



**Bilan statistique de la campagne 2011/12
de l'Enquête Permanente sur les Avalanches**

Version du 15 Novembre 2012



Sommaire

SOMMAIRE	2
PREAMBULE ET MISE EN GARDE	2
REDACTION ET CONTACT	2
INTRODUCTION	3
1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES EVENEMENTS	3
2. COMPARAISON AVEC LES CAMPAGNES PRECEDENTES	4
3. REPARTITION TEMPORELLE DES EVENEMENTS	5
4. ETUDE DES PICS D'ACTIVITE	6
5. DECLENCHEMENT, PROPAGATION ET INTENSITE DES EVENEMENTS	7
6. VICTIMES ET DEGATS	10

Préambule et mise en garde

L'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA) répertorie les avalanches se produisant sur un nombre défini de sites répartis sur le territoire français. La collecte des informations sur le terrain est assurée par des agents de l'ONF et centralisée par Irstea (anciennement le Cemagref). Le financement est assuré par le Ministère chargé de l'Environnement. L'EPA contient les dates des événements observés ainsi que des informations quantitatives et qualitatives : conditions météorologiques au moment du déclenchement, altitudes de départ et d'arrivée, type d'avalanche, description sommaire des dégâts occasionnés, etc. Les informations les plus anciennes remontent au début du 20^{ème} siècle. La première qualité du dispositif est donc la longueur des séries de données et le respect d'un protocole standardisé pour les événements recueillis.

Sur la période 2002-2006, une vigoureuse action de rénovation de l'EPA a été menée afin de mettre à jour le réseau d'observation et la liste des sites suivis. Depuis, tous les sites sont localisés précisément. Des efforts importants de standardisation des méthodes et de formation-équipement des personnels en charge de l'observation ont également été effectués. Désormais, l'effort porte sur la stabilisation du dispositif (réseau d'observation, saisie et archivage des informations) de façon à en assurer la pérennité sur le très long terme. L'ensemble de ces avancées va dans le sens d'un renforcement de la crédibilité de l'information acquise. Néanmoins du fait de la difficulté à assurer un suivi continu exhaustif à une échelle aussi large et dans des conditions parfois difficiles, l'interprétation des données nécessite toujours leur examen critique et une bonne dose de prudence.

Les données ainsi qu'une importante documentation méthodologique et technique peuvent être consultées sur le site web www.avalanches.fr

Rédaction et contact

Ce rapport a été rédigé par N. Eckert et M. Deschâtres. Contact : epa@irstea.fr

Introduction

Ce rapport dresse un bilan statistique de la campagne (c'est-à-dire de l'hiver au sens large) 2011/12 de l'EPA. Les résultats présentés sont basés sur les informations à la disposition d'Irstea au 1^{er} novembre 2012. Outre un préambule général, le rapport est constitué de 6 parties analysant les différentes informations recueillies : l'activité avalancheuse et ses variations dans le temps et l'espace, les caractéristiques des événements en termes de conditions d'occurrence, de mode de propagation et d'intensité, puis leurs conséquences pour les enjeux humains et matériels.

1. Répartition géographique des événements.

Pour l'ensemble des départements, 1195 événements ont été enregistrés durant la campagne 2011/12. Après trois campagnes consécutives durant lesquelles l'activité avait été plus forte en PACA qu'en Rhône-Alpes, on revient à une répartition déséquilibrée en faveur des Alpes du Nord plus « traditionnelle » avec 74% des événements enregistrés en Rhône Alpes, 14% en PACA et 12% dans les Pyrénées. Depuis la fin du toilettage, le nombre de sites de l'EPA a été fixé à environ 3900, de sorte que l'activité par couloir peut être comparée. Au total, la moyenne s'établit à 0,31 événements par site en cours d'observation, chiffre assez conforme à sa moyenne interannuelle.

