



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

Commune de Mont-Saint-Martin

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 Mont-Saint-Martin		
Titre	Carte des aléas		
Fichier	rapport_Mont-Saint-Martin_V3.0.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	03/04/18	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 Mont-Saint-Martin

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.....	17
III. QUALIFICATION DES ALÉAS SUR LE TERRITOIRE.....	17
III.1. L'aléa crue des torrents et ruisseaux torrentiels.....	18
III.1.1. Scénarios types sur le territoire.....	18
III.1.2. Historique et observations de terrain.....	20
III.1.3. Aménagements et ouvrages.....	20
III.1.4. L'aléa.....	20
III.2. L'aléa ruissellement sur versant et ravinement.....	21
III.2.1. Scénarios types sur le territoire.....	21
III.2.2. Événements historiques et observations de terrain.....	22
III.2.3. Aménagements et ouvrages.....	23
III.2.4. L'aléa.....	24
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.....	25
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.....	29
III.4.4. L'aléa.....	29
III.5. L'aléa effondrement de cavités souterraines.....	31
III.5.1. Scénarios types sur le territoire.....	31

III.5.2. Historique et observations de terrain.....	31
III.5.3. Aménagements et ouvrages.....	32
III.5.4. L'aléa.....	32
III.6. L'aléa avalanche.....	32
III.6.1. Scénarios types sur le territoire.....	32
III.6.2. Historique et observations de terrain.....	33
III.6.3. Aménagements et ouvrages.....	33
III.6.4. L'aléa.....	33
IV. BIBLIOGRAPHIE.....	35
V. ANNEXES.....	36

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 Mont-Saint-Martin 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 Mont-Saint-Martin 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 Mont-Saint-Martin.

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

Les phénomènes cartographiés sur la commune de Mont-Saint-Martin 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 1.1: 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 juin 2017 par Eric PICOT, chargé 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 1^{er} août 2017, en présence de Yannick Robert.

II. Présentation de la commune

II.1. Situation

La commune de Mont-Saint-Martin se situe au sein du massif de la Chartreuse à environ 10 kilomètres au nord de Grenoble (Figure II.1: périmètre de la zone d'étude). Elle est administrativement rattachée au canton de Grenoble 2 et à l'arrondissement de Grenoble. Elle fait partie de la métropole Grenoble Alpes Métropole.

II.2. Cadre géographique et naturel

La commune de Mont-Saint-Martin s'étend sur 531 ha. Elle occupe un territoire montagneux enclavé entre l'arrête rocheuse de l'Eglise et la crête de Côte-Charvet. Elle domine la vallée de l'Isère en surmontant la commune de Fontanil-Cornillon. De forme allongée, elle s'étire jusqu'au Rocher-de-Chalves (1844 mètres) et le secteur des Banettes qui donne accès aux vallons perchés de Lorzier et de la Grande-Sure.

Le territoire communal présente une topographie globalement très accidentée, marquée par des pentes fortes et la présence de plusieurs falaises imposantes. Celles du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves soulignent la bordure communale Est en formant une barrière naturelle continue qui renforce le caractère enclavé de la commune.

Une zone topographiquement moins marquée se dessine au centre de la commune. Elle se présente sous la forme d'un balcon veillant sur la vallée de l'Isère. Orienté vers le sud-ouest, cette assise topographique en forme d'amphithéâtre offre une vue dégagée sur une partie du Bassin Grenoblois et la chaîne du Vercors. Ce secteur accueille le village de Mont-Saint-Martin et les hameaux de Namière et Colavière qui disposent ainsi d'un cadre environnemental très favorable.

Située en marge de l'agglomération grenobloise, la commune s'inscrit dans un milieu fortement naturel. Une route unique de huit kilomètres (RD105d) la dessert depuis Fontanil-Cornillon. étroite et sinueuse, elle est relativement contraignante en termes de déplacements et contribue ainsi à la sauvegarde de ce territoire de montagne.

La forêt prédomine sur les versants. Une grande partie est communale ou domaniale et fait l'objet d'une gestion sylvicole. Des prairies occupent plus généralement les alentours du village et plusieurs clairières sont entretenues dans les bois à la faveur de petits replats. Ces espaces enherbées permettent le maintien de troupeaux et la production de fourrage pour l'hiver. Enfin, un alpage occupe la pointe nord de la commune (secteur des Banettes).

Les altitudes sont élevées. Elles s'étagent entre environ 500 mètres en limite communale avec Fontanil-Cornillon et 1844 mètres au sommet du Rocher-de-Chalves.

La commune dépend presque entièrement du bassin versant du ruisseau de Lanfrey. Ses limites communales correspondent approximativement avec celles de ce bassin versant. Seule l'extrémité nord de son territoire est drainée vers le torrent de La Roize, qui prend sa source au niveau des Banettes. Le ruisseau de Lanfrey est l'unique cours d'eau permanent de Mont-Saint-Martin. Il prend sa source au pied du Rocher-de-Chalves selon deux bras qui se rejoignent rapidement. Il

s'écoule en direction du village, puis de la commune de Fontanil-Cornillon. Des combes sont également présentes mais correspondent plutôt à des axes hydrauliques intermittents fonctionnant en période humide. On citera celles du versant d'Espagne et de Côte-Charvet.

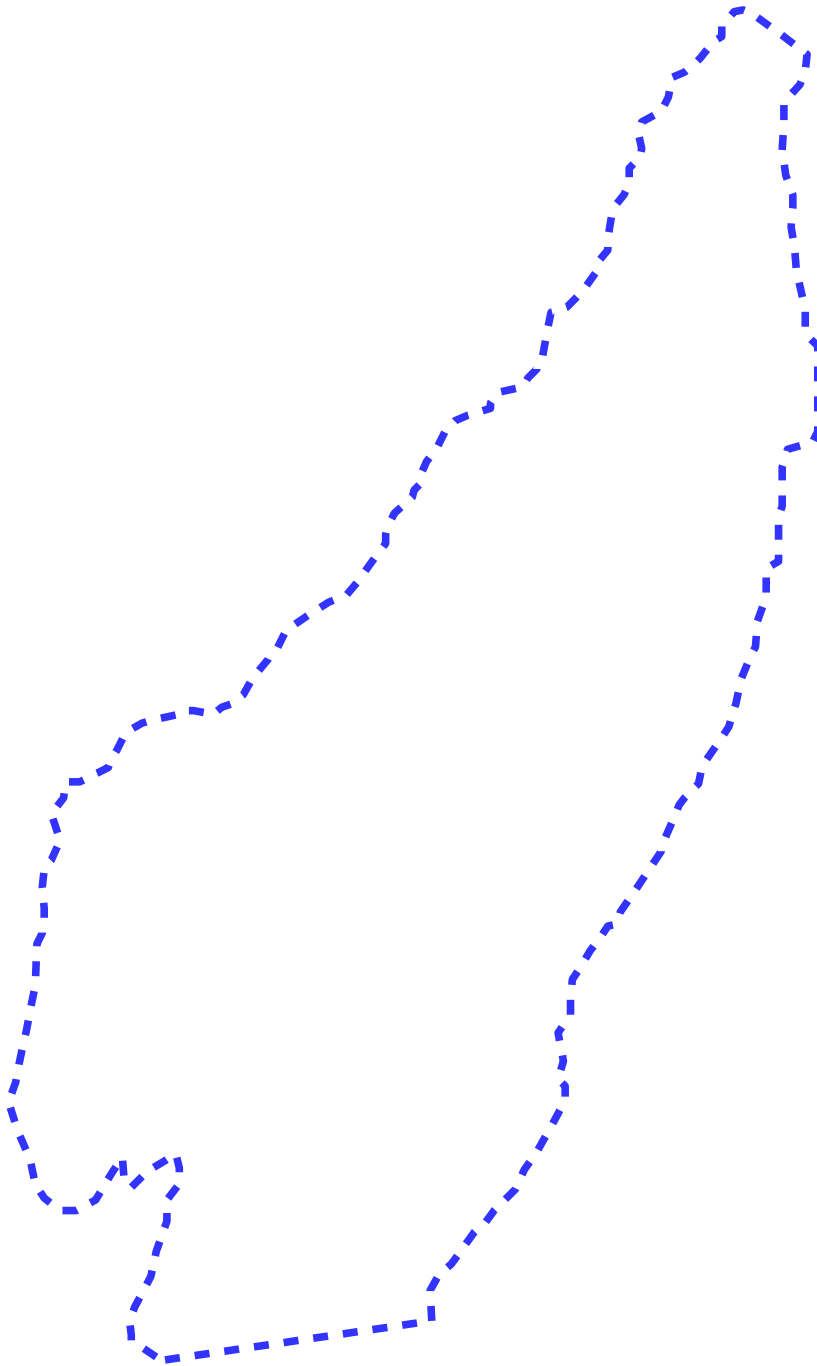


Figure II.1: périmètre de la zone d'étude

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 (orogénèse 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 sa partie occidentale 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 nombreux dépôts molassiques plus ou moins grossiers, d'âge Miocène (Tertiaire supérieur) et, selon les apports et les conditions de sédimentation, à la formation de marnes.

Une intense activité tectonique s'est ensuite manifestée, affectant cet ensemble sédimentaire (formations secondaires et tertiaires). Les déformations infligées aux formations géologiques ont entraîné l'apparition de plissements (synclinaux et anticlinaux) et de chevauchements accompagnés d'une fracturation intense (failles, décrochements, fissurations diverses, 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 glaciaires qui ont chacun conduit à la formation de nouveaux dépôts et également contribué au modelage du massif (érosion glaciaire). 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 également 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 cavités) 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 :

- Les calcaires inférieurs du Fontanil (Valanginien) se présentant en bancs de 0,5 à 2 mètres d'épaisseur à joints fins marno-calcaires. Leur puissance est de 200 à 300 mètres. On les rencontre sur les bordures ouest et sud de la commune où ils affleurent souvent en falaise.
- Les calcaires roux supérieurs du Fontanil (Valanginien), d'une puissance totale de 200 mètres, composés d'une roche fine à patine beige roussâtre. Ils se présentent sous une forme assez massive d'une centaine mètres d'épaisseur, surmontée par des couches plus litées à joints marno-calcaires, voire alternant avec des lits de marnes. On les rencontre au centre de la commune et sur sa bordure ouest où ils forment des falaises (Pas-de-l'Âne et crête de Côte-Charvet).
- Des couches à silex (Valangien terminal) terminent la série Valangienne. D'une puissance

de 50 mètres, elles forment un talus raide constitué de bancs irréguliers de 0,1 à 0,5 mètre d'épaisseur, séparés par des joints marno-calcaires. Elles se rencontrent sur le versant dominant Le Fontanil-Cornillon (sud du village, en rive droite du Lanfrey), à flanc de versant de Côte-Charvet et dans la partie sommitale de la combe du Lanfrey (secteurs du Fournets et des Bannettes).

- Une série de formations de l'Hauterivien où l'on rencontre successivement une couche de 20 mètres d'épaisseur maximum de marne noire chargée à sa base en granules glauconieuses (Hauterivien basal), un calcaire lité noir un peu siliceux (hauterivien inférieur), puis un niveau marno-calcaire à miches et à spatangues de 50 à 100 mètres de puissance. Le calcaire noir se présente en bancs réguliers de 0,2 à 0,5 mètre d'épaisseur alternant avec des lits marno-calcaires minces. Sa puissance est d'environ 150 mètres. Il passe progressivement au niveau marno-calcaire en voyant l'épaisseur de ses bancs se réduire à 20 centimètres et s'espacer d'autant avec intercalation de bancs marno-calcaires. Cet ensemble se rencontre au pied des chaînons du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves. Il est fréquemment recouvert d'éboulis issus des falaises urgoniennes le surmontant.
- La masse inférieure urgonienne (Barrémien) d'une puissance de 200 à 250 mètres formant les falaises du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves. Il s'agit d'un calcaire blanc plutôt massif en son cœur mais pouvant présenter un aspect très décomprimé et fracturé à l'affleurement. Au niveau du Rocher-de-l'Eglise, une partie de la masse urgonienne coiffant les falaises forme une brèche calcaire composée de blocs de toutes tailles liés par un ciment calcaire (brèche ancienne antérieure aux glaciations du quaternaire, formée à la suite d'un éboulement très conséquent à une époque où le massif de la Chartreuse avait une tout autre configuration topographique). Des éléments de brèche éboulés en pied de falaise ont donné lieu, au Moyen-Âge, à l'ouverture de carrières de meules (Meulière des Dauphins).

II.3.2. Les formations tertiaires

Les formations tertiaires sont absentes du territoire de Mont-Saint-Martin. On les rencontre dans la vallée voisine de Proveysieux et sur le flanc ouest de la Chartreuse où elles se présentent sous la forme de molasse sableuse et de molasse caillouteuse (poudingue).

II.3.3. Les formations quaternaires

- Des placages morainiques tapissent les versants du village et de ses alentours. Seule l'époque glaciaire du Würm est représentée. Il s'agit de matériaux gravelo-argileux charriés puis abandonnés sur place par les glaciers à leur fonte.
- Des éboulis stabilisés occupent le pied des falaises du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves. D'origine probablement périglaciaire, ils continuent à être alimentés par des chutes de blocs régulières provenant des falaises amont.
- Des zones d'épandages ébouleux occupent la partie aval de la combe supérieure du ruisseau de Lanfrey et le pied d'une combe de Côte-Charvet. Similaires à des cônes de déjections torrentiels, mais reposant sur des pentes fortes, il s'agit d'éboulis mobilisés puis redéposés par le réseau hydrographique en crue.

