Zeitschrift: Bulletin de la Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Herausgeber: Société Neuchâteloise des Sciences Naturelles

Band: 130 (2007)

Artikel: Tempête locale du 2 janvier 2007 à Boudry : description de l'événment et enseignements pour la sylviculture

Autor: Junod, Pascal

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-89657

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

TEMPÊTE LOCALE DU 2 JANVIER 2007 À BOUDRY

DESCRIPTION DE L'ÉVÉNEMENT ET ENSEIGNEMENTS POUR LA SYLVICULTURE

PASCAL JUNOD

Ingénieur forestier du 3e arrondissement, Courtils 28, CH-2016 Cortaillod, Suisse.

Mots-clés : tempête, perturbations, sylviculture multifonctionnelle, Boudry, canton de Neuchâtel, Suisse.

Résumé

Le 2 janvier 2007, un coup de vent hors du commun s'est abattu sur la partie basse des Gorges de l'Areuse, marquant son passage de façon disparate dans les peuplements mélangés et irréguliers propriété de la commune de Boudry. En éliminant certains arbres et en ouvrant des trouées, les tempêtes contribuent à modifier la structure des peuplements qui composent le système vivant forêt.

L'analyse des dégâts occasionnés par cette perturbation locale illustre l'incidence hétérogène des forces éoliennes en topographie vallonnée et en forêt complexe. La comparaison avec deux événements antérieurs, survenus dans le même secteur géographique, exprime l'intérêt d'une pratique sylviculturale « renforçante » basée sur une volonté délibérée de ne pas faire partout la même chose, favorisant la coexistence des espèces ligneuses et les structures variées.

Zusammenfassung : *Der Lokalsturm vom 2. Januar 2007 bei Boudry : Beschreibung des Ereignisses und Lehren für den Waldbau*

Am 2. Januar 2007 fegte ein aussergewöhnlicher Windstoss über den untern Teil der Areuse-Schlucht hinweg und hinterliess auf seinem Durchgang in den unregelmässigen Mischbeständen der Gemeindewaldungen von Boudry verschiedenartigste Spuren. Beim Werfen gewisser Bäume und Öffnen von Schneisen tragen die Stürme zur Strukturveränderung der Bestände bei, welche die Lebensgemeinschaft Wald bilden.

Die Analyse der durch diesen Lokalsturm verursachten Schäden, beschreibt die heterogene Auswirkung der Windkräfte auf eine hügelige Topographie und auf komplexe Wälder ganz klar. Der Vergleich mit zwei früheren Vorfällen, die im gleichen geographischen Rahmen erfolgt sind, bestätigt die Bedeutung eines «stärkenden» Waldbaues, der auf einem vorsätzlichen Willen beruht, nicht überall dasselbe zu tun, zur Förderung der Koexistenz verschiedener Holzarten und Strukturen.

1. INTRODUCTION

Les vents tempétueux – d'emprise fort heureusement localisée – qui, au petit matin du 2 janvier 2007 ont déferlé de l'embouchure des Gorges de l'Areuse jusqu'au lac, ont causé d'importants dégâts. Dans les agglomérations de Boudry et de Cortaillod, une centaine d'immeubles ont été endommagés, laissant une ardoise de près d'un million de francs. En

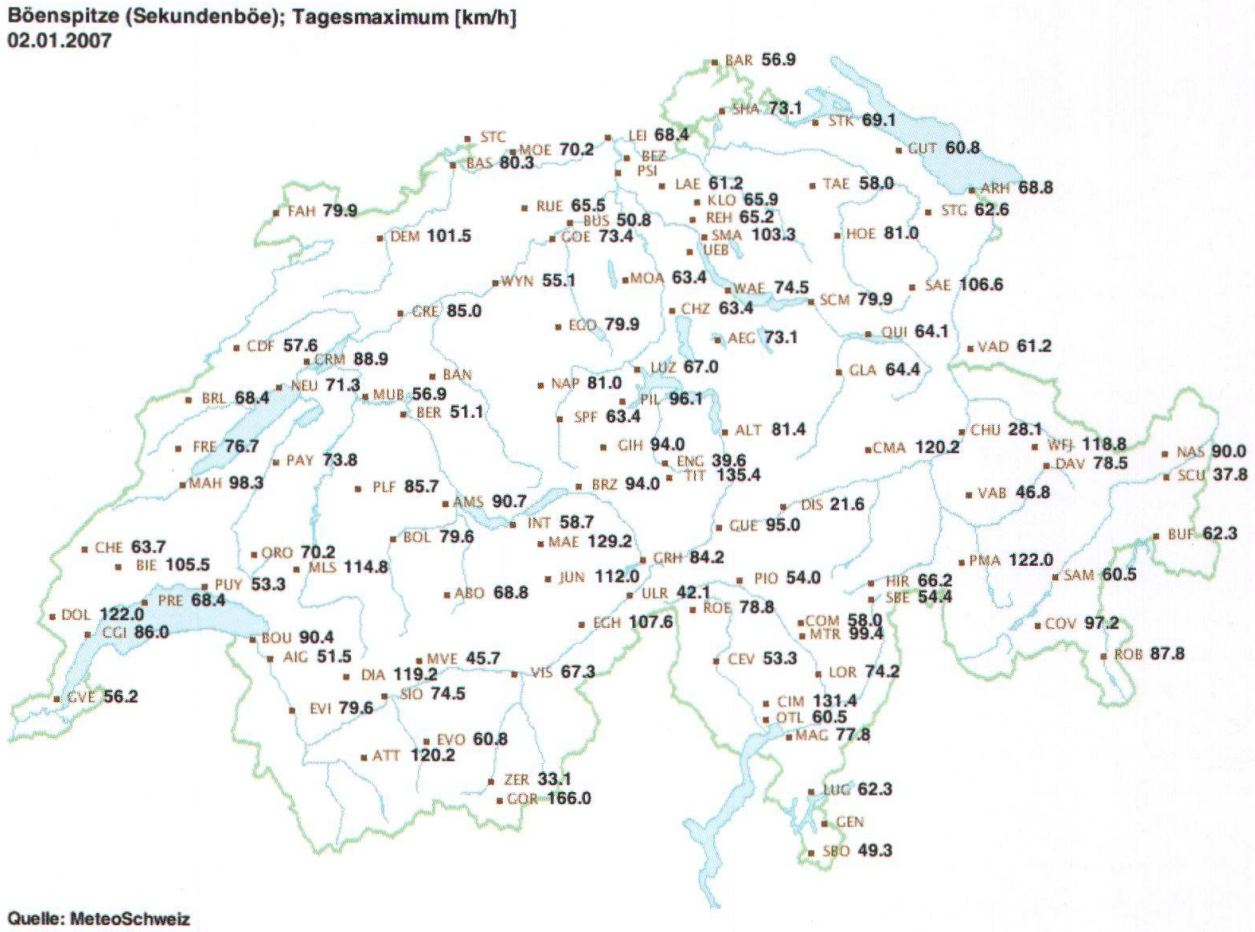


Figure 1 : Rafales maximales du mardi 2 janvier 2007.
© MétéoSuisse (www.meteosuisse.ch/web/fr/meteo/actualite_meteo/markanter_wetterwechsel.html)

forêt communale de Boudry, ce sont plus de 1'500 arbres qui ont été déracinés, cassés, déchaussés, fendus… En quelques minutes, un volume supérieur à celui de l'accroissement annuel de bois des forêts boudrysannes (2'700 m^3) a été terrassé.

Ce coup de vent révèle certes la précarité de certains arbres et peuplements face aux éléments déchaînés, mais également la **formidable robustesse globale d'une forêt mélangée et irrégulière**. Ce genre d'événement exceptionnel nous fascine, nous déroute, nous interroge… d'autant plus que certains climatologues avisés en prédisent une recrudescence pour l'avenir. Dans ce contexte, il nous a paru utile de documenter la tempête locale du 2 janvier 2007 avec les moyens cartographiques, chiffrés et photographiques actuels. En éliminant certains arbres et en ouvrant des trouées, ce type de perturbation influence, pour une longue durée, la dynamique et le fonctionnement de l'écosystème forestier. Témoin privilégié de l'amorce d'un tel processus, il nous appartient d'en laisser une description circonstanciée et d'en tirer quelques leçons.

Le présent article replace l'événement dans un contexte historique, en le comparant aux deux précédentes tempêtes (1911 et 1946) qui ont frappé la même région. Il donne une vue d'ensemble de l'étendue des dommages forestiers, décrit les dégâts, puis présente la philosophie et les mesures prises en vue de les réparer.

2. DESCRIPTION DE LA TEMPÊTE DU 2 JANVIER 2007

2.1. L'événement

Pour les météorologues, l'événement du 2 janvier à Boudry était apparemment impossible à prédire et reste difficile à expliquer avec précision. Il revêt un caractère localisé très marqué. Un avis de forts vents avait été lancé par Météosuisse pour le nord des Alpes, mais pas d'une telle violence. Toutes les vitesses de vent enregistrées ce jour-là au pied du Jura n'ont d'ailleurs rien d'extraordinaire (fig. 1) : il a soufflé jusqu'à 106 km/h à Bière (VD), 98 km/h à Mathod (VD) et 89 km/h à Cressier (NE). Autour de Boudry cependant, pour occasionner les dommages constatés, les tourbillons ont dû dépasser les 130 km/heure. Le paroxysme de la force destructrice locale s'est manifesté vers 5h du matin.

Le fait que les arbres soient tombés dans plusieurs directions évoque des vents tourbillonnants et laisse supposer, pour tenter d'expliquer le phénomène, une zone de convergence locale ou **collision de fronts**. Une masse d'air soumise à l'effet Venturi[1] déboulant à toute vitesse de l'entonnoir des Gorges de l'Areuse – déviée par l'avancement des Rochers des Tablettes – entre en collision avec un front venteux du sud-ouest longeant le pied de la Montagne de Boudry et provoque les remous dévastateurs.

L'amalgame de surfaces plus ou moins touchées et de secteurs indemnes, de même que l'enchevêtrement de chablis[2] renversés dans différents sens, décapités, arqués… démontre de façon impressionnante comment un front venant buter contre une topographie accidentée ou un autre obstacle, engendre un système embrouillé de courants et de dégâts.

Les médias locaux n'ont pas manqué de relater cet événement singulier (fig. 2). Voici par exemple le message diffusé par RTN – sur ses ondes ainsi que sur son site Internet – dès la mi-journée du 2 janvier :

« 02.01.2007 - 13 : 33. Le vent a soufflé violemment lundi et mardi dans tout le canton. Les bourrasques ont provoqué des chutes d'arbres. Plusieurs routes ont dû être fermées à la circulation pendant quelques heures. L'ouest du Littoral a particulièrement été touché par les rafales. Le regroupement des sapeurs-pompiers du Vignoble a été mobilisé depuis 6h ce matin à Boudry et à Cortaillod. Des arbres se sont couchés sur des maisons, un toit s'est même déplacé d'une villa à Boudry. Les Gorges de l'Areuse ont été fermées ce matin à 8 heures. Il y a eu des éboulements. Des arbres sont en travers des chemins. Les promenades sont fortement déconseillées. /cr »

Figure 2 : Juste après l'événement, les forêts de Boudry sous les feux de la rampe. Le forestier de cantonnement, Marc Robert, répondant aux sollicitations des médias. Chemin de la Montagne au début du Plan des Fosses.

