	119	473	292	554
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	272	1'572	1'042	287	1'143	707	1'338
NE	Saint Blaise	80	465	308	85	338	209	396
	Total NE	813	4'704	3'117	859	3'420	2'114	4'005
VdR	Val-de-Ruz	1783	5'769	4'830	3'159	4'737	9'632	8'069
VdT	La Côte-aux-Fées	482	1'555	1'527	1'389	1'561	2'633	2'741
VdT	Les Verrières	1023	3'300	3'240	2'947	3'312	5'587	5'817
VdT	Val-de-Travers	4068	13'127	12'885	11'722	13'174	22'223	23'136
	Total VdT	5573	17983	17652	16059	18047	30444	31694

Estimation des récoltes en bois-énergie des forêts privées [m ³]								
Ardt.	Commune	Surface [ha]	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	58	22	29	35	41	42	58
BY	Cortailod	27	11	14	17	20	20	27
BY	La Grande Béroche	396	153	201	244	286	290	397
BY	Milvignes	29	11	15	18	21	21	29
BY	Rochefort	540	209	274	332	389	395	541
	Total BY	1050	406	533	646	757	767	1052
MN	Brot-Plamboz	408	171	214	315	280	485	811
MN	La Brévine	1920	803	1'008	1'483	1'317	2'281	3'817
MN	La Chaux-de-Fonds	1065	445	559	823	730	1'265	2'117
MN	La Chaux-du-Milieu	647	270	339	500	444	769	1'286
MN	La Sagne	577	241	303	446	395	685	1'146
MN	Le Cerneux-Péquignot	683	286	359	528	469	812	1'358
MN	Le Locle	822	344	431	635	564	977	1'634
MN	Les Planchettes	266	111	139	205	182	316	528
MN	Les Ponts-de-Martel	479	200	251	370	328	569	952
	Total MN	6865	2871	3604	5305	4708	8159	13650
NE	Cornaux	55	32	28	12	46	29	81
NE	Cressier	31	18	15	7	25	16	45
NE	Enges	223	132	112	51	186	117	329
NE	Hauterive	3	2	1	1	2	1	4
NE	La Tène	26	15	13	6	22	14	38
NE	Le Landeron	12	7	6	3	10	6	18
NE	Lignièrès	112	67	57	26	94	59	166
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	272	161	137	62	227	143	401
NE	Saint Blaise	80	48	40	18	67	42	119
	Total NE	813	481	409	185	679	426	1200
VdR	Val-de-Ruz	482	590	633	680	940	1'943	2'418
VdT	La Côte-aux-Fées	482	442	410	552	707	887	1'314
VdT	Les Verrières	1023	938	871	1'172	1'499	1'883	2'788
VdT	Val-de-Travers	4068	3'730	3'464	4'661	5'964	7'488	11'089
	Total VdT	5573	5'109	4'745	6'385	8'170	10'258	15'191

13.1.3. Total des récoltes en bois et bois-énergie des forêts publiques et privées

Somme des récoltes estimées en bois des forêts publiques et privées [m ³]							
Ardt.	Commune	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	2'436	2'461	2'331	3'166	2'459	2'958
BY	Cortailod	1'397	1'671	1'257	1'782	1'375	1'663
BY	La Grande Béroche	8'076	7'993	7'145	8'796	7'154	8'234
BY	Milvignes	2'394	2'687	1'402	3'667	538	1'464
BY	Rochefort	3'207	3'851	3'085	3'589	3'342	2'584
BY	Forêts cantonales	6'465	6'225	6'310	6'309	4'061	3'935
	Total BY	23'974	24'888	21'529	27'310	18'929	20'838
MN	Brot-Plamboz	2'021	1'776	1'721	1'686	2'548	2'857
MN	La Brévine	8'129	7'882	7'211	6'860	11'398	12'734
MN	La Chaux-de-Fonds	5'966	5'349	4'874	5'112	7'699	8'460
MN	La Chaux-du-Milieu	2'773	2'853	2'640	2'664	4'088	4'436
MN	La Sagne	5'192	5'312	3'980	4'653	5'377	6'988
MN	Le Cerneux-Péquignot	2'792	2'824	2'609	2'414	4'031	4'607
MN	Le Locle	5'269	6'247	5'125	4'751	6'339	6'842
MN	Les Planchettes	1'085	1'063	953	918	1'610	2'145
MN	Les Ponts-de-Martel	1'957	1'918	1'719	1'735	2'821	3'177
MN	Forêts cantonales	5'891	7'217	5'614	4'695	3'958	3'354
	Total MN	41'074	42'441	36'446	35'488	49'870	55'601
NE	Cornaux	509	441	183	491	534	804
NE	Cressier	638	544	611	370	495	718
NE	Enges	1'543	1'144	761	1'270	1'044	1'465
NE	Hauterive	495	215	192	85	220	261
NE	La Tène	227	260	279	290	177	345
NE	Le Landeron	1'365	1'692	1'791	1'365	1'723	1'025
NE	Lignièrès	2'642	2'316	860	1'914	1'552	1'534
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	12'822	12'555	11'530	9'577	12'733	12'661
NE	Saint Blaise	569	591	459	626	599	832
NE	Corporations	773	552	1'238	514	820	667
	Total NE	21'583	20'309	17'904	16'502	19'896	20'313
VdR	Val-de-Ruz	24'882	23'408	25'458	24'548	27'679	21'557
VdR	Forêts cantonales et féd.	1'733	1'040	529	1'133	676	681
	Total VdR	26'616	24'449	25'987	25'681	28'355	22'238
VdT	La Côte-aux-Fées	1'555	1'527	1'389	1'561	2'633	3'031
VdT	Les Verrières	8'264	9'830	7'834	6'812	8'591	8'263
VdT	Val-de-Travers	25'837	26'361	23'820	24'977	32'418	35'884
VdT	Forêts cantonales	2'306	1'405	1'145	2'158	2'423	2'227
	Total VdT	37'963	39'124	34'189	35'508	46'065	49'406