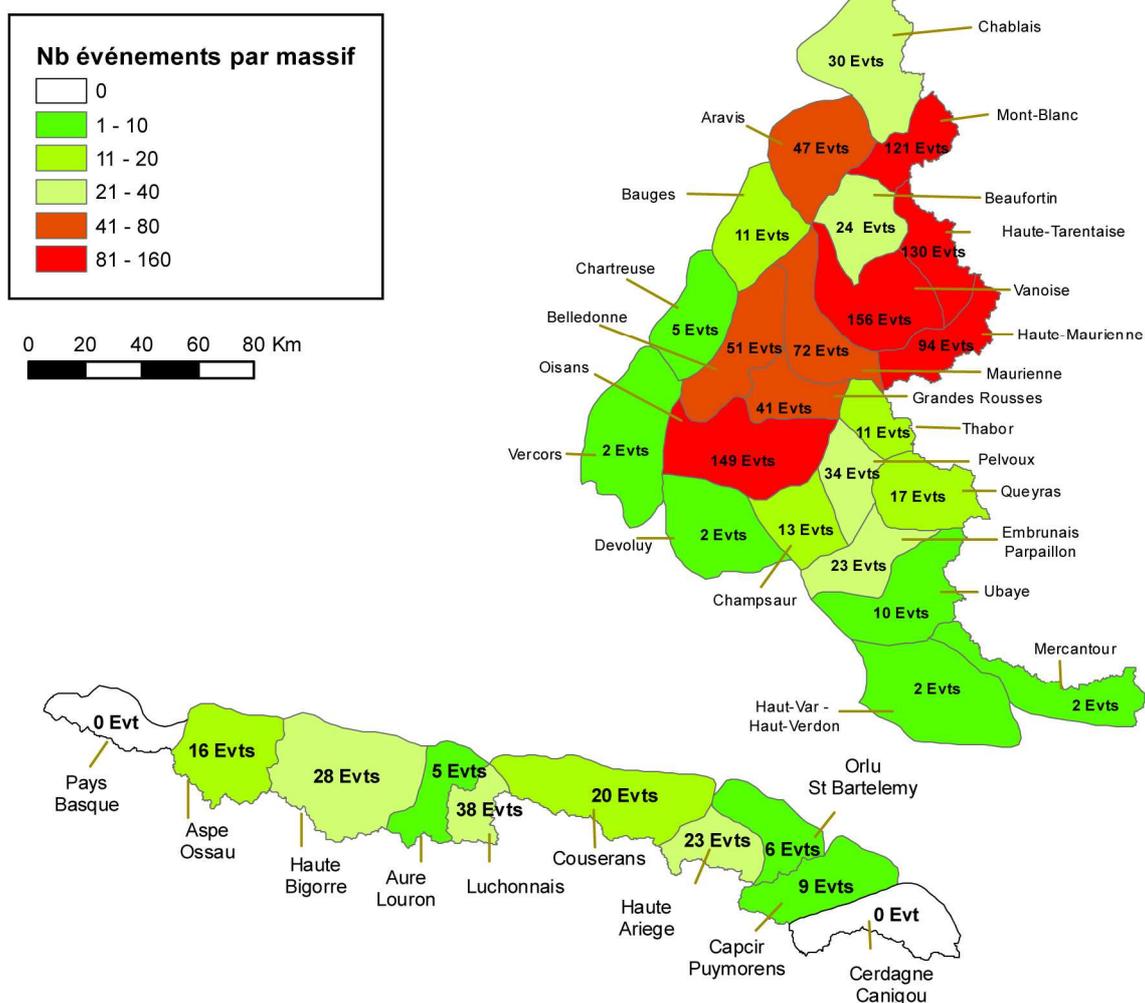
Au niveau des départements, la Savoie, habituelle plus forte contributrice, domine très nettement avec 45% des événements et 0,48 événements par site. Viennent ensuite l'Isère, la Haute Savoie et les Hautes Alpes, avec de 13 à 15% des événements chacun et des activités par site de 0,2 à 0,38 événements par site. Enfin, dans les Alpes Maritimes et de Haute Provence, l'activité a été très faible : seulement 0,07 et 0,01 événements par site, respectivement. Dans les départements pyrénéens l'activité enregistrée est traditionnellement plus faible que dans les Alpes, mais elle a été significative partout : de 1 à 4% du total des événements enregistrés dans chacun des départements, avec un pic marqué d'activité de 0,65 événements par site en Haute Garonne (Tableau 1.1).

Tableau N°1.1 : Informations par département

Département ou région	événements		sites observés	nombre d'événements par site observé
	effectif	%		
74	167	14%	548	0,30
73	537	45%	1125	0,48
38	181	15%	472	0,38
Rhône-Alpes	885	74%	2145	0,41
5	153	13%	769	0,20
4	8	1%	111	0,07
6	2	0%	242	0,01
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	163	14%	1122	0,15
64	17	1%	120	0,14
65	32	3%	188	0,17
31	39	3%	60	0,65
9	50	4%	225	0,22
66	9	1%	39	0,23
Pyrénées	147	12%	632	0,23
Total	1195	100%	3899	0,31

Le découpage en massifs de Météo-France pour la prévision du risque d'avalanche (P.R.A.) offre une vision spatiale plus précise. Dans les Alpes, l'activité s'est fortement concentrée dans les massifs du nord, du nord-est et du centre. Au contraire, dans l'ensemble des massifs des Alpes du Sud ainsi que dans les Préalpes jusqu'aux Bauges l'activité a été faible à très faible. Dans les Pyrénées, des événements ont été enregistrés dans tous les massifs à l'exception des deux extrémités de la chaîne, avec un maximum de 38 événements dans le Luchonnais (Graphique 1.1).

