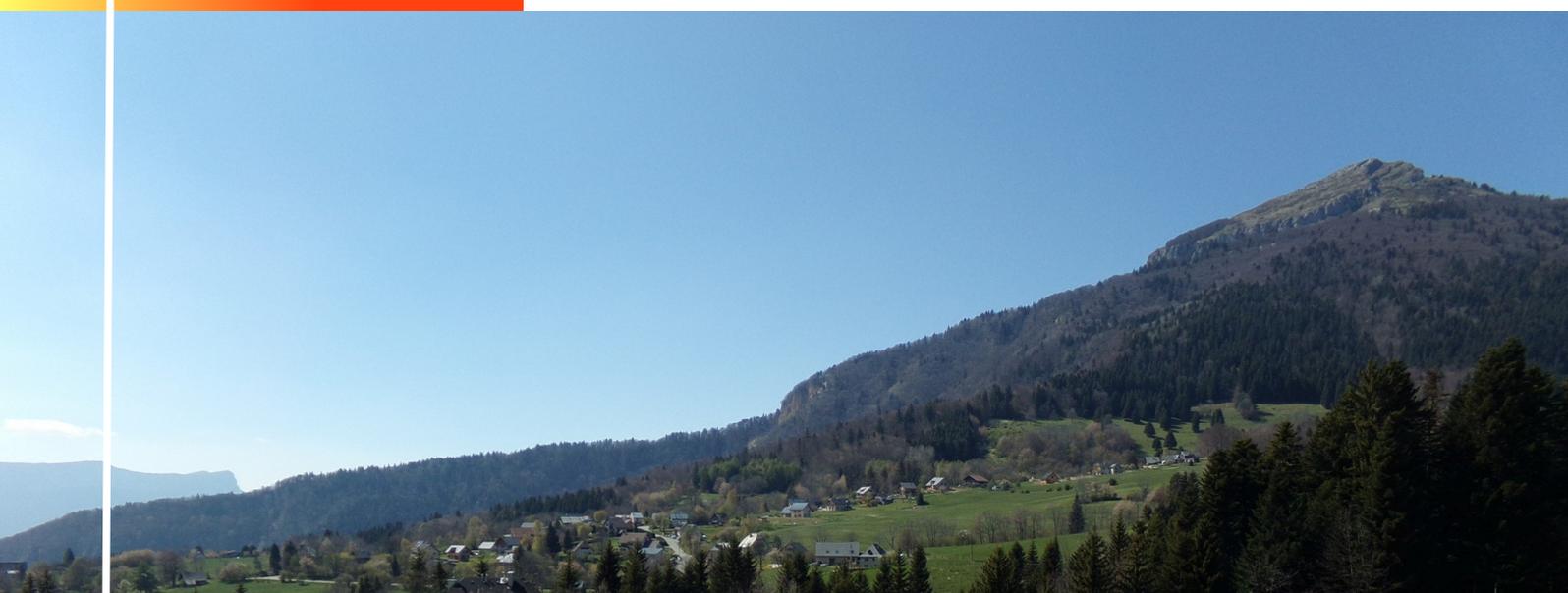




Cartographie des aléas naturels prévisibles sur le territoire de Grenoble Alpes Métropole, dans le cadre de l'élaboration du PLUi

Commune de Sarcenas

Note de présentation



Maître d'ouvrage : Grenoble Alpes Métropole
AMO : Service RTM Isère / PROGéo Environnement



Référence	18061329	Version	4.0
Date	20 septembre 2019	Édition du	16/08/17

Identification du document

Projet	Carte des aléas de Sarcenas		
Titre	Carte des aléas		
Fichier	Rapport_Sarcenas-V4.0.odt		
Référence	18061329	Proposition n°	D1701007
Chargé d'études	Eric PICOT		
	Tél. 04 76 77 92 00	eric.picot@alpgeorisques.com	
Maître d'ouvrage	Grenoble Alpes Métropole	Le Forum 3, rue Malakoff 38031 Grenoble cedex	
	Référence commande :	Marchés n° 2017-102 (Lot1) et 2017-103 (Lot 2)	
Maître d'œuvre ou AMO	Service RTM Isère / PROGéo Environnement	Hôtel des administrations 9, quai Créqui 38026 Grenoble cedex	

Versions

Version rapport	Date	Version carte	Auteur	Vérifié par	Modifications
1.0	20/10/17	V2b	EP	DMB	
3.0	04/04/18	V3	EP		Prise en compte des remarques AMO
4.0	20/09/19	V4	DMB	DMB	Post enquête publique

Diffusion

Diffusion	Support	Pointage	
GAM	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	✓	
Commune	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique		
AMO	Papier		Nombre d'exemplaires :
	Numérique	✓	

Archivage

N° d'archivage (référence)	18061329
Titre	Carte des aléas – Note de présentation
Département	38
Commune(s) concernée(s)	Grenoble Alpes Métropole
Cours d'eau concerné(s)	Isère
Région naturelle	Y Grenoblois
Thème	Carte des aléas
Mots-clefs	carte aléas Sarcenas

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION.....	9
I.1. Avertissement.....	9
I.2. Objet et contenu de l'étude.....	9
I.3. Préalable.....	9
I.4. Phénomènes naturels pris en compte sur la commune.....	9
I.5. Établissement de la carte des aléas.....	10
II. PRÉSENTATION DE LA COMMUNE.....	11
II.1. Situation.....	11
II.2. Cadre géographique et naturel.....	11
II.3. Contexte géologique.....	13
II.3.1. Les formations secondaires.....	13
II.3.2. Les formations tertiaires.....	14
II.3.3. Les formations quaternaires.....	14
II.3.4. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels.....	16
II.4. Sources d'informations.....	16
III. QUALIFICATION DES ALÉAS SUR LE TERRITOIRE.....	17
III.1. L'aléa crue des torrents et ruisseaux torrentiels.....	17
III.1.1. Scénarios types sur le territoire.....	17
III.1.2. Historique et observations de terrain.....	19
III.1.3. Aménagements et ouvrages.....	21
III.1.4. L'aléa.....	21
III.2. L'aléa ruissellement sur versant et ravinement.....	22
III.2.1. Scénarios types sur le territoire.....	22
III.2.2. Événements historiques et observations de terrain.....	22
III.2.3. Aménagements et ouvrages.....	23
III.2.4. L'aléa.....	23
III.3. L'aléa glissement de terrain.....	24
III.3.1. Scénarios types sur le territoire.....	24
III.3.2. <i>Événements</i> historiques et observations de terrain.....	24
III.3.3. Aménagements et ouvrages.....	26
III.3.4. L'aléa.....	26
III.4. L'aléa chute de pierres et de blocs.....	27
III.4.1. Scénarios types sur le territoire.....	27
III.4.2. Historique et observations de terrain.....	28
III.4.3. Aménagements et ouvrages.....	28
III.4.4. L'aléa.....	28
III.5. L'aléa effondrement de cavités souterraines.....	29
III.5.1. Scénarios types sur le territoire.....	29

III.5.2. Historique et observations de terrain.....	30
III.5.3. Aménagements et ouvrages.....	30
III.5.4. L'aléa.....	31
III.6. L'aléa avalanche.....	31
III.6.1. Scénarios types sur le territoire.....	31
III.6.2. Historique et observations de terrain.....	32
III.6.3. Aménagements et ouvrages.....	35
III.6.4. L'aléa.....	35
IV. BIBLIOGRAPHIE.....	36
V. ANNEXES.....	37

Avertissement

Ce rapport, ses annexes et les cartes qui l'accompagnent constituent un ensemble indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle, sans l'accord écrit d'Alp'Géorisques, ne saurait engager la responsabilité de la société ou de ses collaborateurs.

L'utilisation des informations contenues dans ce rapport, ses annexes ou les cartes qui l'accompagnent en dehors de leur strict domaine d'application ne saurait engager la responsabilité d'Alp'Géorisques.

L'utilisation des cartes, ou des données numériques géographiques correspondantes, à une échelle différente de leur échelle nominale ou leur report sur des fonds cartographiques différents de ceux utilisés pour l'établissement des cartographies originales relève de la seule responsabilité de l'utilisateur.

Alp'Géorisques ne peut être tenue pour responsable des modifications apportées à ce rapport, à ses annexes ou aux cartes qui l'accompagnent sans un accord écrit préalable de la société.

Alp'Géorisques ne peut être tenue pour responsable des décisions prises en application de ses préconisations ou des conséquences du non-respect ou d'une interprétation erronée de ses recommandations.

L'actuelle version 4.0 de la note de présentation est rattachée aux versions 4 et ultérieures de la carte des aléas jusqu'à l'édition d'une nouvelle version qui vienne la remplacer.

Échelle nominale de la carte des aléas : 1/5 000

Référentiel de la carte des aléas : DGI

I. Introduction

I.1. Avertissement

La présente étude est composée des éléments indissociables suivants :

- la carte informative (phénomènes historiques et observés, aménagements et ouvrages de protection) ;
- la carte des aléas de la commune de Sarcenas dont l'échelle de lecture maximum est le 1/5 000 ;
- la carte des aléas sur fond topographique dont l'échelle de lecture maximum est le 1/10 000 ;
- la note méthodologique générale ;
- les notes de présentation par commune.

I.2. Objet et contenu de l'étude

Grenoble Alpes Métropole a confié à la Société Alp'Géorisques - ZI - 52, rue du Moirond - 38420 Domène et à la SCOP Alpes-Géo-Conseil – Saint-Philibert - 73670 Saint-Pierre-d'Entremont l'élaboration de la carte des aléas de la commune de Sarcenas couvrant l'ensemble du territoire communal.

Ce document est informatif. Il apporte des informations permettant la prise en compte des risques naturels dans les documents d'urbanisme conformément à la législation en vigueur.

La prise en compte des risques naturels dans les règles d'urbanisme ou les autorisations de projets de travaux, de constructions ou d'installations relève exclusivement de la responsabilité du maire.

I.3. Préalable

Avant de lire le présent rapport, il convient de se reporter à la note méthodologique générale qui explique la démarche entreprise à l'échelle de Grenoble Alpes Métropole pour la qualification des aléas.

Le présent rapport se limite à la description des phénomènes et des aléas spécifiques de la commune de Sarcenas.

I.4. Phénomènes naturels pris en compte sur la commune

Les phénomènes cartographiés sur la commune Sarcenas sont les suivants :

Aléa	Symbole	Définition du phénomène
Crue des ruisseaux torrentiels, des torrents et des rivières torrentielles	T	Crue d'un cours d'eau à forte pente (plus de 5 %), à caractère brutal, qui s'accompagne fréquemment d'un important transport de matériaux solides (plus de 10 % du débit liquide), de forte érosion des berges et de divagation possible du lit sur le cône torrentiel. Cas également des parties de cours d'eau de pente moyenne (avec un minimum de 1%) lorsque le transport solide reste important et que les phénomènes d'érosion ou de divagation sont comparables à ceux des torrents. Les laves torrentielles sont rattachées à ce type d'aléa.
Ruissellement sur versant Ravinement	V	Divagation des eaux météoriques en dehors du réseau hydrographique suite à de fortes précipitations. Ce phénomène peut provoquer l'apparition d'érosions localisées (ravinement).
Glissement de terrain	G	Mouvement d'une masse de terrain d'épaisseur variable le long d'une surface de rupture. L'ampleur du mouvement, sa vitesse et le volume de matériaux mobilisés sont éminemment variables : glissement affectant un versant sur plusieurs mètres (voire plusieurs dizaines de mètres) d'épaisseur, coulée boueuse, fluage d'une pellicule superficielle.
Chute de pierres et blocs	P	Chute d'éléments rocheux d'un volume unitaire compris entre quelques centimètres cubes et quelques mètres cubes. Le volume total mobilisé lors d'un épisode donné est inférieur à une centaine de mètres cubes. Au-delà, on parle d'écroulements en masse, pris en compte seulement lorsqu'ils sont facilement prévisibles.
Affaissement, effondrement	F	Évolution de cavités souterraines d'origine naturelle (karst) et anthropique (carrière) avec des manifestations en surface lentes et progressives (affaissement) ou rapides et brutales (effondrement). Celles d'origine minière ne relèvent pas du code de l'Environnement (code Minier), mais peuvent y être signalées pour information.
Suffosion	F	Entraînement, par des circulations d'eaux souterraines, de particules fines (argiles, limons) dans des terrains meubles constitués aussi de sables et graviers, provoquant des tassements superficiels voire des effondrements.
Avalanche	A	Déplacement gravitaire (sous l'effet de son propre poids), rapide, d'une masse de neige sur un sol en pente, provoqué par une rupture dans le manteau neigeux.

Tableau I.1: Définition des phénomènes naturels

1.5. Établissement de la carte des aléas

La cartographie a été élaborée à partir de reconnaissances de terrain effectuées en avril 2017 par Eric PICOT, chargés d'études, et d'une enquête auprès des municipalités et des services déconcentrés de l'État. Elle a été validée par le service Restauration des Terrains en Montagne de l'Isère (assistant à maître d'ouvrage) suite à une visite de terrain effectuée le 9 juin 2017 en présence de Yannick Robert.

II. Présentation de la commune

II.1. Situation

La commune de Sarcenas se situe au sein du massif de la Chartreuse à environ dix kilomètres au nord de Grenoble (Figure II.1: périmètre de la zone d'étude.). Elle est administrativement rattachée au canton de Saint-Egrève et à l'arrondissement de Grenoble. Elle fait partie de la métropole Grenoble Alpes Métropole.

II.2. Cadre géographique et naturel

La commune étudiée s'étend sur 776 ha. Elle occupe un territoire montagneux englobant les sommets de Chamechaude (point culminant du massif de la Chartreuse) et de La Pinéa. Son extrémité nord intègre également le Col de Porte qui représente le principal accès au cœur du massif de la Chartreuse depuis Grenoble.

La partie centrale de la commune profite d'une topographie adoucie formant un vaste balcon orienté au sud. Cet espace favorable est caractérisé par de faibles pentes et quelques replats. Il se présente comme un palier intermédiaire dans l'architecture montagneuse du massif. L'habitat communal est concentré à son niveau. Le village et le hameau de Guilletière s'y font face en occupant deux espaces avantageusement situés sur des bosses. Le hameau de Croz s'est implanté plus à l'écart dans un secteur topographiquement moins dégagé.

Le Col de Porte situé au pied des sommets de Chamechaude et de la Pinéa est exploité par une petite station de ski disposant de quelques remontées mécaniques. Il accueille également un bâti très éclaté composé de quelques logements, d'une offre hôtelière (hôtel, gîte, restauration), de bâtiments publics (espace communal, maison forestière, centre de déneigement, centre météorologique) et des infrastructures nécessaires au fonctionnement de la station de ski (foyer de ski, location de matériel, etc.).

La commune de Sarcenas s'inscrit dans un milieu faiblement anthropisé. La forêt prédomine sur les versants. Une grande partie est communale ou domaniale et fait l'objet d'une gestion sylvicole. La partie centrale de la commune est plutôt vouée au pastoralisme. Elle présente de vastes espaces enherbés destinés au fourrage (prairie de fauche) et au pâturage de troupeaux.

Les altitudes sont élevées. Elles s'étagent entre 900 mètres en limite communale avec Quaix-en-Chartreuse (torrent de Sarcenas) et 2082 mètres au sommet de Chamechaude (point culminant du massif de la Chartreuse).

La commune est drainée par un réseau hydrographique composé de plusieurs ruisseaux appartenant presque tous au bassin versant du torrent de Sarcenas (sous-bassin versant de la Vence). Seule une petite partie du secteur du Col de Porte est drainée en direction du bassin versant du Guiers Mort par le biais du ruisseau de Porte affluent du ruisseau d'Orgeval.

Au niveau de la commune, les principaux cours d'eau du bassin versant du torrent de Sarcenas sont :

- Le ruisseau de Palaquit (ou du Ruisset dans sa partie amont) prenant sa source à

l'extrémité sud de Chamechaude. Ce cours d'eau franchit la RD512 et la RD57 (route de Sarcenas), puis il s'écoule dans une combe au sud du village. Il rejoint le torrent de Sarcenas en limite communale avec Quaix-en-Chartreuse.

