

Proposition de cartes de synthèses de l'aléa chutes de pierres et de blocs rocheux

A partir des résultats des travaux de simulations présentés dans le chapitre précédent, une carte de synthèse de l'aléa chutes de pierres est réalisable et ce pour les deux scénarii de simulation. Dans les études trajectographiques ADRGT 1989, IMSRN 2002, Sage 2007 et Géolithe 2007, des synthèses de l'aléa chutes de pierres ont été proposées en se basant sur les seules probabilités d'atteinte obtenues lors des travaux de simulations. Le tableau 4 présente le seuils de probabilités d'atteinte (notée PA) utilisées par chacun de ces bureaux d'études pour proposer une discrétisation cartographique en classe d'aléa fort, moyen faible et le cas échéant très faible.

Source	Zone d'aléa fort	Zone d'aléa moyen	Zone d'aléa faible	Zone d'aléa très faible
ADRGT 1994	$PA > 10^{-2}$	$10^{-2} > PA > 10^{-4}$	$10^{-4} > PA > 10^{-6}$	$10^{-6} > PA$
IMSRN 2002	$PA \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > PA \geq 10^{-6}$	$10^{-6} > PA$	N'existe pas
Géolithe 2007	$PA > 10^{-2}$	$10^{-2} \geq PA > 10^{-3}$	$10^{-3} \geq PA > 10^{-4}$	$10^{-4} \geq PA$
SAGE 2007	$PA > 10^{-2}$	$10^{-2} > PA > 10^{-4}$	$10^{-4} > PA > 10^{-6}$	$10^{-6} > PA$

Tableau 4 : Tableau comparatif des seuils de zonage d'aléa dans les précédentes études trajectographiques réalisées avant celle du Cemagref. NB : l'ADRGT et SAGE sont en fait le même bureau d'étude.

Au regard de ce tableau on s'aperçoit que :

1. Les valeurs des seuils sont différents entre ces trois bureaux d'étude (SAGE = ADRGT)
2. Que pour l'ADRGT-SAGE, les intervalles utilisés ont des bornes exclusives et que dans les rapports d'étude on ne trouve aucune information sur l'attribution d'une classe aux valeurs de probabilité d'atteinte de 10^{-2} , 10^{-4} et 10^{-6} .

Une des explications possibles à ces différences de bornes de seuillage est qu'elles sont adaptées aux différents modèles utilisés et que par conséquent au final pour un même secteur les propositions doivent converger. En fait, compte tenu des résultats présentés par ces bureaux d'études il n'en n'est rien. En effet, les zones de propagations obtenues par simulations diffèrent d'un bureau d'étude à l'autre. Ceci est explicable par :

1. Le choix du scénario de départ
2. Le choix des paramètres de restitution des sols
3. La robustesse des modèles utilisés.

A partir du tableau 4, nous avons proposé aux experts de l'Etat en charge de la révision du PPR d'utiliser pour les probabilités d'atteinte les seuils suivants (tableau 5) :

Probabilité d'atteinte (PA)	$\geq 10^{-2}$	$10^{-2} > PA \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > PA \geq 10^{-6}$	$10^{-6} > PA$
Signification	Probabilité d'atteinte Forte	Probabilité d'atteinte moyenne	Probabilité d'atteinte faible	Probabilité d'atteinte très faible

Tableau 5 : Proposition de seuillage par le Cemagref pour les classes des probabilités d'atteinte.

Il est important de signaler que le guide méthodologique PPR « mouvements de terrain » ne donne aucune indication quant aux seuillages à utiliser lors de l'utilisation d'outils de simulations trajectographique pour la réalisation d'un PPR. La Confédération Helvétique a déterminé, pour la réalisation des cartes de danger de chutes de pierres, une matrice de délimitation des principales zones assujettis à cet aléa naturel construite à partir du croisement des probabilités d'atteinte avec les valeurs de l'énergie cinétique maximale de propagation.

