



## **Bilan statistique de la campagne 2009/2010 de l'Enquête Permanente sur les Avalanches**

Version du 15 Novembre 2010



## **Sommaire**

<b>SOMMAIRE</b> .....	2
<b>PREAMBULE ET MISE EN GARDE</b> .....	2
<b>REDACTION ET CONTACT</b> .....	2
<b>INTRODUCTION</b> .....	3
<b>1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES EVENEMENTS</b> .....	3
<b>2. COMPARAISON AVEC LES CAMPAGNES PRECEDENTES</b> .....	6
<b>3. REPARTITION TEMPORELLE DES EVENEMENTS</b> .....	6
<b>4. ETUDE DES PICS D'ACTIVITE</b> .....	8
<b>5. DECLENCHEMENT, PROPAGATION ET INTENSITE DES EVENEMENTS</b> .....	10
<b>6. VICTIMES ET DEGATS</b> .....	12

## **Préambule et mise en garde**

L'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 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<sup>e</sup> 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 [www.avalanches.fr](http://www.avalanches.fr).

## **Rédaction et contact**

Ce rapport a été rédigé par N. Eckert et M. Deschâtres avec l'aide de Laure Barral. Contact : [epa@cemagref.fr](mailto:epa@cemagref.fr).

## **Introduction**

Ce rapport dresse un bilan statistique de la campagne (c'est-à-dire de l'hiver au sens large) 2009/2010 de l'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA). Les résultats présentés sont basés sur les informations à la disposition du Cemagref au 20 septembre 2010, date à laquelle la vérification des données de la campagne n'était pas tout à fait terminée. L'échantillon analysé contient donc encore quelques irrégularités résiduelles. De même, quelques avis d'événements arrivés tardivement n'ont pas été pris en compte. Tout cela ne peut cependant en aucun cas démentir les tendances qui se dégagent.

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, 1436 événements ont été observés durant la campagne 2009/2010. Pour la seconde année consécutive, l'activité a été plus forte en PACA (47% des événements) qu'en Rhône-Alpes (42% des événements). Les 11% restants ont été enregistrés dans les Pyrénées.

Au niveau des départements, une fois n'est pas coutume, les Hautes Alpes dominent (29% des événements) suivis par la Savoie (24% des événements), habituel plus forte contributrice. L'Isère et les Alpes de Haute Provence suivent, avec respectivement 12% et 10% des événements. Les deux autres départements des Alpes ont relativement peu contribué, et les différents départements pyrénéens encore moins (Tableau 1.1).

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'Oisans a très nettement enregistré le plus d'événements (185). Les autres massifs où les avalanches ont été les plus nombreuses sont ceux de l'est de la Savoie (Haute Tarentaise et Haute Maurienne), ainsi que, plus au Sud, ceux de l'Ubaye et du Queyras. Plus généralement, la quasi totalité des massifs des Alpes du Centre et du Sud ont connu une activité avalancheuse significative. Au contraire, dans l'ensemble des massifs des Préalpes, du Chablais aux Bauges, l'activité a été plus faible. Dans les Pyrénées, la majeure partie des événements a été enregistrée dans quatre massifs de l'Ouest (Aspe Ossau et Haute Bigorre) et du Centre-Est (Haute Ariège et Couserans) de la chaîne (Graphique 1.1).

Les événements se sont produits dans 213 communes. Pour mémoire, les événements connus depuis le démarrage de l'EPA appartiennent à 540 communes avant éventuelle fusion. Ainsi, près d'une commune EPA sur deux a enregistré au moins un événement. Les communes ayant enregistré le plus d'événements sont logiquement situées principalement dans les zones précédemment décrites, notamment l'Est de la Savoie, le Sud est de l'Isère, l'est des Hautes Alpes et une fraction importante des communes EPA des Alpes de Haute Provence et des Alpes Maritimes. Chamonix constitue une exception à cette règle, mais le nombre d'événements n'y est toutefois par très élevé par rapport aux autres années (Graphique 1.2).

Les événements observés concernent 925 sites. Ainsi un nombre important de sites a enregistré plus d'un événement durant la campagne. 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 24% des sites en cours d'observation après toilettage ont enregistré des événements, avec une moyenne de 0,37 événements par site en cours d'observation. Ces chiffres sont relativement élevés, par exemple comparables à ceux de 2005/06, mais nettement inférieurs à ceux de la campagne 2008/09 où 28% de sites avaient été actifs, avec une moyenne de 0,47 événements par site en cours d'observation.

A plus petite échelle, l'activité par site a été exceptionnelle dans les Alpes de Haute Provence (1,24 événements par site en moyenne) et remarquable dans les Hautes Alpes (0,54 événements par site). Partout ailleurs, elle a été moyenne à faible, en particulier dans les Pyrénées et la Haute Savoie (Tableau 1.2).

Tableau N°1.1 : Informations par département

	Nombre d'événements		Nombre de sites avec événements		Nombre de communes avec événements	
	Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
<b>74</b>	93	6%	72	8%	21	10%
<b>73</b>	348	24%	212	23%	45	21%
<b>38</b>	169	12%	110	12%	29	14%
<b>Rhône-Alpes</b>	610	42%	394	43%	95	45%
<b>5</b>	419	29%	296	32%	57	27%
<b>4</b>	138	10%	66	7%	16	8%
<b>6</b>	112	8%	69	7%	13	6%
<b>Provence-Alpes-Côte-d'Azur</b>	669	47%	431	47%	86	40%
<b>64</b>	35	2%	24	3%	6	3%
<b>65</b>	56	4%	36	4%	11	5%
<b>31</b>	11	1%	7	1%	3	1%
<b>9</b>	52	4%	31	3%	10	5%
<b>66</b>	3	0%	2	0%	2	1%
<b>Pyrénées</b>	157	11%	100	11%	32	15%
<b>Total</b>	1436	100%	925	100%	213	100%