- Le ruisseau de Fontfroide se formant au pied de Chamechaude, sur la piste du télésiège du même nom. Ce cours d'eau franchit la RD512 au départ du télésiège de Chamechaude pour s'engager dans une combe encaissée. Il rejoint le ruisseau du Pissou (ou ruisseau de Croz) au niveau de l'intersection RD57 / route de Croz pour former le torrent de Sarcenas.
- Le ruisseau du Col de Porte prenant sa source sous le Habert du Col de Porte. Ce cours d'eau emprunte une combe profonde mais relativement large. Il se jette dans le ruisseau du Pissou à l'aval du hameau de Croz.
- Le ruisseau du Pissou se formant sous la Pinéa. Ce cours d'eau traverse le hameau de Croz. Après avoir convergé avec le ruisseau du col de Porte, il rejoint le Fontfroide à l'aval immédiat de la RD57 (formation du torrent de Sarcenas).
- Le ruisseau de Guilletière apparaissant également sous la Pinéa. Ce cours d'eau se dirige vers la commune de Quaix-en-Chartreuse et rejoint plus tardivement le torrent de Sarcenas au niveau du quartier de la Méarie (commune de Quaix-en-Chartreuse).

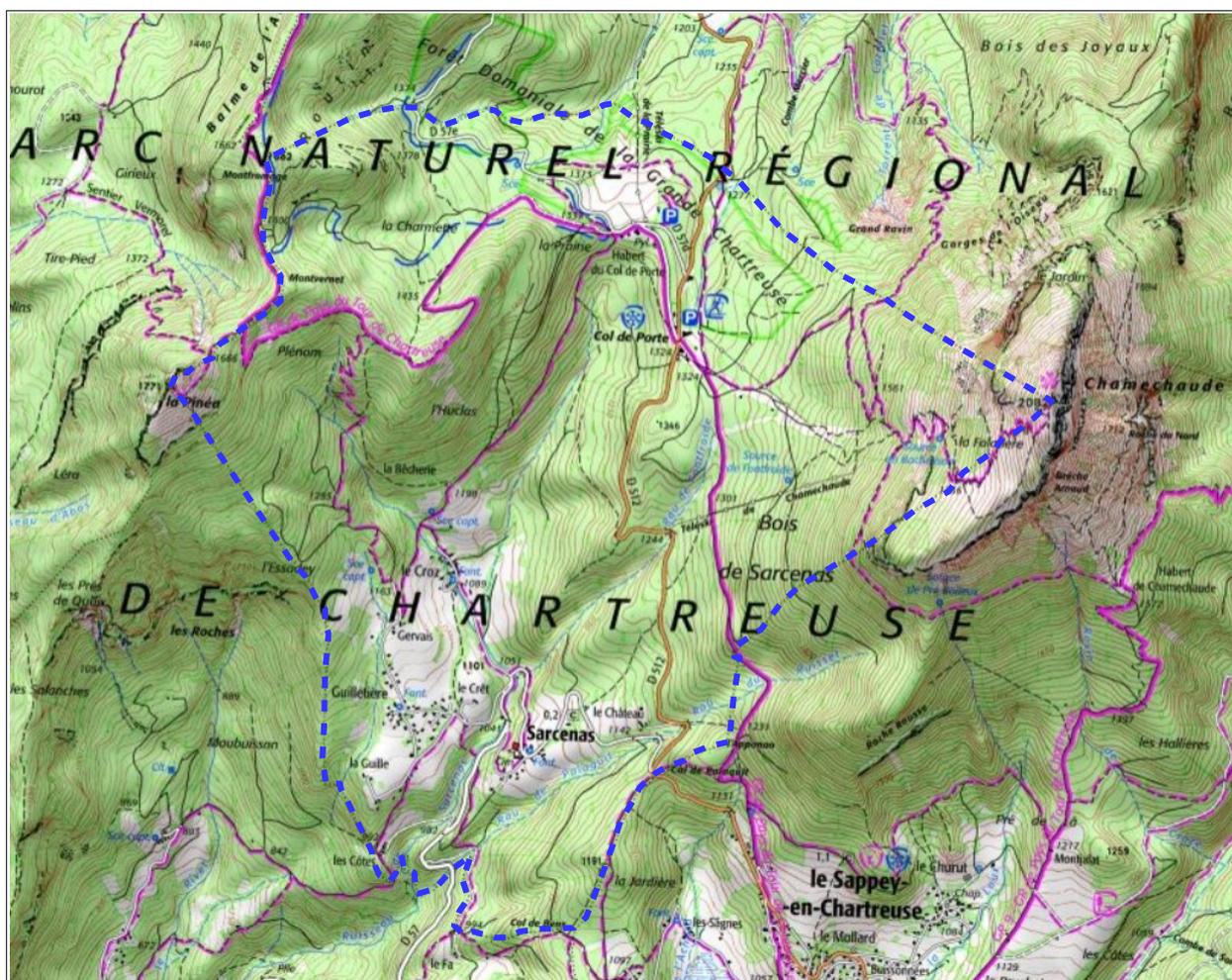


Figure II.1: périmètre de la zone d'étude.

II.3. Contexte géologique

Le massif de la Chartreuse est constitué d'un ensemble de formations sédimentaires fortement déformées, dont le plissement essentiel remonte à la fin de l'ère tertiaire (orogène alpine).

Majoritairement composé de dépôts de l'ère secondaire (Jurassique et Crétacé), il a été affecté par de premiers mouvements tectoniques dès le début de l'ère tertiaire (Paléogène), en même temps qu'une émergence de la région survenait. Puis, a suivi une phase de submersion partielle ne concernant que la partie occidentale du massif de la Chartreuse et un territoire voisin situé à l'ouest (bassin du Bas-Dauphiné). Une nouvelle période de sédimentation s'est alors mise en place. Alimentée par des cours d'eau chargés en matériaux continentaux (produits d'érosion alpine provenant des secteurs restés émergés), elle a conduit à la formation de dépôts molassiques plus ou moins grossiers d'âge Miocène (Tertiaire supérieur).

Une intense activité tectonique s'est ensuite manifestée, affectant cet ensemble sédimentaire (formations secondaires et tertiaires). Les déformations infligées aux formations géologiques ont entraîné la formation de plissements (synclinaux et anticlinaux) et de chevauchements accompagnés d'une fracturation intense (failles, décrochements, fissuration diverse, etc.), jusqu'à fortement désorganiser les formations géologiques entre elles. Cela explique que parfois des formations géologiques récentes soient recouvertes par des dépôts plus anciens. Couplée à l'action de l'érosion, cette période tectonique a façonné un massif escarpé, voire accidenté, marqué par de nombreuses falaises et vallées.

Une longue période de glaciations a marqué l'ère quaternaire. Elle s'est manifestée sous la forme de plusieurs stades d'avancées et de reculs glaciaires qui ont chacun conduit à la formation de nouveaux dépôts et également contribué au modelage du massif. Les avancées glaciaires ont entraîné la formation de placages morainiques (matériaux déplacés puis déposés par les glaciers). Les phases de retraits glaciaires ont été accompagnées d'importants écoulements (eau de fonte glaciaire) avec formation de dépôts fluvio-glaciaires (matériaux morainiques repris par les écoulements puis redépôtés).

Le massif de la Chartreuse se caractérise par la présence d'un réseau karstique important lié à la nature calcaire prédominante de son substratum. Des cavités souterraines naturelles parcourent son sous-sol. En surface, des fontis (effondrements localisés de cavité) et des phénomènes de dissolution (lapiaz, dolines) s'observent parfois.

II.3.1. Les formations secondaires

Elles constituent l'essentiel du substratum rocheux et appartiennent à l'époque du Crétacé. On rencontre chronologiquement :

- Des formations du Néocomien inférieur où sont dissociés :
 - Les calcaires gris-bleus du Berriasien, présents en bancs de 20 à 50 centimètres d'épaisseur et contenant des lits marneux décimétriques. Leur puissance peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Ils sont visibles en rive gauche du ruisseau de Palaquit (sud du territoire communal).
 - Les marnes de Narbonne datées du Berriasien, d'une couleur bleutée et contenant quelques intercalations marno-calcaires. Cette formation présente une épaisseur importante de plusieurs centaines de mètres dans la partie orientale du massif de la Chartreuse. Elle affleure dans la combe du torrent de Sarcenas (sud du territoire

communal) et au lieu-dit Le Crêt, près du hameau du Croz.

- Les calcaires et marnes du Chevalon du Berriasien moyen – Valanginien inférieur, puissants d'environ 50 mètres. Cette formation est constituée de bancs calcaires argileux gris, séparés par des couches de nature marneuse à marno-calcaire. Elle affleure localement dans la combe du ruisseau du Pissou.
 - Les marnes Valanginiennes bleuâtres d'une épaisseur variant entre 100 et 300 mètres, présentant des intercalations mal délimitées de petits bancs calcaires marneux de couleur jaunâtre. Ces marnes affleurent largement entre le Col de Porte et le village de Sarcenas, sur les deux rives du torrent de Sarcenas et au col de Palaquit.
 - Des séries calcaires et marno-calcaires du Valanginien et du Valanginien terminal, puissantes de 100 à 200 mètres. De couleur dominante rousse, ces dépôts sont présents à la base des versants de la Pinéa et de Chamechaude, ainsi que sur les versants de Montverney.
- Des formations du Néocomien supérieur où sont dissociés :
- Les calcaires marneux gris de l'Hauterivien, alternants avec des niveaux marneux gris, que l'on rencontre dans la partie intermédiaire du versant de chamechaude et dans le secteur de Montverney (partie ouest de la commune).
 - Les calcaires argileux gris-bleus de l'Hauterivien terminal – Barrémien inférieur, présents sous la forme de bancs métriques alternants avec des couches marno-calcaires d'épaisseur variable (pluri-décimétriques à la base de la formation puis s'amincissant vers le sommet). Cette formation affleure très localement sur les hauteurs de Chamechaude.
- Le complexe Urgonien représenté par sa masse inférieure datée du Barrémien. Cette formation se caractérise par un calcaire blanc massif d'une puissance comprise entre 200 et 250 mètres et se présente souvent sous la forme de falaises. La masse Urgonienne constitue les parties sommitales de Chamechaude et de la Pinéa.

II.3.2. Les formations tertiaires

Les formations tertiaires sont absentes du territoire de Sarcenas. On les rencontre dans la vallée voisine de Proveysieux où elles se présentent sous la forme de molasse sableuse et de molasse caillouteuse (poudingue).

II.3.3. Les formations quaternaires

- Quelques placages morainiques tapissent localement des terrains en limite communale avec Quaix-en-Chartreuse et avec le Sappey-en-Chartreuse. Il s'agit de matériaux gravelo-argileux charriés puis abandonnés sur place par les glaciers à leur fonte. Les époques glaciaires du Riss et du Würm sont représentées.
- De vastes zones d'éboulis et d'éboulements, dont certaines dites à gros blocs, datées du Riss et du Würm sont plus généralement présentes sur un secteur compris entre le versant de Chamechaude, le Col de Porte le hameau de Guilletière et le village de Sarcenas. Il s'agit de dépôts liés à l'activité glaciaire qui s'est chargée de leur transport (matériaux réceptionnés, déplacés puis abandonnés par les langues glaciaires). Quelques zones d'éboulements de ce type se remarquent notamment dans la combe du torrent de

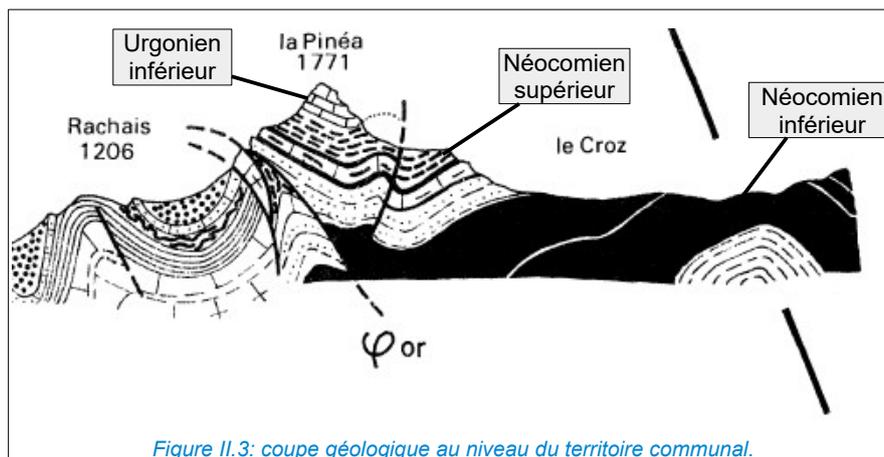


Figure II.3: coupe géologique au niveau du territoire communal.

II.3.4. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

Les formations géologiques de couverture (placages morainiques, éboulis anciens d'origine glaciaire et couches superficielles altérées du substratum) et le substratum marneux sont par nature sensibles aux glissements de terrain du fait d'une certaine teneur en argile. Cette dernière est naturellement présente en plus ou moins grande quantité dans les formations. Elle est particulièrement abondante dans les niveaux marneux, telles que les marnes de Narbonne et les marnes Valanginiennes. Au sein des niveaux quaternaires, elle constitue une matrice emballant les blocs et la fraction caillouteuse moins grossière des formations. Les propriétés mécaniques médiocres de l'argile couplées à une topographie prédisposée (pente) favorisent les glissements de terrain, notamment en présence d'eau.

Les falaises sont généralement des sources très actives de production de blocs. La taille de ces derniers dépend généralement de la fracturation de la roche en place. Les blocs ont tendance à se détacher et à se fractionner préférentiellement selon les plans de fissures pré-existants. Des éboulements massifs sont également possibles en cas de conditions structurales plus profondément dégradées (faille, décompression profonde de la roche en falaise, etc.).

En plus de leur nature potentiellement instable, les terrains meubles (dépôts quaternaires en général, matériaux altérés, etc.) présentent une forte sensibilité à l'érosion, notamment au niveau des berges des cours d'eau et dans les combes, ce qui peut générer des phénomènes de ravinement et de transport solide importants en cas de crue. Cette sensibilité à l'érosion peut également accentuer le risque de glissement de terrain si le phénomène survient dans un secteur pentu (combe encaissée par exemple).

Enfin, plus généralement, les terrains de surface sont potentiellement exposés à des écoulements et des phénomènes de lessivage en période fortement humide, notamment lorsque les sols sont dénudés. Les chemins forestiers de montagne sont particulièrement concernés. Ils constituent des axes préférentiels de drainage et peuvent parfois détourner les eaux de bassins versants naturels traversés.

II.4. Sources d'informations

Les sources d'informations sollicitées dans le cadre de la présente étude sont les suivantes :

Source	Nature	Date de la consultation
Commune de Sarcenas	Événementiel (rendez-vous en commune)	26 juin 2017
RTM	Fiches événements, photos, R111-3 de 1973	Mai et juin 2017
Archives Enquête Permanente Avalanche (EPA)	Couloirs avalancheux de Chamechaude	31 mars 2017 (téléchargement internet)
Alp'Géorisques	Projet PPRN de Sarcenas - 08/2000 Projet PPRN de Quaix-en-Chartreuse - 11/1999	Consultable en interne

Tableau II.1: Sources d'informations mobilisées

Les ressources bibliographiques exploitées sont présentées au chapitre IV. Bibliographie.

III. Qualification des aléas sur le territoire

Pour chaque zone, et par phénomène, sont présentés :

- les observations générales sur le territoire ;
- les événements historiques (recensés lors de la consultation des services déconcentrés de l'État, de diverses archives et de l'enquête menée auprès de la municipalité et des riverains) et les observations de terrains relatives aux phénomènes actifs ;
- les aménagements existants ou insuffisances de gestion constatées ayant une influence négative sur les aléas étudiés et les ouvrages de protection ;
- les motivations de la qualification des différents niveaux d'aléas, conformément à la méthodologie exposée précédemment ;
- le cas échéant, les ouvrages de protection pouvant être pris en compte dans la qualification de l'aléa et l'extrait de carte des aléas « avec prise en compte des ouvrages » associé.

Les événements historiques et les observations de terrains (dont les ouvrages) sont numérotées et localisées sur la carte informative des phénomènes historiques et observés, présentée en Annexe 1. Les photos pouvant illustrer les observations de terrain sont rassemblées en Annexe 2.

III.1. L'aléa crue des torrents et ruisseaux torrentiels

III.1.1. Scénarios types sur le territoire

La commune de Sarcenas est drainée par un réseau hydrographique composé de plusieurs ruisseaux empruntant la plupart du temps des combes encaissées et pourvues de pentes en long soutenues. Ces axes hydrauliques traversent des terrains généralement sensibles à l'érosion. Ils sont donc susceptibles d'affouiller leurs berges et de se charger en matériaux solides en période de crue. La formation de laves torrentielles n'est également pas à exclure, en cas de paysage extrême de matériaux ou de glissement de terrain atteignant leur lit.