Pour sa part , « L'Express » est revenu sur cette actualité inattendue à 4 reprises, dans ses éditions des 3, 4, 5 et 6 janvier. A chaque fois, les chiffres concernant l'estimation des dégâts en terme de tiges ou de volumes endommagés faisaient l'objet d'une adaptation à la hausse !

2.2. Relevé des dégâts

Dans le canton de Neuchâtel, l'aménagement forestier repose sur la « méthode

[1] Les notes infrapaginales sont regroupées à la page 111.

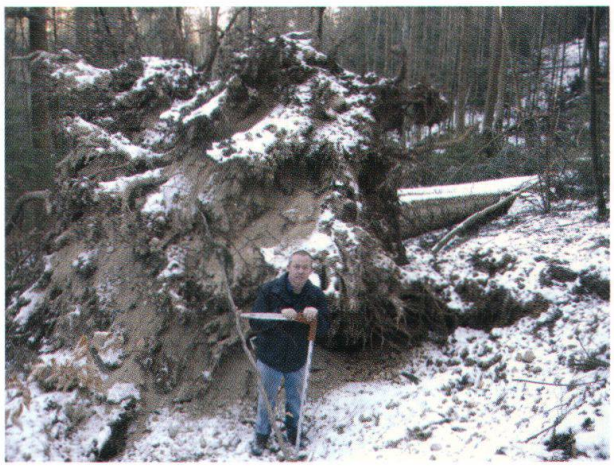


Figure 3 : Martelage des chablis.
A gauche : 17 janvier 2007, centre de la division 21, martelage d'épicéas renversés et cassés.
A droite : 29 janvier 2007, milieu de la division 14, martelage d'un gros sapin, diamètre 95 cm.

du contrôle », développée au début du 20e siècle par l'éminent sylviculteur Henry Biolley (Biolley, 1920). Un des éléments-clés de cette méthode – qui permet d'accéder à une gestion durable des massifs – est le martelage et le recensement de chaque arbre récolté en coupe normale ou chablis et dont le diamètre à hauteur de poitrine[3] est supérieur au seuil d'inventaire de 17,5 cm. Compte tenu du volume traitable des chablis (env. 3'000 sylves[4]) nous avons décidé de ne pas déroger à la minutie de la démarche. La réflexion aurait certes été différente si nous nous étions trouvés confrontés à un volume de plusieurs dizaines de milliers de sylves !

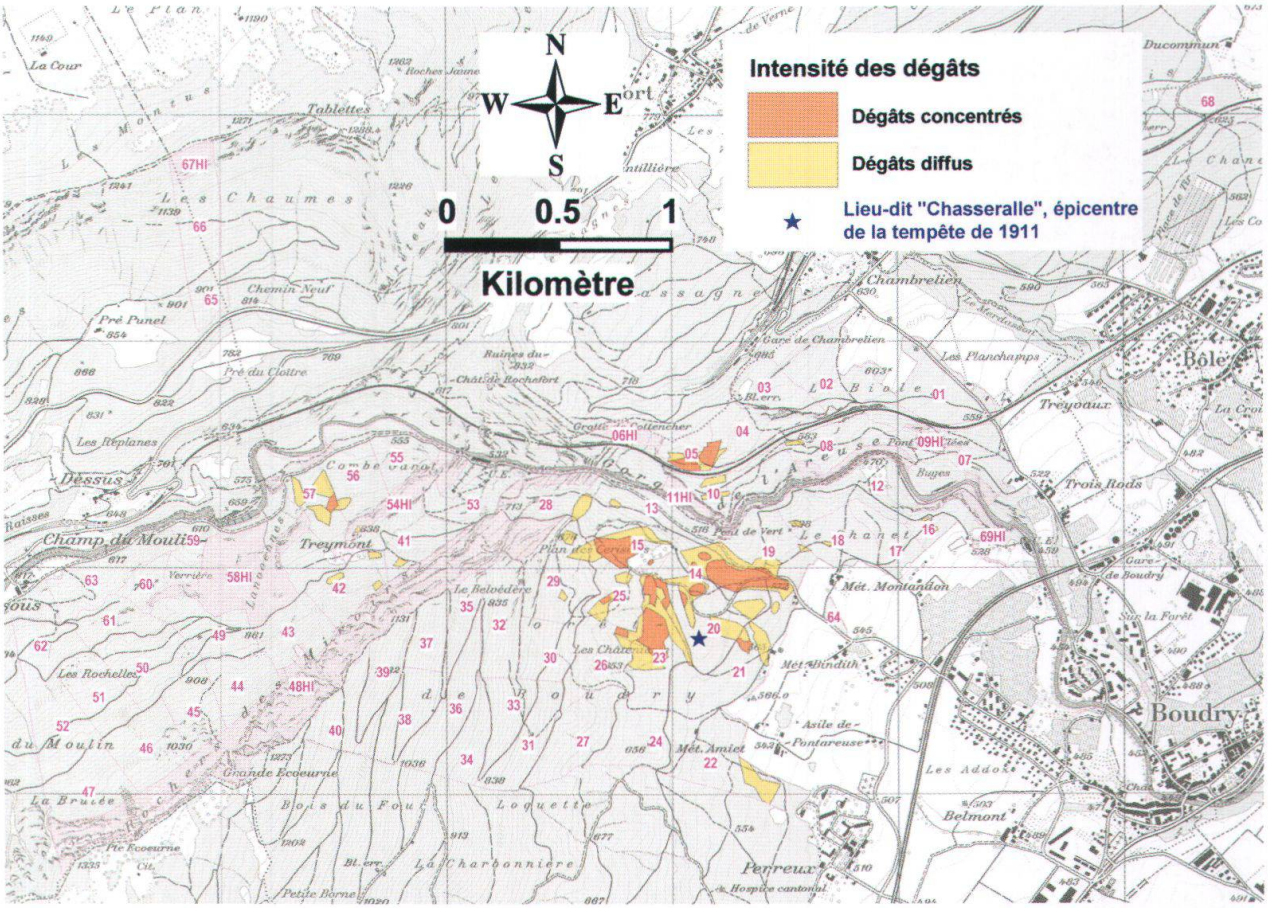
Ainsi, pour mener à chef ce martelage (fig. 3) dans toutes les divisions[5] les plus touchées, ce sont l'équivalent de 5 journées de garde forestier et 3 d'ingénieur qui ont été nécessaires. Le coût total de l'opération représente un montant de Fr. 2.-/m^3. Conjointement au recensement de l'espèce, catégorie de diamètre et motif du chablis (renversé, cassé…), nous avons tiré parti de cette activité pour :

- situer les dégâts et la direction des renversés sur un plan (modèle numérique de hauteur 2002) à l'échelle du 1 : 2'000 (voir chapitre 4.10) ;
- désigner les chablis voués à l'accomplissement complet de leur cycle biologique (arbres protégés[6] : par exemple, tiges esquillées, sapins dispersés, chandelles[7] expressives…) ;
- déterminer la stratégie de récolte ;
- documenter l'événement au moyen de photographies et discuter, à chaud et in situ, des enseignements à en tirer.

Finalement, le martelage des chablis a permis l'acquisition rapide et précise des volumes ainsi que des assortiments dont il allait s'agir d'assurer l'exploitation et l'écoulement.

2.3. Localisation des dégâts et volumes touchés par division

La figure 4 représente le parcellaire[8] du patrimoine forestier propriété de la commune de Boudry. Les phénomènes imprévisibles qui se sont produits à l'intérieur des fronts venteux, couplés à une topographie et des peuplements contrastés, ont occasionné des dégâts hétérogènes (mélange de secteurs épargnés et de zones touchées plus ou moins fortement). La division 14 constitue l'épicentre de l'événement, c'est ici que la puissance des éléments fut la plus forte.


N
W
E
S
0
0.5
1
Kilomètre
Intensité des dégâts
Dégâts concentrés
Dégâts diffus
Lieu-dit "Chasseralle", épicentre de la tempête de 1911
Boudry
Bôle
Chambrelien
Treymont
Champ du Moulin
Les Chaumes
Tablettes
Pré Punel
Chemin Neuf
Les Rochelles
Grande Ecoeurne
Bois du Fou
Loquette
La Charbonnière
Petite Borne
Pic Ecoeurne
Belmont
Perreux
Hospice cantonal
Asile de Pontareuse
Mét. Montandon
Mét. Amiet
Les Addoz
Trois Rods
Treyvaux
Les Planchamps
Gare de Boudry
Gare de Chambrelien
Ruines du Chât. de Rochefort
Pré du Cloître
Les Replanes
Dessus
Combe vaud
Le Belvédère
Les Chaumes
Ducommun
Sur la Forêt
Bugnes
Fond de Vert
Le Chanet
Les Chaumes
Chaumes
Les Chaumes
Les Chaumes
Les

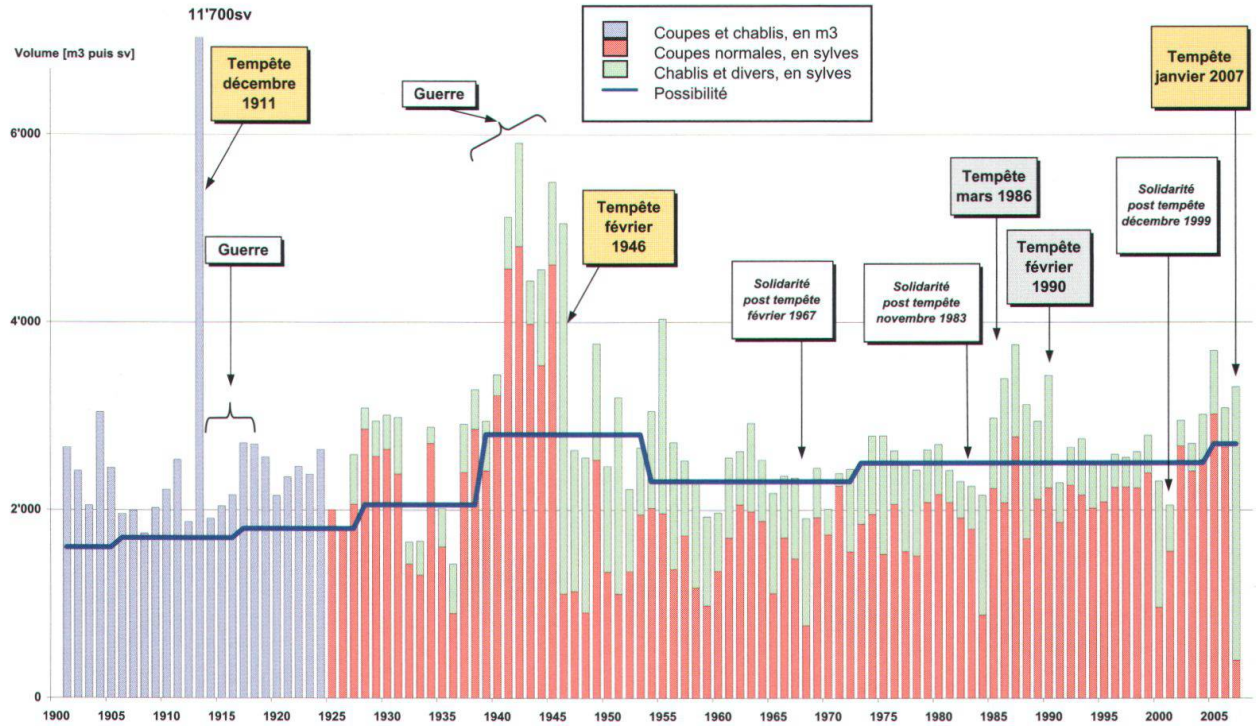


Figure 5 : Récolte de bois depuis 1901 dans la forêt communale de Boudry.
Les principaux aléas auxquels le patrimoine forestier boudrysan a été confronté dans le passé récent sont mentionnés dans les étiquettes encadrées.