Graphique N°1.1 :

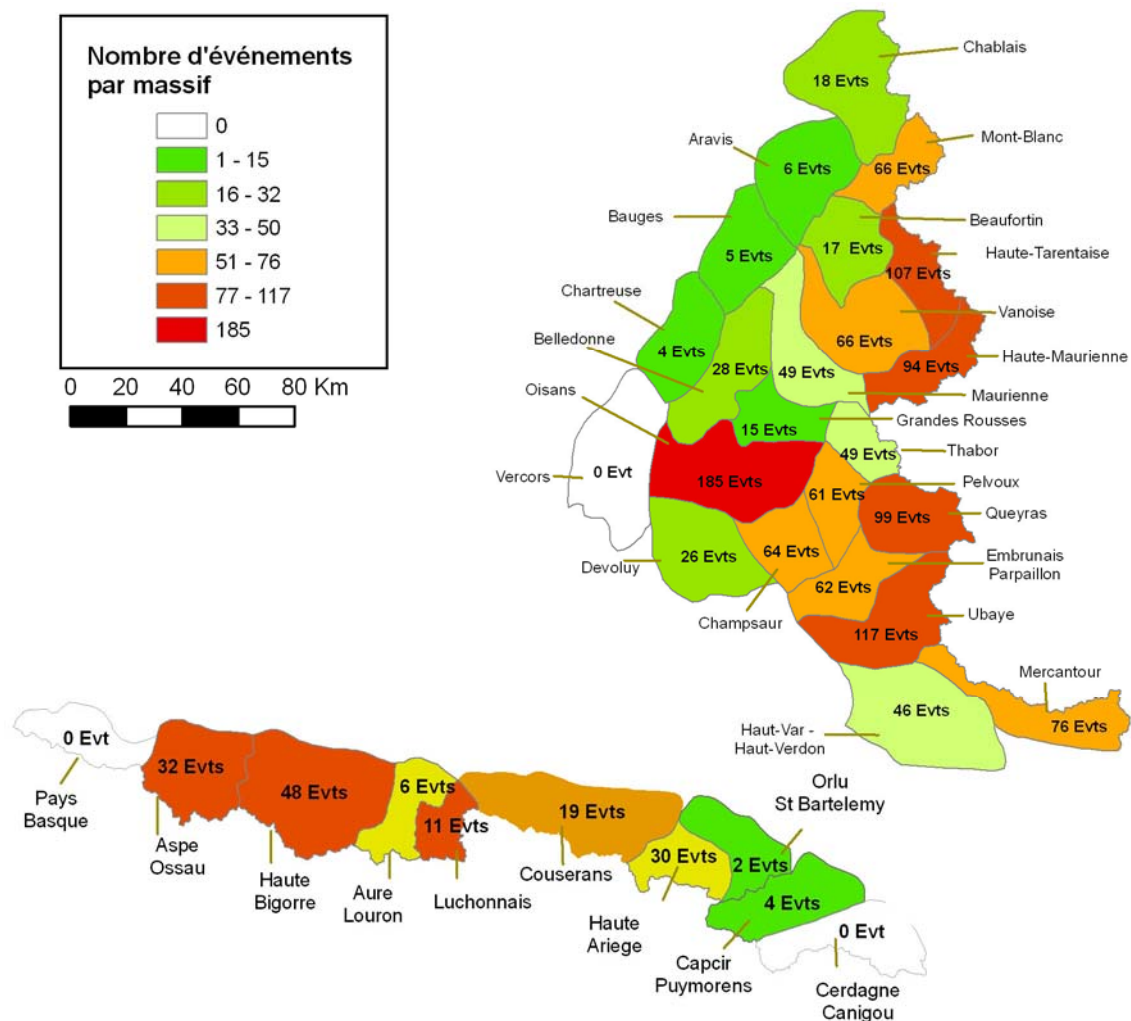
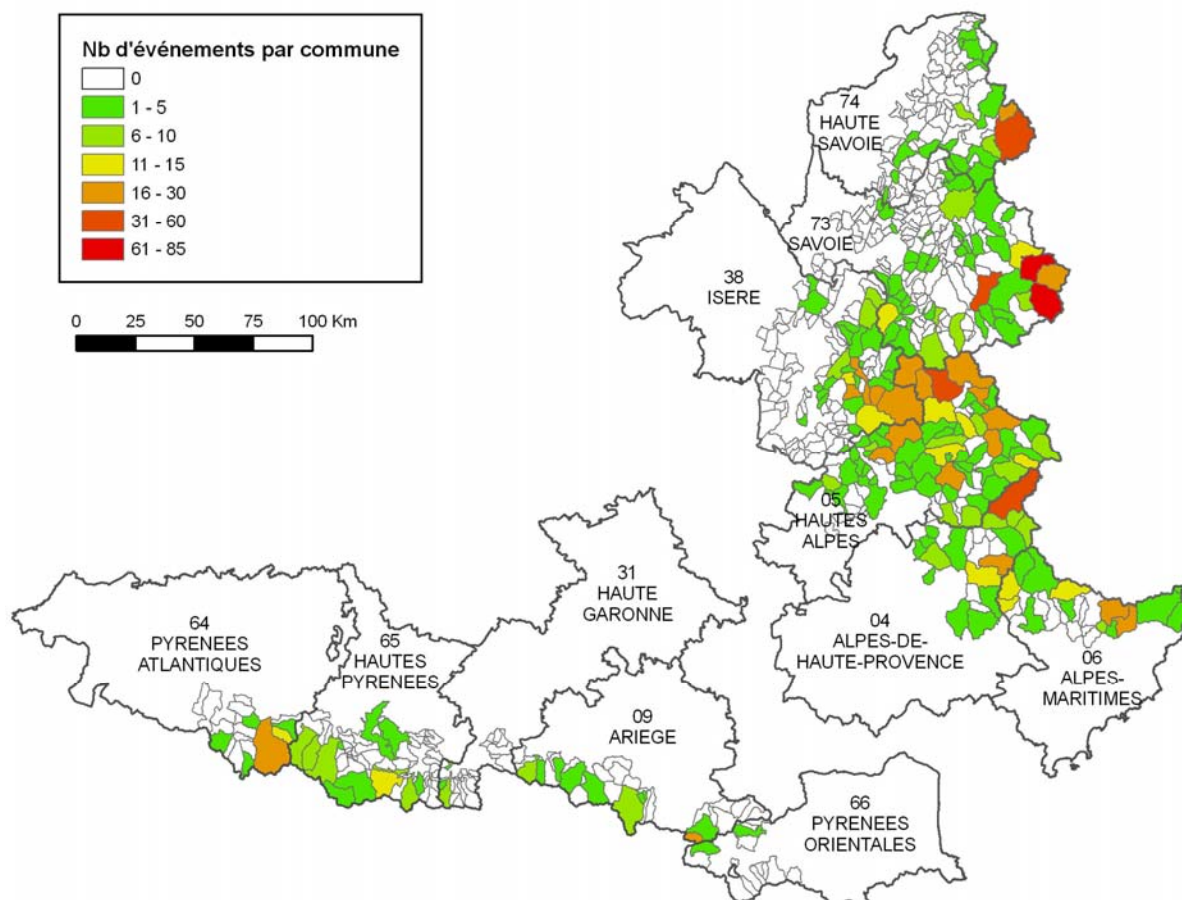