Ces cours d'eau traversent également des secteurs très boisés. Un fort risque d'embâcles est

donc à considérer, notamment au niveau des ouvrages hydrauliques (franchissements routiers en particulier). Ces derniers favorisent généralement le coincement et l'enchevêtrement des flottants transportés par les débits de crue, ce qui les obstrue. Des ouvrages largement dimensionnés peuvent ainsi s'avérer totalement in-opérationnels en période de crue.

Certains cours d'eau traversent parfois des secteurs topographiquement ouverts (élargissement des fonds de combes, débouchés de combes). Des débordements peuvent survenir à ces niveaux et engendrer des divagations.

Les débits centennaux théoriques des principaux cours d'eau ont été estimés au droit des enjeux potentiellement vulnérables de la commune. L'extrait de carte ci-dessous présente les bassins versants considérés et les points de calcul réalisés. Les débits théoriques figurent dans le tableau suivant cette carte.

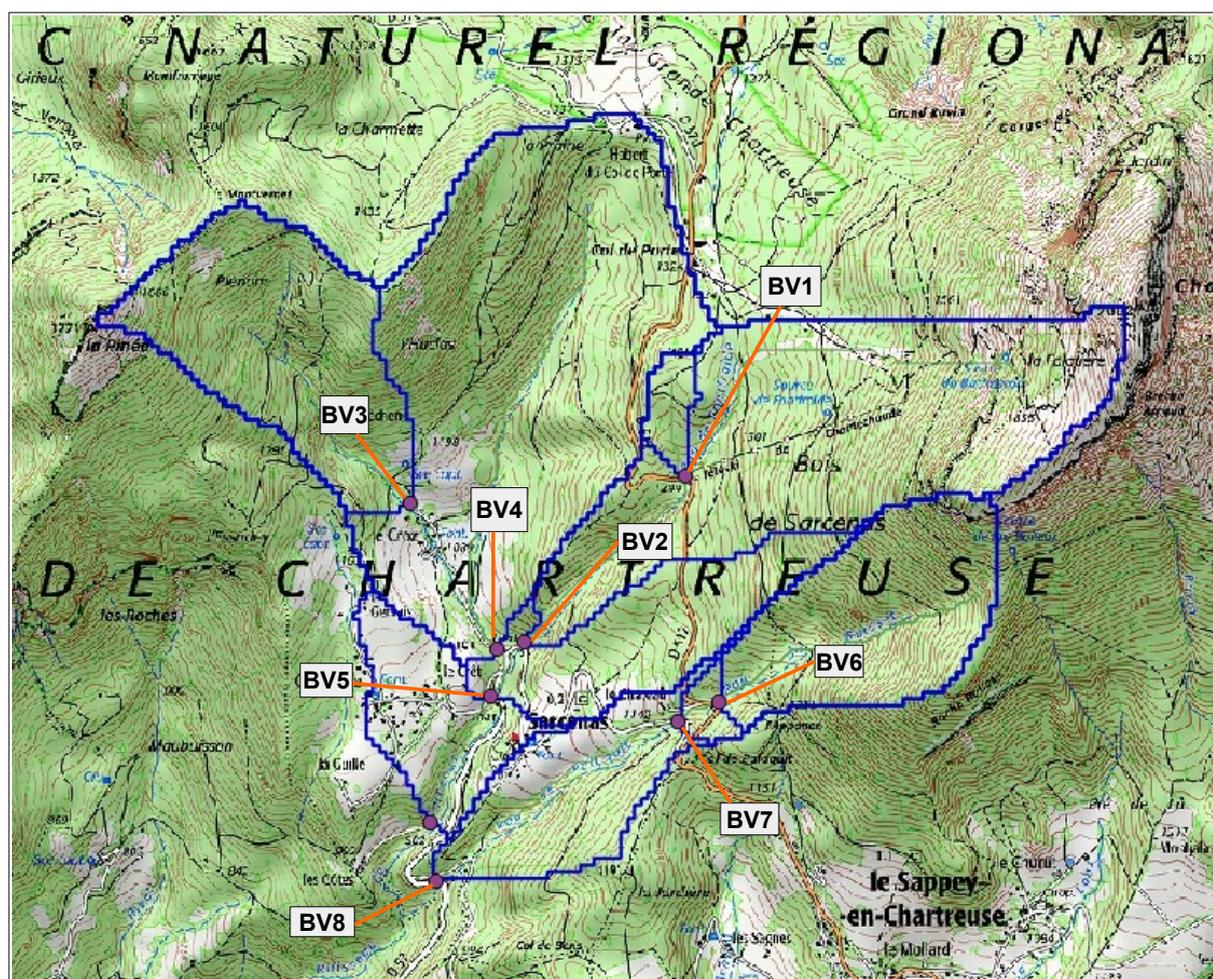


Figure III.1: carte des bassins versants de la commune.

N° Bassin Versant (BV)	Superficie (ha)	Débit décennal Q10 (m ³ /s)	Débit centennal Q100 (m ³ /s)
1	6,67	0,1	0,3
2	137,49	1,2	4,3
3	69,99	0,8	3,0
4	235,3	2,2	8,4
5	415,71	3,6	13,9
6	57,89	0,4	2,0
7	62,01	0,5	2,1
8	101,37	0,6	2,9

III.1.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
T.1	-	Le ruisseau de Porte prend sa source au Col de Porte. Il longe	Obs.

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		le pas de tir du circuit de Biathlon avant de quitter la commune de Sarcenas. Il traverse une zone plane à ce niveau lui permettant de déborder localement. Le terrain a été remodelé pour l'aménagement du pas de tir. Les infrastructures de ski ne sont pas menacées par le cours d'eau (Photo 2).	terrain
T.2	-	Deux bras du ruisseau d'Orgeval prennent leur source à l'amont de la RD57e (route du Charmant-Som). Ce cours d'eau ne pose pas de problème particulier sur la commune de Sarcenas.	Obs. terrain
T.3	-	Le ruisseau du Col de Porte prenant sa source sous le Habert du Col de Porte emprunte une combe fortement affectée par des glissements de terrain. Il peut se charger en débit solide en période de crue et venir alimenter le ruisseau du Pissou qu'il rejoint à l'aval du hameau de Croz.	Obs. terrain
T.4	Non précisé	Le ruisseau du Pissou a débordé dans le hameau de Croz. Il est sorti de son lit au débouché de sa combe (amont du hameau) et a emprunté le chemin du hameau sur environ 150 mètres. Une lame d'eau de 20 à 30 centimètres s'est ainsi formée sur la chaussée. Les habitations voisines n'auraient pas été inondées. La cause du débordement serait l'obstruction d'une buse sous-dimensionnée franchissant le chemin du hameau (photos 1 et 3).	Habitants
T.4	-	Le débouché de la combe du Pissou a été modifié. La buse franchissant le chemin du hameau a été remplacée et son diamètre augmenté. La chaussée a également été légèrement profilée, en cherchant à maintenir les débordements dans l'axe du ruisseau et éviter qu'ils n'empruntent le chemin (création d'une légère rigole pouvant également évacuer les eaux d'une piste forestière). Au regard de sa conception, cet aménagement est très insuffisant. Le diamètre de l'ouvrage est en effet étroit par rapport au débit de crue du ruisseau et à son comportement torrentiel. Il est de plus exposé aux embâcles. Un risque de débordement subsiste donc à ce niveau et peut entraîner des divagations dans une grande partie du hameau de Croz. Le chemin du hameau reste le plus directement exposé. Les débordements peuvent également se propager latéralement, le profil en travers du terrain étant peu marqué, voir légèrement bombé (cône de déjection du ruisseau).	Obs. Terrain
T.5	-	Le ruisseau du Pissou franchit la RD57 avant sa confluence avec le torrent de Sarcenas (photo 4). En cas d'obstruction du pont de la RD57, il se déversera sur la route avant de se rabattre dans le torrent de Sarcenas.	Obs. terrain
T.6	1756	Les archives relatent une crue du torrent de Sarcenas en 1756. Dix huit livres en diminution de taille ont été accordées à Etienne et Antoine BERNARD (non localisé précisément).	Arch. RTM
T.7	2015	Une crue du torrent de Sarcenas est signalée en 2015 Le torrent de Sarcenas franchit la RD57 (pont coté 1041) puis la longe sur quelques centaines de mètres. L'ouverture de l'ouvrage est étroite et son franchissement est sinueux. Le torrent est contraint de bifurquer avant de l'emprunter, ce qui crée un frein hydraulique et tend à favoriser des dépôts. De	RTM Obs. terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		plus, le risque d'embâcle est important. Le torrent peut déborder au niveau du pont et suivre la route sur une centaine de mètres avant de se rabattre dans son lit.	
T.8	-	Le ruisseau de Guilletière longe le hameau du même nom. Au niveau du lieu-dit Gervais, son lit faiblement marqué est légèrement décalé du point bas de sa combe. En cas de débordement il peut divaguer localement sur un terrain et ré-emprunter l'axe de sa combe.	Obs. terrain
-	2015	Des phénomènes de crue ont été signalés sur la commune sans précision de localisation. La mairie n'en a pas souvenir et indique qu'il pourrait plutôt s'agir de glissements de talus localisés.	RTM

Tableau III.1: Phénomènes historiques crues des torrents et des ruisseaux torrentiels et observations de terrain

III.1.3. Aménagements et ouvrages

Néant (la commune ne dispose pas d'aménagement ni d'ouvrage de protection torrentielle).

III.1.4. L'aléa

Les lits mineurs des cours d'eau sont classés en **aléa très fort (T4)** de crue torrentielle selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de leur axe d'écoulement, soit 20 mètres au total. En zone urbanisée, la largeur de cet aléa très fort est ramenée à 5 mètres de part et d'autre des axes d'écoulement (10 mètres au total) pour tenir compte du bâti existant bordant les cours d'eau.

Les zones de débordements possibles des cours d'eau sont classées en aléa fort à faible selon les critères d'intensité et de probabilité d'atteinte identifiés sur le terrain, en tenant compte des superficies de bassins versants, du profil du terrain, des caractéristiques physiques des cours d'eaux, des ouvrages hydrauliques, etc.

- Les débordements du ruisseau de Porte sont classés en **aléa faible (T1)** : probabilité d'atteinte moyenne liée à un lit contraint et faiblement marqué et faible intensité liée à une faible superficie drainée (faible débit, donc lame d'eau a priori peu importante).
- Les débordements du ruisseau du Pissou sont traduits en **aléas fort (T3), moyen (T2) et faible (T1)** au niveau du hameau de Croz. L'**aléa fort (T3)** est affiché sur la route du hameau qui peut concentrer les écoulements : forte probabilité d'atteinte et intensité moyenne à forte liée à la concentration des écoulements. De l'**aléa moyen (T2)** enveloppe une partie du bâti entre la route du hameau et le lit mineur du ruisseau ou la probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées moyennes. D'après des habitants, cette zone n'aurait pas été inondée par les débordements historiques du ruisseau. Enfin de l'**aléa faible (T1)** souligne le reste du cône de déjection du ruisseau. Il traduit une zone de divagations possibles en cas de forte crue (Probabilité d'atteinte faible à moyenne). L'étendue de la zone inondable laisse présager des débordements de faible intensité (laminage de la lame d'eau).

Au niveau de la RD57, hormis le lit mineur, les débordements du ruisseau du Pissou sont traduits en **aléa moyen (T2)**. L'intégralité du débit peut surverser sur la chaussée en cas

d'obstruction du pont, mais la lame d'eau débordante dispose de toute la largeur de la chaussée et d'une zone de parking pour s'étaler, ce qui devrait favoriser son laminage. La probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées moyennes.

- Les débordements du torrent de Sarcenas sur la RD57 au niveau du pont coté 1041 sont classés en **aléa fort (T3)**. L'intégralité du débit peut surverser sur la chaussée en cas d'obstruction du pont. la probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées fortes.
- Les divagations du ruisseau de Guilletière au niveau du lieu-dit Gervais sont classées en **aléa moyen (T2)**. Le bassin versant est peu important ce qui générera un débit modéré, donc une faible lame d'eau. La probabilité d'atteinte est jugée forte et l'intensité faible.

III.2. L'aléa ruissellement sur versant et ravinement

III.2.1. Scénarios types sur le territoire

Quelques axes hydrauliques peuvent s'activer en période pluvieuse ou lors de la fonte du manteau neigeux. Certains sont matérialisés par des combes et d'autres peuvent se former sur des chemins forestiers (sentiers et pistes). Des écoulements importants peuvent se manifester à leur niveau et conduire à des phénomènes de ravinement en cas de concentration de l'eau. On précisera que les activités forestières, dont en particulier le débardage, tendent à favoriser la formation d'écoulements de ce type. Les pistes forestières créées sur les versants concentrent généralement les écoulements en artificialisant parfois les bassins versants (détournement des écoulements d'un bassin versant vers un autre).

Ajoutons que certains axes hydrauliques sont dépourvus d'exutoire, ce qui peut engendrer des divagations, accompagnées d'engravements si de l'érosion se manifeste à l'amont.

Des talwegs légèrement marqués sont également visibles sur le territoire communal. Il s'agit de points bas vers lesquels les ruissellements ont tendance à se diriger, pour ensuite rejoindre le réseau hydrographique. Topographiquement, ces axes hydrauliques présentent des profils en travers relativement plats et larges, ne permettant pas aux écoulements de réellement se concentrer. Ils favorisent plutôt l'écoulement de lames d'eau plus ou moins diffuses sur des largeurs de plusieurs mètres.

III.2.2. Événements historiques et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
V.1	-	Des écoulements peuvent se former dans les bois de la Charmette, à l'ouest du Col de Porte. Le chemin menant à la Pinéa est particulièrement sensible au phénomène. Il est systématiquement emprunté par des écoulements en période pluvieuse. Un écoulement permanent peut également se mettre en place à la fonte des neiges. Au pied du chemin, l'eau peut s'étaler au niveau de la plateforme de retournement de la piste forestière provenant du Col de Porte, bien qu'un fossé soit aménagé pour son évacuation (photo 5). Les écoulements se dirigent ensuite vers un talweg marquant l'une des sources du ruisseau d'Orgeval.	Obs. terrain
V.2	-	Un chemin forestier peut drainer des écoulements à l'amont du hameau du Croz (photo 6). L'eau ainsi collectée rejoindra le ruisseau du Pissou.	Obs. terrain
V.3	-	Au lieu-dit le Château, un chemin forestier et divers petits chenaux d'écoulements peuvent drainer des ruissellements entre la RD512 et la RD57. L'eau peut ensuite emprunter un talweg situé au nord du village de Sarcenas pour rejoindre le torrent de Sarcenas.	Obs. terrain
V.4	-	Un léger talweg se dessine à l'est du hameau de Guilletière. Il peut drainer des ruissellements jusqu'au pied du hameau. A ce niveau, l'eau peut divaguer sur des propriétés et sur le chemin desservant le quartier, pour ensuite rejoindre un petit affluent sans nom du torrent de Sarcenas.	Obs. terrain

Tableau III.2: Phénomènes historiques de ruissellement et de ravinement et observations de terrain

III.2.3. Aménagements et ouvrages

Néant (la commune ne dispose pas d'aménagement ni d'ouvrage de protection contre le ruissellement / ravinement).

III.2.4. L'aléa

Les combes et chemins forestiers susceptibles de concentrer des écoulements sont systématiquement traduits en **aléa très fort (V4)** de ravinement selon des bandes de 5 mètres de part et d'autre de leur axe, soit 10 mètres de large au total.

Les autres zones d'écoulements plus diffus sont classées en **aléas moyen (V2)** ou **faible (V1)** de ruissellement. Les superficies drainées sont relativement faibles (faibles débits) et les écoulements peuvent se développer sur des bandes relativement larges (a priori pas de concentration). Les hauteurs d'eau ne devraient pas excéder quelques décimètres (moins de 50 centimètres) et les vitesses d'écoulement devraient être inférieures à 1 m/s.

III.3. L'aléa glissement de terrain

III.3.1. Scénarios types sur le territoire

Les terrains de la région présentent un caractère argileux, variable selon les formations géologiques en place (placages morainiques, matrices argileuses des éboulis glaciaires, marnes Valanginiennes et de Narbonne, etc.). De plus, une certaine humidité caractérise les versants (présences de sources, voire d'humidité généralisée) et l'environnement montagnoux du territoire impose des pentes soutenues.