L'extrait de carte géologique et les coupes géologiques suivantes soulignent la complexité de l'agencement des formations géologiques, liée aux fortes contraintes tectoniques subies lors de l'orogénèse alpine.

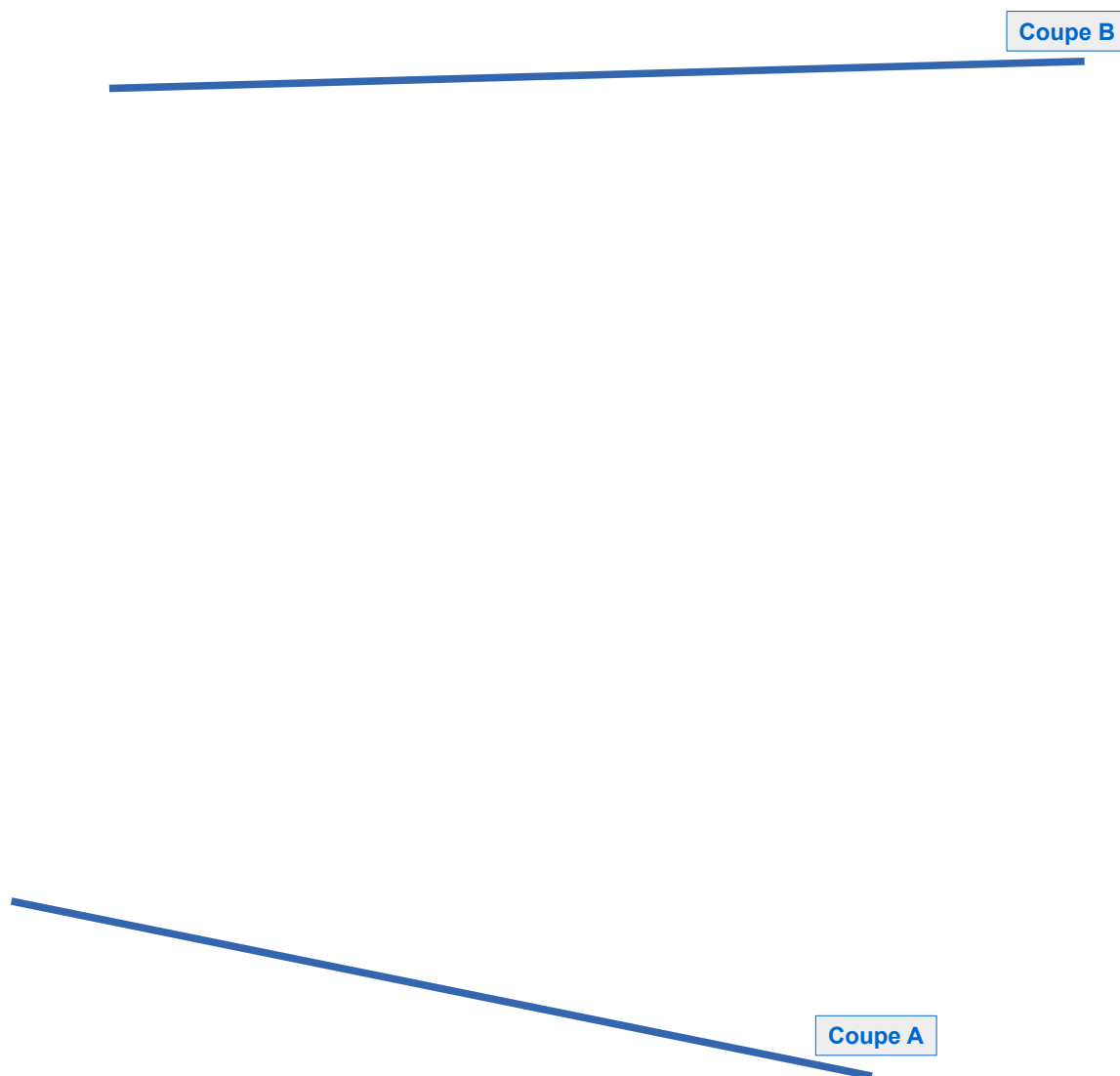


Figure II.2: extrait de la carte géologique.

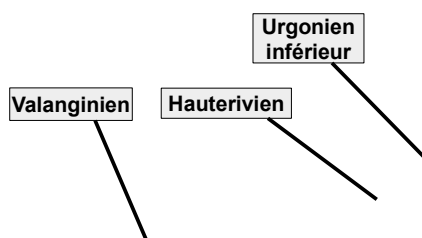


Figure II.3: coupe géologique A à la hauteur du village.

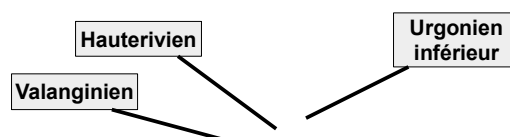


Figure II.4: coupe géologique B à la hauteur du secteur des Bannettes (nord de la commune).

II.3.4. Sensibilité des formations géologiques aux phénomènes naturels

Les formations géologiques de couverture (placages morainiques, couches superficielles altérées du substratum, etc.) 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 forte quantité dans les formations. Elle abonde généralement au sein des placages morainiques et dans les couches très altérées du substratum. Au sein des niveaux marneux elle favorise le délitage et l'effritement de la roche et constitue une faiblesse notamment au niveau du jointement des plans de stratification. Ses propriétés mécaniques médiocres 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 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 voisins.

II.4. Sources d'informations

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

Source	Nature	Date de la consultation
Commune de Mont-Saint-Martin	Événementiel (rendez-vous en commune)	12 juillet 2017
RTM	Fiches événements, études, photos, R111-3 de 1973	Mai et juin 2017
Alp'Géorisques	Carte des aléas de Mont-Saint-Martin – juin 2008	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 Mont-Saint-Martin est drainée par un unique ruisseau prenant sa source au pied du Rocher-de-Chalves (ruisseau de Lanfrey). Ce cours d'eau emprunte une combe encaissée et très pentue sur le haut de son parcours, jusqu'aux prairies des Combes. A ce niveau, il traverse une zone de dépôts torrentiels qui occupe quasiment tout le fond de sa combe. Puis il se dirige en direction du village de Mont-Saint-Martin en parcourant un vallon relativement ouvert. Il contourne le village par le nord, puis il plonge en direction du bourg de Fontanil-Cornillon.

Le ruisseau de Lanfrey traverse des terrains généralement sensibles à l'érosion. Il est donc susceptible d'affouiller ses 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 puisage extrême de matériaux ou de glissement de terrain atteignant son lit. Dans sa partie amont il traverse plutôt d'anciens éboulis qu'il peut mobiliser et charrier jusqu'au niveau des prairies du lieu-dit Les Combes. Les dépôts occupant l'exutoire de sa combe sont notamment constitués de matériaux de ce type et de plus gros blocs. Dans sa partie aval, il traverse des terrains morainiques également fortement érodables (matériaux graveleux et terreux). Sa pente en long est relativement constante et soutenue au niveau de Mont-Saint-Martin, puis très forte dans le franchissement du versant dominant le bourg de Fontanil-Cornillon. Mis à part le secteur des Combes, on ne note pas vraiment de zone de dépôt sur le territoire de Mont-Saint-Martin. A l'aval des Combes, le transport solide tend donc à transiter en direction du bourg de Fontanil-Cornillon.

Le ruisseau de Lanfrey traverse 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 crues, ce qui les obstrue. Des ouvrages largement dimensionnés peuvent ainsi s'avérer totalement inopérants en période de crue.

Les débits centennaux théoriques du cours d'eau ont été estimés au droit des enjeux potentiellement vulnérables de la commune (franchissement de chemins). 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.

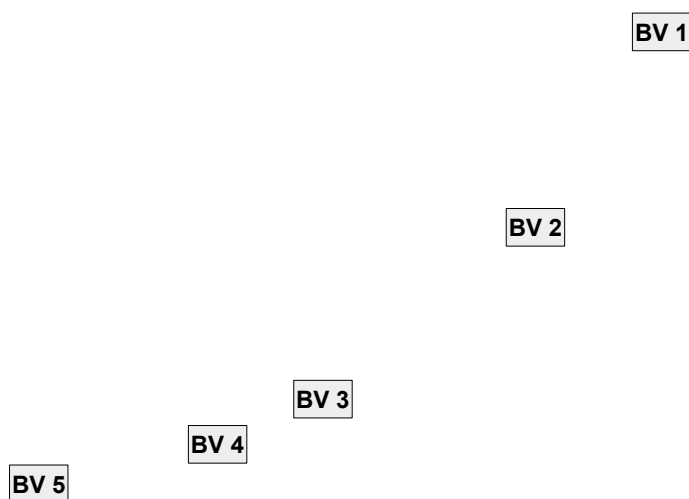


Figure III.1: périmètre des sous-bassins versants du ruisseau de Lanfrey.

N° Bassin Versant (BV)	Superficie (ha)	Débit décennal Q10 (m ³ /s)	Débit centennal Q100 (m ³ /s)
1	122,64	1,5	5,3
2	160,63	1,8	6,6
3	271,67	2,7	10,2
4	312,91	3,2	11,9
5	376,29	4	14,1

Tableau III.1: superficies et débits des principaux bassins versants de la commune.

III.1.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
-	2/09/1783	Une crue du ruisseau de Lanfrey est rapportée dans les archives avec des dégâts occasionnés au village de Fontanil-Cornillon (maisons inondées et phénomènes de destruction).	Arch. RTM
T.1	1930, 6/06/2002 et 23/08/2005	En 1930, suite à un violent orage, le ruisseau de Lanfrey a débordé sur son cône de déjections au niveau du lieu-dit Les Combes. Environ 40 ares de champs ont été engravés, et deux chemins ruraux ainsi que des terrains situés à l'aval des zones engravées ont été ravinés. En 2002 et 2005, le ruisseau de Lanfrey a connu de fortes crues qui ont occasionné des phénomènes de ravinement dans sa combe supérieure et des engravements à son exutoire, jusqu'à l'altitude 1000 mètres.	Mairie, Arch. RTM
T.2	-	De nombreux dépôts torrentiels occupent la partie aval de la combe supérieure du ruisseau de Lanfrey (photos 1 et 2). Ils témoignent des débordements historiques du cours d'eau. A ce niveau, la combe s'élargit et le lit du ruisseau est parfois peu marqué voire effacé par les dépôts. En cas de fort débit, le ruisseau peut occuper le fond de sa combe sur plusieurs dizaines de mètres de large. Plusieurs axes préférentiels d'écoulement sont visibles, en particulier au niveau des chemins forestiers parcourant ce secteur. Selon les obstacles se formant en cours de crue, les écoulements peuvent également divaguer d'une façon plus généralisée sur les prairies situées à l'aval de la combe. Ces dernières présentent une micro-topographie qui ne permet pas de définir très précisément les cheminements de l'eau. Les terrains compris entre les deux chemins forestiers desservant ce secteur sont donc considérés comme étant inondables, sachant que certains points hauts peuvent être localement épargnés.	Obs. terrain
T.3	Vers 2000	Une crue du ruisseau de Lanfrey a fortement raviné la route des Captages entre le hameau de Namière et le lieu-dit Les Combes.	Obs. terrain
T.4, T.5, T.6	-	A partir du hameau de Namière, le ruisseau de Lanfrey est relativement bien contenu dans son lit (photo 3). Seuls les franchissements de la route des hameaux de Colavière (T.4 – photo 4) et de Namière (T.5) et celui de la RD105d (T.6 – photo 5) apparaissent vulnérables aux crues. Le ruisseau peut surverser sur les chaussées du fait du risque d'embâcle et de sections d'ouvrages étroites.	Obs. terrain

Tableau III.2: 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

Le lit mineur du ruisseau de Lanfrey est classé en **aléa très fort (T4)** de crue torrentielle selon des bandes de 10 mètres de large de part et d'autre de son axe d'écoulement, soit 20 mètres au total.

Ce niveau d'aléa a également été affiché au niveau d'un ancien chemin du lieu-dit Les Combes où les débordements peuvent se concentrer (ancien chemin parallèle à la piste forestière actuelle des Meulières).

Des débordements marqués et relativement étendus sont possibles uniquement au niveau du lieu-dit Les Combes. Ils sont classés en aléa fort à faible selon les critères d'intensité et de probabilité d'atteinte identifiés sur le terrain, en tenant compte de la superficie du bassin versant et du débit centennal prévisible (5,3 m³/s), ainsi que du profil du terrain (secteur encombré par d'anciens dépôts torrentiels et présentant divers cheminements possibles pour les débordements).