Graphique N°1.1 :



2. Comparaison avec les campagnes précédentes

Pour situer dans le temps les nombres d'événements observés au cours de la campagne 2011/12, ils ont été comparés à ceux observés durant les campagnes précédentes aux échelles départementales et régionales. Le Tableau 2.1 compare ainsi les nombres d'événements de la campagne aux nombres d'événements recensés au cours des autres campagnes depuis 1965, année à partir de laquelle l'EPA fonctionne de manière relativement stabilisée dans l'ensemble des Alpes et des Pyrénées. Sont proposés également le rang de la campagne par rapport à l'échantillon de comparaison et sa période de retour empirique, c'est-à-dire l'intervalle de temps moyen séparant deux campagnes où au moins autant d'événements ont été enregistrés.

Les résultats obtenus indiquent que, dans l'ensemble, la campagne 2011/12 est caractérisée par une activité avalancheuse un peu supérieure à la moyenne, avec le 15^{ème} nombre d'événements total enregistré au cours des 47 derniers hivers. Ce caractère « moyen » est particulièrement vrai dans les Pyrénées où le nombre d'événements enregistrés correspondent au 17^{ème} total enregistré au cours des 47 dernières campagnes), tandis que l'activité a été un peu plus intense en Rhône Alpes (12^{ème} total au cours des 47 derniers hivers), et assez déficitaire en PACA (35^{ème} total au cours des 47 derniers hivers).

A une échelle spatiale un peu plus fine, les résultats confirment une activité historiquement forte en Savoie et Haute Garonne, ainsi que dans les Pyrénées Orientales où 9 événements ont été enregistrés alors que l'activité est habituellement très faible. A un degré moindre,

l'activité a également été plus forte qu'en moyenne interannuelle en Isère. L'activité a par contre été historiquement faible dans les Alpes de Haute Provence et plus encore dans les Alpes Maritimes où l'on est proche du minimum historique (45^{ème} total au cours des 47 derniers hivers). Dans les autres départements, on est assez proche d'une campagne moyenne, ce qui corrobore assez bien les résultats obtenus en termes de nombre d'événements et d'événements par site.

Tableau N°2.1 : Comparaison avec les campagnes précédentes

	Nombre d'événements 2011/12	Période de référence	Maximum sur la période de référence	Rang	Période de retour (année)
74	167	1965-2010	438	21	2,2
73	537	1965-2011	758	5	9,2
38	181	1965-2012	393	12	3,8
Rhône-Alpes	885	1965-2013	1475	12	3,8
5	153	1965-2014	449	26	1,8
4	8	1965-2015	138	40	1,2
6	2	1965-2016	259	45	1
Provence-Alpes-Côte-d'Azur	163	1965-2017	742	35	1,3
64	17	1965-2018	110	35	1,3
65	32	1965-2019	154	21	2,2
31	39	1965-2020	87	5	9,2
9	50	1965-2021	196	23	2
66	9	1965-2022	19	3	15,3
Pyrénées	147	1965-2023	445	17	2,7
Total	1195	1965-2025	2043	15	3,1

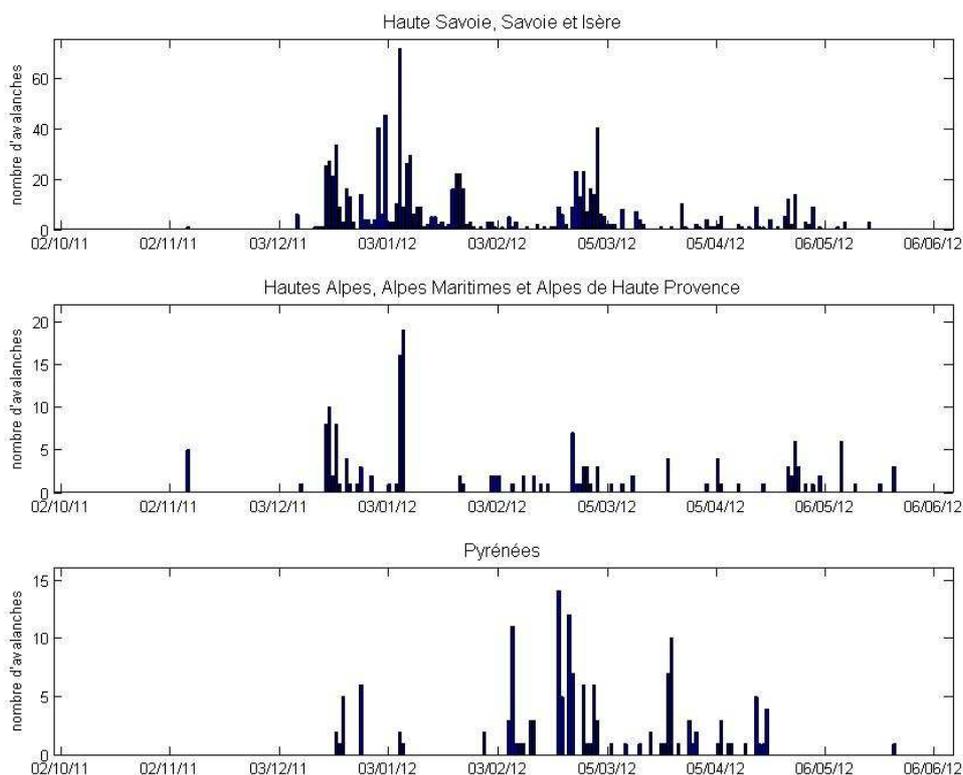
3. Répartition temporelle des événements