sort du graphique de la figure 5, qui retrace pour cette commune, l'évolution depuis 1901 des exploitations et de la possibilité[9]. La tempête de 2 janvier 2007 est la troisième plus importante en terme de volume après celles de décembre 1911 et de février 1946. Il nous paraît intéressant de noter que Lothar, l'ouragan de décembre 1999, dont chacun garde en mémoire l'impact ravageur sur une large frange de l'Europe centrale, avait occasionné à Boudry un volume relativement modeste de chablis (1'300 sv) et se marque dans la statistique des récoltes par une sous-exploitation (économie de solidarité à l'égard des propriétaires plus fortement touchés).

3.2. Décembre 1911

L'ouragan du 21/22 décembre 1911 qui s'abattit sur la forêt boudrysanne fut, et de loin, celui qui – depuis le premier aménagement de 1893 et probablement bien au-delà encore – occasionna les dégâts les plus considérables (11'700 sv, donnant un volume commercialisable de 10'078 m^3 vendus nets Fr. 162'958.-, voir figs 6 et 7).

La description suivante, tirée du rapport annuel de l'époque rédigé par l'inspecteur forestier Max DuPasquier, en dit long sur le phénomène :

« Dans la journée du 21 décembre 1911, le vent qui déjà avait soufflé en tempête durant toute la journée, changea de direction aux environs de 4 heures du soir et se mit à souffler du nord-ouest au sud-ouest. Sous l'influence de ce « coup de joran », le ciel se débarrassa progressivement des nuages qui l'encombraient, et c'est par une belle nuit étoilée que le joran, atteignant aux environs d'une heure du matin, son maximum d'intensité, dévalisa et déchiqueta pour ainsi dire les diverses forêts publiques et privées non pas seulement de notre canton mais aussi des cantons voisins de Berne et de Soleure.

… De là le cyclone s'abat dans les forêts communales de Cortaillod au pied du ver-

sant sud, sans toutefois occasionner de très sérieux dégâts ; nous trouvons par contre ses effets dans les forêts de Boudry à la Chasseralle, futaie située à 600 m, mais directement dans le prolongement des Gorges de l'Areuse.

Il faut admettre que l'ouverture des Gorges n'est pas étrangère à l'importance des dégâts, mais nous devons aussi noter que ce vieux peuplement d'épicéas à enracinement traçant était complètement isolé et exposé à tous les vents, spécialement au joran.

Commune de Boudry. (Ouragan du 21/22 décembre 1911).
Etat en juin 1912 – Chablis m³: 10078, vendus nets Fr. 162,957.90.

Figure 6 : Ouragan du 21/22 décembre 1911. Ecorçage et récolte des bois.
Le peuplement décimé, dense et régulier, était composé à plus de 90% de sapin et épicéa !
Photo d'archive tirée du rapport annuel de 1912. Cette prise de vue est située sur la carte de la figure 9.

Figure 7 : En arrière plan, ouragan du 21/22 décembre 1911 à Boudry. Photo prise en été 1912 au lieu-dit « Les Métairies ». Cette prise de vue est située sur la carte de la figure 9.

Nous notons une ***observation assez curieuse*** *: au tiers inférieur du versant de Boudry à 750 m environ, nous avons constaté que les arbres étaient tous tombés dans la direction opposée au joran, soit contre la montagne, ceci dans un massif situé précisément à l'endroit où les courants des Gorges de l'Areuse et ceux longeant le versant sud de la montagne, se rencontraient ; il a dû se produire là un remous extrêmement violent qui occasionna une trouée assez sérieuse dans un vieux massif ; mais comme nous le notons, tous les arbres arrachés par la violence du vent, tombèrent dans la direction opposée au joran. C'est du reste là la seule observation de ce genre que nous avons faite, partout ailleurs la direction de chute N.-S. ou tout au moins N.-O.-S.-E. est bien marquée. …*

… Comme vous pouvez le penser, il était bien difficile, dans un pareil enchevêtrement d'arbres renversés de procéder à une estimation tant soit peu exacte du volume jeté à terre par la violence de l'ouragan. A Boudry, cette estimation était plus facile, par le fait que les chablis tombés sur des surfaces bien déterminées, ces dernières pouvaient être repérées assez exactement sur les plans cadastraux. Connaissant donc la surface et le matériel à l'hectare tel qu'il est fixé dans l'aménagement il était facile d'en déduire le volume des chablis. »

3.3. Février 1946

La perturbation du 9/10 février 1946 qui a provoqué 3'950 sv de chablis à Boudry, est brièvement documentée dans le rapport annuel de l'exercice, ainsi que dans la révision 1949 du plan d'aménagement forestier de la commune de Boudry, en voici les extraits :

« …Notre arrondissement a été épargné par les violents coups de bise des 15/16 janvier qui ont provoqué des dégâts considérables au Val de Travers et de véritables catastrophes dans la région avoisinant le Chasseron. Mais, par contre, les coups de joran des 9/10 février ont déraciné plus de 8'000 m³ dans la partie est de l'arrondissement. Les coupes étaient en exploitation. Nous avons dû les interrompre pour entreprendre les chablis. »

Extrait du rapport annuel de 1946, rédigé par Jämes Péter-Contesse

« Les séries A et B[10] sont fréquemment soumises aux effets des coups de joran et des **tourbillons créés par la trouée des Gorges**. *En 1942 les vents ont été la cause importante des chablis, mais les gros dégâts proviennent des coups de joran de février 1946 qui ont renversé plus de 3'500 sv sur le versant sud ; les dégâts ont commencé à la limite supérieure de la division 37 le long de l'arête de la montagne, où une trouée importante a été creusée dans un peuplement mélangé, plutôt irrégulier, sain (le vieux peuplement clairiéré de résineux, sis plus à l'ouest, a été épargné !), Il ne s'agissait pas d'un coup de joran ordinaire (faible dans le haut de la montagne et se renforçant en descendant) mais d'un ouragan venu de l'ouest qui se transforme, sur cette crête, en un tourbillon dévastateur. Dès que ce peuplement de la division 37 fut jeté bas, le vent se précipita dans l'ouverture, descendit en trombe le flanc est de la montagne en s'élargissant en éventail sans perdre beaucoup de sa puissance dévastatrice en l'étalant. »*

Extrait du Plan d'aménagement, révision 1949, rédigé par Jämes Péter-Contesse

3.4. Enseignements tirés des tempêtes précédentes

Ces précieuses descriptions et illustrations de l'époque, nous permettent déjà de souligner quelques observations dignes d'intérêt :

• la topographie singulière qui caractérise la partie aval des Gorges de l'Areuse, profondément encaissée entre les Rochers des Miroirs et ceux des Tablettes, est propice à la convergence et à l'accélération – par effet d'entonnoir – de masses d'air génératrices

Perturbation	Volume chablis [sv]	Vitesse maximale des vents	En forêt communale de Boudry (455 ha inventoriés)				
			Feuillus [% du volume]	Volume sur pied [sv/ha]	Petits* bois [%]	Bois* moyens [%]	Gros* bois [%]
Décembre **1911**	**11'700**	?	**22**	231	34	47	19
Février **1946**	**3'950**	?	**31**	265	29	46	25
Janvier **2007**	**2'911**	? (>130 km/h)	**45**	279	25	46	29

Tableau 1 : Mise en parallèle du volume des chablis des trois perturbations majeures qui ont frappé les forêts communales de Boudry et de paramètres caractérisant les peuplements.
* petit bois : DHP de 17.5 à 32.5 cm ; bois moyen : DHP de 32.5 à 52.5 cm et gros bois : DHP > 52.5 cm.

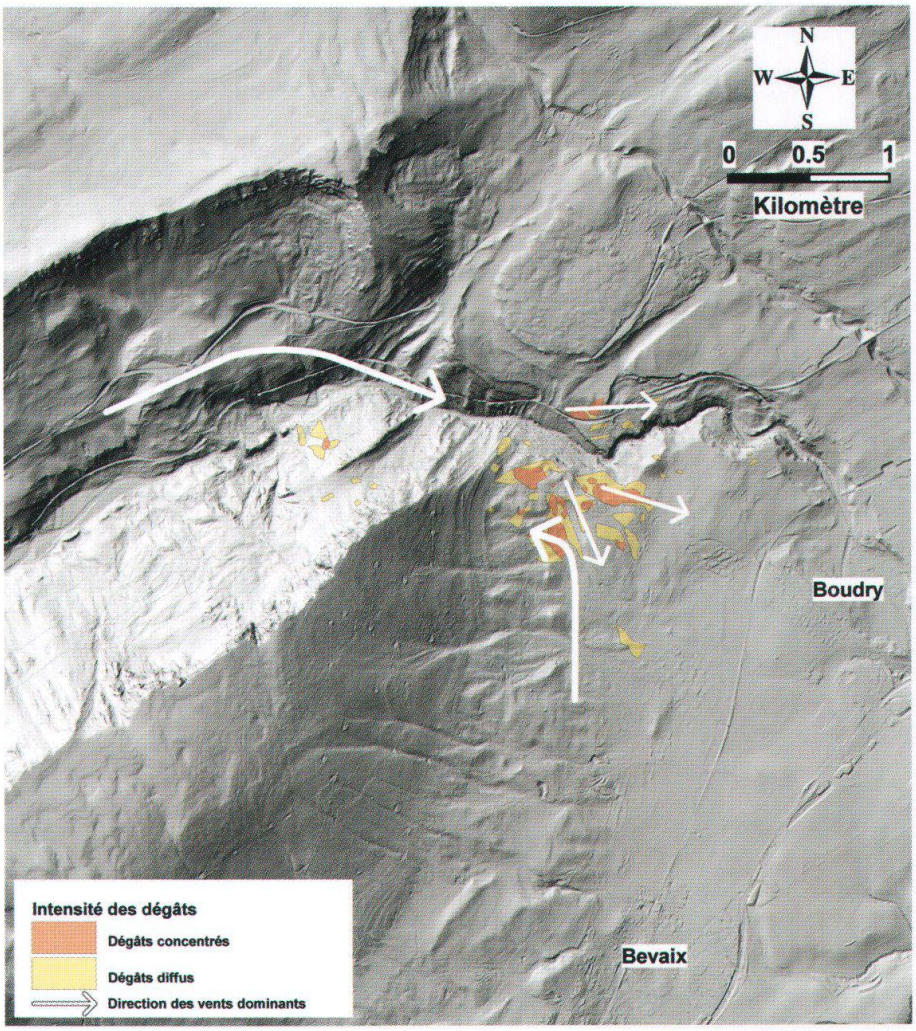


Figure 8 : Topographie des Gorges de l'Areuse et localisation des dégâts causés par la tempête du 2 janvier 2007. Deux courants dominants de vents sont probablement à l'origine des dégâts occasionnés dans la forêt communale de Boudry :
- un courant, de type joran descendant du Val-de-Travers et subissant un effet Venturi dans le goulet des Gorges, combiné à
- un courant longeant le pied du Jura, qui s'est vu partiellement dévié côté montagne en butant contre le premier qui s'étalait en sortant du passage étroit des Gorges.
Données laser 2001 : MNT-MO, MNS-MO. © SITN (www.ne.ch/sitn).