Tableau N° 1.2 : Comparaison entre sites actifs et sites observés

	Nombre d'événements par site en cours d'observation	Sites en cours d'observation		
		Nombre de sites actifs	Nombre total de sites	% de sites actifs
<b>74</b>	0,17	72	548	13%
<b>73</b>	0,31	212	1125	19%
<b>38</b>	0,36	110	472	23%
<b>Rhône-Alpes</b>	0,28	394	2145	18%
<b>5</b>	0,54	296	769	38%
<b>4</b>	1,24	66	111	59%
<b>6</b>	0,46	69	242	29%
<b>Provence-Alpes-Côte-d'Azur</b>	0,60	431	1122	38%
<b>64</b>	0,29	24	120	20%
<b>65</b>	0,30	36	188	19%
<b>31</b>	0,18	7	60	12%
<b>9</b>	0,23	31	225	14%
<b>66</b>	0,08	2	39	5%
<b>Pyrénées</b>	0,25	100	632	16%
<b>Total</b>	0,37	925	3899	24%

Graphique N°1.2 :



## **2. Comparaison avec les campagnes précédentes**

Pour situer dans le temps les nombres d'événements observés au cours de la campagne 2009/2010, 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 montrent que dans l'ensemble, la campagne 2009/2010 est caractérisée par une activité avalancheuse plutôt forte, mais loin d'être exceptionnelle avec le 13<sup>ème</sup> nombre d'événements total enregistré au cours des 44 derniers hivers. Ce résultat global est toutefois le fruit d'une forte hétérogénéité régionale puisque la campagne a été ordinaire en Rhône-Alpes et dans les Pyrénées où les nombres d'événements enregistrés correspondent peu ou prou à ceux d'une année moyenne (20<sup>ème</sup> et 16<sup>ème</sup> totaux enregistrés au cours des 44 dernières campagnes respectivement), et très intense en PACA, avec le second total historique au cours des 44 derniers hivers, juste derrière l'hiver 2008/2009.

Le précédent record établi en 2008/2009 est même battu dans les Alpes de Haute Provence. Par rapport à 2008/09, on est également au dessus dans les Hautes Alpes (2<sup>ème</sup> total sur la période contre 4<sup>ème</sup> en 2008/2009), mais assez nettement en-dessous dans les Alpes Maritimes (7<sup>ème</sup> total sur la période contre maximum en 2008/2009). Ces résultats corroborent très bien ceux obtenus en termes de nombre d'événements et d'événements par site, indiquant une activité exceptionnelle dans les Alpes de Haute Provence et les Hautes Alpes, et quasi ordinaire ou juste forte partout ailleurs.

Tableau N° 2.1 : Comparaison avec les campagnes précédentes

	<b>Nombre d'événements 2009-2010</b>	<b>Période de référence</b>	<b>Maximum sur la période de référence</b>	<b>Rang</b>	<b>Période de retour (années)</b>
<b>74</b>	93	1965-2008	438	33	1,3
<b>73</b>	348	1965-2008	758	20	2,2
<b>38</b>	169	1965-2008	393	13	3,4
<b>Rhône-Alpes</b>	610	1965-2008	1475	20	2,2
<b>5</b>	419	1965-2008	449	2	22
<b>4</b>	138	1965-2008	128	1	44
<b>6</b>	112	1965-2008	259	7	6,3
<b>Provence-Alpes-Côte-d'Azur</b>	669	1965-2008	742	2	22
<b>64</b>	35	1965-2008	110	17	2,6
<b>65</b>	56	1965-2008	154	9	4,9
<b>31</b>	11	1965-2008	87	22	2
<b>9</b>	52	1965-2008	196	21	2,1
<b>66</b>	3	1965-2008	19	6	7,3
<b>Pyrénées</b>	157	1965-2008	445	16	2,8
<b>Total</b>	1436	1965-2008	2043	13	3,4