Les mauvaises propriétés géomécaniques de l'argile sont le critère de jugement dominant pour établir le niveau d'exposition des terrains aux phénomènes de glissements de terrain. Ce matériau plastique présente un faible angle de frottement interne qui limite la résistance du sol s'opposant à la gravité. Lorsque la pente du terrain dépasse la valeur de cet angle, les risques de déstabilisation s'aggravent rapidement. A pente égale, un terrain s'avérera plus ou moins exposé aux glissements de terrain selon sa teneur en argile.

L'eau est un autre facteur défavorable. Cet élément joue un rôle moteur et déclencheur dans le mécanisme des glissements de terrain. Il intervient en saturant les terrains, en agissant sur les pressions interstitielles, en lubrifiant entre elles des couches de terrain de nature différente, en provoquant des coulées boueuses, etc.

Plusieurs glissements de terrain actifs sont visibles sur le territoire communal (phénomènes de référence). Ils confirment sa sensibilité aux instabilités de terrains et permettent de disposer de repères pour considérer l'exposition du reste de la commune à ce type de phénomène (considération potentielle du phénomène). Ils montrent également que de vastes secteurs peuvent être affectés par des mouvements de terrain actifs, sur des pentes parfois faibles.

III.3.2. Événements historiques et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
G.1	Vers 1960	Un glissement de terrain s'est déclenché dans le talus aval de la RD512, à l'amont immédiat du Col de Palaquit. La route a été partiellement coupée.	Mairie
G.2	Vers 1975	A l'ouest du hameau de Croz, un glissement de terrain s'est déclenché dans une prairie relativement pentue. Les traces de ce phénomène restent visibles et montrent que de probables autres mouvements de terrain ont suivi l'événement principal de 1975. Le terrain est relativement chahuté et une langue de glissement s'est propagée de quelques dizaines de mètres à l'aval du versant. Elle atteint presque le ruisseau du Pissou (photo 7).	Mairie, Obs. terrain
G.3	Vers 1980 et régulièrement	A l'amont du hameau de Croz, le chemin forestier menant au Col de Porte a été endommagé vers 1980 par un glissement de terrain de faible ampleur. Ce secteur est réputé instable. L'instabilité de terrain se réactive régulièrement.	Mairie, RTM
G.4	8/07/1981	Un glissement de terrain de plusieurs centaines de mètres cubes a partiellement coupée la RD512 près du Col de Porte	Mairie, RTM,

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		(une voie de circulation coupée). Des dégâts ont également été infligés à la forêt. Le phénomène a mobilisé des matériaux marneux (marnes Valanginiennes). Cette même année, une coulée de boue a coupée la RD512 quasiment au même endroit. Cette partie de la RD512 traverse un secteur géotechniquement très dégradé (photo 8). Les talus à nu de la route, la présence de marne et la forte pente du terrain en font un terrain à risque élevé de glissement de terrain. Quasiment l'ensemble de la combe du ruisseau du Col de Porte est ainsi instable.	Obs. terrain
G.5	Vers 1990	Un glissement de terrain s'est déclenché dans le talus aval de la RD512 au sud du Col de Porte. Le phénomène s'est manifesté suite à l'ouverture d'une piste forestière à l'aval de la RD512 (photo 9). Le talus de la route a été rétabli à l'aide d'un ouvrage de soutènement de type pneu-sol.	Mairie, Obs. terrain
G.6	1991	Des glissements de terrain d'ampleur variable ont touché les communes de Quaix-en-Chartreuse et de Sarcenas. Sur le territoire de Sarcenas, la rive gauche boisée du ruisseau de Palaquit a été touchée au droit du village. La végétation a repris ses droits. Le boisement du versant masque les traces du phénomène.	Mairie, RTM
G.7	1992	Au lieu-dit Les Cotes, la RD512 a été partiellement coupée suite au glissement de son talus aval. Un ouvrage de soutènement et des travaux de drainage ont dû être réalisés pour son rétablissement.	Mairie, RTM
G.8	Régulièrement	La partie aval du versant de Croz (nord-est du hameau de Croz) glisse régulièrement. Des traces d'instabilités sont visibles entre le hameau de Croz et le débouché de la combe du ruisseau du Col de Porte.	Mairie, Obs. terrain
G.9	-	De fortes instabilités de terrain affectent le sommet de la combe du ruisseau du Col de Porte. Le terrain est chahuté et très humide. Des signes de fluage très marqués et des traces d'arrachements sont visibles.	Obs. terrain
G.10	-	La rive droite du ruisseau du Pissou présente quelques signes de fluage marqués au niveau de la piste forestière rejoignant le hameau de Guilletière (surface du terrain plus ou moins déformée).	Obs. terrain
G11	-	Des formes topographiques suspectes se remarquent au sommet du versant de Plémon, au niveau du chemin de la Pinéa. Des talus redressés suivis de replats se remarquent dans la pente. Des sources sont également présentes. L'ensemble constitue des anomalies topographiques en forme « d'assise » pouvant correspondre à d'anciennes instabilités (photos 10 et 11).	Obs. terrain
G.12	-	Une zone très instable s'observe en rive droite du torrent de Sarcenas, au droit du hameau de Guilletière. Le terrain est très pentu et humide. Un petit ruisseau provenant du Guilletière rejoint le torrent de Sarcenas à ce niveau.	Obs. terrain
G.13	-	On ne note pas de secteur franchement instable au nord du Col de Porte. Seule la prairie accueillant les pistes de ski amène à quelques interrogations. Le terrain présente une	Obs. terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		certaine irrégularité en surface qui pourrait laisser penser à des phénomènes de fluage. Il n'est cependant pas possible de l'affirmer par simple observation. La forme du terrain pourrait également épouser celle du substratum. De plus, des phénomènes de suffosion (soutirages et entraînement de particules de sol par des écoulements souterrains ou de sub-surface) semblent également se manifester en certains points de la prairie (voir §III.5.2).	

Tableau III.3: Phénomènes historiques de glissement de terrain et observations de terrain

III.3.3. Aménagements et ouvrages

Quelques ouvrages de soutènement équipent les routes de la commune.

Numéro de localisation	Type d'aménagement / ouvrage	Maître d'ouvrage	Observations
O.G.1	Murs de soutènement	Conseil départemental	Le talus aval de la RD512 est conforté en plusieurs points par des ouvrages de soutènement à l'approche du Col de Porte (photo 8).
O.G.2	Mur de soutènement et drainage	Conseil départemental	Le talus aval de la RD512 est conforté par un mur de soutènement au lieu-dit Les Côtes (sud de la commune). Un drainage est également en place pour stabiliser la chaussée.
O.G.3	Mur de soutènement	Conseil départemental	Au col de Palaquit, un mur de soutènement ancien est visible dans le talus amont de la RD57. Il semble en place pour caler le talus aval de la RD512 située quelques mètres à l'amont. Il pourrait dater du glissement de terrain qui a touché la RD512 vers 1960.

Tableau III.4: Aménagements et ouvrages de protection contre les glissements de terrain recensés

III.3.4. L'aléa

Les glissements de terrain actifs et les zones présentant des signes d'instabilités particulièrement suspects sont traduits en **aléa très fort (G4)** de glissement de terrain. La probabilité d'occurrence et l'intensité des phénomènes sont jugées fortes.

L'environnement proche des terrains affectés par des glissements de terrain et les secteurs géomorphologiquement identiques (même nature de sol, pentes similaires ou voisines, humidité des terrains) sont généralement classés en **aléa fort (G3)** de glissement de terrain. Les phénomènes actifs touchant d'autres terrains de ce type montrent que la probabilité d'occurrence est de niveau moyen à fort et que l'intensité du phénomène doit être considérée comprise entre modérée et élevée. Les combes des ruisseaux du Col de Porte, de Fonfroide, de Palaquit et de Sarcenas, ainsi qu'une partie du versant s'étirant entre la Pinéa et le Col de Porte sont concernées par ce niveau d'aléa.

La pente et la géologie peuvent varier d'un point à l'autre des secteurs classés en aléa fort. De

l'aléa fort caractérise parfois des terrains peu argileux ne présentant pas de signe de glissement de terrain actif. Le substratum est certainement proche de la surface et permet une bonne tenue du terrain. Mais la pente est très forte ce qui impose l'affichage d'**aléa fort (G3)**. Dans ce cas, la forte pente génère une probabilité d'occurrence plutôt forte de glissement de terrain superficiel ou de coulée boueuse (par exemple déstabilisation de la couche d'altération superficiel du substratum en cas de forte pluviométrie). Une partie du versant de l'Huclas rentre dans ce cas de figure.

D'autres terrains sont classés en **aléas moyen (G2)** ou **faible (G1)** de glissement de terrain. Il s'agit de secteurs potentiellement exposés aux instabilités de terrain. Leur contexte les prédispose aux instabilités mais toutes les conditions ne sont pas réunies pour conduire à l'affichage d'aléa plus fort. Ainsi, des terrains de nature argileuse mais peu pentus, et vis-versa des terrains relativement pentus mais plutôt graveleux et non argileux, sont traduits en **aléas moyen (G2)** ou **faible (G1)** de glissement de terrain. La probabilité d'occurrence est alors considérée faible et l'intensité de faible à modérée. La partie nord du Col de Porte et une grande partie de Chamechaude sont notamment concernées par cet affichage.

Remarque : La variation des paramètres « probabilité d'occurrence » et « intensité » est déclinée cartographiquement par l'ajout d'indices alphabétiques a, b, c, d aux niveaux d'aléas fort et moyen, conformément à la grille des aléas de glissement de terrain présentée dans le rapport général.

III.4. L'aléa chute de pierres et de blocs

III.4.1. Scénarios types sur le territoire

Plusieurs falaises se dessinent aux sommets de Chamechaude et de la Pinéa. Des blocs de toutes tailles s'en détachent régulièrement, surtout au niveau de Chamechaude. Des versants très pentus font suite aux falaises, avec des dénivelées de plusieurs centaines de mètres. Les blocs acquièrent une forte énergie lors de leur chute, ce qui peut les conduire jusqu'au pied du versant de Chamechaude et à mi-versant de la Pinéa.

Au niveau de Chamechaude, les trajectoires les plus longues ont atteint l'altitude de l'avant-dernier pylône du télésiège du Col de Porte (témoignage de l'ancien garde ONF). Le pied du versant de Chamechaude est par ailleurs parsemé de blocs qui indiquent que le témoignage ci-dessus n'est pas l'unique phénomène qui a touché ce secteur. Il est toutefois difficile de faire un tri entre les blocs qui se sont effectivement détachés de Chamechaude et ceux qui peuvent avoir une origine erratique.

On dispose de peu de témoignages de chutes de blocs au niveau de la Pinéa. La présence de blocs et d'éboulis dans la partie supérieure du versant indique que le phénomène est présent. La topographie semble favoriser un arrêt des blocs dans le tiers supérieur du versant. Le versant forme une bosse qui empêche toute propagation plus à l'aval.

Enfin, des blocs liés à la présence d'éboulis anciens, d'origine glaciaire, reposent sur certains versants. Ils sont généralement calés dans le sol mais, en fonction de la pente du terrain, des remises en mouvement ne sont pas à exclure. Certains de ces éléments rocheux sont également très volumineux et peuvent générer localement des chutes de blocs. La combe du torrent de Sarcenas et certaines parties des versants de la Pinéa et de Chamechaude, situées en dehors des zones d'exposition des falaises, sont notamment concernées.

III.4.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
P.1	Première quinzaine de septembre 1996	Plusieurs blocs de quelques mètres cubes se sont détachés du secteur dit de « La Cheminée » au sommet de Chamechaude (photos 12 et 13). L'un d'eux s'est propagé jusqu'à la hauteur de l'avant-dernier pylône du téléski du Col de Porte en créant une saignée dans la forêt (altitude approximative de 1390 mètres).	RTM, ancien garde ONF Obs. terrain
P.2	Vers 2000 et régulièrement	Dans les années 2000, un bloc d'environ 6 tonnes s'est détaché de la falaise de la Pinéa. Il s'est rapidement arrêté dans le versant (basculement sur lui-même). Des pierres et des petits blocs se détachent régulièrement de la partie sommitale de La Pinéa et sont rapidement arrêtés par la végétation (photo 14).	Mairie, RTM
P.3	-	Des blocs de toutes taille reposent à aval des versants de Chamechaude et de La Pinéa. En fonction de la pente, des remises en mouvement sont possibles en cas de disparition des butés calant les blocs.	Obs. terrain
P.4	-	D'imposants blocs sont présents dans le talus amont de la RD512 entre le village et le lieu-dit Les Côtes. Des éléments rocheux peuvent s'en détacher et se propager jusqu'à la chaussée.	Obs. terrain

Tableau III.5: Phénomènes historiques de chutes de pierres et de blocs et observations de terrain

III.4.3. Aménagements et ouvrages

Numéro de localisation	Type d'aménagement / ouvrage	Maître d'ouvrage	Observations
O.P.1	Filet	Non déterminé	Un filet pare-blocs est présent au droit de la piste de ski du Col de Porte, à l'aval de la falaise intermédiaire de Chamechaude. Il précède un râtelier paravalanche (photo 21).
O.P.2 ?	Non déterminé	Non déterminé	Des actions auraient été menées au niveau des falaises de Chamechaude pour réduire le risque de chutes de blocs. D'origine ancienne (témoignage d'un ancien garde ONF) leur nature est indéterminée.

Tableau III.6: Aménagements et ouvrages de protection contre les chutes de pierres et de blocs recensés

III.4.4. L'aléa

Au niveau des falaises, l'aléa chute de blocs a été déterminé à partir d'une double expertise. Une phase de terrain a été menée dans un premier temps afin d'analyser les sites exposés aux chutes de blocs. Cela a permis d'identifier les trajectoires maximales des phénomènes historiques, la taille des blocs éboulés et d'établir la fréquence des phénomènes. Les événements de référence ainsi identifiés ont permis de définir des valeurs d'angles d'atteinte par rapport à l'horizontale et de les transposer au reste des versants exposés, en établissant des profils topographiques.

Les blocs éboulés présentent généralement un volume compris entre 1 m³ et 10 m³, ce qui porte l'intensité du phénomène à un niveau élevé. La fréquence des chutes de blocs semblent également soutenue, à en juger les éboulis présents au pied des falaises et de nombreux indices prouvant leur alimentation en blocs. Un indice d'activité fort a généralement été retenu.

La retranscription des observations de terrain sur les profils topographiques réalisés sur le reste des versants montre que de fortes probabilités d'atteintes sont à craindre jusqu'à basses altitudes au niveau de Chamechaude et jusque dans le tiers supérieur du versant de La Pinéa. Au niveau de Chamechaude, on aboutit à la détermination d'un angle de ligne d'énergie de 28° en considérant l'événement de 1996 (événement P1 du tableau III.5). Ce même angle est de 32° au niveau de la Pinéa. Couplé à un indice d'activité fort, cela conduit à retenir une probabilité d'occurrence très élevée à élevée (probabilité d'occurrence décroissante lorsqu'on s'éloigne des zones d'alimentation en blocs).

Cette analyse pousse à afficher de l'**aléa très fort (P4)** de chutes de blocs (croisement d'une probabilité d'occurrence très élevée et d'une intensité élevée) dans les zones de départ et plus ou moins bas dans les versants (zone de propagation). De l'**aléa fort (P3)** fait suite à l'aléa très fort. Il traduit une probabilité d'occurrence et une intensité élevées.

Concernant les versants accueillant des blocs isolés en plus ou moins grande quantité (éboulis anciens des époques glaciaires), seule une analyse de terrain a été menée. Compte-tenu des conditions exceptionnelles pouvant conduire à la réactivation de blocs (disparition d'une butée par exemple) la probabilité d'occurrence a été considérée faible sur chaque site concerné. L'intensité a été estimée modérée au niveau de la combe du torrent de Sarcenas et en rive droite du ruisseau du Pissou où des blocs d'un volume proche de 1 m³ sont jugés possibles. Ailleurs l'intensité est considérée faible.