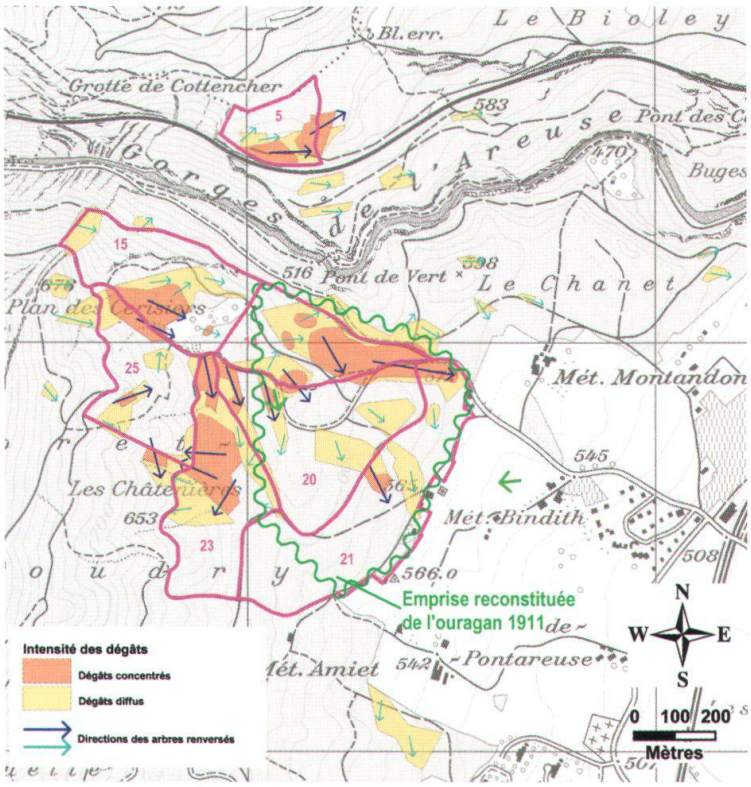


Figure 9 : Structure spatiale des dégâts causés par la tempête du 2 janvier 2007. Le pourtour des 7 divisions les plus affectées, qui correspond au secteur principal des remous, est mis en évidence. Ces divisions font l'objet d'analyses détaillées aux chapitres 4.5, 4.7 et 4.8.
Les flèches bleues indiquent les directions générales dans lesquelles les grands arbres ont été renversés (voir chapitre 4.10).
Les deux flèches vertes indiquent les directions des prises de vue de 1912 (figs 6 et 7).
Le périmètre indiqué en vert correspond grosso modo à l'emprise des surfaces sinistrées par l'ouragan de 1911. Il est reconstitué sur la base de photographies de l'époque et sur la présence actuelle dans les peuplements de mélèzes et de douglas.

de remous et de perturbations pouvant s'avérer dévastatrices (fig. 8) ;

• la période hivernale est la plus concernée par ce genre d'aléas climatiques ;

• il est surprenant de découvrir l'étrange similitude entre les tempêtes de 1911 et de 2007 en ce qui concerne la direction des bois renversés à la hauteur des divisions 23, 25, 26 et 29 (bois en partie couchés côté montagne !) ;

• bien que nous ne connaissions pas les vitesses extrêmes des vents de 1911, 1946 et 2007, il est tout de même encourageant de constater que l'ampleur des dégâts causés par ces trois tempêtes, dans le même secteur géographique, a régressé parallèlement à l'augmentation de la proportion des feuillus et à l'irrégularisation des peuplements (tab. 1).

4. CARACTÉRISTIQUES DES DÉGÂTS

4.1. Dégâts et relief

La principale caractéristique de la tempête du 2 janvier est son **aspect local très prononcé**, seuls les peuplements situés à proximité de la tranchée topographique des Gorges de l'Areuse ont subit des dégâts (fig. 8). La transition entre le secteur affecté et les zones épargnées, sans dégâts, est particulièrement nette au sud-ouest de l'emprise où la limite des dommages suit à peu près une ligne imaginaire reliant le début du sentier du Réservoir au parking de Perreux.

4.2. Hétérogénéité spatiale des dégâts

Une autre caractéristique des dégâts occasionnés, qui ressort notamment de la figure 9, est l'**hétérogénéité spatiale** avec laquelle l'intensité des chablis s'est manifestée en 2007. Une quinzaine de surfaces de grandeurs variées (0.1 à 2.9 ha) avec dégâts concentrés – irrégulièrement réparties – se trouvent entremêlées avec des zones de dégâts plus diffus ainsi que des secteurs carrément épargnés. La représentation cartographique des dommages dans le secteur principal des remous fait clairement apparaître une mosaïque complexe autour du point de rencontre des divisions 14, 15, 20 et 23.

Division	Volume de bois récolté annuellement [en sylve] En gras sur fond jaune : **coupe principale** ; en caractère normal : chablis.										Chablis 02.01.2007
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	[sv]
14	6	8		3	28			**421**	2		**459**
23	11	4	13	137		2		10		**1'100**	**441**
20	24	8	6	21	18	18	14	16	19		**325**
21	15	15	**237**	113	**715**	7	5	8	22	10	**265**
25		**195**	**343**		13	9		3	8	13	**250**
15	6		**313**	6	16	2	3	10	33	3	**240**
5	1		1		**193**	16					**206**
29	13	10	2		3	**581**	4	**357**	4	3	**119**
19	10	2	1	4	13	**611**		2	2	1	**105**
57	2			66		3	19	10		**483**	**104**
56	**845**	4	20	97	5				28		**59**
42	1	15		17	6		**734**		32	32	**52**
4	4		**484**	4		**47**		9	3	3	**51**
26	15	9		**337**		**382**	3	4	6	31	**48**
22	8	21	18	56	42	13	2	**667**	22	38	**46**
41	2	6	4	6	1	8	5		**564**		**32**
10	1		3	9	1			4	1	**256**	**21**
8	2			3	**222**			2		**2**	**17**

Tableau 2 : Année de passage des derniers prélèvements (coupes normales et chablis) dans les divisions les plus touchées par la tempête du 2 janvier 2007. Divisions dans l'ordre décroissant des dégâts.

4.3. Surfaces touchées

Le relevé des surfaces endommagées a été réalisé (in situ) en même temps que le martelage des bois chablis, avec l'aide cartographique d'un modèle numérique de hauteur à l'échelle du 1 : 2'000.

Le recensement fait état de :

- 16 surfaces avec dégâts concentrés couvrant au total 10.4 hectares
- 37 surfaces avec atteinte plus diffuse, embrassant un périmètre de 21.4 hectares.

La grandeur moyenne des surfaces touchées est de 0.65 ha. Ce chiffre est similaire pour les deux types d'intensité de dommages. La plus grande surface d'un seul tenant de dégâts concentrés est de **2.96 ha**, elle est située à cheval sur les divisions 14, 19, 20 et 21. L'impact de la tempête 2007 est infiniment plus discret que celui de l'ouragan 1911 qui, selon notre estimation s'étalait sur une surface compacte de plus de 25 hectares !

4.4. Dégâts et exploitations récentes

Par rapport à la stabilité des peuplements, les coupes ordinaires ont deux effets contraires : immédiatement après l'intervention, la conséquence est une déstabilisation liée à l'ouverture plus ou moins marquée de la canopée qui casse l'effet de stabilité collective. Cette instabilité est temporaire et se récupère en l'espace d'un petit nombre d'années.

Le tableau 2 illustre, pour les **divisions les plus touchées**, les prélèvements récents. Il s'avère difficile d'en tirer des conclusions pertinentes ! Certes les deux divisions les plus fortement malmenées (la 14 d'habitude peu touchée par les chablis et la 23) ont été visitées par la coupe en 2004, resp. 2006, mais la troisième plus affectée (div. 20) avait été traitée pour la dernière fois en 1996 !

Il est intéressant de noter que même dans la division la plus chahutée (div. 14, 459 sv),

l'ampleur des chablis est restée dans un ordre de grandeur **correspondant à celui d'une coupe normale**. Cette observation souligne la bonne résistance[11] des peuplements mélangés et irréguliers actuels.

Nous avons constaté qu'Éole, souvent, amplifie les trouées de régénération amorcées par le sylviculteur. Les ruptures dans la continuité des peuplements génèrent des phénomènes turbulents parfois à l'origine de dégâts dans les bordures.

4.5. Peuplements touchés

Les peuplements frappés par les vents tourbillonnants du 2 janvier 2007, se situent dans la région du Plan des Fosses, de Chasseralle, de Bettefontaine et du Plan des Cerisiers, à des altitudes comprises entre 560 et 750 m. Il s'agit de **massifs mélangés, irréguliers en mosaïques, particulièrement multifonctionnels** et essentiels à maints égards : le secteur est très fréquenté par la population ; il joue un grand rôle paysager ; il recèle de multiples bois de haute qualité et héberge de nombreuses espèces primordiales pour le maintien de la biodiversité. Fort heureusement le seul frêne monophylle (*Fraxinus excelsior* L. var *diversifolia*, Aïton) en forêts publiques de l'arrondissement, situé pourtant au centre du couloir le plus chahuté, dans la division 14, s'en sort – par on ne sait quel hasard – indemne !

Le tableau 3 exprime quelques caractéristiques dendrométriques des divisions qui composent ce secteur, en les confrontant avec les traits distinctifs des chablis 2007. Il ressort de cette brève analyse que les **gros arbres** et les **résineux** sont les plus touchés. Nous y reviendrons, de façon plus nuancée, dans les chapitres 4.6 à 4.8.

4.6. Espèces touchées

Des **20 espèces d'arbre affectées**, ce sont l'épicéa et le sapin, nos deux résineux dominants, qui portent le plus lourd tribu à la tempête du 2 janvier 2007 (tabl. 4). Si cela n'a rien de surprenant pour l'épicéa, qui est réputé sensible aux vents, le cas du sapin est plus subtil à interpréter car il est généralement considéré comme espèce stabilisatrice, à enracinement pivotant. Le fait qu'il ne se trouve pas dans son optimum écologique sur les stations endommagées (pour l'essentiel des stations de *Hêtraie à Mélampyre et à Luzules*) et qu'il s'avère encore surreprésenté (pour des raisons anthropiques) dans les mélanges de basse altitude, explique sans doute cette observation. **Les résineux représentent le 82% du volume** des chablis (77% du nombre de tiges).