- Les zones de débordements proches de l'axe d'écoulement habituel du ruisseau sont classés en **aléa fort (T3)** de crue torrentielle. Il s'agit des secteurs les plus directement exposés aux divagations torrentielles où le ruisseau peut facilement quitter son lit (lit mineur faiblement marqué, voire absent). Les débordements peuvent alors emprunter divers chenaux d'écoulements préférentiels et se propager en direction des prairies des Combes. La probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées fortes jusqu'aux prairies des Combes, où des dépôts torrentiels anciens sont visibles. Le profil en long de ce secteur montre qu'une grande partie du transport solide se dépose à ce niveau (pente en long diminuant progressivement vers l'aval). Puis l'intensité est considérée moyenne le long du pied du versant du Grolier où une grande partie des débordements peut se diriger préférentiellement. Le transport solide est jugé moins conséquent car une grande partie s'est déposée à l'amont. Des divagations importantes peuvent se manifester mais, a priori, moins chargées en matériaux solides.
- Le reste des prairies des Combes est classé en **aléa moyen (T2)** de crue torrentielle. Il s'agit de terrains plus exceptionnellement inondables, voisins des zones d'aléa fort, où la topographie ne permet pas d'identifier d'axes préférentiels d'écoulement. Le secteur est relativement large et topographiquement uniforme, ce qui pousse à le considérer comme une zone d'épandage torrentiel. La probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées moyennes (secteur plus exceptionnellement inondable et divagations, a priori, peu chargées en transport solide, le plus gros des dépôts se faisant à l'amont).
- Un petit secteur situé au sommet du chemin des Captages est classé en **aléa faible (T1)** de crue torrentielle. Il s'agit d'un terrain coincé entre la zone de débordement préférentiel du ruisseau de Lanfrey et un axe de ravinement provenant du sentier du Pas-de-l'Âne. Des divagations torrentielles résiduelles ne sont pas à écarter à ce niveau, en cas de situation exceptionnelle (par exemple déviation des écoulements par un obstacle important). La probabilité d'atteinte et l'intensité sont jugées faibles, en tenant compte du caractère exceptionnel d'un tel scénario.

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 d'eau, avec une certaine

particularité pour les chemins qui drainent souvent des ruissellements en artificialisant les bassins versants (détournement des écoulements d'un bassin versant vers un autre). Les chemins peuvent ainsi capter les écoulements de bassins versants voisins et produire d'importantes quantités d'eau à des endroits où on ne l'attend pas.

Ces axes hydrauliques alimentent le réseau hydrographique. Certains sont toutefois dépourvus d'exutoire et peuvent divaguer de façon plus ou moins importante au pied des versants. C'est souvent le cas lorsque les combes débouchent sur des replats et qu'aucun chenal n'est prévu pour l'évacuation de l'eau. Des débordements peuvent ainsi survenir. Selon l'érosion à l'amont, ils peuvent s'accompagner d'engravements, notamment au débouché immédiat des combes.

Des talwegs légèrement marqués sont également visibles sur le territoire communal, notamment dans sa partie centrale topographiquement moins marquée. Il s'agit de points bas vers lesquels les ruissellements ont tendance à se diriger. Ces axes hydrauliques présentent des profils en travers relativement ouverts, 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	Régulièrement dont le 6/06/2002 et le 23/08/2005	Des sources sont présentes au niveau du chemin des Captages, le long du ruisseau de Lanfrey (photo 6). L'eau s'écoule sur la chaussée puis rejoint le cours d'eau. Elle emprunte le même cheminement que les débordements du ruisseau. Cartographiquement, ce phénomène a été confondu avec l'activité torrentielle du ruisseau de Lanfrey (regroupement des deux phénomènes sous l'aléa torrentiel).	Archives, RTM
V.2	Juin 2002, 29/07/2013	En 2013, d'importants écoulements se sont concentrés dans la Combe-d'Espagne en entraînant des dommages au chemin en lacets desservant deux propriétés (franchissements hydrauliques et revêtement bétonné du chemin endommagés). L'axe de la combe a été raviné, ce qui a également occasionné des dépôts sur le chemin (plusieurs mètres cubes de matériaux déplacés). Les traces du ravinement de la combe sont toujours visibles (photo 7). Le même phénomène s'était déjà produit en 2002, ce qui avait conduit à réaménager le chemin (pose de buses pour le franchissement de la combe, bétonnage de la surface du chemin).	Archives, RTM, mairie
V.3	-	Les écoulements de la Combe-d'Espagne peuvent divaguer au niveau du hameau de Colavière. L'eau peut emprunter le chemin d'Espagne et se propager sur des terrains voisins de celui-ci. Un busage en place sous la voirie du hameau, suivi d'un fossé, permet l'évacuation de l'eau en direction du ruisseau de Lanfrey. Le busage est décalé par rapport à l'axe de la combe, ce qui peut occasionner des débordements en rive droite sur le chemin du hameau. Le profil de la voirie et une cunette aménagée parallèlement à sa bordure amont devraient contenir les eaux de débordement.	Obs. terrain
V.4	-	Des écoulements peuvent emprunter un ancien chemin d'exploitation et traverser la partie centrale du hameau de	Obs. terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		Colavière. Des débordements localisés sont possibles au franchissement du chemin du hameau. Ils peuvent divaguer en direction d'une propriété de la rive droite.	
V.5, V.6	-	Un ancien chemin rural et divers autres axes de ruissellements drainent le versant du Sappey. Ils peuvent générer des écoulements en direction de Colavière. Une partie peut se diriger vers la route de Namière en empruntant une petite combe sujette aux instabilités de terrain (V.5). Le reste peut atteindre le bâtiment du centre aéré de la ville de Grenoble qui se situe sur son axe d'écoulement (V.6 – photo 8).	Obs. terrain
V.7, V.8	-	Deux chemins forestiers peuvent drainer des écoulements en direction du hameau de Namière et provoquer des ruissellements à son niveau (V.7 – photo 9). Une partie de ces écoulements peut ensuite emprunter la route du hameau de Namière en direction de l'extrémité sud du village, pour ensuite rejoindre une combe affluente du ruisseau de Lanfrey (V.8).	Obs. terrain
V.9	-	Une importante combe draine l'extrémité sud de la commune. Elle rejoint le ruisseau de Lanfrey sur la commune de Fontanil-Cornillon. Elle traverse des zones très instables qui pourraient donner lieu à des écoulements boueux.	Obs. terrain
V.10, V.11, V.12, V.13	-	Le sentier du Pas-de-l'Âne draine une partie des ruissellements du versant de Côte-Charvet. Il présente d'importants signes de ravinement témoignant des écoulements qui l'empruntent (photo 10). Des renvois d'eau sont creusés pour rediriger l'eau dans le versant, ce qui peut instaurer des ruissellements plus ou moins diffus entre les lacets du chemin. Une partie de l'eau de ce versant peut également emprunter une combe proche du sentier du Pas-de-l'Âne (V.11) pour ensuite rejoindre le ruisseau de Lanfrey au niveau du chemin des Captages. En pied de versant, un autre axe hydraulique s'ajoute à cet écoulement (V.12). La topographie étant peu marquée au niveau de cette confluence, les écoulements peuvent divaguer de façon plus ou moins étendue (V.13) et ensuite se concentrer au niveau de la zone de captage.	Obs. terrain
V.14, V.15	-	Une combe prenant naissance au Pas-de-l'Âne aboutit au lieu-dit Les Combes. En pied de versant, ses écoulements peuvent ruisseler sur une prairie en empruntant un léger talweg. Une partie de l'eau peut également emprunter le sentier du Pas-de-l'Âne jusqu'au chemin des Captages (V.15 – photo 11). L'eau rejoint ensuite le ruisseau de Lanfrey.	Obs. terrain

Tableau III.3: 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 les ruissellements / ravinement).

III.2.4. L'aléa

Les combes et les 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. La largeur de cet aléa est ramenée à l'emprise des chaussées, élargie d'un mètre de chaque côté, lorsqu'il concerne des routes.

Les zones de débordement et de divagations liées à ces axes hydrauliques traduisent des écoulements théoriquement non concentrés. Elles sont classées en **aléas moyen (V2)** ou **faible (V1)** de ruissellement. Les superficies drainées sont généralement peu importantes, ce qui laisse présager des débits, a priori, modérés. De plus, l'eau dispose de bandes relativement larges (plusieurs mètres) pour s'écouler. Dans une majorité de cas, les vitesses d'écoulement devraient être comprises entre 0,5 et 1 m/s, les pentes sur lesquelles peut se propager l'eau étant souvent peu importantes. Seules les divagations possibles le long du sentier de l'Âne peuvent connaître des vitesses supérieures à 1 m/s compte-tenu de la forte pente du versant de Côte-Charvet.

Les hauteurs d'eau peuvent être comprises entre 20 et 50 centimètres aux débouchés immédiats des axes d'écoulement les plus importants (combe du versant de Côte-Charvet et combe du secteur du Sappey, avec pour la seconde une partie des écoulements débouchant au niveau du centre aéré de la ville de Grenoble en produisant un aléa faible). Ailleurs, elles devraient être inférieures à 20 centimètres compte-tenu des faibles superficies de bassin versant et de la place disponible à l'eau pour s'étaler. Des ruissellements plus ou moins diffus sont ainsi possibles au niveau des hameaux de Namière, d'Espagne et de Colavière (une dizaine de propriétés classées en aléa faible).

Les talwegs pouvant produire des ruissellements plutôt diffus sans réel risque de concentration (axes hydrauliques peu conséquents à fond relativement large) sont classés en **aléa faible (V1)** de ruissellement. Une lame d'eau peu importante peut se former à leur niveau et s'écouler sur des largeurs variables selon la topographie. Les vitesses d'écoulement et les hauteurs d'eau sont alors considérées faibles.

III.3. L'aléa glissement de terrain

III.3.1. Scénarios types sur le territoire

Les terrains de la région présentent une teneur en argile variable selon les formations géologiques en place (placages morainiques, formations de nature marneuse). De plus, une certaine humidité caractérise parfois les versants (présences de sources, voire d'humidité généralisée) et l'environnement montagneux 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. À 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).

III.3.2. Événements historiques et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
G.1	6/06/2002 et probablement avant	Des glissements superficiels ont affecté le talus amont du chemin des Captages en rive droite du ruisseau de Lanfrey. Ce secteur est connu pour son activité hydrogéologique, ce qui favorise très certainement les mouvements de terrain.	RTM, mairie
G.2	23/08/2005 et probablement avant	Un glissement de terrain superficiel (environ 1 mètre de profondeur) s'est produit en rive gauche du ruisseau de Lanfrey, entre La Rivoire et Colavière (vers 700 mètres d'altitude). Il s'est déclenché au sein de colluvions et de moraines argileuses et a mobilisé environ 100 m ³ de matériaux. Les matériaux se sont immobilisés sur le chemin rural bordant le ruisseau.	Mairie, RTM
G.3	-	Une probable zone d'instabilité de terrain est visible en rive droite du ruisseau de Lanfrey. La surface du terrain qui est plus ou moins déformée présente des signes de fluage.	RTM, Obs. terrain
G.4	23/08/2005	Le talus aval de la RD105d a glissé à proximité de l'avant-dernier lacet de la route, ce qui a provoqué un affaissement de celle-ci (photo 12). La chaussée a été rétablie, mais la mairie signale qu'elle continue de s'affaisser et que le phénomène semble s'amplifier du fait du ruissellement routier qui se déverse dans le talus aval.	Mairie, RTM, Obs. terrain
G.5	-	Un glissement de terrain ancien est signalé à l'amont de la Combe-d'Espagne. Une source est présente à ce niveau. Elle entretient une certaine humidité qui fragilise certainement le terrain.	Mairie, RTM, Obs. terrain
G.6	-	Des indices d'arrachement sont visibles à l'amont de la ferme d'Espagne, dans la partie sommitale de la Combe-d'Espagne (photo 13). L'aspect du terrain laisse également penser que des eaux souterraines circulent à ce niveau.	Mairie, RTM, Obs. terrain
G.7	-	Une zone instable s'observe le long du chemin de Namière, entre le hameau de Colavière et le lieu-dit Le Sappey. L'instabilité est en partie due au rejet d'eau de ruissellement en provenance du Sappey. Cette eau peut éroder le terrain et entretenir une certaine humidité.	Obs. terrain
G.8	-	Des pentes très fortes caractérisent une partie du versant de La Rivoire au sud de la commune. Malgré un substratum souvent sub-affleurant, des signes d'instabilité marqués sont visibles, notamment le long du sentier reliant le secteur de La Bonnard (commune de Fontanil-Cornillon). Des glissements de terrain superficiels peuvent se	Obs. terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		déclencher et affecter les quelques décimètres de couverture meuble. Des cicatrices anciennes montrent que cela s'est déjà produit (photo 14). Des glissements rocheux plus profonds ne sont également pas à exclure, le substratum semblant très fracturé en surface.	
G.9	-	D'importants signes d'instabilités sont visibles au sommet de la combe drainant l'extrémité sud de la commune. Le terrain est par endroit chahuté et saturé par des sources (photos 15 et 16). Il est en proie à des mouvements de terrain lents de type fluage. Une accélération du phénomène n'est pas à exclure avec apparition d'arrachement et déplacement volumineux de matériaux. Des coulées boueuses dans la combe semblent également possibles, compte-tenu de l'importance des sources qui humidifient ce secteur. Ajoutons que ce secteur est dominé par les falaises du Rocher-de-l'Eglise. Des chutes de blocs pourraient également accélérer le phénomène, notamment sous l'effet de l'impact des rebonds.	Obs. terrain
G.10	-	Des instabilités de terrain plus ou moins localisées s'observent le long du sentier supérieur du versant de La Bonnard (glissements de talus, fluage du terrain, etc.).	Obs. terrain

Tableau III.4: Phénomènes historiques de glissement de terrain et observations de terrain

III.3.3. Aménagements et ouvrages

Numéro de localisation	Type d'aménagement / ouvrage	Maître d'ouvrage	Observations
O.G.1	Murs de soutènement	Méto	Le talus aval de la RD105d a dû être conforté à l'aide d'enrochements et la chaussée a été re-profilée suite au glissement de terrain de 2005 (photo 12).
O.G.2	Grillage plaqué	Méto	Un grillage est plaqué contre le talus amont de l'avant-dernier lacet de la RD105d (talus quasiment vertical). Il maintient les matériaux du talus composés d'un mélange de terre et de cailloutis (zone mixte peu étendue regroupée dans une unique enveloppe d'aléa de glissement de terrain pour des raisons de représentation graphique et de lisibilité).