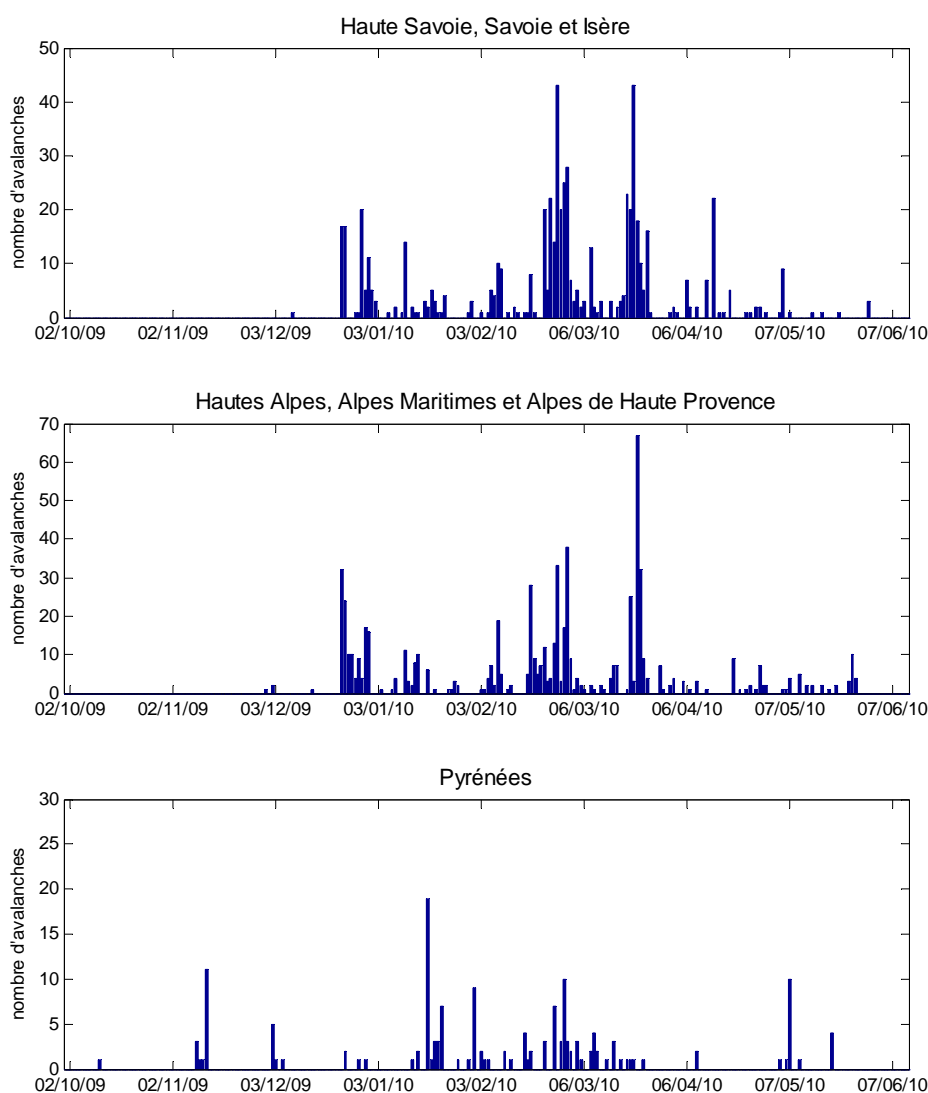
## **3. Répartition temporelle des événements**

La date précise à laquelle a eu lieu l'événement peut être inconnue. Elle est alors encadrée par deux dates. La journée précise de l'événement est connue pour 25% des événements de la campagne 2009/10. La date de l'événement est imprécise de plus de une semaine pour

18% des événements et de plus de un mois pour 9% des événements. 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 134 jours à événements (jours où il s'est produit un ou plusieurs événements). Un peu plus du tiers des 365 jours de la campagne a ainsi connu au moins un événement, proportion proche de la proportion interannuelle moyenne. En contrepartie, le nombre moyen d'avalanches par jour à événement a été relativement élevé,  $1436/134=10,7$  événements en moyenne par jour à événement. C'est par exemple autant que durant la campagne 2008/2009 qui avait été plus intense en nombre total d'avalanches mais aussi plus étalée. La campagne 2009/2010 a donc été moyennement étalée, avec un nombre moyen d'événements par jour à événement relativement fort.

Graphique N°3.1 : Nombre d'événements par jour, campagne 2009/2010



Un premier événement très précoce a été enregistré le 11 octobre 2009, mais la campagne n'a réellement démarré qu'autour du 12 Novembre 2009, avec un premier pic d'activité de 10 événements dans les Hautes Pyrénées. La fin de la campagne a été relativement tardive avec une dernière observation de 3 événements en Savoie et Haute Savoie le 31 mai 2010.

Le pic d'activité s'est produit le 22 mars 2010, avec 85 événements enregistrés, principalement à cause d'une forte activité dans les Hautes Alpes (58 événements).

La comparaison du nombre d'événements par jour et par grande zone géographique (Graphique 3.1) montre que :

- Dans les Alpes du Nord et du Sud, le démarrage a été plus tardif que dans les Pyrénées, avec une première période d'activité bien nette seulement à la fin du mois de décembre consécutive à des chutes de neige importantes suivies immédiatement d'un fort redoux<sup>1</sup>. Ensuite, l'activité a été peu soutenue jusqu'à la mi février car le manteau neigeux s'est mis en place progressivement grâce à des chutes de neige non exceptionnelles accompagnées de températures froides. A partir de mi février, les choses changent, et l'activité est soutenue voire très soutenue presque jusqu'à la fin du mois de mars, du fait de conditions plus perturbées alternant chutes de neige, épisodes de redoux et/ou épisodes ventés. Deux pics sont en particulier notables, autour du 25 février et du 22 mars respectivement. Les deux pics sont d'égale intensité dans les Alpes du Nord, tandis que le second est bien plus intense que le premier dans les Alpes du Sud. Dès le début du mois d'avril, l'activité devient sporadique jusqu'à la fin de la saison du fait de la stabilisation et de la fonte progressive du manteau neigeux.
- Dans les Pyrénées, l'activité a été plus morcelée et moins intense. Après le pic d'activité du 12 novembre consécutif à des chutes de neige précoces, il faut attendre le 18 janvier pour avoir un pic d'activité significatif qui correspond d'ailleurs au maximum annuel, avec 19 événements. Ensuite, l'activité a été plus significative jusqu'à la mi mars, avant un « trou » précédant une activité faible mais notable au début du mois de mai, principalement en Ariège.