Division	**Chablis 2.1.2007**	Volume * inventorié	Proportion de chablis	Tige * moyenne inventoriée	Tige moyenne chablis	Pourcent * de résineux inventoriés	Pourcent de résineux chablis	Nombre d'espèces inventoriées
	[sv]	[sv]	[%]	[sv]	[sv]	[%]	[%]	[nb]
14	**459**	1'924	**24**	1.55	**2.06**	73	**91**	20
23	**441**	3'305	**13**	1.25	**2.08**	69	**80**	13
20	**325**	3'786	**9**	1.06	**1.56**	71	**85**	19
21	**265**	4'171	**6**	0.96	**1.47**	59	**69**	21
25	**250**	2'330	**11**	1.54	**2.55**	71	**88**	8
15	**240**	1'640	**15**	1.03	**1.54**	58	**86**	15
05	**206**	1'047	**20**	1.33	**2.21**	40	**48**	10

Tableau 3 : Caractéristiques dendrométriques des 7 divisions les plus touchées par la tempête du 2 janvier 2007, comparées aux traits distinctifs des chablis (en gras). Divisions dans l'ordre décroissant des dégâts. (*) Inventaire du 1.1.1990.

Espèce	Nombre de tiges	Volume [sv]	Proportion [%]
Epicéa (*Picea abies* Karst.)	592	1'120.06	**38.5**
Sapin (*Abies alba* Mill.)	448	883.49	**30.3**
Hêtre (*Fagus silvatica* L.)	174	300.28	**10.3**
Pin sylvestre (*Pinus silvestris* L.)	125	221.88	**7.6**
Chêne sessile (*Quercus petraea* Liebl.)	128	179.46	**6.2**
Mélèze (*Larix decidua* Mill.)	37	104.42	**3.6**
Douglas (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.)	18	45.05	**1.5**
Frêne (*Fraxinus excelsior* L.)	22	16.67	**0.6**
Erable sycomore (*Acer pseudoplatanus* L.)	16	8.60	**0.3**
Saule marsault (*Salix caprea* L.)	10	5.75	**0.2**
Cerisier (*Prunus avium* L.)	8	5.73	**0.2**
Bouleaux (*Betula* spec.)	4	5.73	**0.2**
Peuplier noir (*Populus nigra* L.)	1	5.68	**0.2**
Tilleuls (*Tilia* spec.)	4	3.73	**0.1**
Alisier blanc (*Sorbus aria* L.)	4	1.50	**0.1**
Erable plane (*Acer platanoides* L.)	1	1.02	**0.0**
Charme (*Carpinus betulus* L.)	1	0.69	**0.0**
Pin noir (*Pinus nigra* Arn.)	1	0.45	**0.0**
Robinier (*Robinia pseudacacia* L.)	1	0.45	**0.0**
Châtaignier (*Castanea sativa* Mill.)	1	0.45	**0.0**
Résineux	**1'221**	**2'375.36**	**81.6**
Feuillus	**375**	**535.74**	**18.4**
Total	**1'596**	**2'911.10**	**100.0**

Tableau 4 : Espèces endommagées par la tempête du 2 janvier 2007. Situation juin 2007, uniquement les divisions inventoriées.

4.7. Espèces les plus sensibles

Dans les 7 divisions les plus affectées (voir figure 9), nous avons comparé, par essence, le volume inventorié (lors du dernier inventaire complet en 1990) avec le volume des chablis causés par la tempête du 2 janvier 2007 (tabl. 5). Les trois espèces qui se démarquent nettement par leur sensibilité accrue sont l'épicéa, le sapin blanc et le pin sylvestre.

Le comportement du douglas sur nos sols (morainiques relativement drainants) apparaît particulièrement intéressant : avec le développement d'un système racinaire « en cœur », il possède une bonne qualité d'ancrage – la meilleure de tous nos résineux – et ce malgré le développement d'une couronne majestueuse offrant une prise au vent considérable. En revanche, très sensible à l'humidité du sol, il adopte un comportement traçant dans des sols même faiblement hydromorphes[12] et devient alors un candidat aux chablis.

4.8. Diamètres endommagés

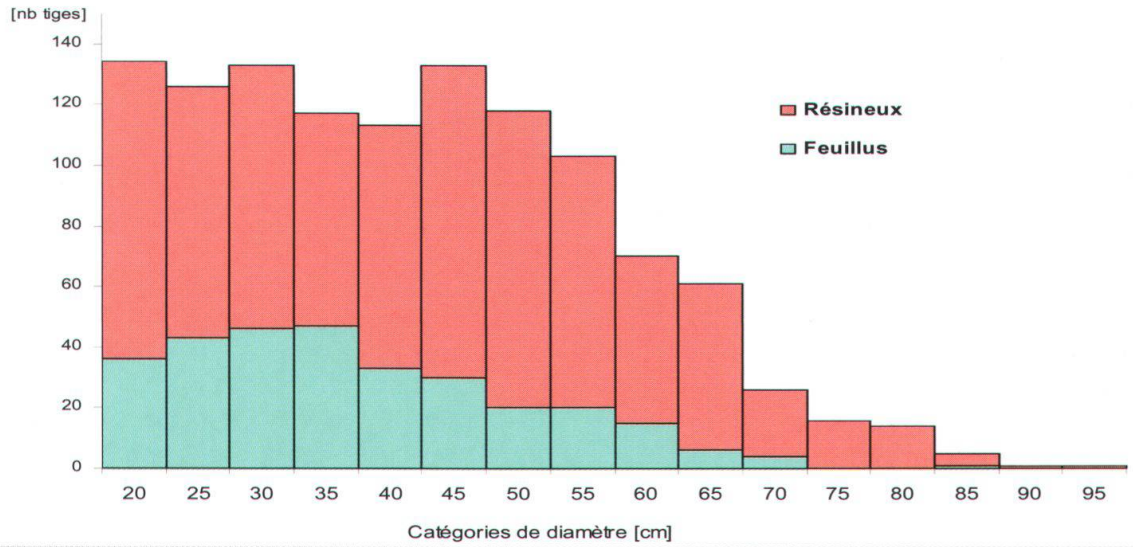
Les gros bois (DHP > 52.5 cm) et les bois moyens (DHP de 32.5 à 52.5 cm) sont, proportionnellement à leur nombre total, ceux qui ont subi le plus de dommages (fig. 10).

4.9. Types de dégâts

Les tableaux 6 et 7 illustrent toute la variété des motifs de chablis occasionnés par la tempête du 2 janvier (tableau 6 et figure 11) ainsi que les espèces les plus sensibles au bris (tableau 7). Dans la catégorie des chablis renversés il se trouve, selon nos observations, environ 1/20e des tiges qui ne sont pas complètement déracinées mais

Espèce	Volume inventorié [sv]	Volume chablis [sv]	Sensibilité [%]
Epicéa	4'212	788.5	**18.7**
Sapin	4'013	636.8	**15.9**
Pin sylvestre	1'193	189.3	**15.9**
Chêne sessile	1'885	150.8	**8.0**
Frêne	201	14.7	**7.3**
Hêtre	3'506	233.0	**6.6**
Mélèze	1'537	97.8	**6.4**
Douglas	863	45.1	**5.2**
Bouleaux	111	4.3	**3.9**
Erable sycomore	426	7.4	**1.7**
Total	**17'947**	**2'167.7**	

Tableau 5 : Espèces les plus sensibles lors de la tempête du 2 janvier 2007. Analyse des espèces les plus fréquentes dans les 7 divisions les plus touchées.



	Petits bois	Bois moyens	Gros bois
Inventorié	(8'447) 54%	(5'813) 37%	(1'459) 9%
Chablis	(393) **34%**	(481) **41%**	(297) **25%**

Figure 10 : Nombre de tiges chablis par catégorie de diamètre et type d'essence (résineux / feuillus). Total des 7 divisions les plus affectées.

Motif	Volume [sv]	Proportion [%]
Renversé (y.c. déchaussé, arqué)	2'425	**83**
Cassé (y.c. fendu, esquillé, vrillé, éclaté, décapité)	486	**17**
Total	2'911	**100**

Tableau 6 : Motifs des chablis de la tempête du 2 janvier 2007. Situation juin 2007, uniquement les divisions inventoriées.

Espèce	Renversé [sv]	Renversé [%]	Cassé [sv]	Cassé [%]
Epicéa	767	70	326	**30**
Pin sylvestre	184	83	37	**17**
Mélèze	93	89	12	**11**
Sapin	795	91	75	**9**
Hêtre	287	95	14	**5**
Douglas	43	96	2	**4**
Chêne sessile	174	97	5	**3**
Frêne	16	98	0	**2**
Total	**2'359**	**83**	**471**	**17**

Tableau 7 : Espèces les plus sensibles au bris lors de la tempête du 2 janvier 2007.

simplement déchaussées et fréquemment encrouées dans les cimes voisines. Signalons également que de nombreuses chandelles de bois mort, volontairement laissées lors des martelages et désignées comme protégées, ont supporté la tempête – n'offrant que peu de prise au vent – alors que des arbres sains basculaient à côté !

De façon générale, nous avons observé que la majorité des résineux cassés ou fendus présentaient des signes de pourriture, il n'est donc pas surprenant que l'épicéa – espèce la plus sensible aux altérations causées par les champignons lignivores – se distingue par le taux le plus élevé de ce type de dégât. Chez les feuillus, la plupart des tiges cassées le sont par écrasement, causé par la chute de gros arbres voisins.

4.10. Direction des arbres renversés

Un aspect singulier de la tempête du 2 janvier 2007, nous l'avons déjà évoqué, est son caractère tournoyant, difficile à comprendre, ainsi que la curieuse analogie avec la description de l'ouragan de 1911 (chapitre 3.2). La figure 12 illustre la direction des chablis dans un des secteurs les plus déconcertants.

4.11. Chance dans la malchance

La description que nous tentons d'apporter du coup de vent du 2 janvier 2007 à Boudry ne serait pas complète sans évoquer certains aspects « chanceux » liés à cet imprévisible concours de circonstances, par exemple :

- la période des dégâts, en milieu de saison hivernale, favorable aux travaux forestiers et à un moment où de nombreuses coupes n'étaient pas encore sur le marché ;
- un contexte conjoncturel à la hausse, souligné par un marché des bois en nette reprise et demandeur, pour l'ensemble des assortiments ;
- les lieux des chablis, d'accès facile, de topographie aisée et parfaitement desservis ;
- l'absence d'enneigement, permettant une rapide vue d'ensemble des dégâts ;
- des conditions météorologiques exceptionnelles en début d'année 2007 propices à la récolte des bois (sols non gorgé d'eau, hiver sans neige) ;
- le fait que certains peuplements emblématiques (Chanet de Boudry p. ex.) et arbres patrimoniaux (superbe hêtre de la division 5, frêne monophylle) aient enduré l'aléas avec succès.