Tableau III.5: 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 fortement suspects sont traduits en **aléas très fort (G4)** ou **fort (G3)** de glissement de terrain selon les cas. La probabilité d'occurrence est alors jugée forte. L'intensité est évaluée entre modérée et élevée selon le contexte géologique et l'ampleur du phénomène en termes de superficie. Ainsi, les

glissements de terrain identifiés à l'amont du versant d'Espagne et le long du ruisseau de Lanfrey sont plutôt de type superficiels et de faible extension, ce qui correspond à des phénomènes d'intensité plutôt modérée. Ailleurs, les glissements de terrain actifs semblent plus conséquents, ce qui justifie de retenir une intensité élevée.

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. L'extrémité sud de la commune et la partie aval du ruisseau de Lanfrey sont plutôt concernées par ce niveau d'aléa.

De nombreux versants de la commune sont classés en **aléas moyen (G2)** ou **faible (G1)** de glissement de terrain. Il s'agit de secteurs où le substratum est peu profond, voire sub-affleurant (cas d'une grande partie de la rive droite du vallon du Lanfrey), ou de terrains occupés par des éboulis stabilisés reposant sur le substratum (cas d'une large partie du pied de versant du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves). Malgré des pentes parfois soutenues, le terrain se présente comme naturellement stable. Mis à part de possibles glissements de talus localisés (notamment le long de chemins), on ne remarque pas de signe d'instabilité avéré. La probabilité d'occurrence est alors jugée faible. Les recouvrements meubles peu épais et l'aspect naturellement stable des terrains (en particulier des éboulis) ne semblent pas pouvoir donner lieu à des glissements de terrain de grande ampleur, mais plutôt à des phénomènes localisés. Une intensité faible à modérée a donc été retenue. L'intensité modérée est appliquée aux pentes les plus fortes où d'éventuels mouvements de terrain auront un impact plus important (aléa moyen).

Certains terrains accueillant le village et les hameaux de Colavière et de Namière sont classés en **aléa faible (G1)** de glissement de terrain. Les pentes faibles justifient ce classement. La probabilité d'occurrence et l'intensité sont alors jugées faibles.

L'essentiel du bâti concerné par la problématique des glissements de terrain est classé en aléa faible. Cela touche des propriétés de la périphérie du village et des hameaux de Namière, d'Espagne et de Colavière (environ 25 bâtiments). Seuls une vieille maison et un hangar agricole situés respectivement au sud du village et au Sappey sont exposés à un aléa moyen.

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 occupent les secteurs du Rocher-de-l'Eglise, du Rocher-de-Chalves, de la combe du Pas-de-l'Âne et du Cuchet (partie sud de la commune). A l'exception du secteur du Cuchet, des versants pentus font suite aux falaises, avec parfois d'importantes dénivelées. Ces pentes fortes permettent aux blocs d'acquérir une forte énergie lors de leur chute, ce qui peut conduire à des trajectoires parfois inattendues et à des propagations importantes vers l'aval, selon les rebonds et les obstacles déviant leur course. Au niveau du Cuchet, les blocs atteignent un

replat. Les blocs sont piégés à ce niveau et ne peuvent pas se propager au-delà.

Des blocs de toutes tailles se détachent régulièrement des falaises de la commune. Leur volume est généralement dicté par la nature de la roche en place et sa fissuration qui établissent ainsi une sorte de pré-découpage. Les blocs tendent à se détacher selon les plans de fissurations pré-existants de la roche puis, au cours de leur chute, peuvent se fractionner toujours selon leur fissuration initiale ou par rupture (éclatement) lors des chocs occasionnés par les rebonds ou les obstacles percutés.

Les falaises du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves sont les plus menaçantes de la commune. Elles dominent le vallon du Lanfrey et peuvent atteindre 200 mètres de hauteur. Elles se présentent parfois sous une forme de succession de barres rocheuses alternant avec des zones de très fortes pentes (photos 17 et 18). Cette disposition est de nature à favoriser les prises d'énergie, notamment pour les blocs se détachant des parties sommitales. En effet, chaque ressaut rocheux franchi permet aux blocs de gagner de la vitesse, et donc d'acquérir de l'énergie cinétique.

Les falaises du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves présentent un aspect extrêmement découpé avec parfois d'imposants surplombs. L'ensemble traduit une roche très décomprimée à l'affleurement. Des blocs volumineux de plusieurs mètres cubes peuvent s'en détacher. Les nombreux blocs parsemant le versant au pied des falaises le confirment et soulignent une activité relativement élevée. Ces blocs témoins montrent également que la piste forestière des Meulières est très exposée au phénomène, voire qu'elle peut être franchie.

Au niveau de la falaise de la combe du Pas-de-l'Âne, les chutes de blocs passent de façon généralement inaperçues car se produisant dans un secteur peu fréquenté (le sentier du Pas-de-l'Âne est à l'écart de la falaise). Les blocs atteignent la combe en impactant une zone densément boisée. Leur taille peut dépasser 1 m³, à en juger la fracturation de la roche en place.

III.4.2. Historique et observations de terrain

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
P.1	Vers 1960	Un important bloc s'est détaché du Rocher-de-l'Eglise (extrémité sud de la commune) et s'est propagé jusqu'aux abords du cimetière de Fontanil-Cornillon. Un rapport du 20 avril 1971 du Professeur Perriaux revient sur cet événement. Il estime le volume du bloc compris entre 60 et 70 m ³ . Le bloc éboulé est visible sur les photos aériennes de 1962 (photo 19). On peut également suivre sa trajectoire sous la forme d'une ligne dans la forêt et d'impacts de rebonds au niveau des zones de prairie. A en juger la topographie du versant, la propagation de ce bloc apparaît exceptionnelle. Le bloc est en effet parvenu à emprunter divers talwegs en franchissant des bosses et des replats. Les photos de 1962 montrent également d'autres trajectoires et d'autres blocs éboulés dans le versant mais qui se sont arrêtés plus rapidement. De nombreux blocs sont par ailleurs visibles dans le versant de La Bonnard. Ils témoignent de l'activité du Rocher-de-l'Eglise dans ce secteur.	Mairie Obs. terrain
P.2	Vers 1970	Un bloc de taille importante (non précisée) a atteint la bordure	Mairie

Numéro de localisation	Date/fréquence	Description / observations / photos	Sources
		de la prairie des Combes. Il a franchi la piste forestière des Meulières. De nombreux autres blocs sont visibles dans ce secteur (photo 20). Ils indiquent que l'événement de 1970 n'est pas unique.	
P.3	-	Au droit du bois des Tarets, des blocs ont atteint une prairie (parc à animaux) située à l'aval de la piste forestière des Meulières). Une clôture a été endommagée.	Mairie
P.4	Printemps 2017 et années précédentes	Des chutes de blocs récurrentes sont signalées ces dernières années par des habitants au niveau du bois des Tarets. Aucun n'aurait franchi la piste forestière des Meulières. Leur volume n'excéderait pas 1,5 m ³ . Dans ce secteur, la Métro projette la mise en place d'un programme de protection contre les chutes de blocs qui consistera à couper des arbres à mi-hauteur et à positionner les parties coupées en travers des troncs laissés en place (technique de protection autrichienne). Ce dispositif protégera la piste forestière des Meulières.	Mairie
P.5	-	De nombreux blocs parsèment le pied de versant du Rocher-de-l'Eglise (photo 21). Ils témoignent d'une forte activité passée et actuelle des falaises.	Obs. terrain
P.6	-	Un imposant bloc de brèche (plusieurs mètres cubes) repose au milieu d'une prairie des Combes (photo 22). Il provient de la zone sommitale des falaises du Rocher-de-l'Eglise où est en place le niveau de brèche. Il témoigne d'une propagation très importante vers l'aval (il ne semble pas s'agir d'un bloc erratique, le niveau de brèche en place se situant à son aplomb).	Obs. terrain
P.7, P.8	-	La rive gauche de la combe supérieure du ruisseau de Lanfrey est exposée aux chutes de blocs provenant du Rocher-de-Chalves (photo 23). Des éboulis vifs l'occupent ainsi que des blocs isolés de toutes taille (P.7). Il en est de même du secteur des Bannettes (P.8).	Obs. terrain
P.9	-	La falaise de la combe du Pas-de-l'Âne peut générer des chutes de blocs empruntant l'axe de la combe jusqu'en pied de versant.	Obs. terrain
P.10	-	La falaise du Cuchet génère des chutes de blocs qui finissent leur course sur un replat.	Obs. terrain

Tableau III.6: Phénomènes historiques de chutes de pierres et de blocs et observations de terrain

III.4.3. Aménagements et ouvrages

Néant (la commune ne dispose pas d'aménagement, ni d'ouvrage de protection contre les chutes de blocs). Un projet est à l'étude dans le secteur du bois des Tarets, mais non réalisé à la date de réalisation de la carte des aléas (voire numéro de localisation P.4 du tableau précédent).

III.4.4. L'aléa

L'aléa de chutes 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 (lignes d'énergie) 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 plusieurs mètres cubes. Celui qui a atteint les abords du cimetière de Fontanil-Cornillon avait un volume exceptionnel de plusieurs dizaines de mètres cubes. Ces volumes de blocs constatés portent **l'intensité du phénomène à un niveau élevé, voire très élevé**. La fréquence des chutes de blocs semblent également soutenue, à en juger les nombreux éléments rocheux éboulés, notamment au pied des falaises du Rocher-de-l'Eglise et du Rocher-de-Chalves. Un **indice d'activité fort** a généralement été retenu.

La retranscription des observations de terrain sur les profils topographiques réalisés montre que des **probabilités d'atteintes très fortes à modérées** sont à attendre sur chaque site exposé. Elle indique également que les probabilités fortes se manifestent jusque très bas dans les versants et que parfois peu de distance les sépare des points d'arrêt maximum observés. Les angles de référence des lignes d'énergie découlant de ces observations de terrain sont :

- Compris entre 33° et 34° au niveau des falaises du Rocher-de-Chalves ;
- De l'ordre de 34° sur une large moitié nord des falaises du Rocher-de-l'Eglise (secteur au nord du hameau de Namière) ;
- Compris entre 36° et 38° sur une petite moitié sud des falaises du Rocher-de-l'Eglise (au sud du hameau de Namière) ;
- De l'ordre de 35° à l'extrémité sud du Rocher-de-l'Eglise (secteur de la combe donnant directement sur la commune de Fontanil-Cornillon) ;
- De l'ordre de 38° au niveau de la falaise de du Cuchet ; à ce niveau les blocs bénéficient d'une zone d'arrêt rapide constituée d'un replat ;
- Compris entre 34 et 35° au niveau de la falaise de la combe du Pas-de-l'Âne.

Un risque de propagation au-delà des zones d'arrêt observées sur le terrain est pris en compte en retenant un angle minimum de ligne d'énergie inférieur de 2° par rapport aux angles de référence constatés. L'application de cet angle minimum correspond à la propagation théorique maximale des blocs.

Le croisement entre l'indice d'activité (considéré fort pour chaque site) et les probabilités d'atteinte déterminées 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 entre les zones de départ et quasiment les zones d'arrêt observées ayant servi à déterminer les angles d'énergie de référence (croisement d'une probabilité d'occurrence très élevée et d'une intensité élevée à très élevée), puis de **l'aléa fort (P3)** sur les trajectoires terminales déterminées par l'angle d'énergie minimum (probabilité d'occurrence et intensité élevées).

Cette analyse montre qu'aucun enjeu humain de la commune Mont-Saint-Martin n'est exposé à l'aléa de chutes de blocs. Le bâti communal se situe à l'écart de ce type de phénomène.

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, tels que dolines, fontis, pertes d'écoulements de surface, etc., peuvent signaler leur présence et permettent d'identifier cet aléa. Aucun indice de ce type n'a été identifié sur la commune de Mont-Saint-Martin, mais on en remarque sur sa limite communale nord (secteur des Bannettes) et plus généralement dans le vallon de Lorzier (au nord du chalet des Bannettes). Ce type de phénomène n'est pas observé directement sur le territoire de Mont-Saint-Martin, mais visible à ses portes. Il est donc potentiellement présent mais ne peut être affiché faute d'indice visible.