#### **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 2009/2010, le seuil de crue a été dépassé en trois occasions dans les différents départements des Alpes du sud, autour du 24 décembre, du 25 février et du 22 mars. Ces pics sont évidemment ceux déjà mentionnés dans la partie précédente. Le fait qu'ils dépassent tous les trois à des degrés divers le seuil de crue explique en grande partie pourquoi la campagne 2009/2010 a été la plus intense depuis 1965 en termes de nombre total d'événements dans les Alpes de Haute Provence, et la seconde dans les Hautes Alpes. Le pic du 25 février a également concerné l'Isère. Dans les deux autres départements des Alpes du Nord, Savoie et Haute Savoie, ainsi que dans les Pyrénées, aucune crue n'est détectée, indiquant que les pics d'activité y ont été, comme l'ensemble de la campagne, très ordinaires.

Dans le détail, le pic d'activité autour du 24 décembre atteint le seuil de crue uniquement dans les Alpes Maritimes et de Haute Provence pour des cumuls d'événements sur 3 et 7 jours. Sa période de retour est un peu supérieure au seuil de détection, de l'ordre de 2-3 ans. Il est directement lié à l'épisode déjà évoqué de chutes de neige importantes s'accumulant sur un manteau encore peu épais juste avant un fort redoux.

Le pic d'activité autour du 25 février a concerné les Hautes Alpes et l'Isère, là aussi pour des cumuls d'événements sur 3 et 7 jours et une période de retour de l'ordre de 2-7 ans. Il a

---

<sup>1</sup> Les considérations nivo-météorologiques de cette partie et des suivantes sont issues du *Bilan de l'enneigement en montagne durant l'hiver 2009-2010* établi par le Centre d'Etude de la Neige (Météo France).



correspondu à une période plus douce et ventée survenant après les chutes de neige froide régulières du mois de janvier et de début février.

Le pic d'activité du 22 mars a été le plus marqué. Il a concerné les trois départements des Alpes du Sud, et est détecté pour toutes les durées, en tout cas pour les Hautes Alpes. En termes de période de retour, il est juste supérieur au seuil de détection dans les Alpes Maritimes et de Haute Provence, mais de l'ordre de 5-15 ans dans les Hautes Alpes. Ce pic trouve son origine principale dans un épisode de redoux/fonte marqué qui a affecté un manteau neigeux alors important et alourdi par les chutes de neige de la première quinzaine de mars.

Tableau 4.1 : Nombre d'avalanches journalier

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008
Seuil de crue	29	47	28	36	20	25
Max sur la période de référence	63	124	125	66	50	65
Nombre de crues	0	0	0	1	1	0
Date des crues	/	/	/	22/03/2010	24/12/009	/
Nombre d'événements	/	/	/	58	21	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	/	14,7	2,3	/

Tableau 4.2 : Cumul des événements sur 3 jours

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008
Seuil de crue	40	76	37	47	29	37
Max sur la période de référence	135	231	136	128	84	106
Nombre de crues	0	0	1	2	2	0
Date des crues	/	/	24 au 26/02/2010	26 au 28/02/2010 22 au 24/03/2010	23 au 25/12/09 21 au 23/03/2010	/
Nombre d'événements	/	/	48	50 - 78	35 - 31	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	2,4	2,2 - 7,3	3,1 - 2,4	/

Tableau 4.3 : Cumul des événements sur 7 jours

	Haute-Savoie	Savoie	Isère	Hautes-Alpes	04 06	Pyrénées
Période de référence	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008	1965-2008
Seuil de crue	57	113	49	58	37	53
Max sur la période de référence	159	266	159	175	101	138
Nombre de crues	0	0	1	2	3	0
Date des crues	/	/	23/02/2010 au 01/03/10	24/02/2010 au 02/03/10 19 au 25/03/2010	23 au 29/12/09 18 au 24/02/10 19 au 25/03/10	/
Nombre d'événements	/	/	78	95 - 99	47 - 49 - 42	/
Période de retour des crues (ans)	/	/	4,4	7,3 - 8,8	2,8 - 3,1 - 2,2	/

## 5. Déclenchement, propagation et intensité des événements

94% des 1436 déclenchements sont d'origine naturelle, 1% d'origine humaine involontaire, 1% résulte de déclenchements artificiels et 4% d'origine inconnue.

Les données décrivant le déclenchement et l'intensité des événements de la campagne 2009/2010 sont comparées aux 5 premières campagnes post toilette (i.e. 2001/2002 à 2005/2006) qui fournissent un échantillon témoin certes réduit mais relativement fiable. 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.

Au niveau des conditions météorologiques précédant le déclenchement, la campagne 2009/2010 se caractérise par une prédominance de chutes de neige peu importantes au cours des 3 jours précédant l'événement. Par rapport à l'échantillon témoin, on ne retrouve donc que peu, voire très peu de déclenchements suite à des chutes de neige fortes à très fortes (Tableau 5.1). Les facteurs ayant expliqué les déclenchements observés sont donc à rechercher davantage du côté des épisodes de redoux accompagnés de chutes de neige faibles ou moyennes et/ou de pluie mentionnés durant l'étude des pics d'activité. Par rapport à l'échantillon témoin, ces contextes sont très nettement surreprésentés (Graphique 5.1).