La date précise à laquelle a eu lieu l'événement peut être inconnue. Elle est alors encadrée par deux dates. Pour l'ensemble des analyses, la seconde date de l'intervalle a été utilisée puisqu'à cette date-là, il est sûr que l'événement s'est produit. Mais du fait des événements pour lesquels l'écart entre les deux dates est important, les analyses doivent être considérées avec prudence.

Sur l'ensemble de la France, il y a eu 138 jours à événements (jours où il s'est produit un ou plusieurs événements), valeur un peu supérieure à la moyenne interannuelle (autour de 120 jours). Ainsi, le nombre moyen d'avalanches par jour à événement a été $1195/138=8,6$, valeur conforme à celle d'un hiver moyen. La campagne 2011/12 a donc vu une activité « normalement » concentrée, mais avec des variations régionales importantes. En particulier :

- Dans les Alpes du Nord, l'activité a été bien marquée de décembre à mi-mai, mais deux périodes d'assez forte activité ressortent nettement: une période de 6 semaines d'activité assez intense persistante de mi-décembre à fin janvier incluant le maximum annuel le 6 janvier, et une période plus courte d'une grosse semaine d'activité assez intense à la fin février. Avant mi-décembre, entre ces deux périodes et de début mars à la mi-mai, l'activité n'a été que sporadique (Graphique 3.1).
- Dans les Alpes du Sud, l'activité n'a été un peu marquée que du 16 décembre au 7 janvier. Elle a été sporadique durant tout le reste de la campagne, avec un étalement plus fort que dans les Alpes du nord, notamment 5 événements dès le 7 novembre 2011 et encore 3 événements le 25 mai dans les Hautes Alpes.
- Dans les Pyrénées, l'activité a été bien plus tardive et concentrée : A part quelques événements autour du 20 décembre 2011 et tout début 2012, la campagne n'a démarré que le 6 février et s'est quasiment achevée dès le 19 avril, avec une activité de fin de saison quasi nulle.

Graphique N°3.1 : Nombre d'événements par jour, campagne 2011/12



4. Etude des pics d'activité

L'étude fréquentielle des pics d'activité, permet la caractérisation de leur rareté. Une définition unificatrice de la notion de crue avalancheuse est utilisée : on considère qu'il s'agit d'une crue avalancheuse lorsque la période de retour empirique du nombre d'avalanches observées à une échelle de temps et d'espace donnée est supérieure à deux ans. Les différentes crues détectées pour trois échelles de temps (décomptes journaliers et cumuls des événements sur 3 et 7 jours) sont résumées dans les Tableaux 4.1 à 4.3.

Au cours de la campagne 2011/12, le seuil de crue a été dépassé seulement début janvier en Isère, confirmant le caractère non exceptionnel de l'activité enregistrée et son assez fort étalement là où elle a été la plus forte (Savoie notamment). Néanmoins, ce pic d'activité est détecté en Isère pour toutes les durées considérées, avec une période de retour de l'ordre de 3 ans.

Tableau 4.1 : Nombre d'avalanches journalier

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2010	1965-2010	1965-2010	1965-2010	1965-2010	1965-2010
Seuil de crue	63	124	125	66	50	65
Max sur la période de référence	29	44	27	37	20	25
Nombre de crues	0	0	1	0	0	0
Date des crues	/	/	06/01/2012	/	/	/
Nombre d'événements	/	/	40	/	/	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	3,8	/	/	/

Tableau 4.2 : Cumul des événements sur 3 jours

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2010	1965-2011	1965-2010	1965-2010	1965-2011	1965-2012
Seuil de crue	38	74	38	49	29	37
Max sur la période de référence	135	231	136	128	84	106
Nombre de crues	0	0	1	0	0	0
Date des crues	/	/	5 au 7/01/2012	/	/	/
Nombre d'événements	/	/	49	/	/	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	2,6	/	/	/