Compte tenu du fait que l'énergie maximale de propagation en un point donné peut être atteinte par une très faible proportion de projectile, il s'avère que l'utilisation de cette matrice maximise la valeur de cet aléa. A titre d'exemple si en un point donné d'un versant l'énergie maximale est atteinte par 10^{-6} projectiles et que la probabilité d'atteinte de ce point par les projectiles est de 10^{-2} alors la probabilité finale d'obtenir en ce point une telle énergie maximale est de 10^{-8} . Un tel aléa est alors très largement plus que centennal. A l'opposé, si on utilise l'énergie moyenne de passage qui est atteinte au minimum par 1 projectile sur 2, soit une probabilité de $5 \cdot 10^{-1}$ alors la probabilité finale d'obtenir en ce point une telle énergie est de $5 \cdot 10^{-3}$. L'utilisation de l'énergie moyenne permet ainsi de mieux rendre compte, dans le cadre du zonage de l'aléa chutes de pierres, de l'activité de cet aléa. Par contre, lors du dimensionnement et positionnement sur le versant d'ouvrages de protection, la prise en compte des probabilités d'atteinte de l'énergie maximale ainsi que les hauteurs maximales et de moyenne de passage doivent être prises en compte pour définir les valeurs de service des ouvrages. A l'heure actuelle la Confédération Helvétique est en train de mener une analyse critique de cette matrice de zonage.

Etant donné que la quantification de l'aléa chutes de pierres ne peut se faire sans croiser les informations relatives à la probabilité d'atteinte d'un point donné et de l'énergie cinétique développée en ce point, nous proposons d'utiliser une matrice de quantification de cet aléa basée sur l'énergie moyenne et la probabilité d'atteinte. Cette matrice (cf. tableau 6) a été validée par les experts de l'Etat en charge de la révision du PPR.