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 se manifeste parfois 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. Cette dernière peut ainsi 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	-	De petites amorces de griffe d'érosion sont visibles sur des terrains au sommet de la Combe-d'Espagne. Elles peuvent être liées à une activité hydrogéologique potentiellement présente dans ce secteur (présence d'une source à l'amont). Elles ont été assimilées à des amorces de phénomène de suffosion (phénomène peu important). On précisera qu'aucun signe d'affaissement ou d'effondrement n'a été observé. Il s'agit donc, a priori, de phénomènes peu impactants.	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 possibles phénomènes de suffosion observés au sommet de la Combe-d'Espagne sont de très faible importance. Leur intensité peut être considérée très limitée et la probabilité d'occurrence pour qu'ils prennent de l'importance apparaît faible.

Cette analyse conduit à afficher de l'**aléa faible (F1)** d'effondrement à leur niveau.

III.6. L'aléa avalanche

III.6.1. Scénarios types sur le territoire

Le contexte montagneux de la commune, notamment au sommet du vallon de Lanfrey (secteur du Fournet / Rocher-de-Chalves), expose le territoire à des accumulations de neige pouvant conduire à l'installation d'un manteau neigeux de plusieurs décimètres durant tout l'hiver. Certains épisodes neigeux conséquents peuvent même entraîner d'importants cumuls en peu de temps et générer des conditions nivales très instables. De plus, les chutes de neige peuvent être accompagnées d'un régime venteux aggravant à cette instabilité.

Des périodes de redoux frappent également régulièrement la région, avec pour conséquence une transformation 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 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 forts cumuls de neige humide par température positive.
- Avalanche 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 rompt sous l'effet d'une surcharge et 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	Janvier 1981	<p>Une avalanche de neige poudreuse s'est déclenchée dans le secteur du Fournet, sous le Rocher-de-Chalves. Elle s'est propagée dans la combe du ruisseau de Lanfrey jusqu'à l'altitude 1100 mètres.</p> <p>Aucune trace franche ne subsiste de cette avalanche, la forêt ayant repris ses droits. Des arbres cassés et couchés vers l'aval, sont parfois visibles. Ils peuvent correspondre au passage de l'avalanche.</p> <p>Le couloir avalancheux du Fournet prend forme vers 1800 mètres d'altitude (photos 24 et 25). Il emprunte le même trajet que le ruisseau de Lanfrey. Sa partie amont se compose de deux bras se rejoignant vers 1250 mètres d'altitude pour ensuite se poursuivre dans une combe très encaissée jusqu'au secteur des Combes.</p>	Obs. terrain

Tableau III.8: Phénomènes historiques d'avalanche et observations de terrain

III.6.3. Aménagements et ouvrages

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

III.6.4. L'aléa

Le couloir avalancheux du Fournet est classé en **aléa fort (A3)** d'avalanche jusqu'en bordure de la prairie supérieure des Combes (altitude 1000 mètres). Les avalanches peuvent mobiliser de grandes quantités de neige et se concentrer dans la combe plutôt encaissée du ruisseau de

Lanfrey, ce qui peut générer de fortes pressions supérieures à 30 KPa. De plus, l'événement de 1981 montre que des avalanches en aérosol sont possibles, ce qui peut engendrer un effet de souffle destructeur supplémentaire.

L'aléa fort d'avalanche est affiché au-delà de l'emprise constatée de l'avalanche de janvier 1981 (environ 450 mètres de plus). Cette représentation permet d'intégrer les effets de souffle des avalanches de type aérosol (qui ne sont pas forcément cités dans les témoignages comme celui de 1981) et la possibilité de propagations plus importantes, notamment en cas d'avalanche très coulante de type neige mouillée.

L'aléa avalanche concerne uniquement des espaces naturels et des chemins forestiers.

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 XXXII-34 (Grenoble)
3. **Plan cadastral** au 1/5000 de la commune de Mont-Saint-Martin
4. Orthophotoplans de la zone d'étude
5. SCAN 25 IGN
6. www.insee.fr
7. www.meteofrance.fr
8. www.prim.net
9. www.geoportail.fr
10. www.georisques.gouv.fr/
11. www.rtm-onf.ign.fr
12. www.infoterre.brgm.fr
13. www.avalanches.fr

Cartographie existante

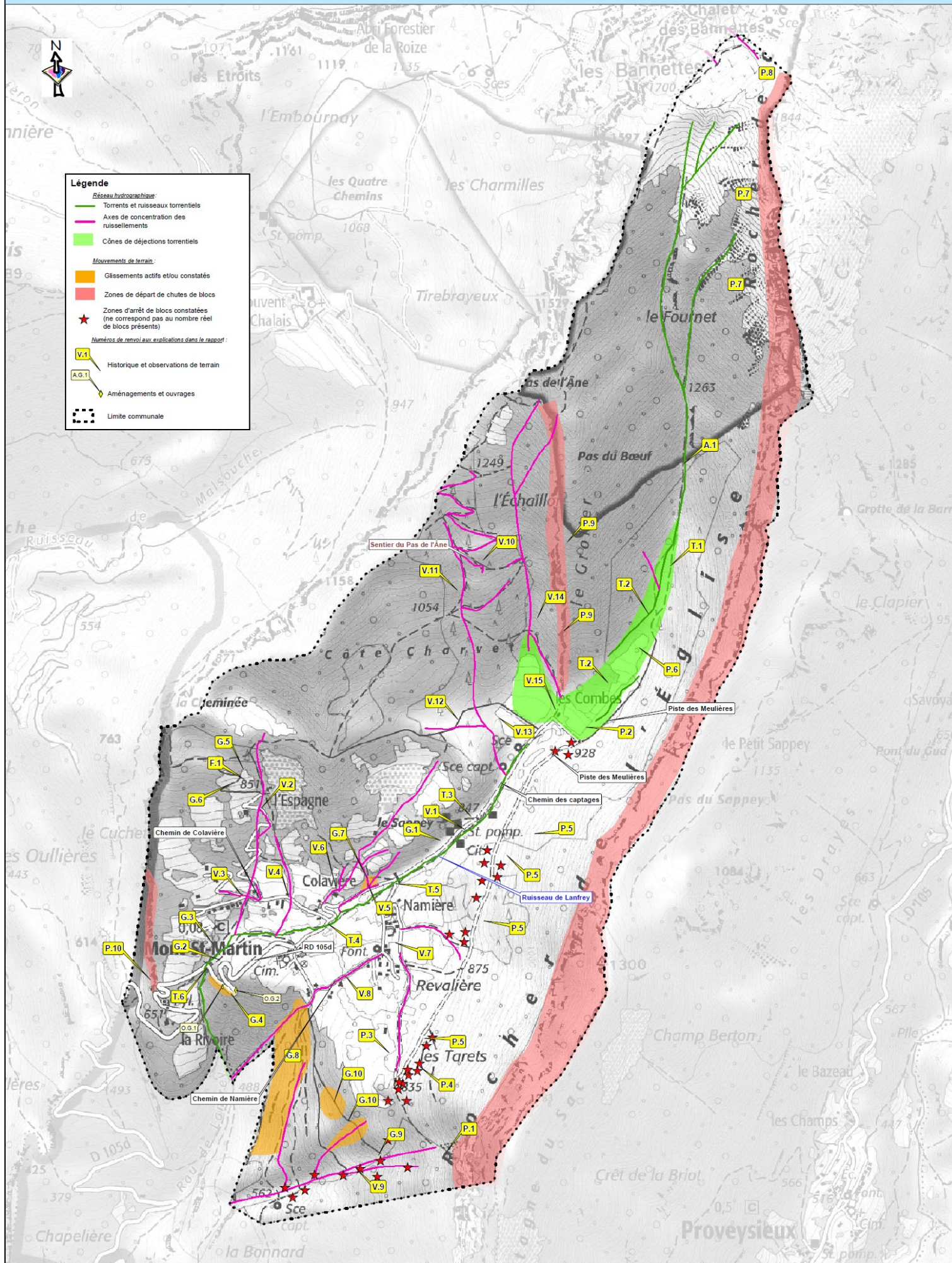
14. Carte des aléas de la commune de Mont-Saint-Martin – Alp'Géorisques – juin 2008

Cartes des aléas limitrophes

15. PPRN de Proveysieux – Alp'Géorisques / RTM – 9 novembre 1998 modifié en septembre 2000
16. PPRN de Voreppe – Alp'Géorisques / RTM – 29 août 2007
17. Projet de PPRN de Pommier-la-Placette – Alp'Géorisques / RTM – octobre 1999

V. Annexes

Annexe 1 Carte des phénomènes naturels



Annexe 2 Table des photos



Photo 1: combe supérieure du ruisseau de Lanfrey encombrée par des dépôts torrentiels.



Photo 2: combe supérieure du ruisseau de Lanfrey encombrée par des dépôts torrentiels. On notera les volumes importants de matériaux.



Photo 3: ruisseau de Lanfrey à l'aval du village.



Photo 4: franchissement de la route de Colavière et Namière par le ruisseau de Lanfrey (ouvrage étroit).



Photo 5: franchissement de la RD105d par le ruisseau de Lanfrey (ouvrage étroit).



Photo 6: sources le long du chemin des Captages.



Photo 7: Combe-d'Espagne. On notera l'érosion provoquée par les écoulements.



Photo 8: bâtiment du centre aéré de la ville de Grenoble situé au débouché d'un axe d'écoulement.



Photo 9: Chemin forestier pouvant drainer des écoulements en direction du hameau de Namière.



Photo 10: phénomène de ravinement sur le sentier du Pas-de-l'Âne.



Photo 11: traces de ruissellements sur le sentier du Pas-de-l'Âne à la hauteur du chemin des Captages.



Photo 12: talus aval de la RD105d rétabli suite au glissement de 2005.



Photo 13: indices d'arrachement à l'amont de la ferme d'Espagne.



Photo 14: pentes très fortes du versant de La Rivoire et signes d'instabilité.



Photo 15: zone instable à l'amont de la combe drainant l'extrémité sud de la commune. On notera la source saturant le terrain.



Photo 16: zone instable à l'amont de la combe drainant l'extrémité sud de la commune. On notera la forte humidité du terrain et son aspect chahuté.



Photo 17: vue générale des falaises du Rocher-de-l'Eglise.



Photo 18: profil des falaises du Rocher-de-l'Eglise.

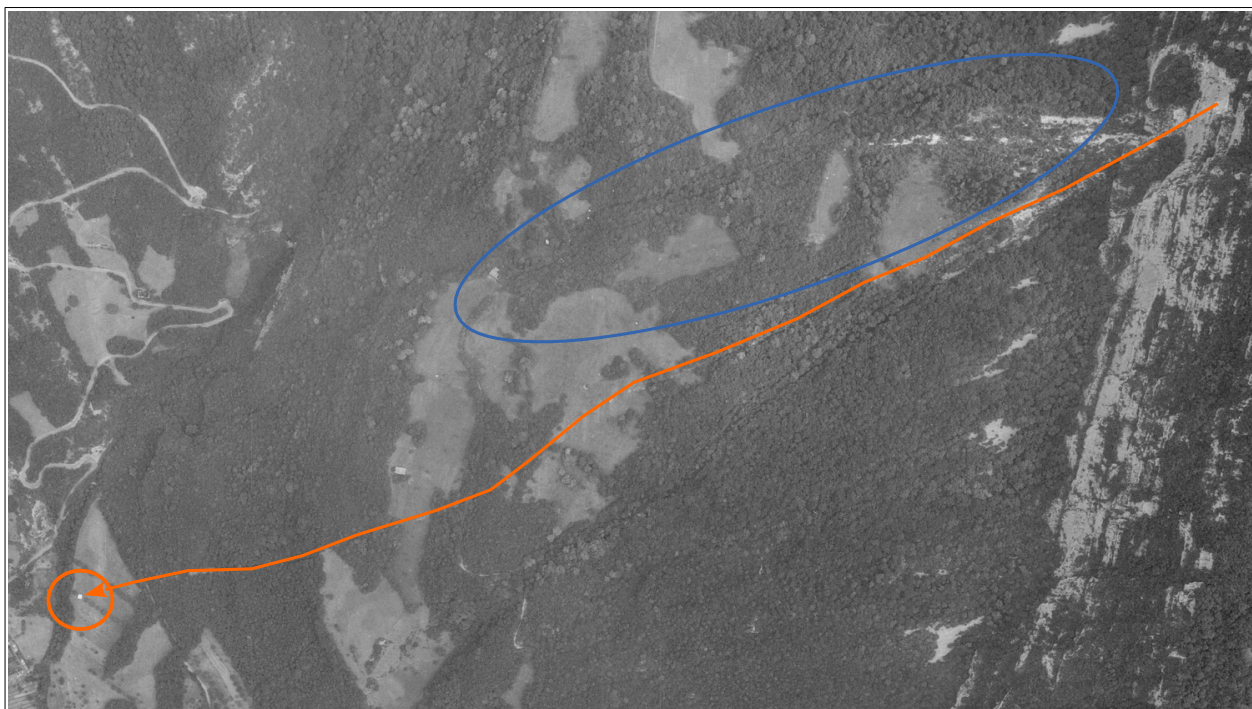


Photo 19: Chutes de blocs vers 1960 depuis le Rocher-de-l'Eglise visibles sur une photo aérienne de 1962 (d'après Géoportail rubrique « remonter le temps »). Un bloc s'est arrêté 200 mètres à l'amont du cimetière de Fontanil-Cornillon (centre du cercle orange). Sa trajectoire est visible dans la forêt (ligne orange). D'autres trajectoires et d'autres blocs éboulés sont visibles en zoomant la photo originale (périmètre bleu).