Tableau 4.3 : Cumul des événements sur 7 jours

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2010	1965-2011	1965-2010	1965-2010	1965-2010	1965-2010
Seuil de crue	56	105	49	62	42	53
Max sur la période de référence	159	266	159	175	101	138
Nombre de crues	0	0	1	0	0	0
Date des crues	/	/	31/12/2011 au 6/01/2012	/	/	/
Nombre d'événements	/	/	70	/	/	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	3,5	/	/	/

5. Déclenchement, propagation et intensité des événements

Dans cette partie, les données décrivant le déclenchement et l'intensité des événements de la campagne 2011/12 sont comparées aux autres campagnes post toilette (i.e. 2001/02 à 2010/11) qui fournissent un échantillon témoin relativement fiable. Précédemment, seules les campagnes 2001/02 à 2005/06 étaient utilisées. Afin de faciliter les comparaisons, cette ancienne référence, moins complète, a été conservée pour ce rapport. Enfin, seuls les événements pour lesquels les caractéristiques étudiées ne sont pas inconnues ont été pris en compte, ce qui réduit parfois notablement la taille de l'échantillon.

Pour 2011/12, 96% des déclenchements enregistrés pour lesquels la cause est connue sont d'origine naturelle, 1% d'origine humaine involontaire, et 3% d'origine artificielle, proportions remarquablement stables par rapport aux références 2001-2010 et 2001-2005 (Tableau 5.1).

Au niveau des conditions météorologiques précédant le déclenchement, la campagne 2011/12 se caractérise par une nette prédominance des chutes de neige moyennes à forte au cours des 3 jours précédant l'événement (Graphique 5.1). Comme toujours, des déclenchements sans chutes de neige récente en contexte de pluie et/ou de redoux ont également été enregistrés, mais nettement moins que dans l'échantillon témoin. On est donc en présence d'une campagne où les déclenchements de « plein hiver » (chutes de neige froide) ont été plus nombreux qu'en moyenne, conformément à la concentration de la majeure partie de l'activité dans les Alpes du nord entre mi-décembre et fin janvier.

16% des événements ont présenté un aérosol plus, éventuellement, une phase dense, valeur proche de celle de l'échantillon témoin (20%). De plus, 24% des avis font état de présence de neige sèche en zone de départ, valeur égale à celle de l'échantillon témoin. Ainsi, la surreprésentation des déclenchements suite à des chutes de neige froide moyenne à forte ne s'est pas traduite par une proportion plus forte d'avalanches ayant mobilisé de la neige sèche et/ou ayant développé un aérosol.

Tableau N°5.1 : Cause, type de neige et régime d'écoulement

		2011/12	2001-2005	2001-2010
Cause	Déclenchements naturels	96%	95%	96%
	Déclenchements humains involontaires	1%	1%	1%
	Déclenchements artificiels	3%	4%	3%
Car neige C	Neige sèche	26%	24%	23%
	Neige humide	74%	76%	77%
Car neige E	Écoulement dense	84%	80%	85%
	Écoulement aérosol et mixte	16	20	15

Pour la comparaison inter-sites des altitudes d'arrêt, un Indice d'Altitude d'Arrêt (IAA) est utilisé. Il est égal à 1 si l'altitude du « fond de vallée » est atteinte et compris entre 0 et 1 sinon, avec une valeur d'autant plus élevée que l'altitude d'arrivée est basse. Si l'on analyse la distribution de l'indice au travers de sa fonction de répartition (Graphique N°5.2, gauche), on constate que la campagne 2011/12 est assez proche de celle de l'échantillon témoin 2001-2010. Néanmoins, seulement 4% des événements ont atteint le « fond de vallée » en 2011/12, contre 8% dans l'échantillon témoin et 10% dans l'ancien témoin. Tout cela indique pour la campagne 2011/12 des événements d'altitudes d'arrêt en moyenne assez classiques, mais que la tendance vers de moins en moins d'altitudes d'arrêt très basses, c'est à dire avec des distances d'arrêt très fortes à extrêmes se poursuit (Tableau 5.2).

Les volumes de dépôt, approximés grossièrement par le demi-produit des trois dimensions renseignées dans l'EPA fournissent une autre mesure de l'intensité des événements observés. Ils sont disponibles pour 1038 événements, avec un maximum annuel de 360 000 m³. Etant donnée la forte asymétrie de la distribution des volumes de dépôt, une présentation en coordonnées logarithmique est privilégiée (Graphique N°5.2, droite). Globalement, la répartition des volumes de la campagne est un peu supérieure à celle des volumes de l'échantillon témoin, sauf pour les volumes très forts. Les événements de la campagne 2011/12 ont donc été un peu plus volumineux que durant une campagne moyenne, mais avec peu de valeurs très fortes (Tableau 5.3).