5. RÉCOLTE DES CHABLIS

5.1. Recommandations et priorités

Dès l'accalmie de la tempête, en matinée du 2 janvier, une intense activité a été déployée dans le périmètre malmené. Les coupes normales en cours furent stoppées immédiatement – faisant l'objet d'un report sur l'exercice 2008 – pour se consacrer exclusivement aux chablis. Seule excep-

Figure 11 : Illustration de différents types de dégâts :
A) Sapin renversé dans la division 8.
B) Superbe jeune cerisier cassé et encroué, division 21. Triple déception pour le sylviculteur : (1) perte prématurée d'un semencier, (2) disparition avant l'heure d'un bois précieux et (3) manque à gagner résultant de la diminution du volume commercialisable de la portion brisée
C) Résineux déchaussés et encroués, limite div. 14 et 20.
D) Epicéa fendu au premier plan, division 23.
E) Arbres renversés et cassés, division 15.

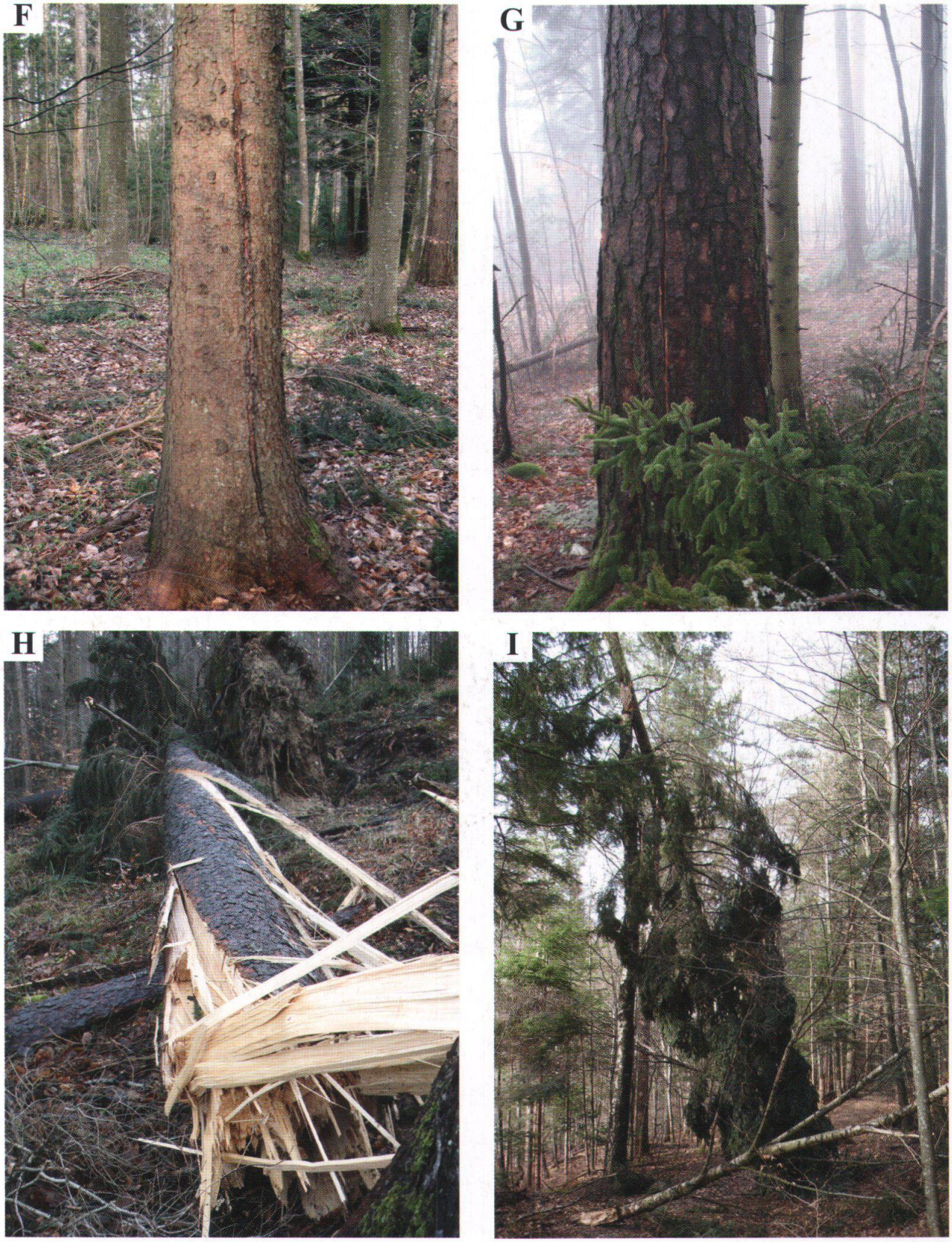


Figure 11 (suite) : Illustration de différents types de dégâts:
F et G) Epicéa (div. 20) et pin sylvestre (div. 15) discrètement fendus à la base.
H) Epicéa esquillé, dans la division 29. I) Sapin décapité et bouleau cassé dans la division 19.

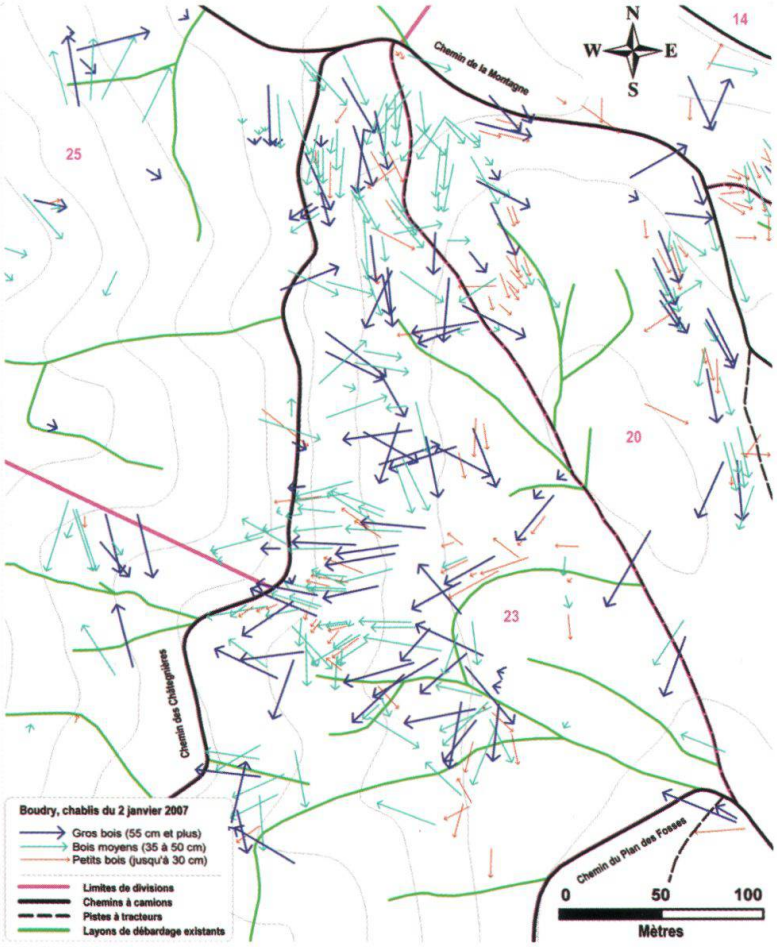


Figure 12 : Direction des bois renversés.
Illustration de la situation vers l'extrémité nord de la divisions 23.
Cet extrait de plan (plan des chablis) avec indication des chemins à camions, des pistes à tracteurs et layons de débardage a permis de planifier l'engagement des machines (voir chapitre 5.2) en vue d'une récolte rationnelle et respectueuse des sols.
Cette représentation montre à quel point la direction des forces de pression exercées sur les arbres a été variable durant l'événement du 2 janvier. Elle soulève de nombreuses interrogations relatives au déterminisme des turbulences du vent dans ce secteur.

tion : le débardage des coupes normales dans les divisions 10 et 16 a été terminé afin de garantir une mise en vente sans retard de leurs produits. Notons ici qu'un des atouts majeurs de notre planification forestière réside dans sa souplesse, qui nous permet de mieux improviser en cas d'événement inattendu.

Plusieurs forestiers-bûcherons ont écourté leurs vacances, acceptant de mettre à profit leurs compétences dans un environnement rendu très dangereux par les nombreux troncs sous tension et autres pièges sournois. L'exploitation des chablis, souvent enchevêtrés les uns dans les autres et formant par endroits de réels fouillis, présente en effet de nombreux dangers, elle requiert la plus grande vigilance, ainsi que l'emploi de techniques adaptées. Pour prévenir tout accident de tiers, l'accès au public fut temporairement interdit.

La récolte des bois fut échelonnée en fonction des **priorités** suivantes :

1. Dégager les routes et chemins pour permettre l'accès aux services publics, notamment la route des Gorges (qui dessert une usine hydraulique, une station de traitement des eaux des sources et des transformateurs électriques), puis le chemin de la Montagne et ensuite les autres voies de desserte. Ce sont ainsi 250 sv qui ont été déblayés pour libérer 850 m de route et 2'500 m de chemins.

2. Exploiter les tiges dangereuses (à proximité des accès, place de jeux, parcours mesuré, sentiers balisés, etc.).

3. Récolter et mettre en valeur les chablis en se concentrant sur les bois de qualité.

Les **consignes** pour l'organisation et le façonnage des chablis étaient les suivantes :
• accorder le plus grand respect aux arbres

rescapés, encore sur pied (ils vont jouer un rôle déterminant dans la réponse qu'apportera l'écosystème à la perturbation) ;
• ne pas ébouter trop fin, n'investir dans le façonnage des cimes que sur les surfaces de jeune forêt et dans les secteurs les plus fortement fréquentés. Éviter le luxe !
• ne remettre en place que les souches qui risquent de rouler ou de se refermer ;
• épargner le plus possible la régénération préétablie lors des travaux de déblaiement. A cet effet, un contrat précisant la clause suivante a été passé avec les entreprises privées concernées : « *Le cheminement des véhicules en dehors des chemins, pistes et layons existants est exclu. L'accès aux gros nids de chablis concentrés pourra faire exception à cette règle, à condition que les tracés indispensables soient déterminés d'entente, et au préalable, avec le forestier de cantonnement* » ;
• la protection de la vie et de la santé des membres de l'équipe et des entreprises est un objectif prioritaire de chaque instant. Une organisation bien pensée, simple, sans stress, aide à éviter les accidents.

5.2. Déroulement des opérations

Six entreprises forestières privées, dont une avec récolteuse[13], ont été sollicitées pour épauler l'équipe forestière communale au façonnage et à la vidange des produits. Les travaux se sont déroulés sur une période de trois mois, comprenant un temps de travail effectif d'environ 30 jours pour venir à bout de toutes les surfaces plus ou moins disloquées du « mikado ». L'engagement combiné de la récolteuse assistée d'un bûcheron, suivis de porteurs[14], a été un facteur déterminant pour résorber les chablis promptement, avec un maximum de sécurité et en ménageant largement le sous-bois. Grâce à une excellente coordination et au professionnalisme de chacun, aucun accident n'est venu perturber le chantier. Qu'il nous soit ici permis de tirer un grand coup de chapeau à tous ceux qui ont collaboré à l'achèvement de ce travail pénible et délicat. Travail qui a permis, dans les règles de l'art, de mobiliser 2'398 m^3 de cette formidable matière première écologique et renouvelable qu'est le bois.