III.5. L'aléa effondrement de cavités souterraines

III.5.1. Scénarios types sur le territoire

Le massif calcaire de la Chartreuse abrite un important réseau karstique caractérisé par des cavités souterraines plus ou moins développées (dissolution calcaire et façonnage de cavités par des circulations d'eaux souterraines). Ce modelé karstique souterrain peut être à l'origine d'effondrements localisés (fontis de quelques mètres de diamètre), notamment au droit des cavités peu profondes où le recouvrement est le plus fragile (aven). Hormis des salles volumineuses situées à grandes profondeurs, les conduits karstiques proches de la surface sont généralement de faibles dimensions. Le risque d'effondrement massif en zone karstique apparaît donc plutôt limité. Mis à part certains réseaux souterrains cartographiés (exploration spéléologique), la plupart de ces vides est relativement méconnue. Seuls quelques indices caractéristiques peuvent signaler leur présence et permettent d'identifier cet aléa. Ces indices sont l'observation de dolines, de fontis, d'aven, de pertes d'écoulements de surface, etc.

Une autre catégorie d'effondrements localisés est potentiellement présente sur la commune. Des formations géologiques quaternaires recouvrent parfois le substratum calcaire. Il s'agit de matériaux meubles liés à l'activité glaciaire qui a sévi sur la région et dont les épaisseurs peuvent atteindre plusieurs mètres. Une certaine activité hydrogéologique est parfois présente au sein de ces formations. Des écoulements souterrains préférentiels peuvent s'instaurer au niveau de

certaines couches drainantes du sous-sol et conduire à des phénomènes de suffosion sous l'action mécanique de l'eau. L'eau peut lessiver progressivement la structure du sol en entraînant avec elle les éléments les plus fins (soutirage de particules de sol). Dans certains cas, le sol se tasse au fur et à mesure qu'il voit sa structure se décomposer, ce qui conduit à l'apparition de cuvettes en surface. Dans d'autres cas, des cavités souterraines se forment et se développent tant que les écoulements se maintiennent. Le toit de la cavité se fragilise au fur et à mesure que la cavité s'élargit et finit par céder brutalement, soit naturellement, soit à la suite d'une surcharge (passage d'un véhicule, d'un gros animal, etc.). C'est le phénomène de fontis.

De tels effondrements sont la plupart du temps imprévisibles, le processus mécanique conduisant à leur manifestation étant d'origine souterraine, donc masqué. La connaissance de cas d'effondrements de terrain ou l'observation d'indices superficiels suspects (par exemple amorces de petites griffes d'érosion en forme de cuvette) permettent d'identifier des secteurs sensibles à ce phénomène.

III.5.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
F.1	-	Au lieu-dit La Charmette (extrémité nord de la commune) un fontis ancien est visible en bordure la piste forestière conduisant au Mont-Fromage (photo 15). D'un diamètre compris entre 1 et 2 mètres, il laisse voir un conduit s'enfonçant dans le sol. Les eaux d'une combe se perdent à son niveau. Ce fontis est lié au réseau karstique qui se développe dans le massif.	Obs. terrain
F.2	-	Une partie du terrain des pistes de ski du Habert du Col de Porte présente des signes d'affaissements localisés attribués à des phénomènes de suffosion. Des traces d'écoulements et d'érosion très superficielle sont également visibles, ce qui renforce cette suspicion de suffosion (photo 17).	Obs. terrain
F.3	-	Des signes suspects d'affaissements de terrain sont visibles en aval de la RD57 à la sortie nord du village de Sarcenas (au niveau d'un talweg drainant des ruissellements). Ils sont attribués à des phénomènes de suffosion. Un tas de branches mortes stocké au niveau de l'un d'eux peut masquer une dépression de terrain plus marquée.	Obs. terrain
F.4	-	Au lieu-dit La Guille, une légère dépression de terrain est visible au sommet de la rive gauche du torrent de Sarcenas. Elle peut être liée à des écoulements souterrains qui l'ont progressivement façonné.	Obs. terrain

Tableau III.7: Phénomènes historiques d'effondrement de cavités souterraines et observations de terrain

III.5.3. Aménagements et ouvrages

Néant (la commune ne dispose pas d'aménagement ni d'ouvrage de protection contre les phénomènes d'effondrements).

III.5.4. L'aléa

Les observations de terrain montrent que les quatre secteurs ci-dessus sont plutôt exposés à des phénomènes d'affaissements ou d'effondrements localisés et de faible importance concernant la suffosion. L'intensité de ce type de phénomène peut être considérée comprise entre très limitée et limitée pour les quatre secteurs (pas d'effondrement d'ampleur importante).

De même, la probabilité d'occurrence des phénomènes considérés apparaît faible (présomption de vide et manifestation de suffosion possibles ou probables mais prédisposition à la rupture relativement peu sensible). Seul un fontis ancien a été observé et, ailleurs, des signes superficiels suspects sont uniquement observables.

Cette analyse conduit à afficher de l'**aléa faible (F1)** d'effondrement au niveau des quatre secteurs identifiés.

III.6. L'aléa avalanche

III.6.1. Scénarios types sur le territoire

Le contexte montagneux de la commune et ses altitudes élevées (Chamechaude 2082 mètres et la Pinéa 1771 mètres) exposent le territoire à de fortes accumulations de neige, pouvant conduire à l'installation d'un manteau neigeux de plusieurs décimètres durant tout l'hiver.

Certains épisodes neigeux conséquents peuvent entraîner d'importants cumuls en peu de temps et générer des conditions nivales très instables. Couplé à des phénomènes venteux, des corniches peuvent également se former et des sur-accumulations sont possibles localement dans des combes et sur des versants exposés sous le vent.

Des périodes de redoux frappent également régulièrement la région, avec pour conséquence une transformation rapide du manteau neigeux et, en période dépressionnaire, des précipitations pluvieuses le métamorphosant profondément.

Selon la météorologie, le manteau neigeux peut ainsi se transformer très rapidement en passant d'un état poudreux à un état humide ou en voyant se former des plaques à vent.

Ces différentes conditions nivales possibles peuvent favoriser plusieurs types de phénomènes avalancheux (dynamiques variables selon les conditions de neige) :

- Avalanche en aérosol suite à de forts cumuls de neige fraîche et froide (avalanche de type poudreuse).
- Avalanche coulante sur rupture de plaque (plaques à vent et rupture de corniches) sur les versants exposés sous le vent.
- Avalanche coulante de neige mouillée en période de redoux ou suite à de fort cumuls de neige humide par température positive.
- Avalanche coulante de fond en cas de glissement du manteau neigeux sur le sol (terrain « lisse » et fortement pentu) ou de ramollissement de celui-ci sur toute son épaisseur (pluies prolongées, fort dégel - avalanche de printemps par exemple).

Les épaisseurs de neige mobilisable varient en fonction des conditions nivales.

- L'interface entre une couche de neige stabilisée et une couche de neige fraîche correspond généralement à une surface de rupture préférentielle. La couche de neige fraîche glisse sur la couche ancienne stabilisée (avalanche de surface).
- Dans le cas des plaques à vent, la couche dure de surface se déplace à la surface de la couche de neige inférieure non consolidée. Elle peut évoluer en aérosol ou en avalanche de neige sèche.
- En l'absence de couche stabilisée, ou au printemps lorsque le manteau neigeux dégèle, des avalanches coulantes de neige humide se déclenchent plus généralement en glissant directement sur le sol (manteau neigeux décapé sur toute son épaisseur).

III.6.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
A.1	22/02/1963, 24/02/1970, 23 et 24/03/1971, 2/02/1978, 20/04/1984, 12/04/1988, 18/02/1991, 23/03/1999, 4/02/2000, 17 et 18/03/2005, 16/02/2006, 12/03/2006, 27/02/2007	<p>Le versant ouest de Chamechaude est couvert par l'Enquête Permanente sur les Avalanches (EPA). Il présente un couloir très avalancheux prenant naissance à son sommet, puis qui se divise rapidement en deux branches (photo 16). Plusieurs dates d'avalanches sont rapportées avec pour certaines des conséquences matérielles. L'avalanche se déclenche au niveau d'une zone de forte accumulation neigeuse liée en particulier aux conditions venteuses qui peuvent s'installer au sommet du versant. Le secteur peut également être dominé par des corniches se formant par vent du Nord et vent d'Est.</p> <p>•En 1963 une plaque de 100 m² s'est détachée du sommet de Chamechaude (2082 mètres) et s'est propagée jusqu'à l'arrivée du petit télési. Une forêt de sapin a été détruite et le télési endommagé. Les dégâts ont été estimés à 600 000 F.</p> <p>•En 1970, le départ et l'arrivée de l'avalanche sont signalés par l'EPA à 1700 mètres et 1450 mètres (pas de commentaire sur son impact). Une erreur sur l'altitude de départ n'est pas à exclure, sachant que la mairie indique que cette année 16 mètres de cumul de neige ont été enregistrés au Col de Porte. D'autres témoignages d'habitants rapportent également que l'hiver 1970 a été fortement enneigé.</p> <p>•En 1971, le départ et l'arrivée de l'avalanche sont signalés par l'EPA à 1800 mètres et 1450 mètres (pas de commentaire sur son impact).</p> <p>•En 1978, l'avalanche s'est déclenchée à 1950 mètres d'altitude et s'est arrêtée quelques centaines de mètres à l'amont du chalet Garin du Col de Porte. Le chalet du 6^{ème} BCA a été en partie détruit (chalet reconstruit situé sur la piste de ski). L'EPA signale un arrêt de l'avalanche à 1380 mètres d'altitude, mais celle-ci est probablement plus basse, car le chalet endommagé se situe à 1345 mètres d'altitude).</p> <p>•En 1984, l'avalanche s'est déclenchée à 1900 mètres d'altitude. Elle se serait partagée en deux couloirs. Dans le couloir sud, elle a arraché le dernier pylône du télési et s'est bloquée à ce niveau (1350 mètres d'altitude). Elle était constituée de boules de neige de 50 à 80 centimètres de diamètre. A son arrivée sur la piste de ski, elle a creusé une tranchée d'environ 3 mètres de profondeur sur 30 mètres de</p>	EPA, RTM, mairie

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		<p>large. Elle aurait connu la même dynamique qu'en 1978. Au niveau du couloir nord, l'avalanche a toutefois causé peu de dégâts. Environ 10 m³ de bois ont été détruits.</p> <ul style="list-style-type: none"> •En 1988, l'avalanche s'est déclenchée suite à une rupture de corniche au sommet de Chamechaude, ce qui a provoqué un départ de plaque vers 2010 mètres d'altitude. L'avalanche s'est arrêté vers 1630 mètres d'altitude. •En 1991, le départ et l'arrivée de l'avalanche sont signalés par l'EPA à 2000 mètres et 1650 mètres d'altitude (pas de commentaire sur son impact). •En 1999, l'avalanche pourrait être liée à un déclenchement accidentel par un skieur, de nombreuses traces de ski ayant été relevées dans le secteur. Le départ et l'arrivée de l'avalanche sont signalés par l'EPA à 1990 mètres et 1700 mètres d'altitude (pas de commentaire sur son impact). •En 2000, le départ et l'arrivée de l'avalanche sont signalés par l'EPA à 2000 mètres et 1650 mètres d'altitude (pas de commentaire sur son impact). •En 2005, l'avalanche s'est déclenchée à 2010 mètres d'altitude puis s'est partagée en deux bras vers 1900 mètres d'altitude. Le bras sud s'est propagé jusqu'à 1550 mètres d'altitude et le bras nord 1590 mètres d'altitude (photo 18). •En février 2006, l'avalanche s'est déclenchée vers 1730 mètres d'altitude (pied de falaise) et s'est propagée jusqu'à 1620 mètres d'altitude. Elle a mobilisé une neige fraîche très humide, voire fondante. •En mars 2006, l'avalanche a été déclenchée par un skieur (plaque à vent) vers 1930 mètres d'altitude. Un autre skieur situé à l'aval a été emporté mais a pu se dégager seul de la coulée. L'avalanche a atteint l'altitude de 1700 mètres. Elle s'est produite suite à une chute de neige d'environ 50 centimètres et un fort vent. •En 2007, l'avalanche a été déclenchée accidentellement vers 1940 mètres d'altitude par un randonneur (secteur très pratiqué le jour de l'avalanche). La zone d'arrivée n'est pas précisée. Elle s'est produite au niveau d'une zone de forte accumulation liée à un très fort vent de nord-est. 	
A.2	-	De petits couloirs secondaires potentiellement avalancheux s'observent sur le versant de Chamechaude au niveau de la falaise intermédiaire située au sud du couloir principal. De petites coulées neigeuses sont possibles à leur niveau compte-tenu de la topographie et d'une végétation clairsemée.	Obs. terrain
A.3	-	Le sommet de La Pinéa fortement pentu peut connaître des avalanches se propageant dans la forêt de l'Essadey et de Plémont. Un petit couloir bordé par la falaise marquant la limite communale avec Quaix-en-Chartreuse semble plus particulièrement exposé. D'importantes accumulations de neige sont possibles sous l'effet du vent. D'après la mairie et un ancien garde ONF, aucune avalanche n'a toutefois été rapportée dans ce secteur.	Obs. terrain
A.4	-	Une zone enherbée fortement pentue occupe le sommet du versant de Plénom. Des coulées de neige peuvent s'y	Obs. terrain

III.6.3. Aménagements et ouvrages

Numéro de localisation	Type d'aménagement / ouvrage	Maître d'ouvrage	Observations
O.A.1	Râteliers	Non déterminé	Deux rangées de râteliers sont en place près du sommet du couloir d'avalanche principal de Chamechaude (photo 20). Non entretenus, ils présentent un état de dégradation très avancé (barreaux manquants, impacts de blocs, déstabilisation), ce qui les rend totalement inefficaces.
O.A.2	Râtelier	Non déterminé	Un râtelier est en place au niveau d'un couloir secondaire potentiellement avalancheux au sud du couloir principal. Il est précédé par un filet pareblocs (photo 21).

Tableau III.9: Aménagements et ouvrages de protection contre les avalanches recensées

III.6.4. L'aléa

Les couloirs avalancheux identifiés sur les versants de Chamechaude et de la Pinéa sont classés en **aléa fort (A3)** d'avalanche. Ces zones peuvent mobiliser de grandes quantités de neige et donner lieu à des avalanches importantes dotées de fortes pressions supérieures à 30 KPa. De plus, des avalanches de poudreuses sont possibles, notamment au niveau de Chamechaude, ce qui peut engendrer un effet de souffle supplémentaire très destructeur.

Les clairières de l'Huclas sont également classées en **aléa fort (A3)** d'avalanche, bien que la zone ne permette pas le stockage de neige (pas d'accumulation possible, car le secteur est très pentu et sans adhérence pour la neige). Bien que les épaisseurs de neige mobilisable soient relativement faibles, il est tenu compte que si une avalanche touche l'ensemble de ce secteur, un important volume de neige peut être déplacé et s'accumuler au pied des clairières, ce qui engendra des pressions importantes probablement supérieures à 30 Kpa.

En dehors des zones d'aléa fort, les parties sommitales des versants de Chamechaude et de La Pinéa sont considérées potentiellement avalancheuses du fait de pentes plutôt fortes et d'une absence de végétation. Elles ne présentent pas de couloirs d'avalanches préférentiels. Elles semblent plutôt exposées à des coulées de neige isolées et de faible importance, dont les pressions devraient rester inférieures à 30 KPa. Elles sont classées en **aléa moyen (A2)** d'avalanche.

Les zones d'extension maximales des couloirs d'avalanche de Chamechaude et de La Pinéa sont classées en **aléa moyen (A2)** d'avalanche, pour tenir compte notamment des effets de souffle en cas d'avalanche en aérosol.

La pente enherbée de Plénom est classée en **aléa moyen (A2)** d'avalanche. Concernée par à un faible bassin versant, les quantités de neige mobilisable sont très limitées. Les possibles coulées de neige seront donc, a priori, caractérisées par des pressions limitées inférieures à 30 Kpa.