Tableau N°5.2 : Indice d'altitude d'arrêt

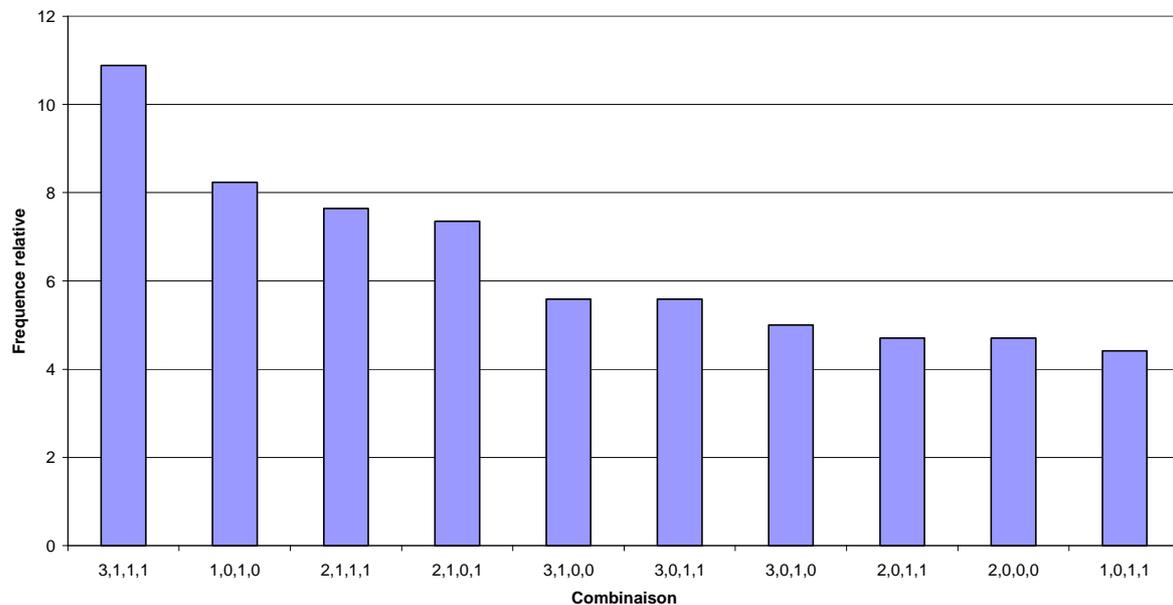
	Nombre d'avis	Nombre d'avis retenus (indices cohérents et non vides)	Valeur du quantile			Pourcentage de valeurs égales à 1
			50	75	90	
Campagnes 2001-2005	5 669	3936	0,92	0,97	0,997	10%
Campagnes 2001-2010	11 058	6923	0,93	0,97	0,994	8%
Campagne 2011/12	1195	764	0,93	0,97	0,989	4%

Tableau N°5.3 : Volumes de dépôt

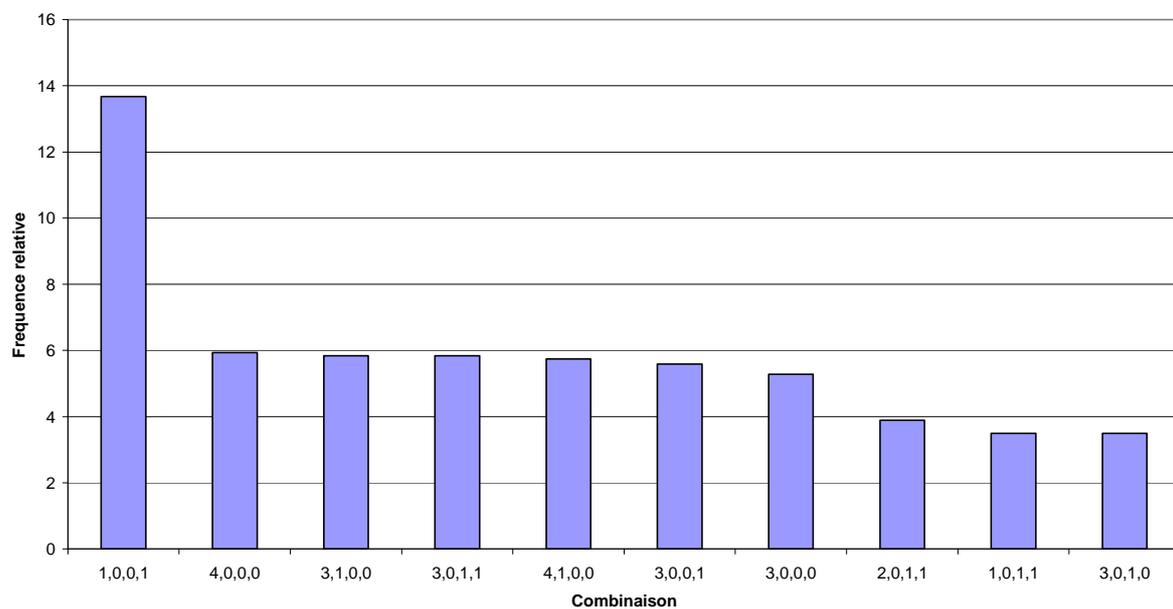
	Nombre d'avis	Nombre d'avis retenus (3 dimensions connues)	Valeur du quantile			Maximum
			50	75	90	
Campagnes 2001-2005	5 669	3135	2 000	6 000	20 000	900 000
Campagnes 2001-2011	11 058	7828	1 600	5 000	15 000	900 000
Campagne 2011/12	1 195	1 038	15 000	48 000	130 280	360 000