Photo 20: bloc en bordure du chemin forestier des Meulières, près de la prairie des Combes.



Photo 21: bloc dans le bois des Tarets.



Photo 22: bloc de brèche au milieu d'une prairie des Combes.



Photo 23: falaises du Rocher-de-Chalves et rive gauche de la combe supérieure du ruisseau de Lanfrey.



Photo 25: zone de départ de l'avalanche du Fournet au pied du Rocher-de-Chalves.

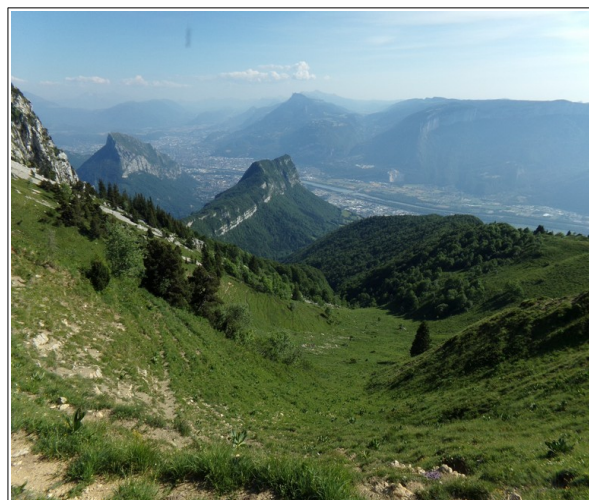


Photo 24: vue plongeante du couloir d'avalanche du Fournet (partie sommitale).

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 :

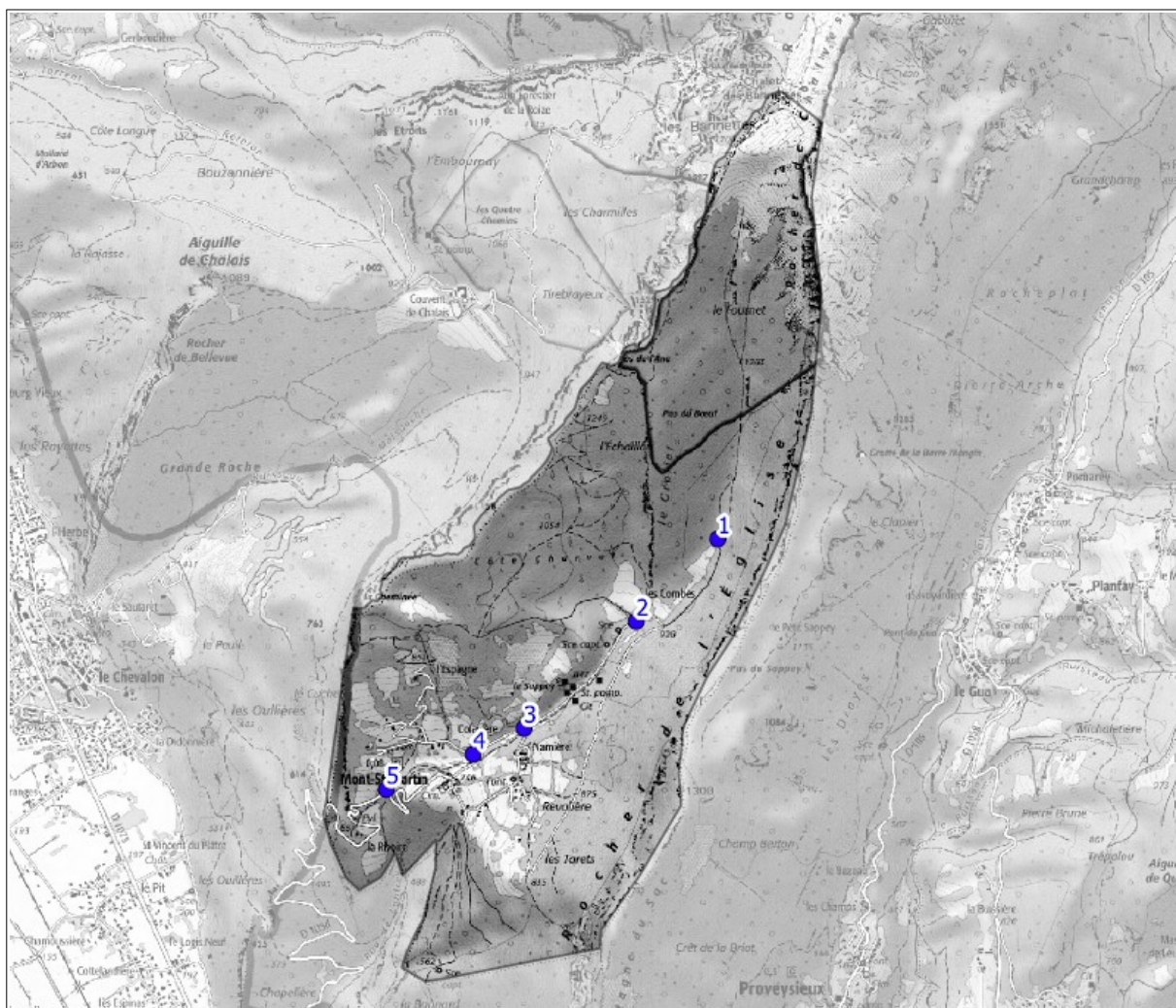
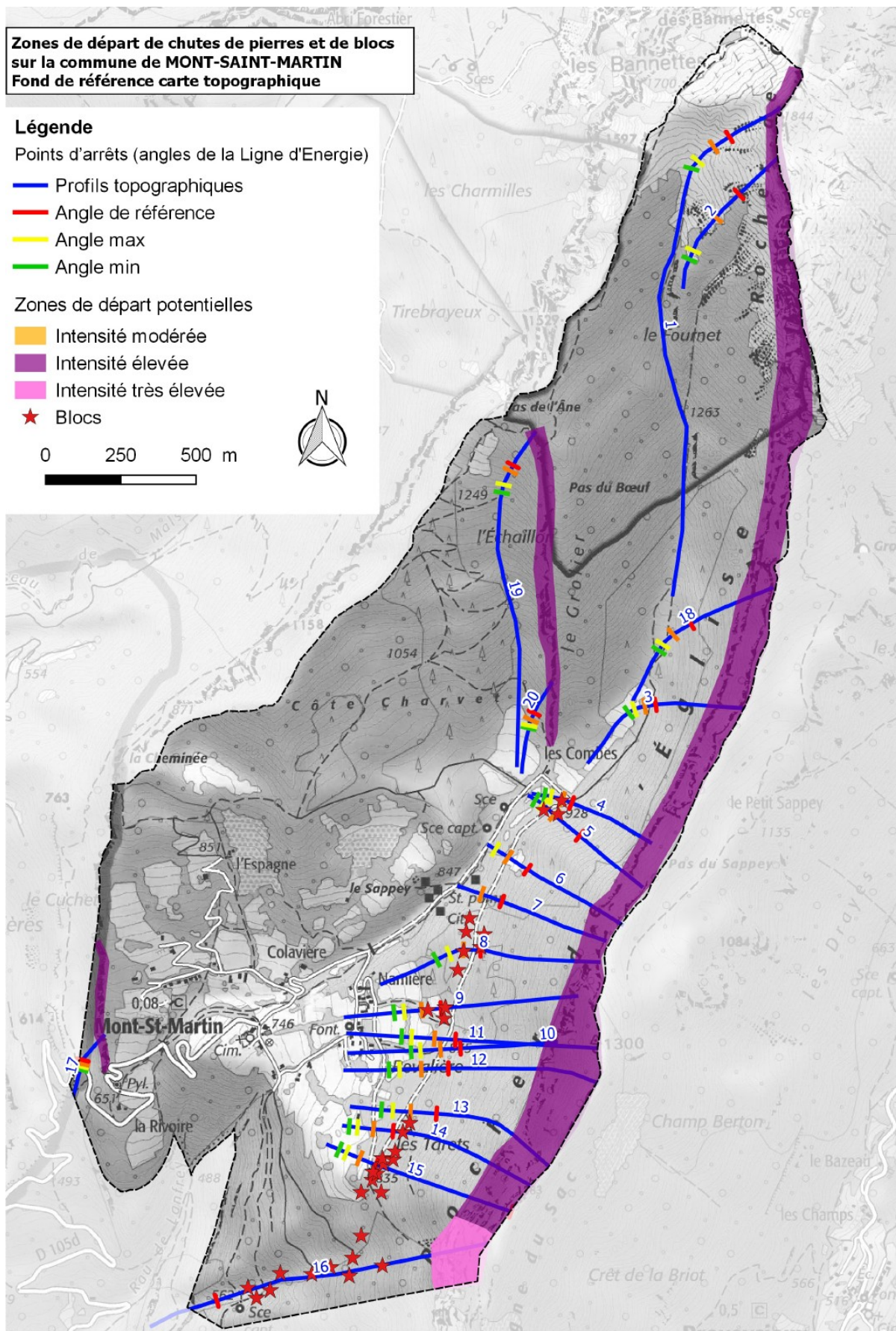


Figure V.1: localisation et numérotation des exutoires des bassins versants.

Les caractéristiques et les débits centennaux des bassins versants sont présentés dans le tableau suivant :

Numéro du bassin versant	Aire du bassin versant (ha)	longueur du plus long talweg	Altitude min (m)	Altitude max (m)	Tc (mn)	Curve number	Durée de pluie retenue (h)	Débit centennal (m ³ /s)
1	122.64	1742.11	1015	1617	16	72	1	5.3
2	160.63	1937.35	912	1438	17	72	1	6.6
3	271.67	2492.01	794	1349	22	72	1	10.2
4	312.91	2780.15	755	1349	25	73	1	11.9
5	376.29	3270.49	705	1349	29	73	1	14.1

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



Commune : **Mont-Saint-Martin**

Secteur :

n° secteur

Profil : **1**

source profil : SCAN25

Observations :

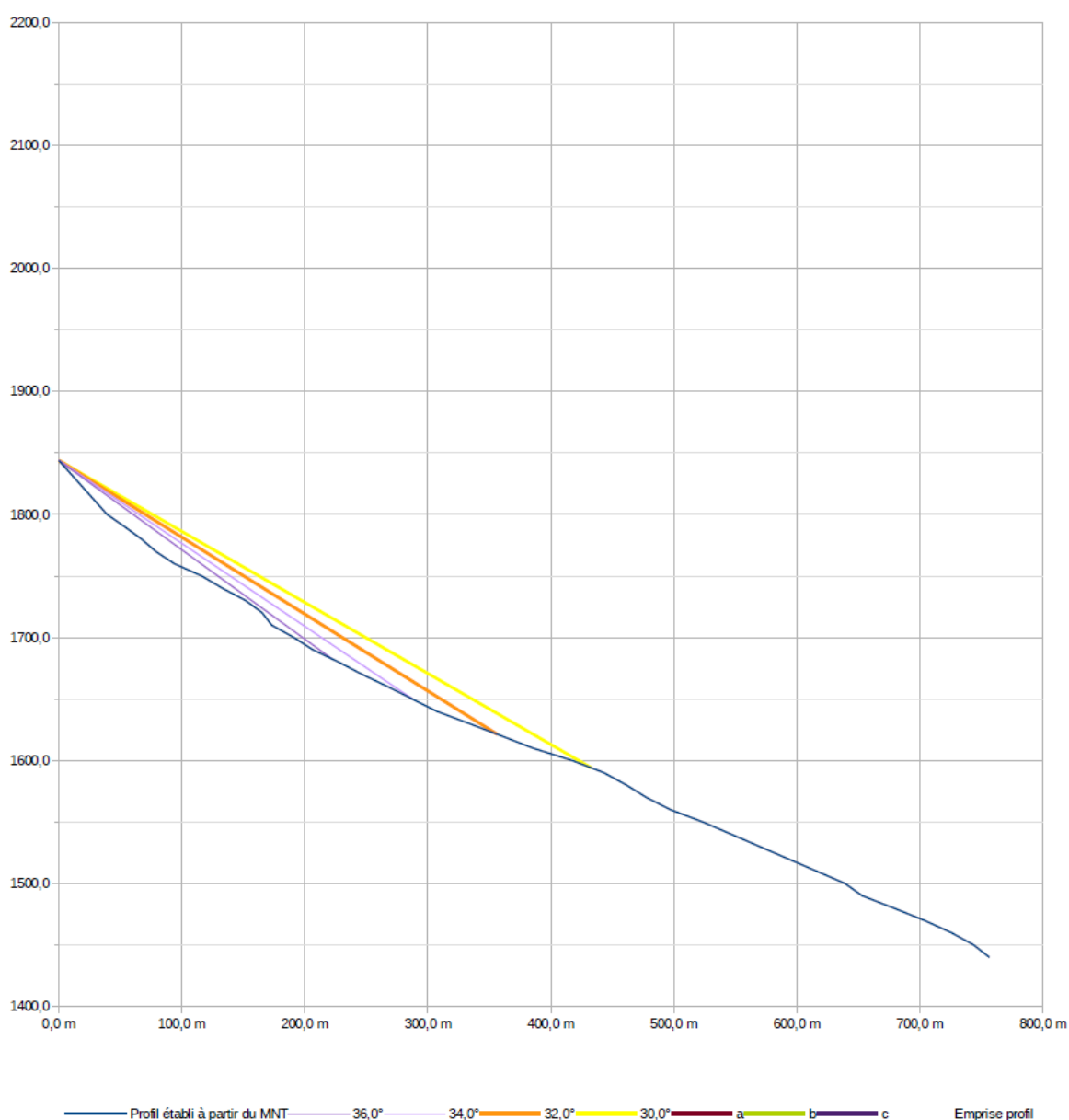
Activité **1**

Volume bloc de réf. **5,0 m³**

Intensité **3**

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1844,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-2°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	36,0°	0,0 m	1844,0 m	4	4	P4
		222,1 m	1682,7 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	34,0°	0,0 m	1844,0 m	3	3	P3
		287,7 m	1650,0 m	Forte	Élevée	Fort
Angle 3 (référence)	32,0°	0,0 m	1844,0 m	2	2	P3
		356,6 m	1621,2 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	30,0°	0,0 m	1844,0 m	1	1	P3
		433,1 m	1594,0 m	Faible	Faible	Fort