IV. Bibliographie

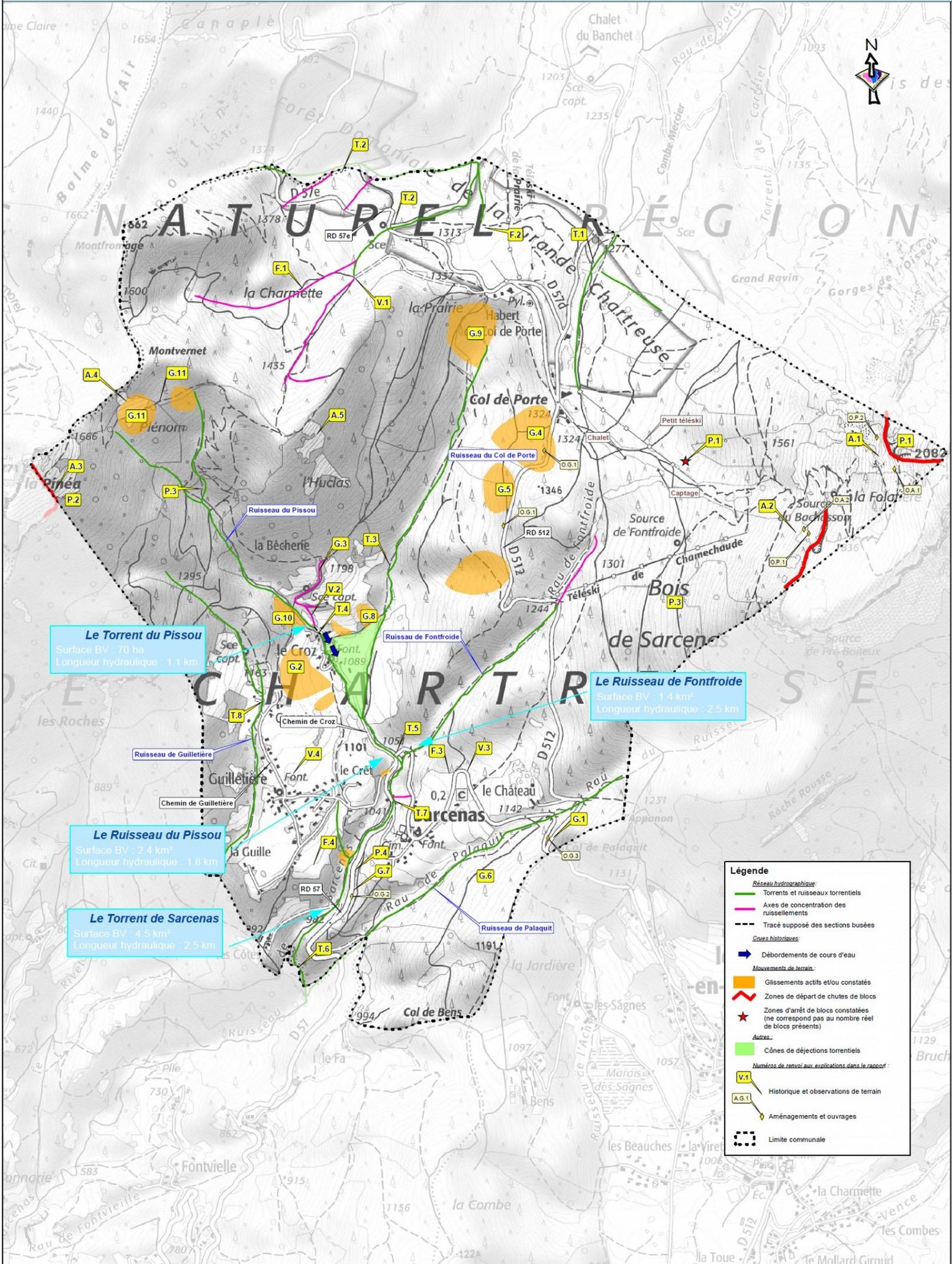
1. **Carte topographique** Massif de la Chartreuse Sud au 1/25 000 Feuille 3334 OT
2. **Carte géologique de la France** au 1/50 000 Feuille XXXIII-34 (Domène)
3. **Carte géologique de la France** au 1/50 000 Feuille XXXII-34 (Grenoble)
4. **Plan cadastral** au 1/5000 de la commune de Sarcenas
5. Orthophotoplans de la zone d'étude
6. SCAN 25 IGN
7. www.insee.fr
8. www.meteofrance.fr
9. www.prim.net
10. www.geoportail.fr
11. www.georisques.gouv.fr/
12. www.rtm-onf.ign.fr
13. www.infoterre.brgm.fr
14. www.avalanches.fr
15. Projet de PPRN de Sarcenas – Alp'Géorisques – août 2000

Cartes des aléas limitrophes

16. Projet de PPRN de Quaix-en-Chartreuse – novembre 1999
17. PPRN du Sappey-en-Chartreuse – RTM – 25 octobre 2004

V. Annexes

Annexe 1 Carte des phénomènes naturels



Annexe 2 Table des photos

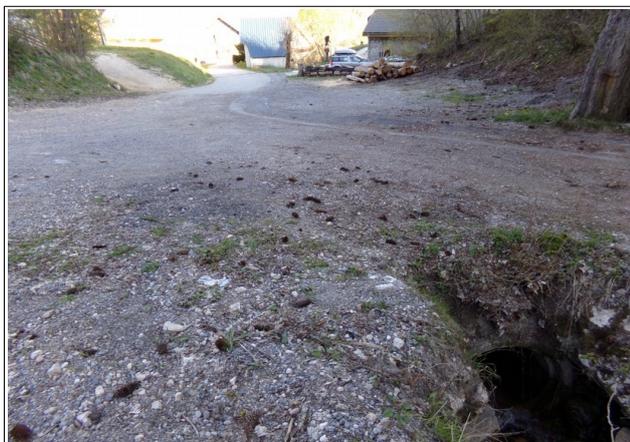


Photo 1: déboché du ruisseau du Pissou à l'amont du hameau de Croz.



Photo 2: ruisseau de Porte au niveau du pas de tir du site de biathlon.



Photo 3: entonnement du busage du ruisseau du Pissou à l'amont du hameau de Croz. On notera sa conception inadaptée face à des écoulements torrentiels.



Photo 4: franchissement de la RD57 par le ruisseau du Pissou.



Photo 5: chemin de La Pinéa sujet aux écoulements. Un fossé faiblement marqué est aménagé. Un étalement de l'eau sur la plateforme enneigée reste possible.



Photo 6: chemin drainant des écoulements à l'amont du hameau de Croz.



Photo 7: glissement de terrain dans une prairie à l'ouest du hameau de Croz. On notera la langue du glissement à l'aval du versant.



Photo 8: mur de soutènement dans le talus aval de la RD512 au niveau du Col de Porte.



Photo 9: zone chahutée à l'aval de la RD512 et présence d'eau (piste forestière à l'origine du glissement de 1990).

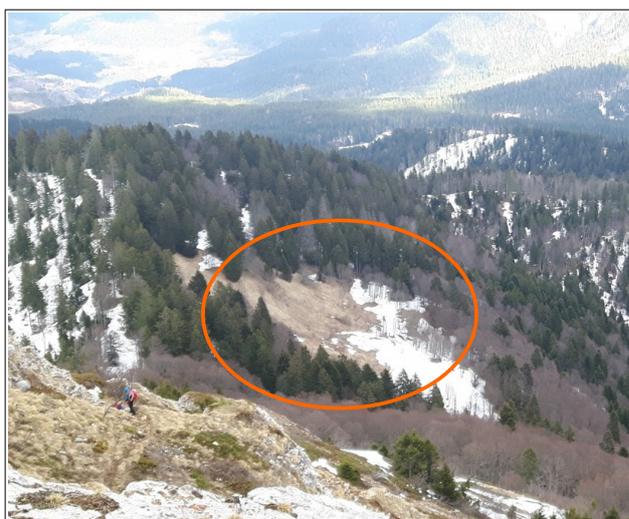


Photo 10: assise suspecte du terrain au sommet du versant de Plénom (chemin de La Pinéa).



Photo 11: zone suspecte au sommet du versant de Plénom.



Photo 12: sommet de Chamechaude, zone de départ des blocs dite de "La Cheminée".



Photo 13: présence de blocs au pied de Chamechaude, à la hauteur de l'avant-dernier pylône du téléski du Col de Porte.

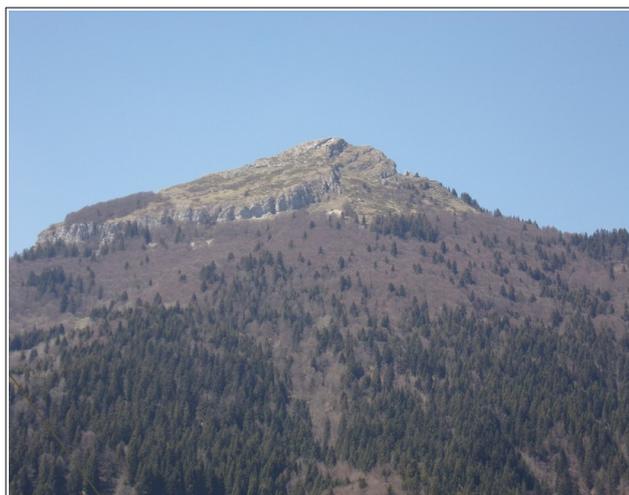


Photo 14: vue des falaises sommitales de La Pinéa et du versant aval.



Photo 15: observation d'un fontis au lieu-dit La Charmette.



Photo 17: signe d'affaissement sur les pistes de ski du Habert du Col de Porte.



Photo 16: couloir avalancheux de Chamechaude.

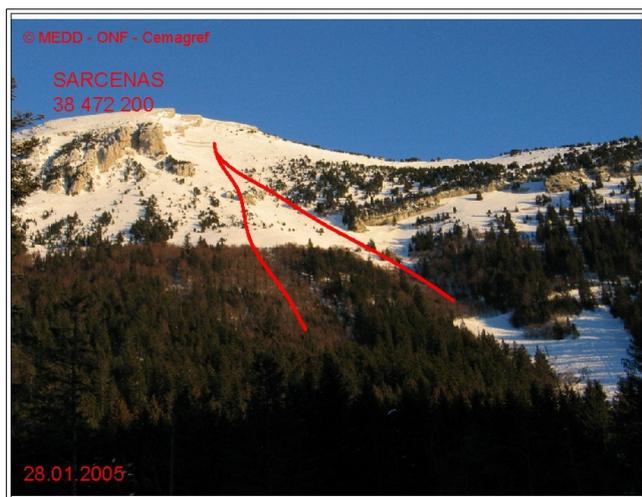


Photo 18: relevé du trajet de l'avalanche de Chamechaude de 2005 (source EPA).

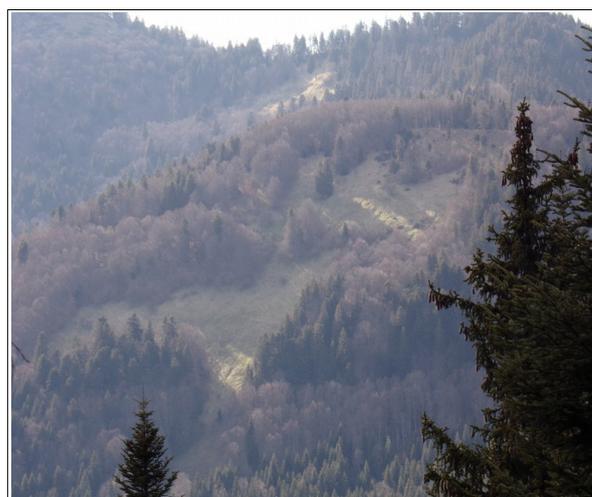


Photo 19: Au premier plan, clairières au sommet du versant de l'Huclas sujettes aux coulées de neige. En arrière plan, on distingue celle de Plénom.

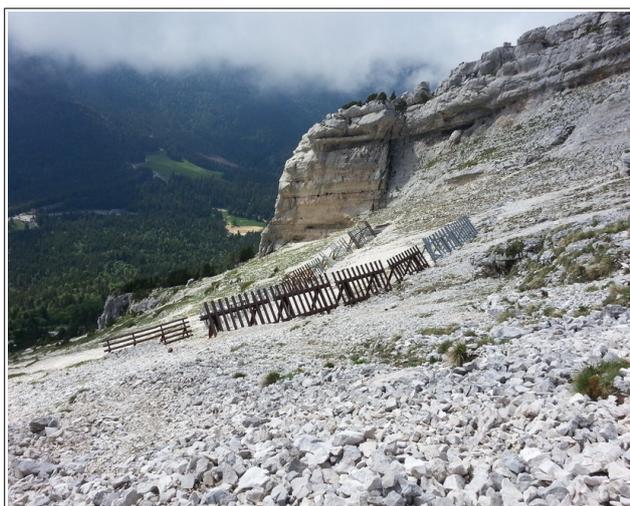


Photo 20: rangées de râteliers et de claies au sommet de Chamechaude. On notera leur état délabré.



Photo 21: râtelier au niveau d'un couloir secondaire potentiellement avalancheux. En arrière plan, on distingue également un filet pareblocs.

Annexe 3 Débits théoriques de crue centennale

Les exutoires des bassins versants pour lesquels un débit centennal a été calculé sont localisés et numérotés sur la figure suivante :