Graphique N°5.1 : Conditions nivo-météorologiques de déclenchement

Distribution des 10 combinaisons apparaissant le plus lors d'événements dans la campagne 2011/12

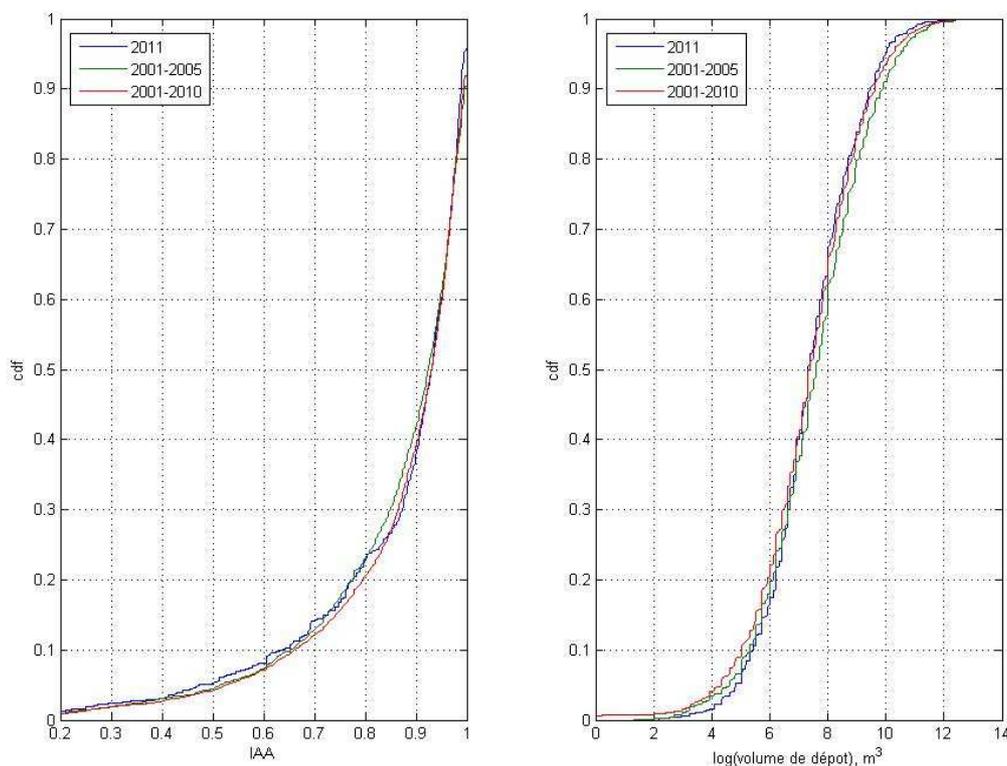


Distribution des 10 combinaisons apparaissant le plus lors d'événements dans les campagnes de 2001 à 2010



Les conditions météorologiques au cours des trois jours précédant le déclenchement sont enregistrées grâce à quatre variables catégorielles : le cumul de neige avec 5 modalités (pas de chute:1, faible:2, moyenne:3, forte:4, très forte 5) et les trois autres, i.e. vent fort, redoux et pluie, sous forme de présence (0)/absence(1). Seuls les avis où toutes les informations sont disponibles sont considérés.

Graphique N°5.2 : Intensité des événements en 2011/12



L'Indice d'Altitude d'Arrêt $x = \frac{1}{e} \times \exp\left(1 - \frac{z_{stop} - z_{min}}{z_{min}}\right)$ est égal à 1 si l'altitude minimale z_{min} du site est atteinte et compris entre 0 et 1 sinon, avec une valeur d'autant plus élevée que l'altitude d'arrivée z_{stop} est proche de l'altitude minimale du site. Le volume de dépôt est estimé par le demi-produit des trois dimensions du dépôt.