Tableau N° 5.1 : Cumuls de neige au cours des 3 jours précédant les événements

Neige fraîche	Effectif 2009/2010	Pourcentage 2009/2010	Pourcentage 2001-2005
0 cm	305	29%	27%
1 à 20 cm	295	28%	15%
21 à 50 cm	384	36%	28%
51 à 100 cm	78	7%	25%
> à 100 cm	1	0%	5%
Total observés	1063	100%	100%

Pour 1230 événements, le mode de propagation a été enregistré. 8% seulement des événements ont présenté un aérosol plus, éventuellement, une phase dense, contre 20% pour l'échantillon témoin. De plus, 19% seulement des avis font état de présence de neige sèche en zone de départ, contre 24% dans l'échantillon témoin. La campagne a donc compté proportionnellement plus d'avalanches purement denses et/ou mobilisant de la neige humide que dans l'échantillon témoin, résultats cohérents avec les profils préférentiels de déclenchement.

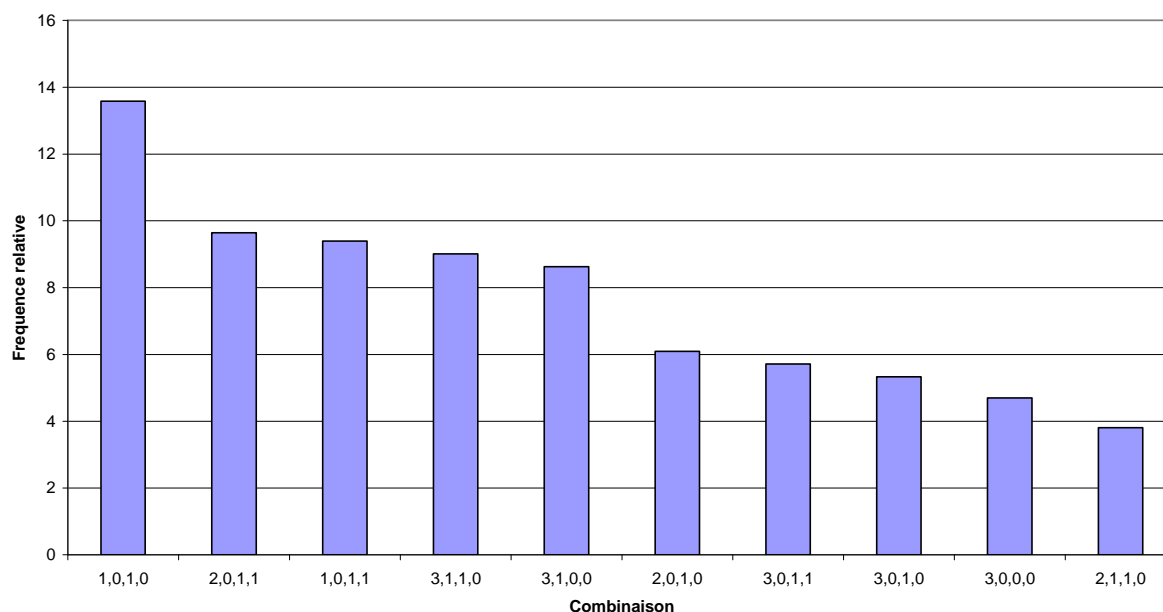
Pour la comparaison inter-site des altitudes d'arrêt observées, un Indice d'Altitude d'Arrêt (IAA) est utilisé. Il est égal à 1 si l'altitude du « fond de vallée » est atteinte et compris entre 0 et 1 sinon, avec une valeur d'autant plus élevée que l'altitude d'arrivée est basse. Si l'on analyse la distribution de l'indice au travers de sa fonction de répartition (Graphique N°5.2, gauche), on constate que la campagne 2009/2010 est significativement différente de l'échantillon témoin avec, par rapport aux campagnes 2001-2005, des valeurs inférieures pour de faibles IAA, et au contraire des valeurs supérieures pour les forts IAA. En particulier seulement 3,4% des événements ont le « fond de vallée » en 2009/2010, contre 10% dans l'échantillon témoin. Cela indique pour la campagne 2009/2010 des événements d'altitudes d'arrêt plus homogènes que pour l'échantillon de référence, avec moins d'altitudes d'arrêt très élevées (c'est à dire de très faibles distances d'arrêt), mais aussi et surtout moins d'altitudes d'arrêt basses et très basses, c'est à dire avec des distances d'arrêt fortes ou très fortes. (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 1280 événements, avec un maximum annuel de 240 000 m<sup>3</sup>. 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 assez nettement inférieure à celles des volumes de l'échantillon témoin. Cette différence s'accroît avec le volume

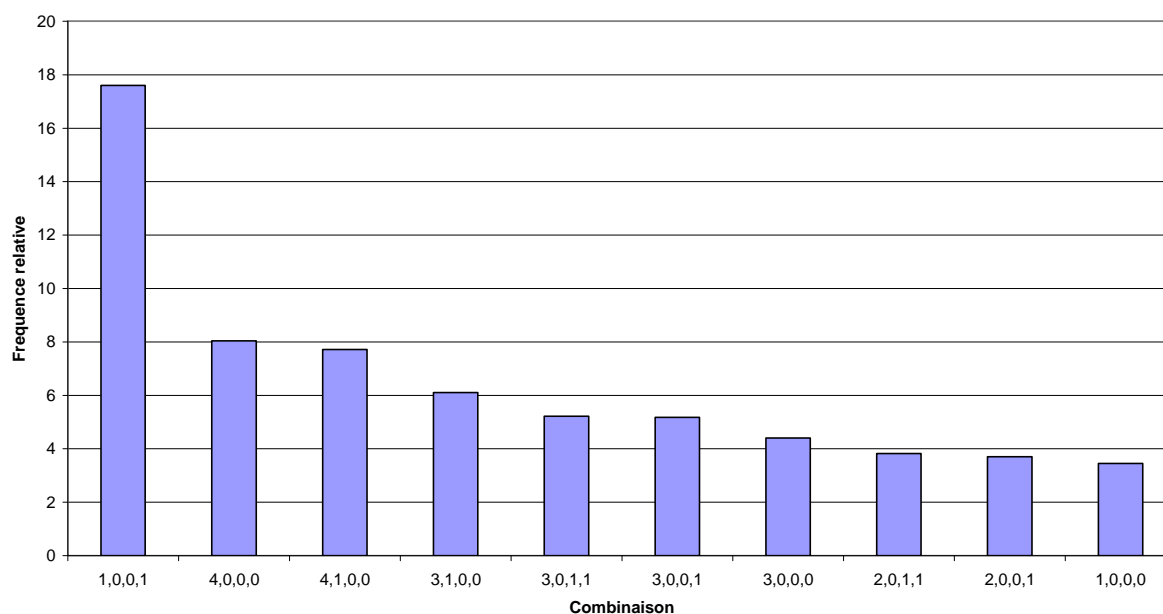
considéré. Les événements de la campagne 2009/2010 ont donc été relativement peu volumineux (Tableau 5.3).