5.3. Aspects financiers

L'impact financier pour le propriétaire, induit par le coup de vent du 2 janvier, ressort du tableau 8. Celui-ci présente également la gamme et le volume des assortiments qu'il était urgent de vendre au mieux suite à cette brusque accumulation de produits ligneux.

Si, grâce à l'engagement remarquable du garde forestier et à la bonne tenue du marché des produits ligneux, le résultat pécuniaire est globalement positif, il convient de préciser :
• que ces abattis inopinés ont engendré quelques 500 sv de bois cassés, totalement ou très fortement dépréciés, entraînant une perte économique conséquente de l'ordre de Fr. 30'000.- ;
• qu'une perte financière indirecte, difficilement quantifiable, résulte de la chute prématurée d'arbres dont le diamètre est trop faible pour l'obtention des meilleurs prix. La situation la plus malheureuse se trouvant être la disparition de bois précieux ou de jolies perches, attentivement sélectionnées par le forestier, mais n'atteignant juste pas le diamètre commercialisable. Cette circonstance décourageante s'est notamment présentée dans les divisions 14 et 21 ;
• qu'il s'agit également de compter avec certains frais de remise en état (dévestiture abîmée, surfaces exagérément encombrées de rémanents), de perte de rendement (trouées) de même qu'avec quelques moins-values à venir liées aux dégâts secondaires inhérents à toutes perturbations (bostrychés et volis de bordure) ;
• que pour ce genre de chablis, qui n'ont pas une origine biotique, aucune aide financière publique de la Confédération ou du canton n'est disponible.

Assortiments	[m³]	Vendus pour [Fr.]
Grumes résineuses (EP, SA, ME, PS, DG)	1'237	**127'569.-** [63%]
Grumes feuillues	167	**14'385.-** [7%]
Petits bois résineux	194	**17'460.-** [9%]
Bois d'industrie	151	**4'607.-** [2%]
Bois énergie, longueur grue	615	**40'067.-** [20%]
Total	2'364	**204'088.-**
Recettes totales		**Fr. 204'088.-**
Dépenses totales (6 entreprises privées + équipe communale)	**Fr. 133'721.-**	
Résultat financier (recette nette d'exploitation)		**Fr. 70'367.-**

Tableau 8 : Assortiments et aspects financiers de la tempête du 2 janvier 2007.

6. REMISE EN ÉTAT

6.1. Priorité aux processus naturels

Depuis le passage dans notre pays de Vivian en 1990 et de Lothar en 1999, le savoir et notre manière d'aborder les conséquences des tempêtes ont considérablement progressé (SCHÖNENBERGER *et al.*, 2003). Nous savons qu'après ce genre d'événements, de fascinants processus naturels s'amorcent, permettant à la forêt, plus ou moins rapidement, de reconquérir les surfaces ouvertes. Nous savons aussi que le rajeunissement naturel s'établira d'autant plus facilement que les surfaces mises à terre seront petites, que du rajeunissement était déjà présent avant la tempête, que les semenciers auront été épargnés et que le sol aura été ménagé lors des travaux d'évacuation des bois.

La grande hétérogénéité des peuplements secoués par la tempête du 2 janvier 2007 de même que la disparité des surfaces endommagées permet d'envisager la reconstitution naturelle des secteurs disloqués avec un minimum « d'artifices » et « d'intrans » financiers.

Seule une plantation d'alisier torminal (*Sorbus torminalis*), d'une surface d'environ 20 ares dans l'importante ouverture de la division 23, viendra compléter la régénération naturelle. Une telle conception s'inspire d'une **volonté délibérée de ne pas faire partout la même chose** et s'inscrit dans la ligne des principes sylviculturaux NE (chapitre 5 du PAF)[15], adoptés en janvier 2001 ; principes qui défendent une sylviculture différenciée – créatrice de structures variées – répondant simultanément aux exigences des nombreux partenaires de l'écosystème forestier, en visant les formes les plus avérées de multifonctionnalité[16].

Certes, l'établissement et le développement du rajeunissement va prendre un certain temps. La **patience** du propriétaire et du forestier est requise, elle contribuera dans une large mesure à l'essor d'une forêt future encore plus résiliente[17].

6.2. A propos du bois laissé sur place

Par égard pour la biodiversité, il a été décidé de laisser une partie des arbres (excepté les épicéas) accomplir leur cycle biologique complet. Au final, ce sont plus de 120 sv de bois (environ 4% du volume des chablis) qui compléteront la dotation des tiges protégées dans la forêt boudrysanne.

Aucune surface n'a été laissée totalement à l'abandon. Cette décision résulte (1) du rôle social prépondérant joué par les peuplements de la région concernée, (2) de l'accessibilité aisée de l'ensemble des secteurs endommagés, (3) de la reprise du marché des bois, aussi bien celui du bois d'œuvre, du bois d'industrie que du bois

énergie, (4) de la proportion élevée d'épicéas chablis, risquant de provoquer l'émergence de foyers puis la pullulation de scolytes (*Ips typographus* et *Ips chalcographus*) en cas d'abandon et (5) de la teneur en bois « mort » des forêts de Boudry déjà relativement élevée.

6.3. Quatre mois après l'événement

Comme en témoigne les paires d'images de la figure 13, la récolte des bois s'est déroulée de façon à ménager au maximum l'ambiance forestière. Cette dernière est garante du rapide retour à un nouvel équilibre multifonctionnel des peuplements perturbés.

7. ENSEIGNEMENTS SYLVICOLES

7.1. Perturbations et sylviculture

Pour toute forme d'écosystème, les perturbations représentent généralement un facteur écologique notable en vue du maintien de leur dynamisme, de leur diversité et de leur fonctionnement. Dans notre région, le système vivant forêt est conditionné par moult aléas :

- stress hydrique (affectant prioritairement les espèces sensibles et les stations sécharides) ;
- tempêtes (occasionnant la disparition d'arbres isolés comme de surfaces entières) ;
- perturbations biotiques (causées en premier lieu par les herbivores, les insectes et les champignons ravageurs, s'en prenant préférentiellement à certaines espèces) ;
- foudre (touchant de façon aléatoire et dispersée les grands arbres et parfois leurs alentours) ;
- neige lourde (événement sporadique qui décime surtout les jeunes tiges élancées) ;
- perturbations abiotiques (du style glissement de terrain, chute de pierres, érosion, pollution…) conduisant fréquemment à des modifications des potentialités du milieu ;
- …

Dans ce contexte, les prélèvements résultant du geste sylvicole (coupes normales) constituent une forme d'intervention anthropique dont l'action, le plus souvent diffuse, se concentre sur les tiges de vitalité diminuée, de moindre valeur et de gros diamètre en vue d'accroître le résistance globale du système à long terme.

En examinant de plus près la figure 5, on constate qu'en moyenne des 80 dernières années, les sylviculteurs de la forêt communale de Boudry ont dû composer – et compter dans l'exercice de leur art – avec 28% de perturbations naturelles, souvent imprévisibles (vent, insectes et stress hydrique pour l'essentiel). Conscient de l'omniprésence de ces agents de perturbation, le forestier – dont les décisions relèvent du long terme – s'applique à conférer **par la sylviculture** une meilleure stabilité aux forêts. Dans cette optique, il cherche en priorité à obtenir des **structures résistantes et résilientes**, dont les indicateurs principaux sont : (1) la présence d'une strate de régénération, installée sans ordre spatial préconçu, (2) une grande diversité des diamètres et des hauteurs, (3) des arbres suffisamment éclaircis, à faible facteur d'élancement (rapport hauteur/diamètre), et (4) un cortège d'espèces adaptées à toutes les contraintes de la station.

7.2. Conséquences pour la gestion forestière

Des observations et analyses précédentes, nous pouvons tirer les enseignements suivants relatifs aux facteurs qui influent sur la sensibilité des arbres et des forêts aux vents, ainsi que des traitements sylvicoles à même d'atténuer les effets des perturbations à long terme :

- **Espèces** : les épicéas, sapins et pins sylvestres sont indubitablement plus vulnérables que les feuillus ainsi que les mélèzes et les douglas. Ceci nous conforte dans l'idée que, sur les stations drainantes, le douglas représente une substitution judicieuse à l'épicéa (supporte mieux les perturbations