6. Victimes et dégâts matériels

La procédure de l'EPA oblige les observateurs à émettre un avis d'avalanche lorsqu'un accident d'avalanche survient dans un site EPA, et ce sans notion de seuil. Pour l'hiver 2011/12, l'ANENA (<http://www.anena.org/>) a enregistré 32 avalanches accidentelles dont 14 mortelles. Parmi eux, cinq accidents dont quatre mortels ont été enregistrés à l'EPA (Tableau 6.1). C'est beaucoup plus qu'en 2010/11 (un seul accident enregistré) mais comparable aux deux hivers 2008/09 (5 accidents) et 2009/10 (7 accidents). Ces accidents s'expliquent par l'activité avalancheuse significative enregistrée dans les Alpes du Nord et dans les Pyrénées (Tableau 6.1). En particulier, deux des avalanches meurtrières ont été des déclenchements naturels. A noter par ailleurs que, pour plusieurs avalanches ayant touché des routes et des pistes skiabiles (cf. ci-dessous), des recherches ont été menées sans trouver de victimes.

En termes de dégâts matériels, la rubrique « dégâts ou lieux atteints » de l'avis d'avalanche renseigne grossièrement le type d'enjeux endommagés ou atteints : constructions, forêt, routes et cours d'eau. Pour 2011/12, 256 événements ont atteint et/ou endommagé des routes, constructions et/ou forêts. En particulier, 17 constructions (chalets/ponts/tournes) ont été atteintes sans dégâts majeurs, principalement dans les départements de la Savoie et en Isère. Par exemple, une fenêtre d'une habitante de Chantelouve (38) a été plâtrée de neige, la chapelle St Guérin a été atteinte à Cote-d'Aime (73), et une avalanche est arrivée au niveau d'un chalet à Pralognan (73). Sur cette même commune, une autre avalanche a bouché le torrent et a crépi un bâtiment sur le parking. A Val d'Isère, une avalanche s'est

arrêtée sur le mur amont d'habitations sans causer de dommages. De même, malgré les 81 avis où la case forêt atteinte est cochée, les dégâts forestiers ont également été peu importants selon les remarques des observateurs. Exception notable, à Pralognan, une avalanche a fait de gros dégâts à la forêt et les arbres cisailés ont été poussés contre des bâtiments. Enfin, les routes ont été moyennement touchées, par 118 avalanches sans coupures notables (Tableau 6.2).

Ces chiffres sont dans la moyenne des campagnes récentes. Ils s'expliquent par un hiver avec une activité globalement « normale », en termes d'intensité et de fréquence des événements.

Tableau N°6.1 : victimes en 2011/12

Département	74	74	73	73	31
Commune	CONTAMINES-MONTJOIE	CHAMONIX-MONT-BLANC	VAL-D'ISERE	DOUCY-EN-BAUGES	CAZEAUX-DE-LARBOUST
N° site EPA	006	039	008	002	200
Remarque EPA	Plaque à vent déclenchée par 3 skieurs hors piste. 1 seul saute la barre rocheuse plus cascade de glace. Constat décès par pisteur à 12h56	Altitude de départ approximative : avis fait sur témoignage oral et d'après le "questionnaire accident d'avalanche-ANENA". Une personne décédée	Neige froide le matin, évoluant très vite en neige lourde. Le skieur a sauté une barre de rocher, entraînant dans sa chute le manteau neigeux (avalanche déclenchée lors de l'impact du skieur sur la neige)	Innombrables petites coulées échelonnées tout au long de la période considérée jusqu'à vidange complète du versant	Vent du sud modéré mais soufflant depuis plusieurs jours avec alternance de pluie et d'éclaircies, 4 personnes en promenade sur le chemin de randonnée menant au "Ru d'Enfer", 3 personnes prises dans la coulée, un décès, une hospitalisation (hypothermie), une personne indemne mais choquée
Date	16/02/12	29/01/12	24/04/12	26/02/2012	05/04/12
Alt. départ	1857	2300	2200, branche Sud	1800	2350
Alt. arrivée	1781	1330	1900	1270	1150
Cassure	linéaire	linéaire	poire/en cône	linéaire	linéaire
Neige en zone de départ	sèche	inconnu	humide	humide	humide
Régime d'écoulement	dense	dense	dense	dense	dense
Neige en zone de dépôt	sèche	humide	humide	humide	humide
Type de victime	mort	mort	blessé	mort	blessé et mort
cause de déclenchement	involontaire	involontaire	involontaire	naturelle	naturelle
neige3J	21 à 50 cm	inconnu	21 à 50 cm	0 cm	1 à 20 cm
vent fort 3J	oui	oui	non	non	oui
redoux 3J	non	inconnu	oui	oui	inconnu
Pluie 3J	non	non	inconnu	non	non
Alerte BD evt RTM	non	oui	non	non	oui

Tableau N°6.2 : Dégâts matériels ou enjeux atteints lors de la campagne 2011/12

constructions	17
forêts	81
routes	118