Graphique N°5.1 : Conditions nivo-météorologiques de déclenchement

**Distribution des 10 combinaisons apparaissant le plus lors d'événements dans la campagne 2009/2010**



**Distribution des 10 combinaisons apparaissant le plus lors d'événements dans les campagnes de 2001 à 2005**



*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 ou toutes les informations sont disponibles sont considérés.*

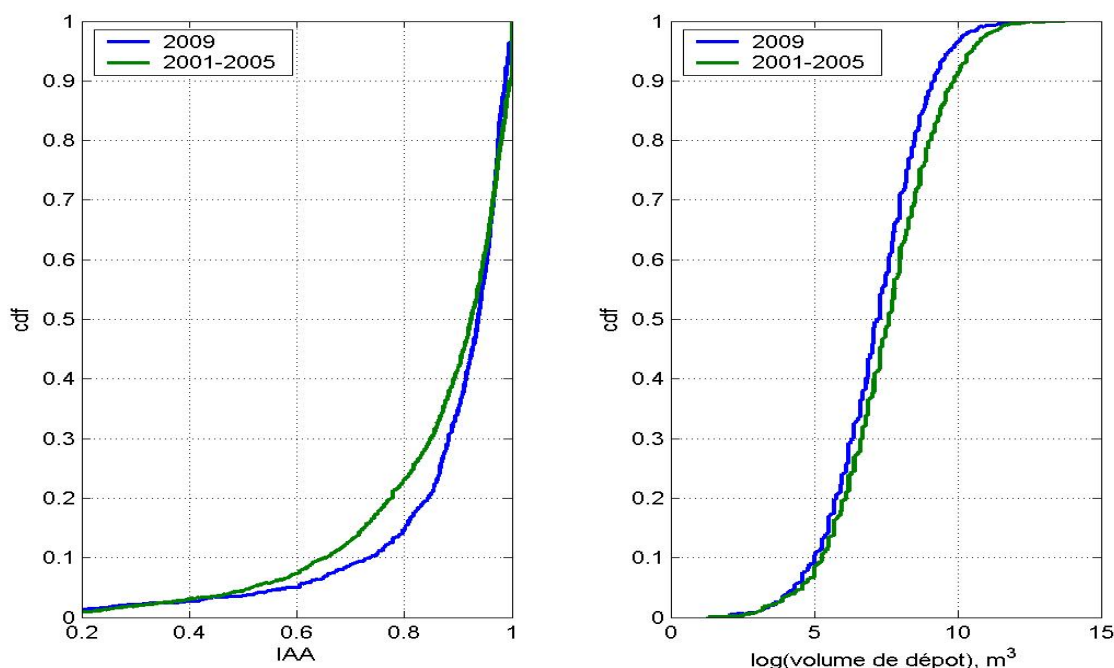
Tableau N° 5.2 : Indice d'altitude d'arrêt

	Nombre d'avis	Nombre d'avis retenus (indices cohérents et non vides)	Valeur du quantile			Pourcentage de valeurs égales à 1
			50	75	90	
Campagne 2001-2005	5 669	3936	0,92	0,97	1,00	10%
Campagne 2009/2010	1 436	875	0,94	0,97	0,99	3,4%

Tableau N° 5.3 : Volumes de dépôt

	Nombre d'avis	Nombre d'avis retenus (3 dimensions connues)	Valeur du quantile			Maximum
			50	75	90	
Campagne 2001-2005	5 669	3135	2 000	6 000	20 000	900 000
Campagne 2009/2010	1 436	1280	1 350	3 750	9 600	240 000

Graphique N°5.2 : Intensité des événements en 2009/10



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

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 2009/2010, 7 avis d'avalanche mentionnent une ou plusieurs victimes. Trois font mention de

blessés, et quatre de décès (1 mort à chaque fois). L'ANENA a quant à elle recensée 84 accidents d'avalanches, dont 33 mortels, avec un total de 41 victimes (<http://www.anena.org/>). Pour les sept accidents sur sites EPA, les informations EPA et ANENA sont très concordantes et complémentaires : l'EPA permet de préciser les caractéristiques des événements tandis que l'ANENA insiste d'avantage sur les causes des accidents et la mise en œuvre des secours (Tableau 6.1). En particulier, l'information non exhaustive de l'EPA en termes de sites avalancheux confirme le caractère accidentogène de l'hiver 2009/2010 puisque, avec nettement moins d'avalanches qu'en 2008/2009, plus d'accidents (7 contre 5) et de décès (4 contre 3) ont été enregistrés. Tous les accidents ont concerné des pratiquants de sports de montagne, et pour 5 sur 7 d'entre eux les pratiquants ont déclenché eux-mêmes les avalanches les ayant affectées.

Les 7 accidents enregistrés dans l'EPA se sont déroulés entre le 30 janvier 2010 et le 2 avril 2010, avec une très forte concentration durant la première semaine de février. Deux de ces 7 accidents ont eu lieu en Haute Savoie, mais ils ont globalement été assez répartis sur l'ensemble des Alpes, sauf un enregistré dans les Hautes Pyrénées. Les 7 événements se sont tous produits suite à des chutes de neige moyennes à importantes alors que le niveau de risque BRA était moyen à marqué. Les avalanches ont presque toutes été constituées de neige sèche, avec pour deux d'entre elles un écoulement mixte dense-aérosol. Ainsi, il est remarquable que les conditions accidentogènes aient été très éloignées des conditions moyennes de la campagne (avalanches plutôt humides en contexte de pluie/redoux).