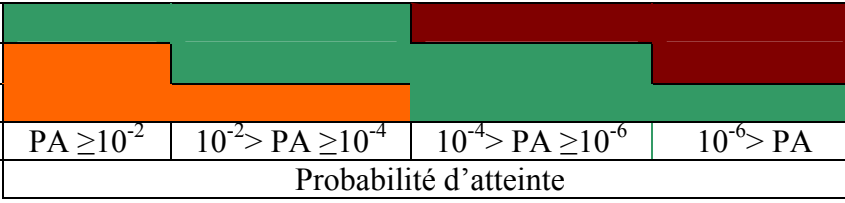



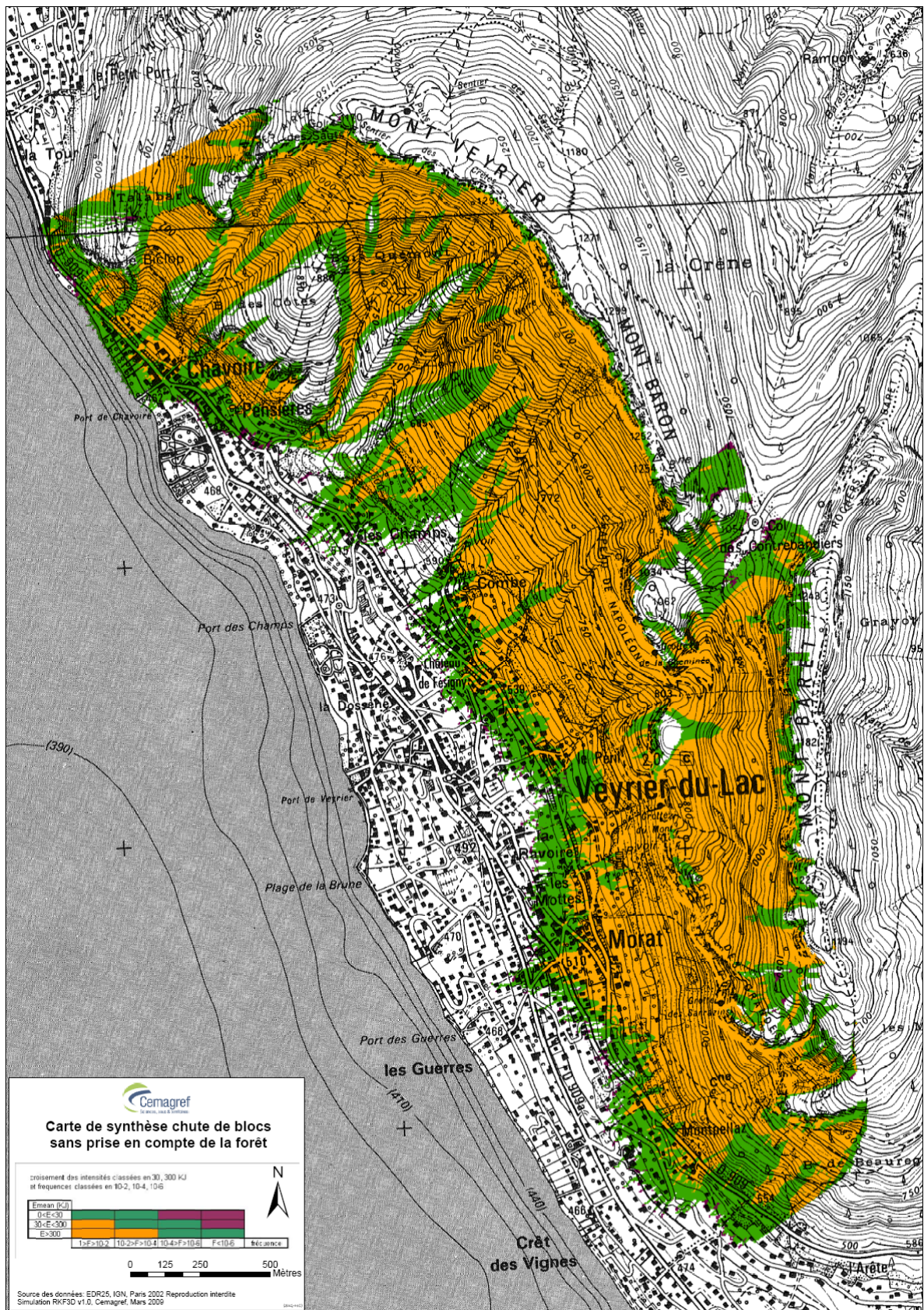
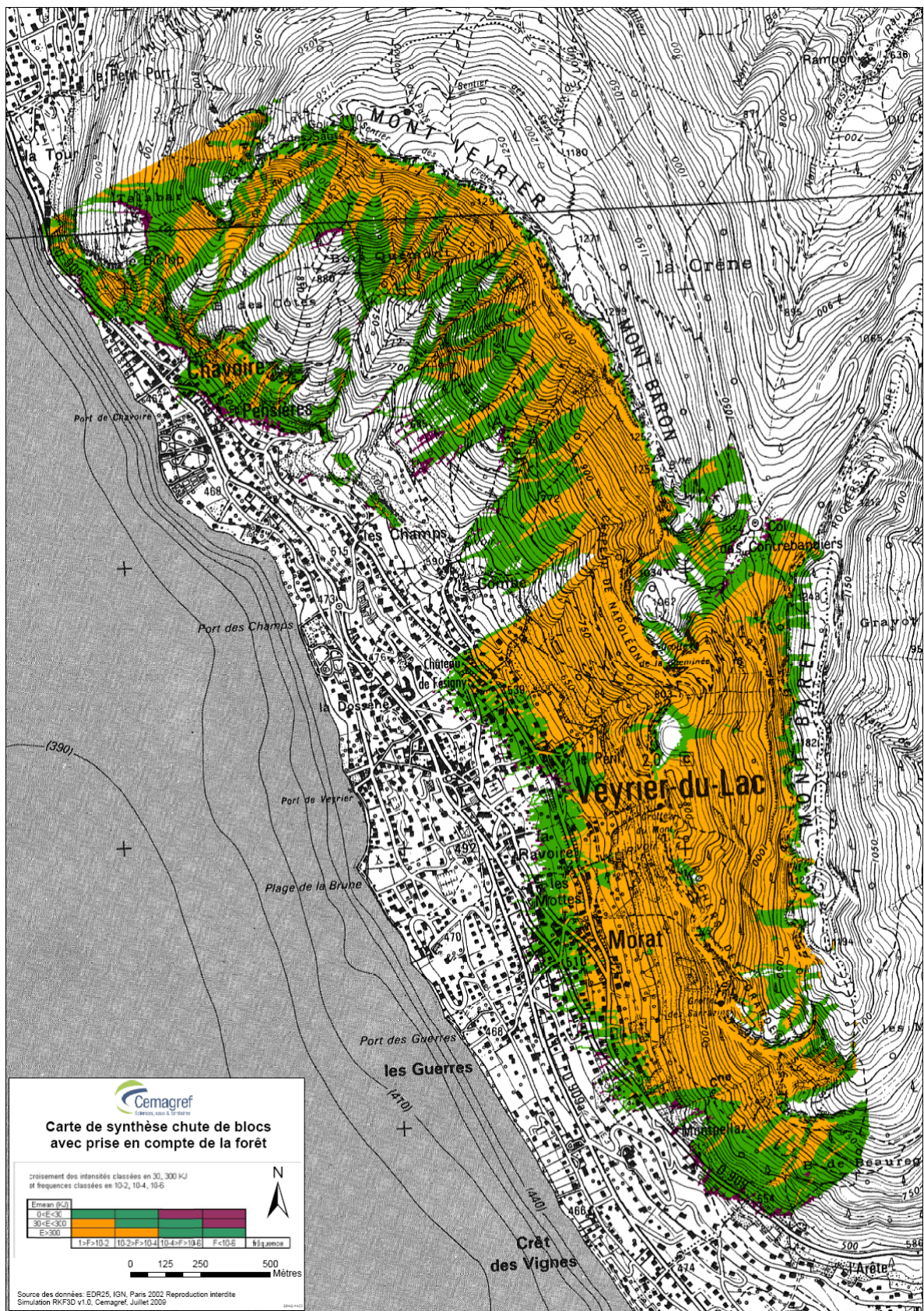
Energie moyenne en kJ	$E \leq 30$				
	$30 < E \leq 300$				
	$300 < E$				
		$PA \geq 10^{-2}$	$10^{-2} > PA \geq 10^{-4}$	$10^{-4} > PA \geq 10^{-6}$	$10^{-6} > PA$
		Probabilité d'atteinte			
		Aléa fort			
		Aléa moyen			
		Aléa faible à très faible			