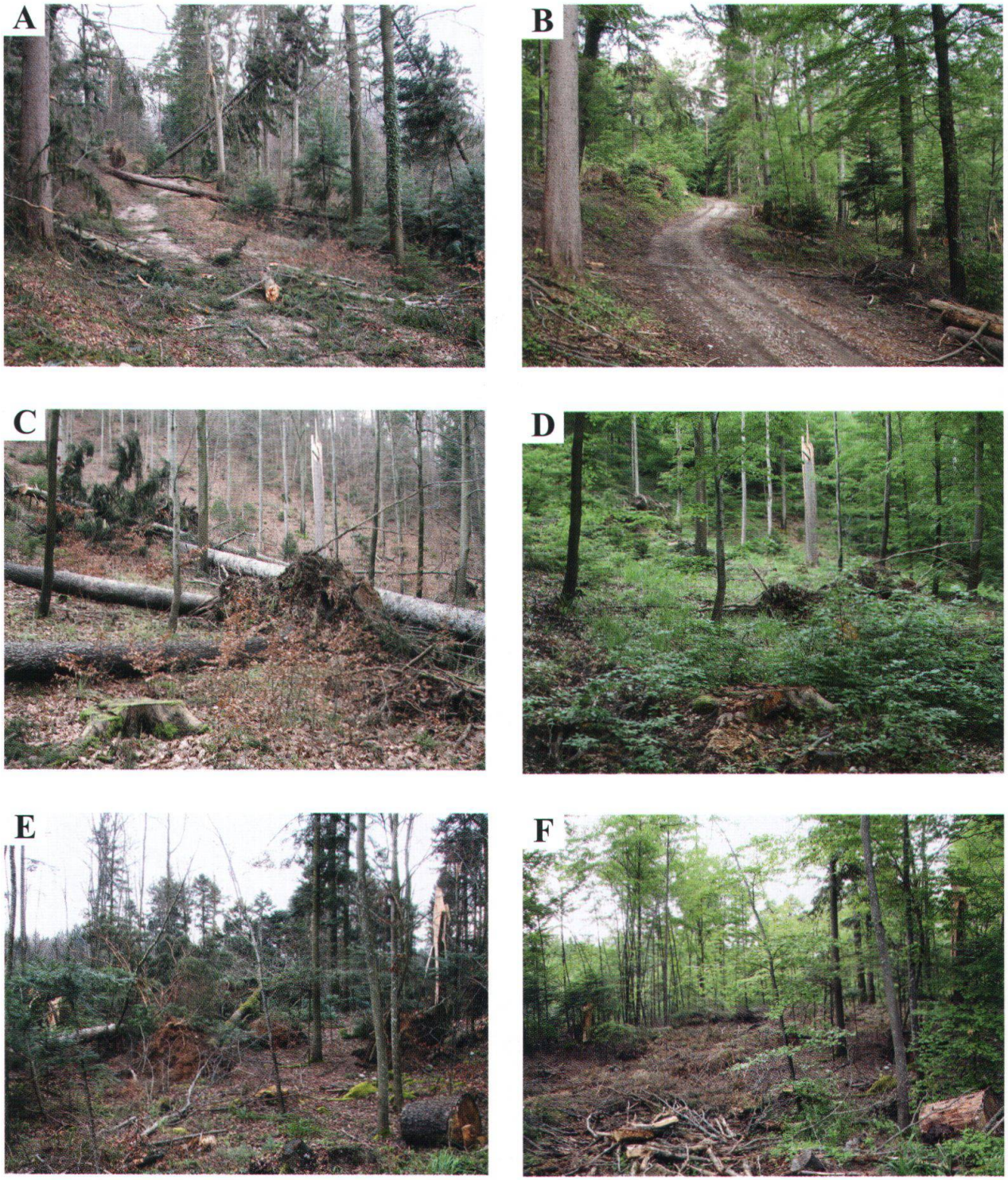


Figure 13 : 4 mois après la tempête, les bois sont façonnés et vendus, les ouvertures n'attendent plus que l'installation d'une nouvelle génération. *A gauche* : janvier 2007 ; à droite : mai 2007.
A et B) Chemin de la Montagne, en dessus de Bettefontaine (division 25 en amont ; division 15 en aval).
C et D) Chandelle d'épicéa dans le bas de la division 29, près du banc de Treymont.
E et F) Pointe nord de la division 23, dégâts concentrés.

Figure 13 (suite) : 4 mois après la tempête, les bois sont façonnés et vendus, les ouvertures n'attendent plus que l'installation d'une nouvelle génération. *A gauche* : janvier 2007 ; *à droite* : mai 2007.
G et H) Amas de bois et chandelle à l'extrémité nord-ouest de la division 21.

dues au sec et aux tempêtes). Nous sommes reconnaissants à nos devanciers, suite à l'ouragan de 1911, d'avoir expérimenté cette espèce opportune à plus d'un titre. Toutefois, compte tenu de la multiplicité des aléas auxquels sont soumis les peuplements, plutôt que d'exclure l'une ou l'autre des essences, nous défendons en premier lieu l'idée d'une gestion soucieuse de **favoriser la coexistence des espèces** ;

• **Dimension des arbres** : les grands individus (sauf pour le hêtre et pour le douglas) se révèlent plus vulnérables aux coups de vents. Une sylviculture préventive aura intérêt à prélever les gros arbres des espèces sensibles (épicéa et sapin) et à maintenir ceux des espèces plus résistantes en vue de former l'ossature et d'**enrichir la structure verticale des peuplements** ;

• **Coupes ordinaires et éclaircies** : sont un point crucial en matière de sylviculture par rapport à la stabilité des peuplements. Elles ont deux effets antinomiques : une déstabilisation passagère, suivie à l'échéance d'un petit nombre d'années d'une récupération et d'un renforcement de la stabilité collective. La date et l'intensité de la dernière coupe sont deux paramètres dont l'analyse ne révèle rien de significatif, même si le vent semble profiter de certaines trouées ouvertes plus ou moins récemment pour les amplifier ;

• **Trouées** : le vent ne jardine pas ou pas seulement ! Il se manifeste par l'application d'un régime mixte (trouées de dimensions variables + prélèvements diffus). Une sylviculture par trouées disparates, opportuniste et dynamique favorise la présence d'une strate de régénération, génère une mosaïque de peuplements de structures hétérogènes et garantit l'élasticité du système face aux perturbations ;

• **Sol** : les arbres renversés et déchaussés révèlent souvent un sol peu profond (dans notre cas sol morainique « sablonneux », compact, séchard ou sol sur dalle calcaire superficielle) ;

• **Bois pourri** : les tiges cassées ou fendues sont la plupart du temps révélatrices d'un bois pourri. Dans ce sens, les tempêtes de force modérée offrent une excellente détection ainsi qu'une purge efficace des bois tarés ;

• **Respect des arbres rescapés** : la réponse de l'écosystème à de tels dégâts dépend (1) des individus restés en place, (2) des potentialités du milieu et (3) de la patience des sylviculteurs, doublée de leur détermination à tirer parti des processus de renouvellement spontanés.

CONCLUSION

La forêt est un système vivant dynamique, en constante évolution, dont le développement est parfois soumis à d'imprévisibles coups durs, de nature variée et dont certains spécialistes annoncent une hausse de la fréquence. La description de la tempête locale du 2 janvier 2007 à Boudry nous a permis de mettre en relief les caractéristiques principales de ce type de perturbation et d'en discuter les implications pour la gestion forestière.

L'examen circonstancié de cet événement montre, une fois de plus, que la nature ne fait pas partout la même chose, qu'elle est surprenante et créative. La principale incidence pour la forêt des dégâts dispersés, affectant des surfaces réduites, réside dans une diminution de biomasse synonyme, dans notre cas, de « cure de jouvence ».

La connaissance des processus de perturbation peut aider les praticiens à développer des stratégies d'interventions opportunistes et polyvalentes permettant de préserver l'intégrité écologique de l'écosystème forestier. Il ne s'agit pas de reproduire les effets des perturbations naturelles, mais de « composer avec » et de **promouvoir une sylviculture qui s'appuie sur les processus naturels** afin de guider les peuplements vers les objectifs qui leur sont reconnus. Cette stratégie, qui compose avec les dynamiques naturelles, permet de limiter les effets des perturbations en créant des structures hétérogènes, capables d'autorégulation, offrant les conditions optimales d'une gestion durable.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements s'adressent à la commune de Boudry, à son forestier de cantonnement ainsi qu'à l'ensemble du personnel forestier pour l'excellent esprit avec lequel les travaux urgents ont pu être menés à chef. Merci également à Stéphane JeanRichard pour la traduction du résumé, ainsi qu'au service des forêts du canton de Neuchâtel pour sa contribution à la réalisation de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

BIOLLEY, H. 1920. L'Aménagement des forêts par la méthode expérimentale et spécialement la méthode du contrôle, repris dans Œuvre écrite, Supplément aux organes de la société forestière suisse N° 66, 1980, 84 p.

CORDONNIER, T. 2004. Perturbations, diversité et permanence des structures dans les écosystèmes forestiers. Thèse ENGREF N° 04ENGR0010. Http ://grenoble.cemagref.fr/these/tcordonnier/tcordonnier.pdf

DUPASQUIER, M., 1911. 2e arrondissement forestier, rapport annuel sur l'exercice 1911, non publié.

PÉTER-CONTESSE, J., 1946 : 3e arrondissement forestier, rapport annuel sur l'exercice 1946, non publié.

PÉTER-CONTESSE, J., 1949 : Plan d'aménagement des forêts communales de Boudry, 4ème révision, 1949, non publié.

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL, Loi cantonale sur les forêts du 6 février 1996.

RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL, Département de la gestion du territoire, Service des forêts 2001. Principes sylviculturaux. Chapitre 5 du Plan d'aménagement forestier.

SCHÖNENBERGER, W.; ANGST, C.; BRÜNDL, M.; DOBBERTIN, M.; DUELLI, P.; EGLI, S.; FREY, W.; GERBER, W.; KUPFERSCHMID ALBISETTI, A. D.; LÜSCHER, P.; SENN, J.; WERMELINGER, B.; WOHLGEMUTH, T., 2003. L'héritage de Vivian, Notice pour le praticien N°36, 2003. http ://www.foretinfo.net/themen/waldoekologie/waldoekosysteme/wsl_vivians_erbe_FR.

Notes infrapaginales

1 : L'**effet Venturi** est le nom donné à un phénomène de la dynamique des fluides où les particules gazeuses ou liquides se retrouvent accélérées à cause d'un rétrécissement de leur zone de circulation.

2 : **Chablis** : arbre renversé, cassé, déraciné, foudroyé, atteint de maladies ou mort.

3 : Diamètre à hauteur de poitrine [DHP] : diamètre du fût des arbres, mesuré à 1,30 m du sol.

4 : **Sylve** [sv] : unité de volume pour le bois sur pied.

5 : En forêt neuchâteloise, la **division** est l'unité de base, sur laquelle tout s'appuie (inventaire, calcul d'accroissement, prélèvement ligneux). Elle est synonyme d'**unité d'aménagement**.

6 : **Protégé** : arbre voué à l'accomplissement complet de son cycle biologique (= arbre volontairement inexploité). Le maintien en forêt de ce genre d'arbre répond notamment à l'article 46, alinéa 3 de notre Loi cantonale sur les forêts (LCFO), du 6 février 1996, http://rsn.ne.ch/ajour_73/dati/f/s/9211.htm.

7 : Par **chandelle**, on désigne la partie d'un arbre cassé restant sur pied.

8 : **Parcellaire** : plan de situation des divisions constituant un massif forestier.

9 : **Possibilité** : montant de l'exploitation annuelle sanctionnée par le plan de gestion.

10 : **Série A** : ensemble des divisions 1 à 5, 7, 8 et 10 ; **série B** : ensemble des divisions 12 à 27.

11 : **Résistance** : capacité d'un système à absorber ou contrecarrer les effets d'une perturbation (Cordonnier, 2004).

12 : **Hydromorphe** : désigne un sol qui subit un engorgement hydrique temporaire et qui présente une couche imperméable à faible profondeur.

13 : **Récolteuse** : «*Harvester*» en anglais. Machine automotrice multitâches qui combine l'abattage, l'ébranchage, le débitage, le cubage, parfois même l'empilage des fûts.

14 : **Porteur** : «*Forwarder*» en anglais. Engin de débardage doté d'une plate-forme ou panier qui lui permet de transporter les billons sans les traîner.

15 : PAF = Plan d'Aménagement Forestier. http://www.ne.ch/fne, documents téléchargeables, juin 2007.

16 : L'**alisier torminal**, par exemple, est une espèce rare [aspect éthique], héliophile, fruitière qui nourrit l'avifaune [fonction écologique], dont le bois de la bille de pied, très recherché, peut atteindre plusieurs milliers de francs le m^3 [fonction économique]. La coloration automnale de son feuillage, flamboyante, est particulièrement esthétique [fonctions paysagère et sociale]. Sa préférence pour les endroits chauds de basse altitude et sa résistance à la sécheresse, font de lui une espèce susceptible de *stabiliser l'écosystème sous pression*, dans le cadre du réchauffement climatique [fonction de renforcement].

17 : **Résilience** : capacité des systèmes écologiques à maintenir de façon dynamique leurs structures et leurs propriétés. Aptitude d'un écosystème à se remettre plus ou moins vite d'une perturbation. Capacité d'auto-guérison. Les termes « élasticité » et « amplitude » sont proches de celui de résilience.