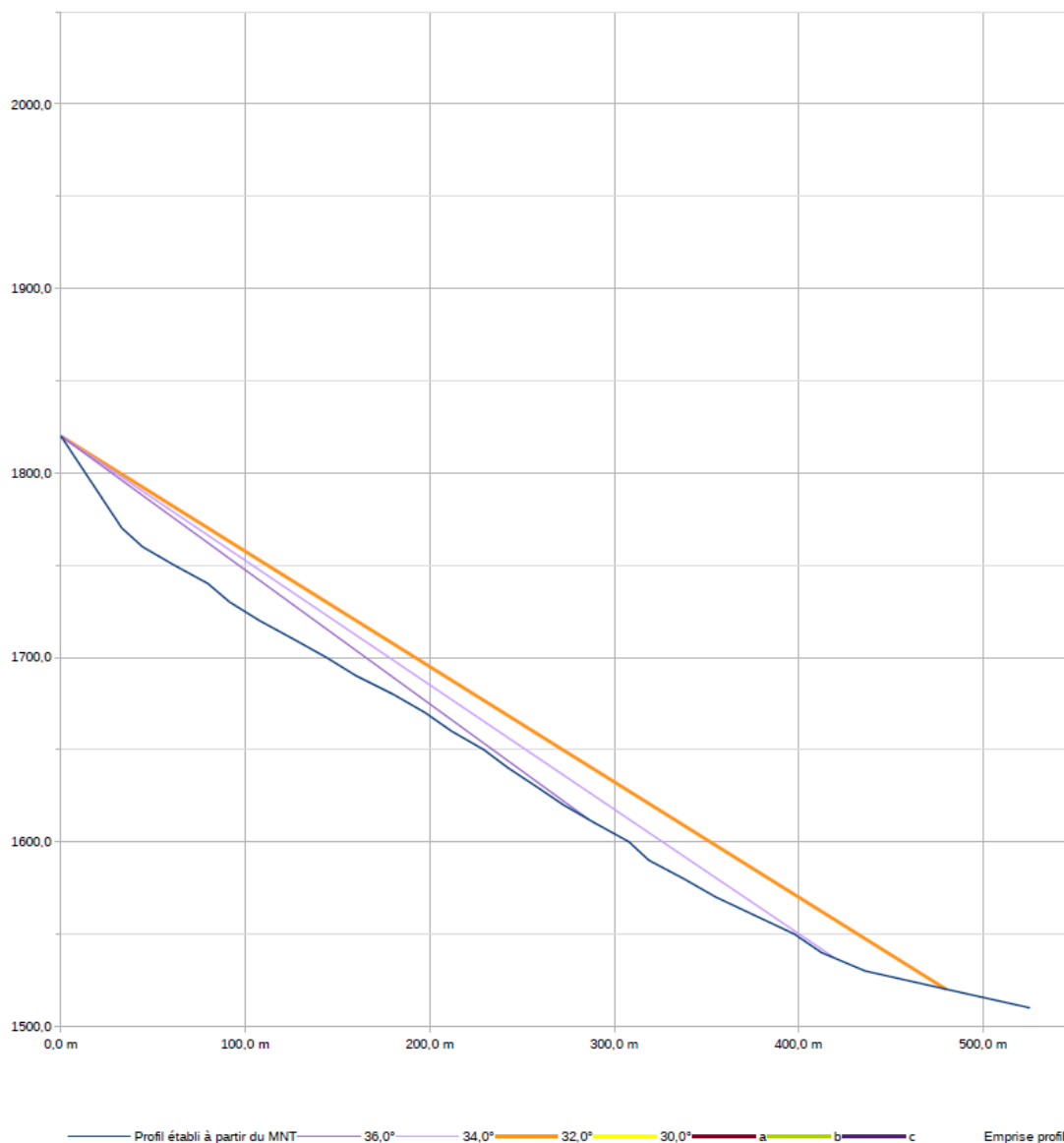


Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **2**
 source profil : SCAN25

Observations :
 Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1820,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-2°	par rapport à β

Angles ligne d'énergie				Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	36,0°	0,0 m	1820,0 m	4	4	P4
		286,0 m	1612,2 m			
Angle 2	34,0°	0,0 m	1820,0 m	3	3	P3
		419,7 m	1536,9 m			
Angle 3 (référence)	32,0°	0,0 m	1820,0 m	2	2	P3
		480,0 m	1520,1 m			
Angle 4	30,0°	0,0 m	1820,0 m	1	1	P3
		0,0 m	1820,0 m			



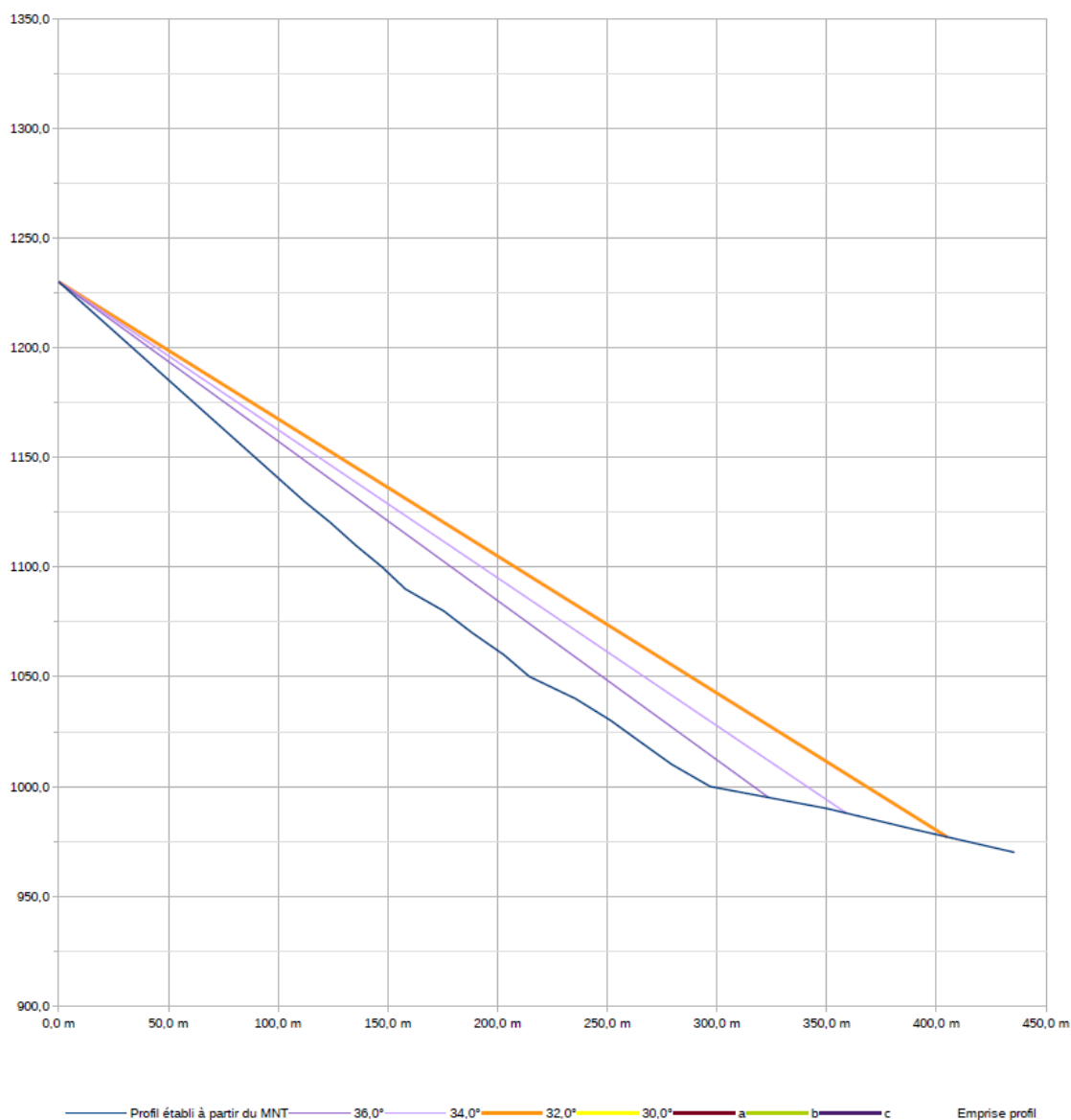
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **3**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 zone d'arrivée peu claire

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1230,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-2°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	36,0°	0,0 m	1230,0 m	4	4	P4
		323,5 m	995,0 m			
Angle 2	34,0°	0,0 m	1230,0 m	3	3	P3
		359,1 m	987,8 m			
Angle 3 (référence)	32,0°	0,0 m	1230,0 m	2	2	P3
		405,0 m	976,9 m			
Angle 4	30,0°	0,0 m	1230,0 m	1	1	P3
		0,0 m	1230,0 m			



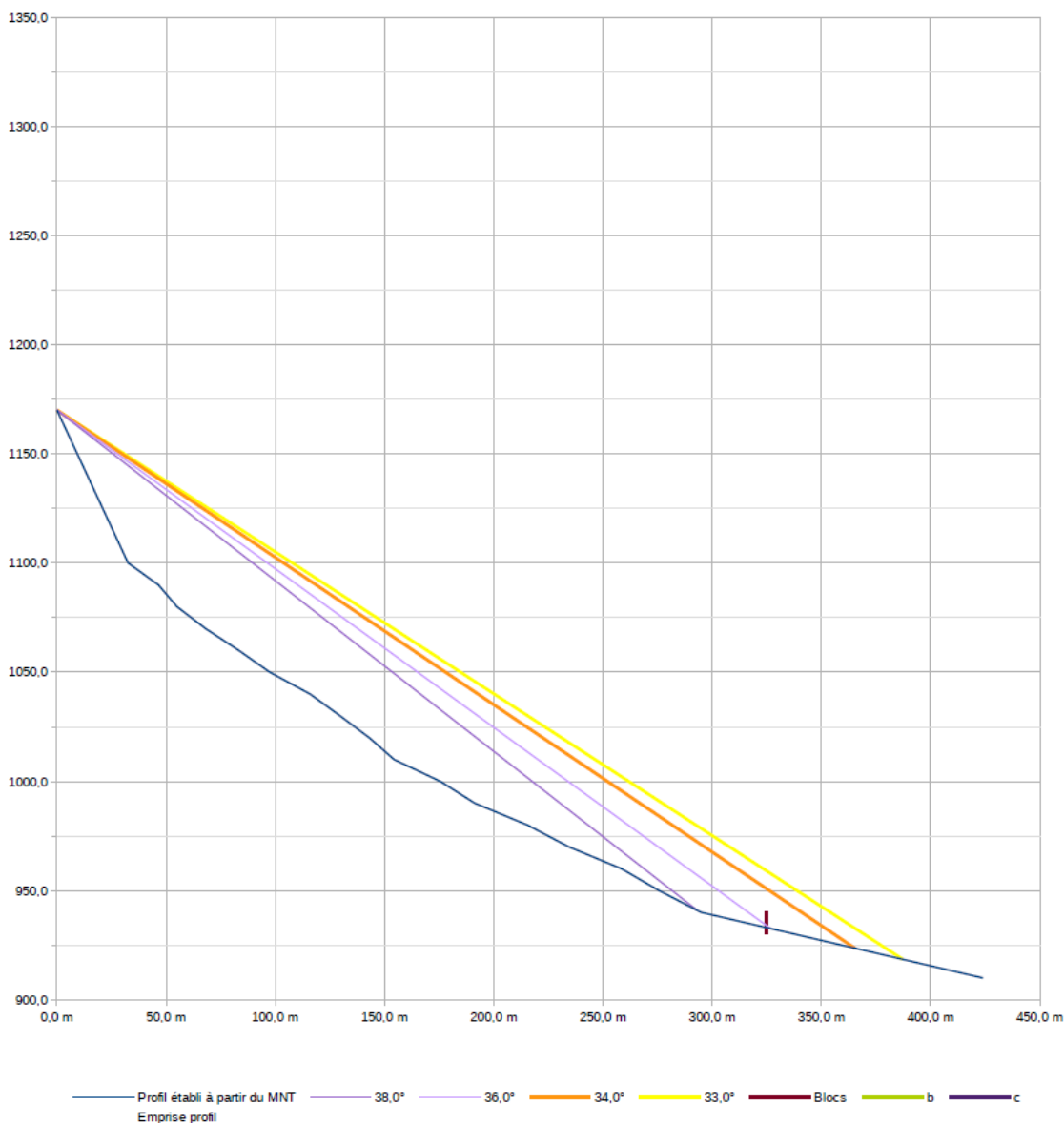
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **4**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1170,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1170,0 m	4	4	P4
		293,3 m	940,8 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1170,0 m	3	3	P3
		326,8 m	932,6 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1170,0 m	2	2	P3
		365,2 m	923,6 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1170,0 m	1	1	P3
		387,2 m	918,5 m			