Tableau 6 : Matrice de qualification de l'aléa chutes de pierres proposé par le Cemagref.

Les cartes 35 et 36 présentent les résultats obtenus, pour les deux scénarii de simulations, en utilisant cette matrice de qualification de l'aléa. Ces deux cartes sont à comparer aux cartes 20 et 21 des fréquences de passage (équivalent à la probabilité d'atteinte) obtenues pour les deux scénarii de simulations. En effet, les cartes 20 et 21 sont équivalentes aux cartes de synthèse de l'aléa chutes de pierres en utilisant le seul critère probabilité d'atteinte. En comparant ces deux zonages (carte 35 comparée à la carte 20, et la 36 à la 21) il ressort que celui obtenu avec notre matrice de qualification de l'aléa propose une spatialisation plus homogène du territoire communal au regard de l'aléa chutes de pierres.

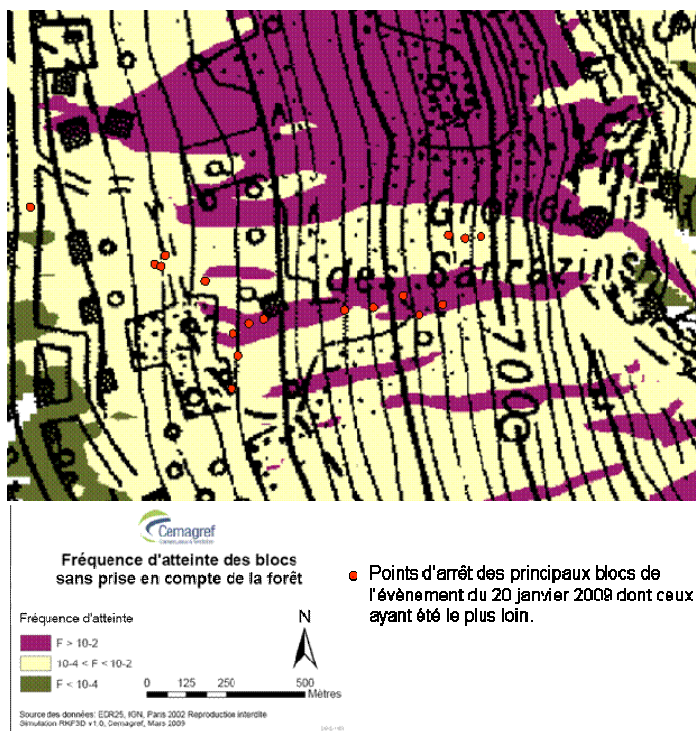


Carte 35 : Proposition de carte de synthèse de l'aléa chute de pierres pour le scénario sans prise en compte de la forêt.

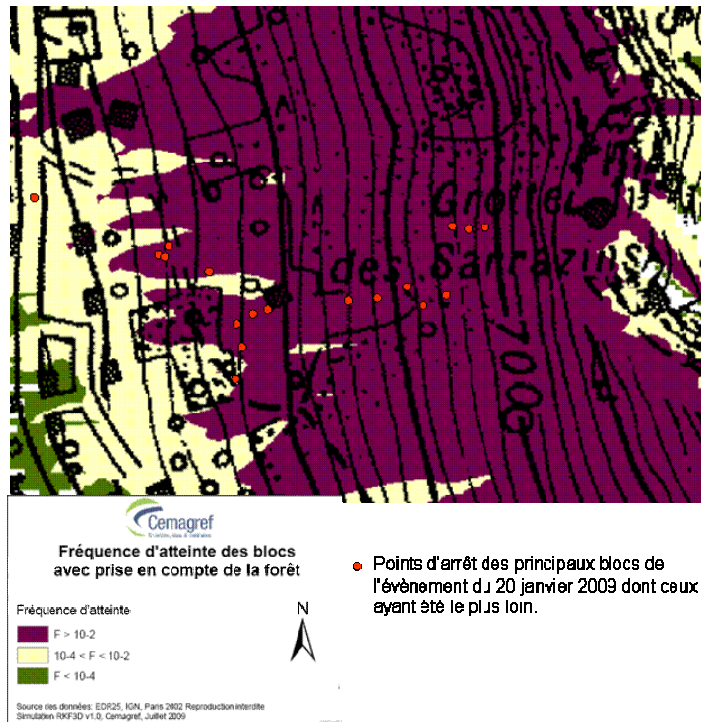


Carte 36 : Proposition de carte de synthèse de l'aléa chute de pierres pour le scénario avec prise en compte de la forêt.

L'évènement du 20 janvier 2009 vient conforter l'utilisation de cette matrice. Les cartes 37, 38, 39 et 40 présentent, sur les résultats des simulations pour les deux scénarii d'occupation du sol, les localisations des principaux blocs rocheux dont ceux ayant été les plus loin à l'occasion de cet évènement. Les relevés des points d'arrêt ont été réalisés avec un GPS le 20 janvier 2009.



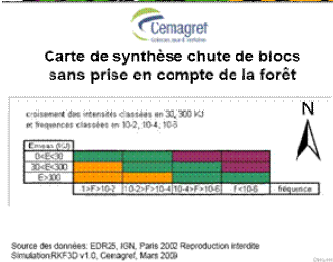
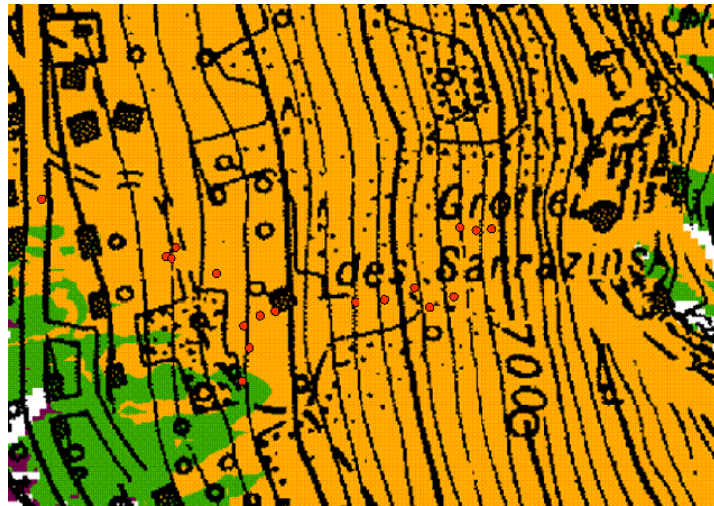
Carte 37 : Localisation des points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009, dont ceux ayant été le plus loin, sur la carte des fréquence d'atteinte sans prise en compte de la forêt.