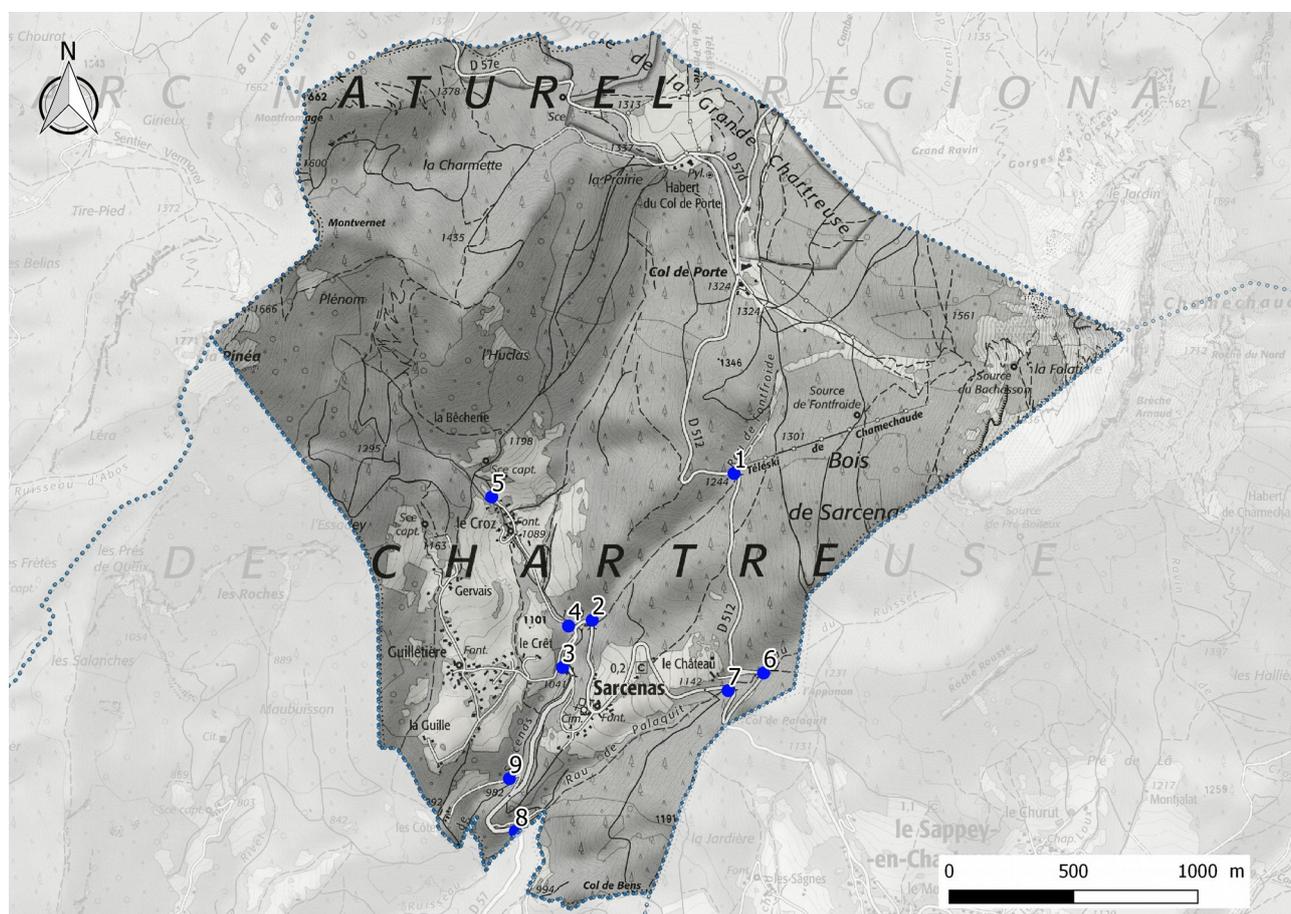


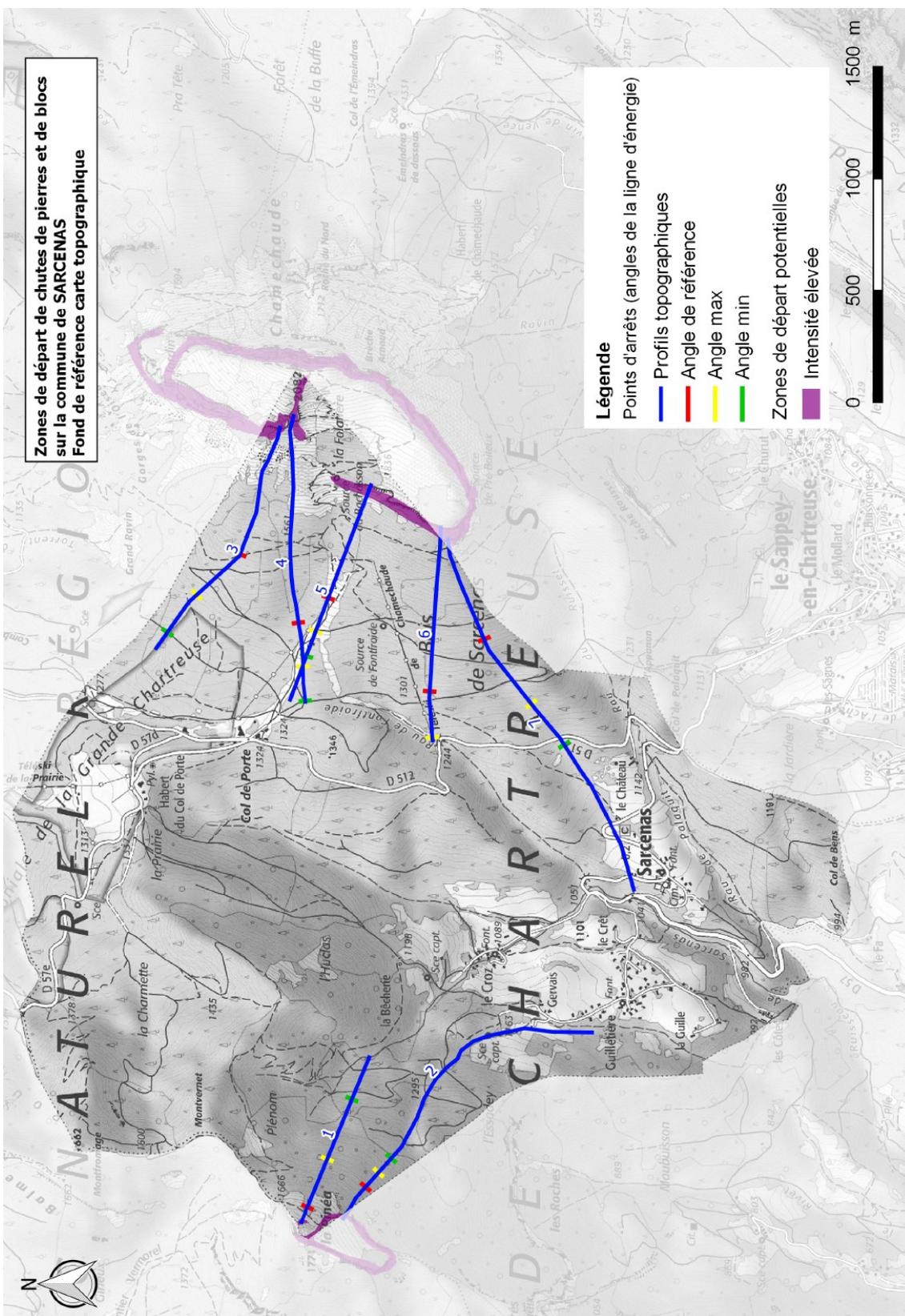
Illustration 1 : Localisation et numérotation des exutoires des bassins versants.

Les résultats intermédiaires de calculs et les débits centennaux estimés sont rassemblés dans le tableau suivant :

N° et nom du bassin versant	Surface du bassin versant (ha)	Longueur du plus long thalweg (m)	Altitude min (m)	Altitude max (m)	Tc (min)	Curve Number	Durée de pluie retenue (h)	Débit centennal (m ³ /s)
1	6,67	388,66	1245,00	1325,00	3	70	1,0	0,3
2	137,49	2502,33	1075,00	1813,00	23	72	1,0	4,3
3	415,71	2007,04	1037,00	1236,00	20	71	1,0	13,9
4	235,30	1805,62	1054,00	1236,00	18	71	1,0	8,4
5	69,99	1128,37	1121,00	1499,00	10	71	1,0	3,0
6	57,89	1087,63	1198,00	1584,00	10	71	1,0	2,0
7	62,01	1259,63	1159,00	1584,00	11	70	1,0	2,1

N° et nom du bassin versant	Surface du bassin versant (ha)	Longueur du plus long thalweg (m)	Altitude min (m)	Altitude max (m)	Tc (min)	Curve Number	Durée de pluie retenue (h)	Débit centennial (m³/s)
8	101,37	2377,20	962,00	1584,00	21	71	1,0	2,9
9	446,46	2541,33	979,00	1236,00	25	71	1,0	13,5

Annexe 4 Carte des zones de départ potentielles de chutes de blocs et profils



Commune : Sarcenas
 Profil : 1
 source profil : Scan 25

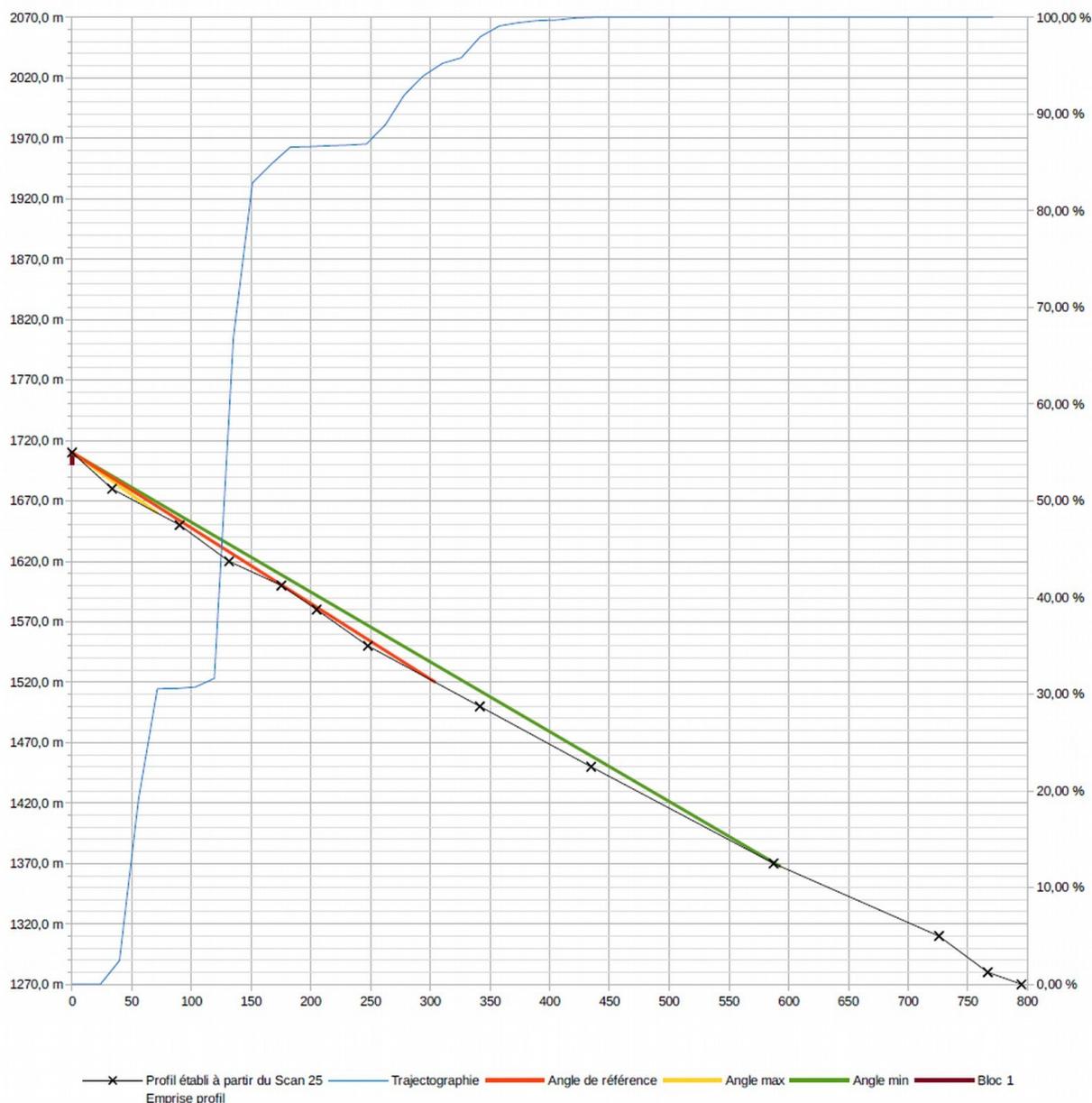
Point de départ		
	X	Z
départ	0	1710,0

β	X	Z
32°	304 m	1520 m
35°	72 m	1660 m
30°	593 m	1367 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	32°	0,0 m	1710,0 m
		304,2 m	1519,9 m
Angle max	35°	0,0 m	1710,0 m
		71,8 m	1659,7 m
Angle min	30°	0,0 m	1710,0 m
		593,3 m	1367,4 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	0 m	1710 m
	0 m	1700 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	325,9 m	
99,99 %	453,1 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 2
 source profil : Scan 25

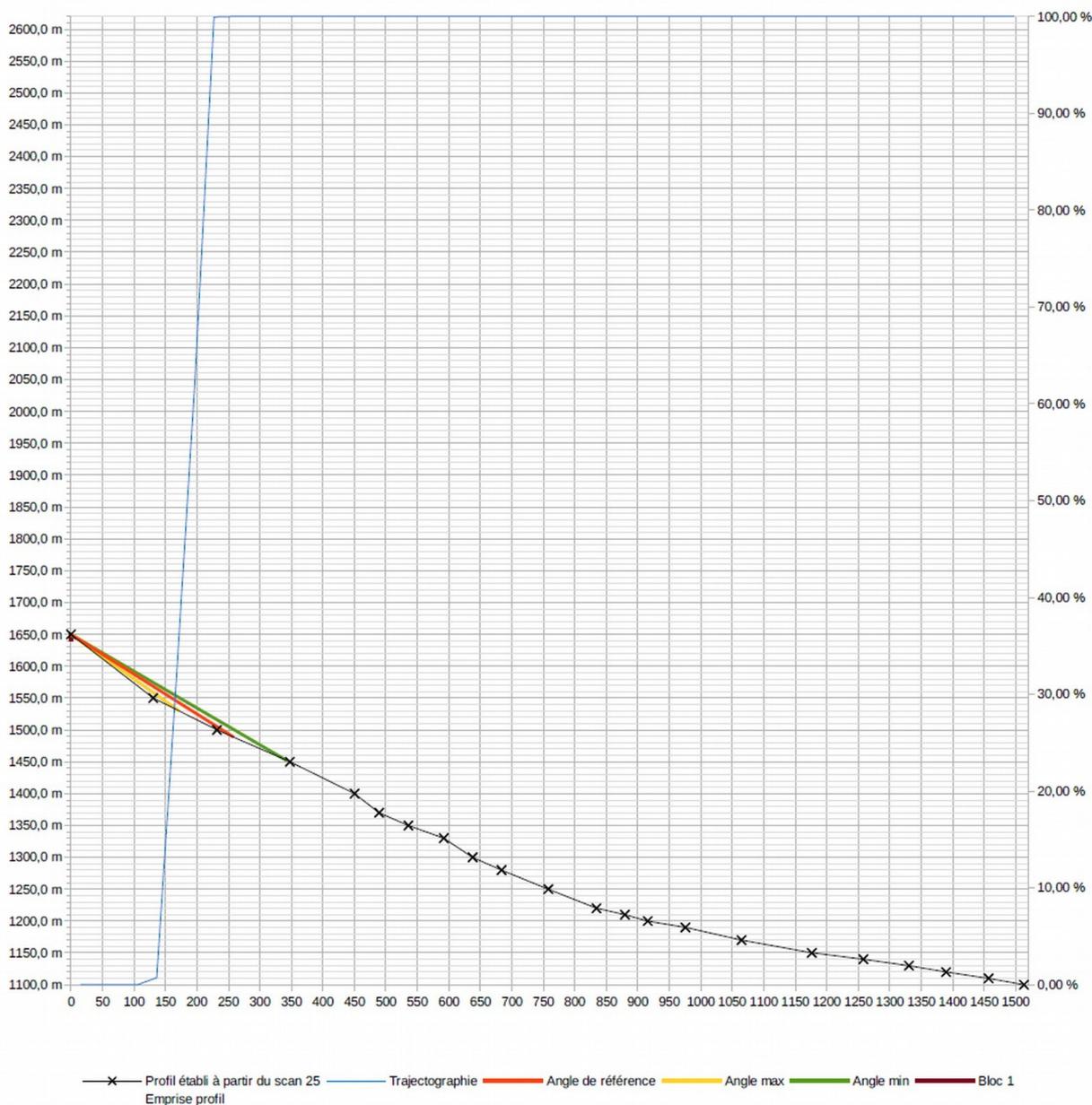
Point de départ		
	X	Z
départ	0	1650,0

β	X	Z
32°	258 m	1488 m
35°	172 m	1529 m
30°	343 m	1452 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	32°	0,0 m	1650,0 m
		258,5 m	1488,5 m
Angle max	35°	0,0 m	1650,0 m
		172,1 m	1529,5 m
Angle min	30°	0,0 m	1650,0 m
		342,7 m	1452,2 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	0 m	1650 m
	0 m	1640 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	257,2 m	
99,99 %	287,5 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 3
 source profil : Scan 25

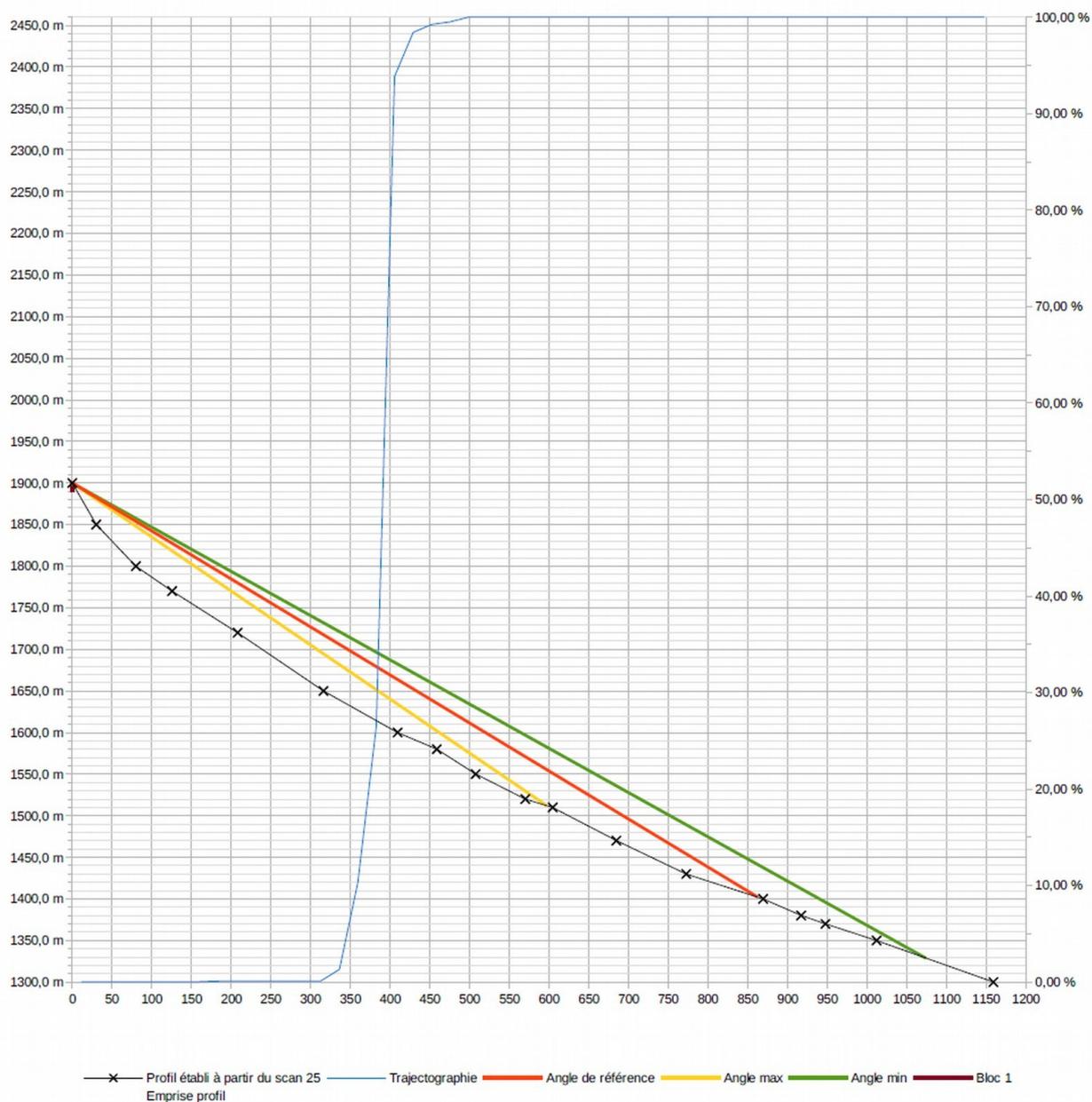
Point de départ		
	X	Z
départ	0	1900,0

β	X	Z
30°	862 m	1402 m
33°	597 m	1512 m
28°	1074 m	1329 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	30°	0,0 m	1900,0 m
		862,3 m	1402,2 m
Angle max	33°	0,0 m	1900,0 m
		597,4 m	1512,1 m
Angle min	28°	0,0 m	1900,0 m
		1074,2 m	1328,8 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	0 m	1900 m
	0 m	1890 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	452,0 m	
99,99 %	521,6 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 4
 source profil : Scan 25