Somme des récoltes estimées en bois-énergie des forêts publiques et privées [m ³]							
Ardt.	Commune	2017	2018	2019	2020	2021	2022
BY	Boudry	778	613	860	964	738	1'493
BY	Cortailod	452	422	465	545	414	843
BY	La Grande Béroche	2'396	1'886	2'532	2'582	2'058	3'982
BY	Milvignes	790	686	520	1'133	155	738
BY	Rochefort	607	733	919	897	823	946
BY	Forêts cantonales	2'203	1'624	2'401	1'969	1'256	2'042
	Total BY	7'227	5'965	7'696	8'090	5'444	10'044
MN	Brot-Plamboz	259	243	378	340	521	859
MN	La Brévine	874	1'047	1'562	1'366	2'303	3'817
MN	La Chaux-de-Fonds	848	777	1'079	1'043	1'619	2'563
MN	La Chaux-du-Milieu	303	392	577	537	837	1'332
MN	La Sagne	948	907	911	976	1'176	2'156
MN	Le Cerneux-Péquignot	286	376	566	480	813	1'382
MN	Le Locle	820	1'026	1'165	980	1'348	2'078
MN	Les Planchettes	111	139	205	182	327	650
MN	Les Ponts-de-Martel	200	251	370	346	569	952
MN	Forêts cantonales	1'469	1'451	1'368	1'025	982	1'070
	Total MN	6'118	6'611	8'182	7'274	10'496	16'860
NE	Cornaux	120	139	64	179	221	353
NE	Cressier	227	222	244	149	221	334
NE	Enges	247	252	266	357	345	516
NE	Hauterive	219	100	78	40	106	130
NE	La Tène	50	91	109	114	67	149
NE	Le Landeron	594	802	730	685	838	509
NE	Lignières	969	968	329	833	678	665
NE	Neuchâtel (avec Valangin)	5'258	5'703	4'659	4'556	6'055	6'166
NE	Saint Blaise	95	177	171	215	234	341
NE	Corporations	350	267	506	264	403	340
	Total NE	8'129	8'721	7'155	7'394	9'168	9'503
VdR	Val-de-Ruz	5'318	5'989	7'459	5'693	7'352	7'511
VdR	Forêts cantonales et féd.	429	300	161	272	203	257
	Total VdR	5'746	6'289	7'620	5'965	7'555	7'768
VdT	La Côte-aux-Fées	159	200	299	310	531	915
VdT	Les Verrières	1'150	1'171	1'424	1'577	1'919	2'530
VdT	Val-de-Travers	3'423	3'215	4'478	5'716	7'169	11'031
VdT	Forêts cantonales	377	159	185	567	639	716
	Total VdT	5'109	4'745	6'385	8'170	10'258	15'191

13.2. Catégories des installations de chauffage selon [7]

Catégorie	Installation de chauffage au bois
1	Cheminées à foyer ouvert
2	Cheminées à foyer fermé
3	Poêles-cheminée
4a	Poêles en métal
4b	Poêles à granulés
5	Poêles en faïence
6	Cuisinières à bois
7	Chauffage central
8	Chauffages à bûches < 50 kW
9	Chauffages à bûches > 50 kW
10	Chaudières doubles/multicombustibles
11a	Chauffages automatiques < 50 kW
11b	Chaudières à granulés < 50 kW
12a	Chauffages autom. 50-300 kW hors ETB
12b	Chauffages à granulés 50-300 kW
13	Chauffages autom. 50-300 kW ETB
14a	Chauffages autom. 300-500 kW hors ETB
14b	Chauffages à granulés 300-500 kW
15	Chauffages autom. 300-500 kW ETB
16a	Chauffages autom. > 500 kW hors ETB
16b	Chauffages à granulés > 500 kW
17	Chauffages autom. > 500 kW ETB
18	Installations de couplage chaleur-force au bois
19	Installations aux déchets renouvelables
20	Usine de traitement et de valorisation thermique des déchets
	ETB : entreprises de transformation du bois

14. Références

- [1] « Statistiques de l'énergie du canton de Neuchâtel 2021 », www.ne.ch
- [2] « La forêt neuchâteloise en transition. Aide-mémoire du service de la faune, des forêts et de la nature, à l'intention des membres des Commissions forestières d'arrondissement », février 2022, www.ne.ch
- [3] « Potentiel global annuel de bois énergie des forêts neuchâteloises (pour le chauffage automatique) », décembre 2011, Claude-Alain Vuille, Cobel Lignum Neuchâtel
- [4] « Grundlagenarbeit zu einem Monitoring Holzenergie in der Schweiz », 23.11.2023, Energie-bois Suisse
- [5] « Statistique forestière suisse 2022 », OFS, 19.07.2023
- [6] « Annuaire La forêt et le bois 2022 », OFEV, 2.03.2023
- [7] « Schweizerische Holzenergiestatistik 2022 », août 2023, OFEN & EBP
- [8] « Biomassepotenziale für die energetische Nutzung. Ergebnisse des Schweizerischen Energiekompetenz-zentrums SCCER BIOSWEET. », Thees O. et al., Institut fédéral WSL, 2017
- [9] « Préparation rationnelle de plaquettes de bois », Energie-bois Suisse, 2013
- [10] « indice de prix des plaquettes », Energie-bois Suisse, <https://www.energie-bois.ch/themes-speciales/faits-et-chiffres/bois-energie-prix-indicatifs>