Carte 38 : Localisation des points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009, dont ceux ayant été le plus loin, sur la carte des fréquence d'atteinte avec prise en compte de la forêt.

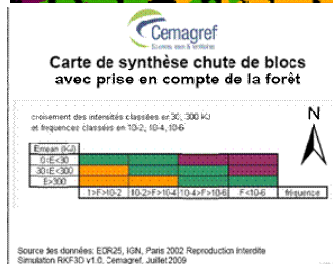
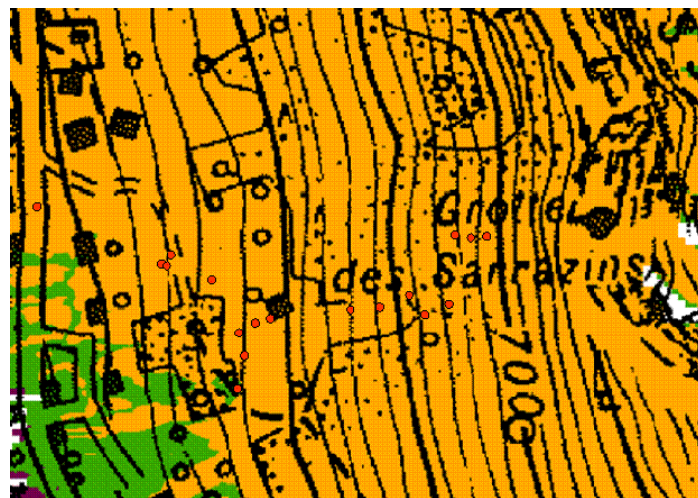
La carte 38 met en évidence l'action déviatrice des arbres. De l'analyse de la carte 37, il ressort qu'en utilisant uniquement la probabilité d'atteinte pour qualifier l'aléa, la moitié de la position des blocs ayant été les plus loin serait située dans une zone d'aléa moyen, l'autre moitié étant située dans la zone d'aléa fort. En tenant compte de l'action de la végétation forestière (carte 38), seul le bloc ayant été le plus loin serait situé dans une zone d'aléa moyen, tous les autres étant situés en zone d'aléa fort. Ce premier constat montre qu'il est nécessaire de prendre en compte de l'action, aussi bien positive que négative, de la végétation forestière dans la qualification de l'aléa chutes de pierre.

De l'analyse des cartes 39 et 40, il ressort qu'en utilisant notre matrice de qualification de l'aléa, seul un bloc est situé en zone d'aléa moyen tous les autres, dont celui ayant été le plus loin, étant en zone d'aléa fort et ce quelque soit le scénario de simulation. L'utilisation de cette matrice semble donc permettre de mieux rendre compte de cet évènement que la seule utilisation de la fréquence d'atteinte. Il est important de préciser qu'il n'y a eu aucun rétro calage, à partir des évènements historiques et de celui du 20 janvier 2009, des paramètres du modèle.



- Points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009 dont ceux ayant été le plus loin.

Carte 39 : Localisation des points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009, dont ceux ayant été le plus loin, sur la carte de proposition de synthèse de l'aléa sans prise en compte de la forêt.



- Points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009 dont ceux ayant été le plus loin.

Carte 40 : Localisation des points d'arrêt des principaux blocs de l'évènement du 20 janvier 2009, dont ceux ayant été le plus loin, sur la carte de proposition de synthèse de l'aléa avec prise en compte de la forêt.