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, poteaux, forêt, routes et cours d'eau. Pour 2009/2010, 198 événements ont atteint et/ou endommagé des routes, constructions et/ou forêts. En particulier, seuls 2 avis mentionnent des constructions atteintes. L'un correspond à un plâtrage de maison par un aérosol, et l'autre à l'atteinte d'un pont et d'un parc à moutons avec de faibles dégâts. Les dégâts forestiers ont également été globalement peu importants, mis à part 100m<sup>3</sup> de mélèzes centenaires couchés à Villard-d'Arène (Tableau 6.2).

Ces chiffres sont relativement faibles, tout particulièrement par rapport à 2008/2009 où 491 événements avaient atteint et/ou endommagé des routes, constructions et/ou forêts du fait des fortes distances d'arrêt atteintes durant les épisodes de crues avalancheuses du Queyras et du Mercantour. Ils sont cohérents avec les volumes de dépôt relativement peu importants et les faibles distances d'arrêt des événements de la campagne 2009/2010.

Tableau N°6.2 : Dégâts matériels ou enjeux atteints lors de la campagne 2009/2010

Néant	1166
Inconnu	8
Cours d'Eau	64
Routes	94
Routes - Cours d'eau	18
Forêt	74
Forêt – routes	10
Construction	1
Construction – routes	1
Total	1436

Tableau N°6.1 : victimes en 2009/2010 et recouplement avec les informations de l'ANENA

Département	73	38	65	38	73	04	06
Commune	Notre-dame-du-Pré	St-Honoré	Cauterets	St-Pierre-de-Chartreuse	Hautelucre	Allos	Isola
N°site EPA	003	002	045	201	200	208	202
Remarque EPA	Mr A. était présent lors du déclenchement, d'après ses dires : avalanche de plaques pente 40° dans la partie supérieure-plaque friable transformée en aérosol	L'avalanche a dépassé le seuil d'observation et le seuil d'alerte : celle-ci s'est arrêtée sur le chemin rural (PDIPR : sentier de randonnée Conseil Général) de Comboursière à la ferme des Bruyères. Un randonneur en raquettes a été blessé. Intervention du PGHM.	/	Fort redoux dès le matin du 03/02/2010, 1 mort.	Petite avalanche de surface. Départ provoqué par deux skieurs. A 50 mètres en aval de l'arrivée du téléski du monument coté ouest sur la commune d'Hautelucre un des skieurs a été emporté dans la coulée et est décédé dans l'hélicoptère de secours.	1 mort + 2 victimes dégagées indemnes. Vent fort dominant + quelques flocons dès 11 heures. La zone d'arrivée n'est visible sauf aller in situ. Trois skieurs arrivant du "Signal" s'engagent dans le couloir "208". En tentant de traverser le cirque l'ensemble de la plaque s'est décrochée en une cassure bien nette au sommet. Un skieur avec ARVA est retiré en 20 minutes. Un skieur potentiellement enseveli est dégagé. Un surfeur non équipé est retrouvé une heure après environ et non réanimé.	Avalanche ayant fait un mort retrouvé à 20h. Son ARVA était dans son véhicule garé sur le parking P1 juste en face.
Date	25/02/2010	30/01/2010	01/02/2010	03/02/2010	02/04/2010	06/02/2010	06/02/2010
Alt. départ	2300	1950	2050	1700	2150	2300	2100
Cassure	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Linéaire	Ponctuel	Linéaire	Linéaire
Neige en zone de départ	sèche	sèche	sèche	humide	humide	sèche	sèche
Régime d'écoulement	mixte	dense	Mixte	aérosol	NA	dense	dense
Neige en zone de dépôt	sèche	sèche	sèche	humide	NA	sèche	sèche
<b>Type de victime</b>	blessé(s)	blessé(s)	Blessé(s)	<b>Mort(s)</b>	<b>mort(s)</b>	<b>mort(s)</b>	<b>mort(s)</b>
Cause déclenchement	humaine involontaire	humaine involontaire	humaine involontaire	naturelle	humaine involontaire	humaine involontaire	Naturelle
Neige 3J	NA	NA	+ de 100cm	10 à 20cm	10 à 20cm	21 à 50 cm	21 à 50 cm
Vent fort 3J	oui	oui	inconnu	non	non	inconnu	oui
Direction vent fort 3J	inconnu	Nord	NA	NA	NA	NA	Nord-Ouest
Redoux 3J	non	inconnu	Non	non	oui	inconnu	non
Pluie 3J	non	inconnu	Non	non	non	inconnu	non
Volume dépôt (m3)	NA	6 000	28 000	2 000	NA	NA	7 500
Alerte BD evt	non	non	Oui	non	oui	oui	oui
Alt. Accident Anena	NA	NA	NA	1750	NC	2300	2100
Activité Anena	randonnée à skis	randonnée à raquettes	hors-piste snowboard	randonnée à skis	hors-piste à skis	hors-piste à skis	hors-piste à skis
Emportés Anena	2	2	1	1	1	2	1
Ensevelis profondeur/durée/moyen de localisation	NA	NA	NA	aucun	1/	2/150 cm/45'-1h15/DVA-sondage organisé	1/200cm/3h30/sondage organisé / secours
décès Anena	0	0	0	1	1	1	1
Blessés Anena	2	1	1	NA	NA	NA	NA
Ens. Anena	2	0	0	0	1	2	1
Indice du BRA d'après Anena	NA	NA	NA	3	3	4	3
<b>Concordance Epa/Anena</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>Oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>	<b>oui</b>