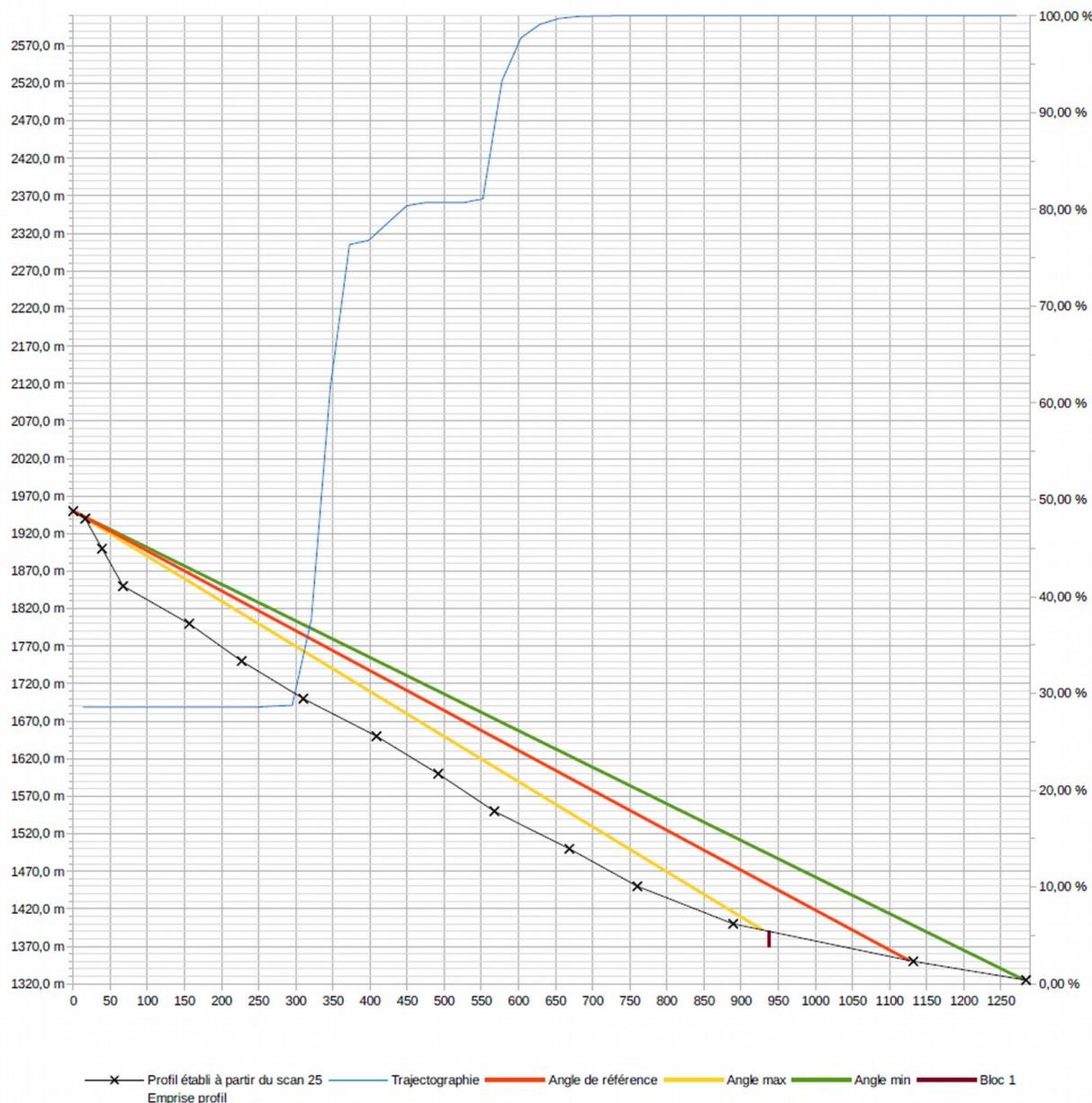
Point de départ		
	X	Z
départ	0	1950,0

β	X	Z
28°	1126 m	1351 m
31°	929 m	1392 m
26°	1280 m	1326 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	28°	0,0 m	1950,0 m
		1126,2 m	1351,2 m
Angle max	31°	0,0 m	1950,0 m
		929,0 m	1391,8 m
Angle min	26°	0,0 m	1950,0 m
		1280,3 m	1325,6 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	938 m	1390 m
	938 m	1370 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	629,0 m	
99,99 %	757,4 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 5
 source profil : Scan 25

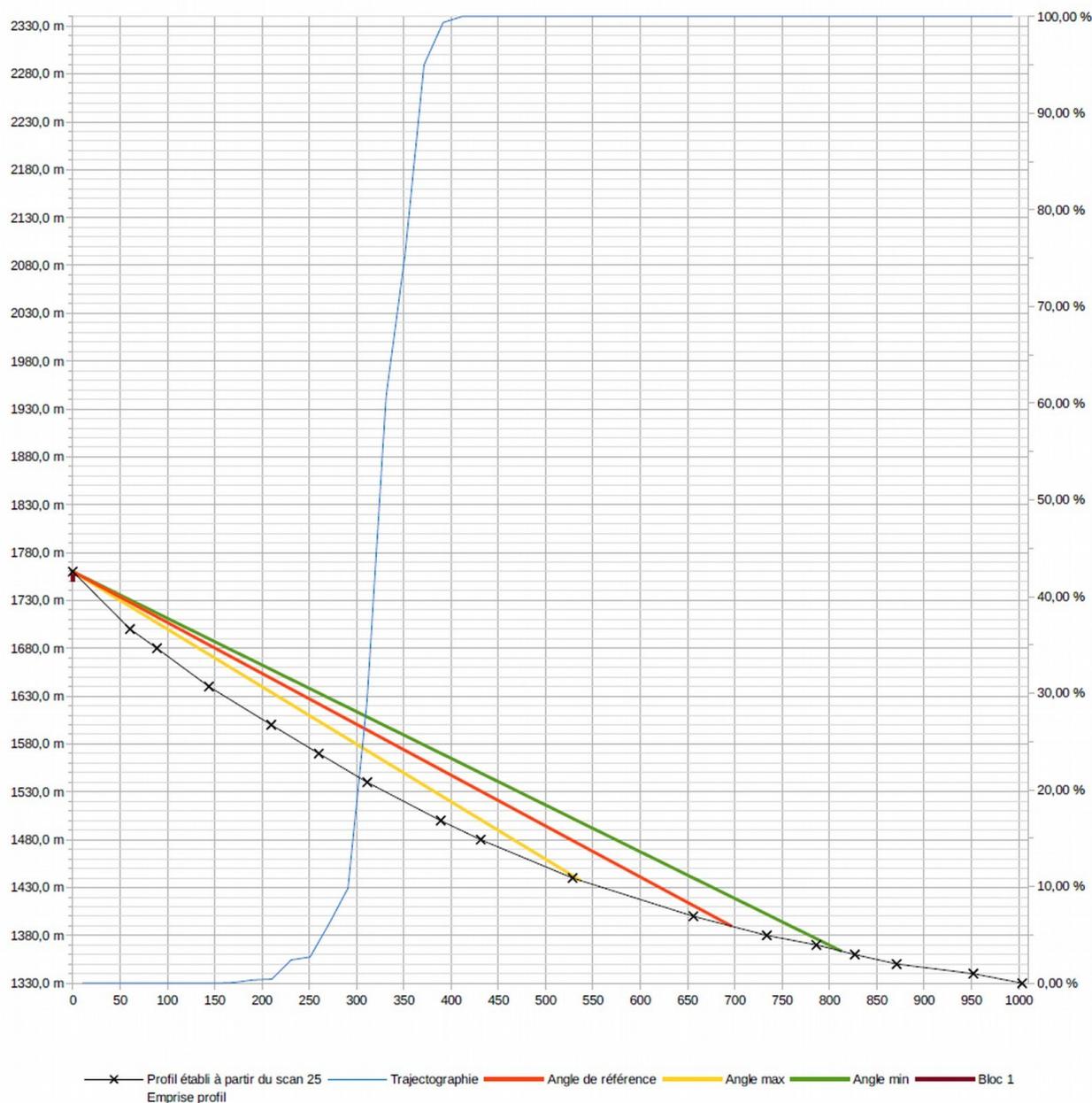
Point de départ		
	X	Z
départ	0	1760,0

β	X	Z
28°	697 m	1390 m
31°	537 m	1437 m
26°	813 m	1363 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	28°	0,0 m	1760,0 m
		696,7 m	1389,5 m
Angle max	31°	0,0 m	1760,0 m
		537,1 m	1437,3 m
Angle min	26°	0,0 m	1760,0 m
		813,3 m	1363,3 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	0 m	1760 m
	0 m	1750 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	411,5 m	
99,99 %	431,5 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 6
 source profil : Scan 25

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1750,0

β	X	Z
28°	940 m	1250 m
31°	733 m	1310 m
26°	0 m	1750 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	28,0	0,0 m	1750,0 m
		940,4 m	1250,0 m
Angle max	31,0	0,0 m	1750,0 m
		732,6 m	1309,8 m
Angle min	26,0	0,0 m	1750,0 m
		0,0 m	1750,0 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	8 m	1740 m
	8 m	1730 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	457,8 m	
99,99 %	494,5 m	



Commune : Sarcenas
 Profil : 7
 source profil : Scan 25

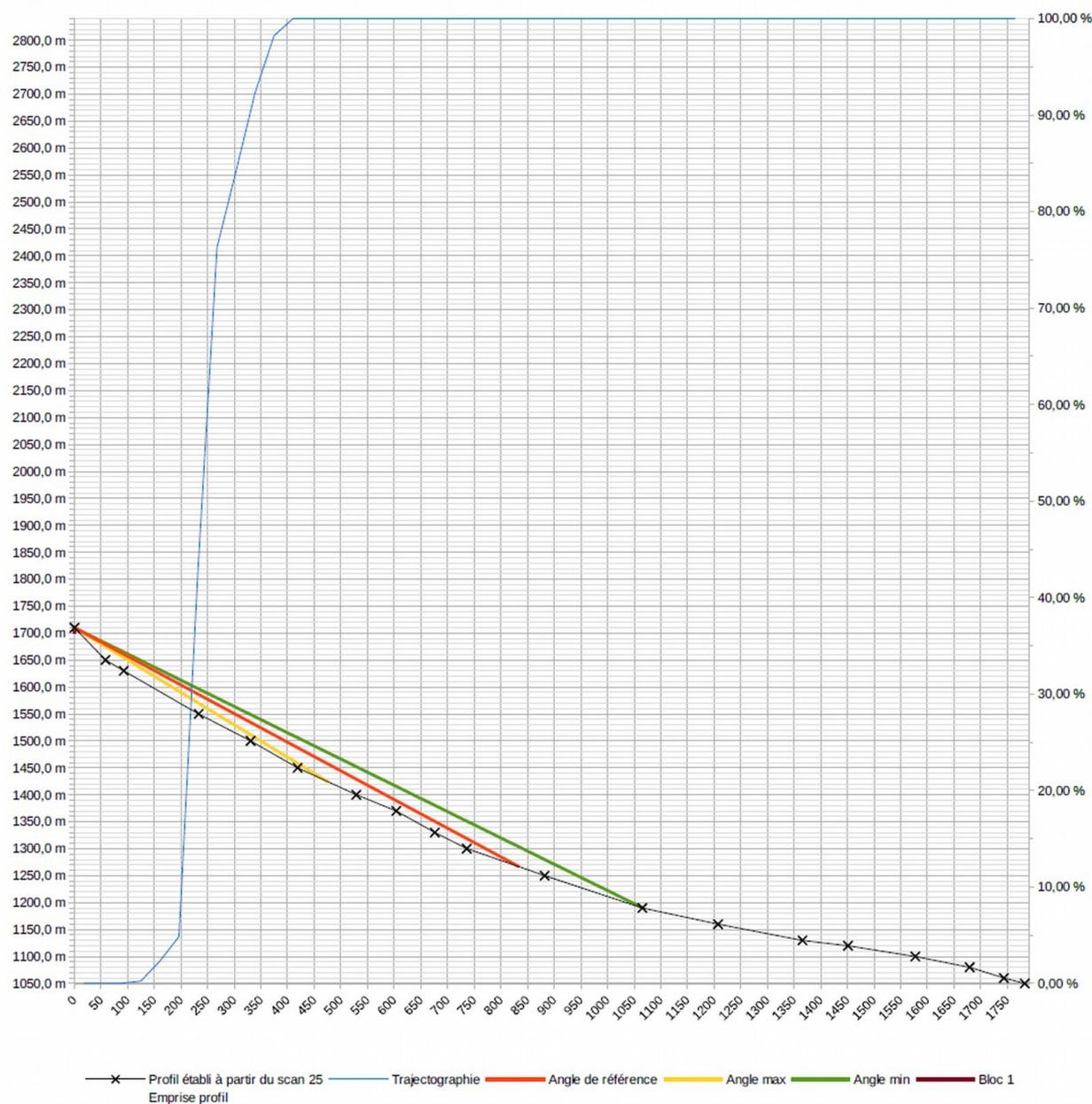
Point de départ		
départ	X	Z
	0	1710,0

β	X	Z
28°	834 m	1266 m
31°	476 m	1424 m
26°	1067 m	1190 m

Angles ligne d'énergie			
	Angle	X	Z
Estimation angle max	3°	par rapport à β	
Estimation angle min	-2°	par rapport à β	
Angle de référence	28°	0,0 m	1710,0 m
		834,5 m	1266,3 m
Angle max	31°	0,0 m	1710,0 m
		476,3 m	1423,8 m
Angle min	26°	0,0 m	1710,0 m
		1066,6 m	1189,8 m

Blocs observés		
numéro	X	Z
Bloc 1	0 m	1710 m
	0 m	1700 m

Trajectographie : arrêt des blocs		
95,00 %	410,1 m	
99,99 %	445,7 m	





ALP'GEORISQUES - Z.I. - 52, rue du Moirond - Bâtiment Magbel - 38420 DOMENE - FRANCE
Tél. : 04-76-77-92-00 Fax : 04-76-77-55-90
sarl au capital de 18 300 €
Siret : 380 934 216 00025 - Code A.P.E. 7112B
N° TVA Intracommunautaire : FR 70 380 934 216
Email : contact@alpgeorisques.com
Site Internet : <http://www.alpgeorisques.com/>



GÉOTECHNIQUE - RISQUES NATURELS

ALPES-GÉO-CONSEIL – Saint-Philibert - 73670 SAINT-PIERRE-D'ENTREMONT - FRANCE
Tél. : 04-76-88-64-25
SARL – SCOP au capital variable
Siret : 413 775 495 000 26 - Code A.P.E. 7112B
N° TVA Intracommunautaire : FR37 413 775 495
Email : postmaster@alpesgeoconseil.com
Site Internet : <http://alpesgeoconseil.com>