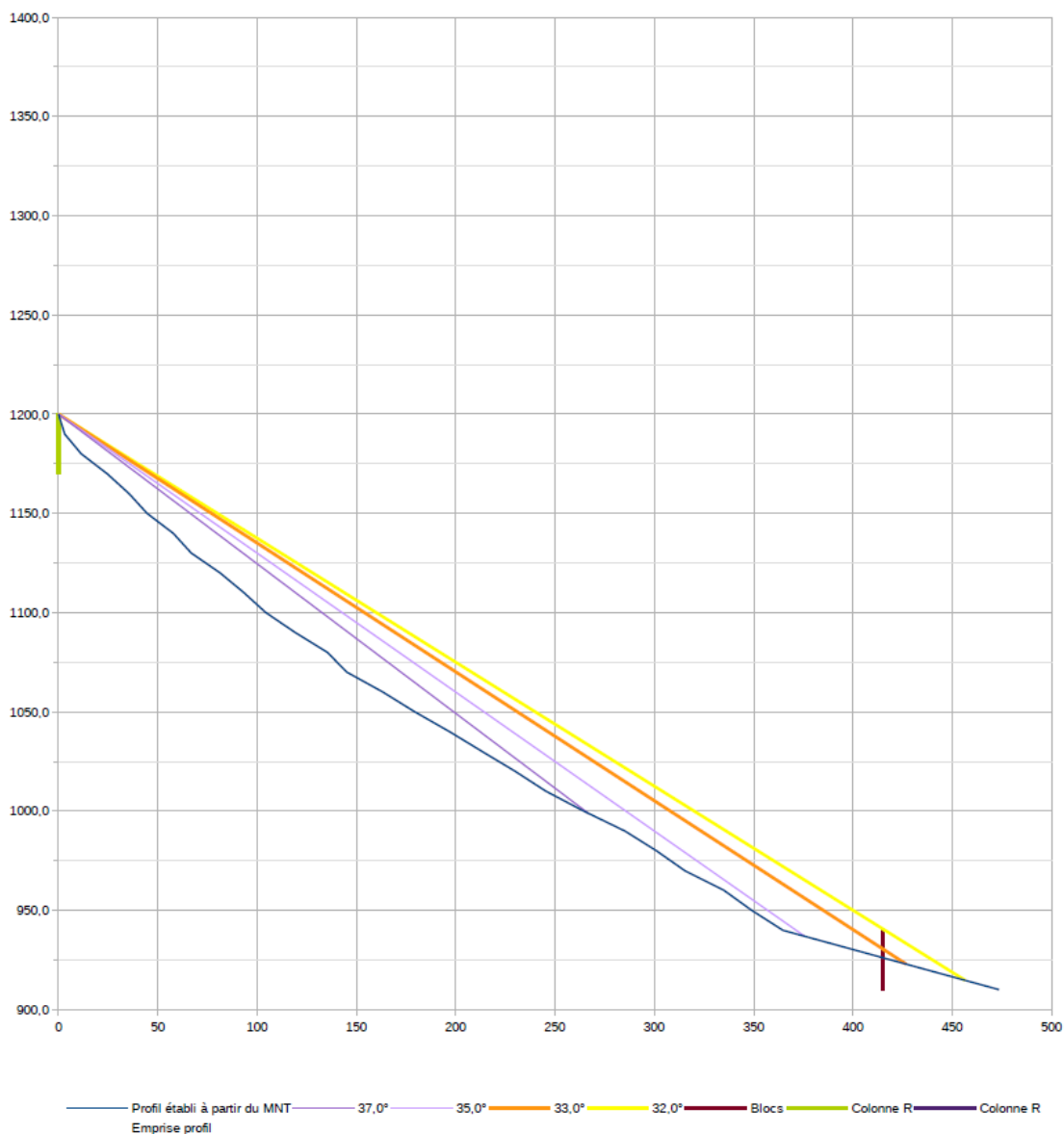
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **5**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1200,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	37,0°	0,0 m	1200,0 m	4	4	P4
		267,0 m	998,8 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	35,0°	0,0 m	1200,0 m	3	3	P3
		375,6 m	937,0 m	Forte	Élevée	Fort
Angle 3 (référence)	33,0°	0,0 m	1200,0 m	2	2	P3
		426,6 m	922,9 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	32,0°	0,0 m	1200,0 m	1	1	P3
		456,6 m	914,7 m	Faible	Faible	Fort



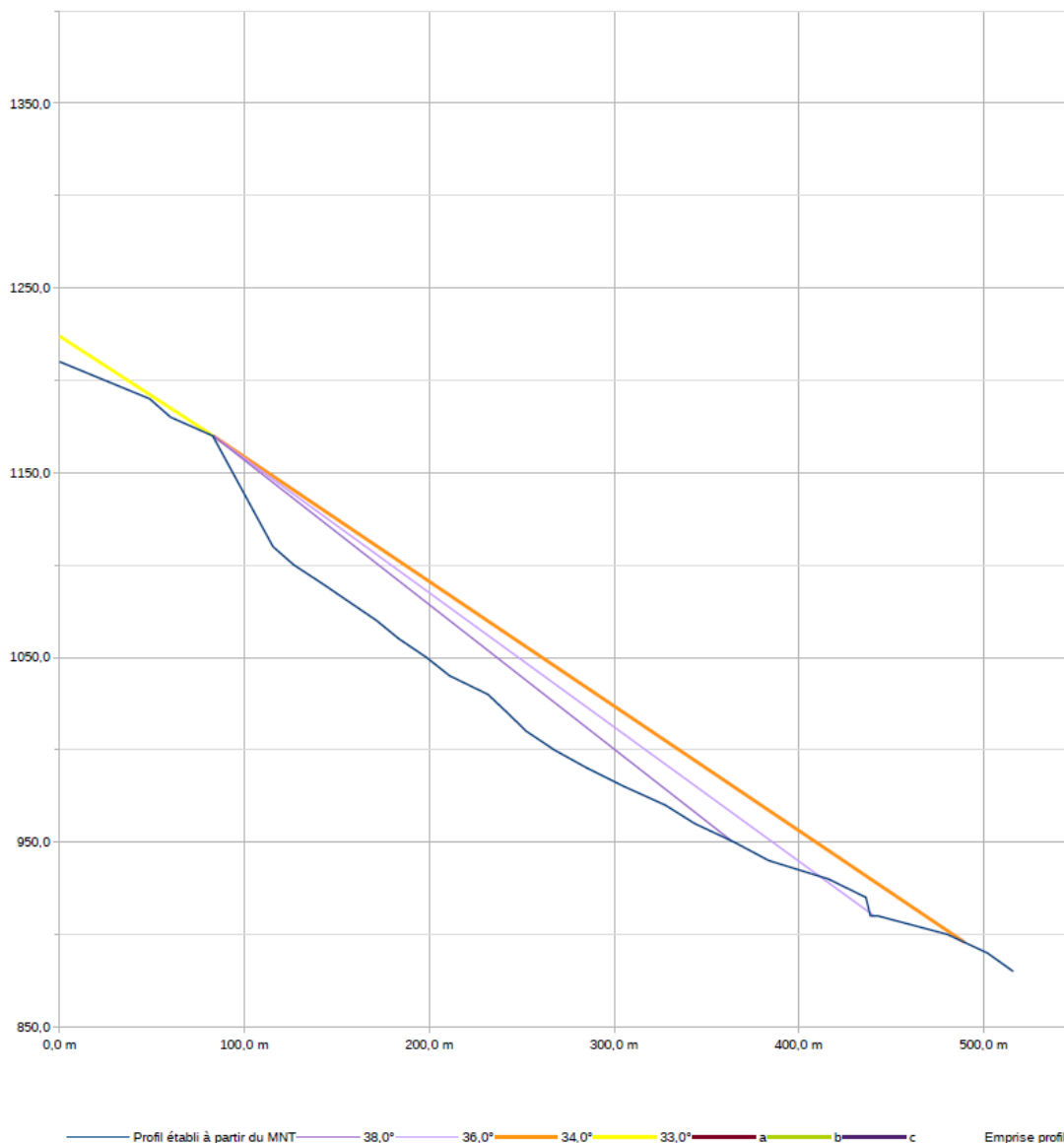
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **6**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	83	1170,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	83,0 m	1170,0 m	4	4	P4
		364,1 m	950,4 m			
Angle 2	36,0°	83,0 m	1170,0 m	3	3	P3
		440,9 m	910,0 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	83,0 m	1170,0 m	2	2	P3
		489,5 m	895,8 m			
Angle 4	33,0°	83,0 m	1170,0 m	1	1	P3
		0,0 m	1223,9 m			



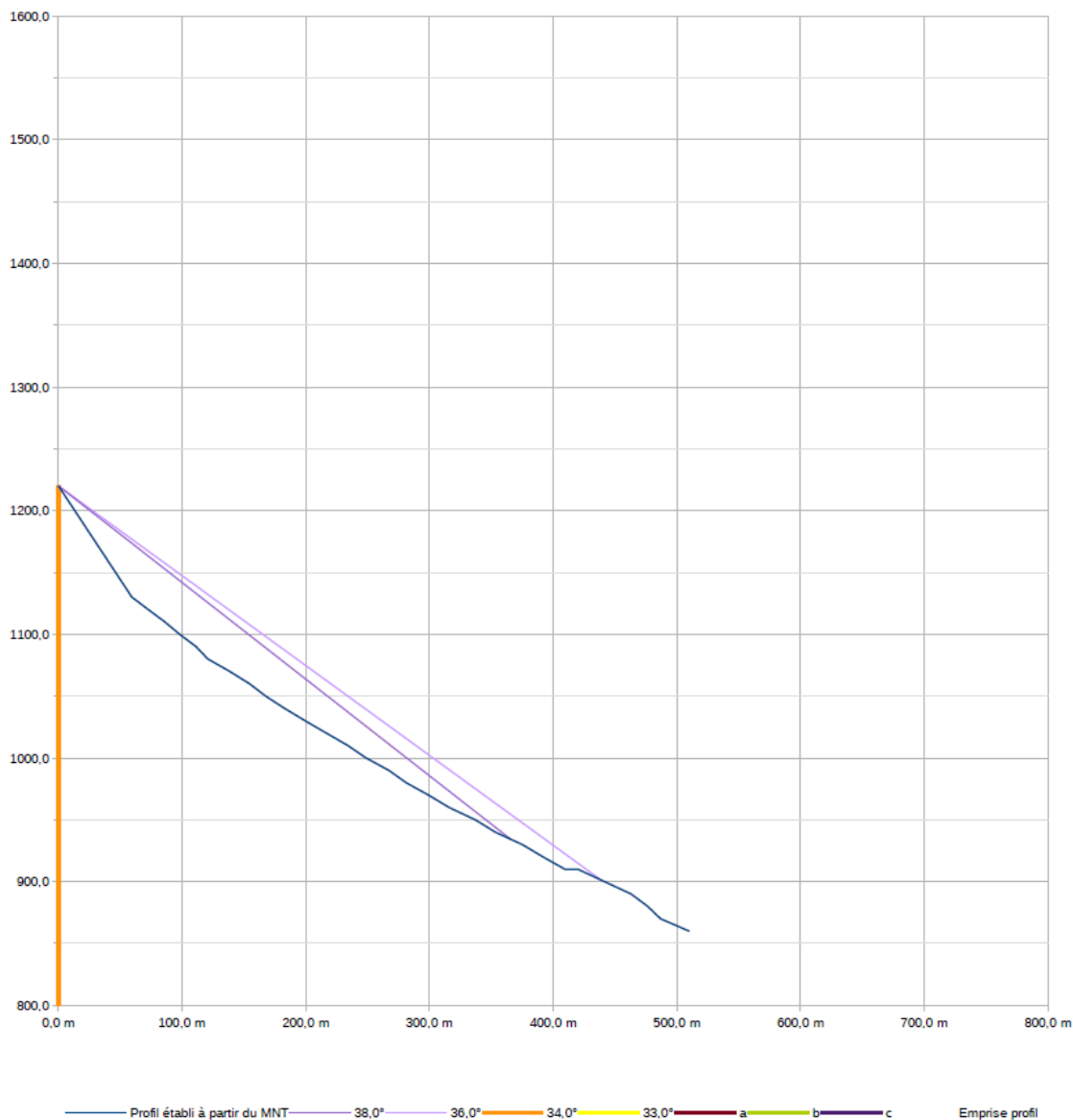
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur :
 Profil : **7**
 source profil : SCAN25

Activité : **1**
 Volume bloc de réf. : **5,0 m³**
 Intensité : **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1220,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1220,0 m	4	4	P4
		365,6 m	934,3 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1220,0 m	3	3	P3
		438,4 m	901,5 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1220,0 m	2	2	P3
		0,0 m	0,0 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1220,0 m	1	1	P3
		0,0 m	1220,0 m			



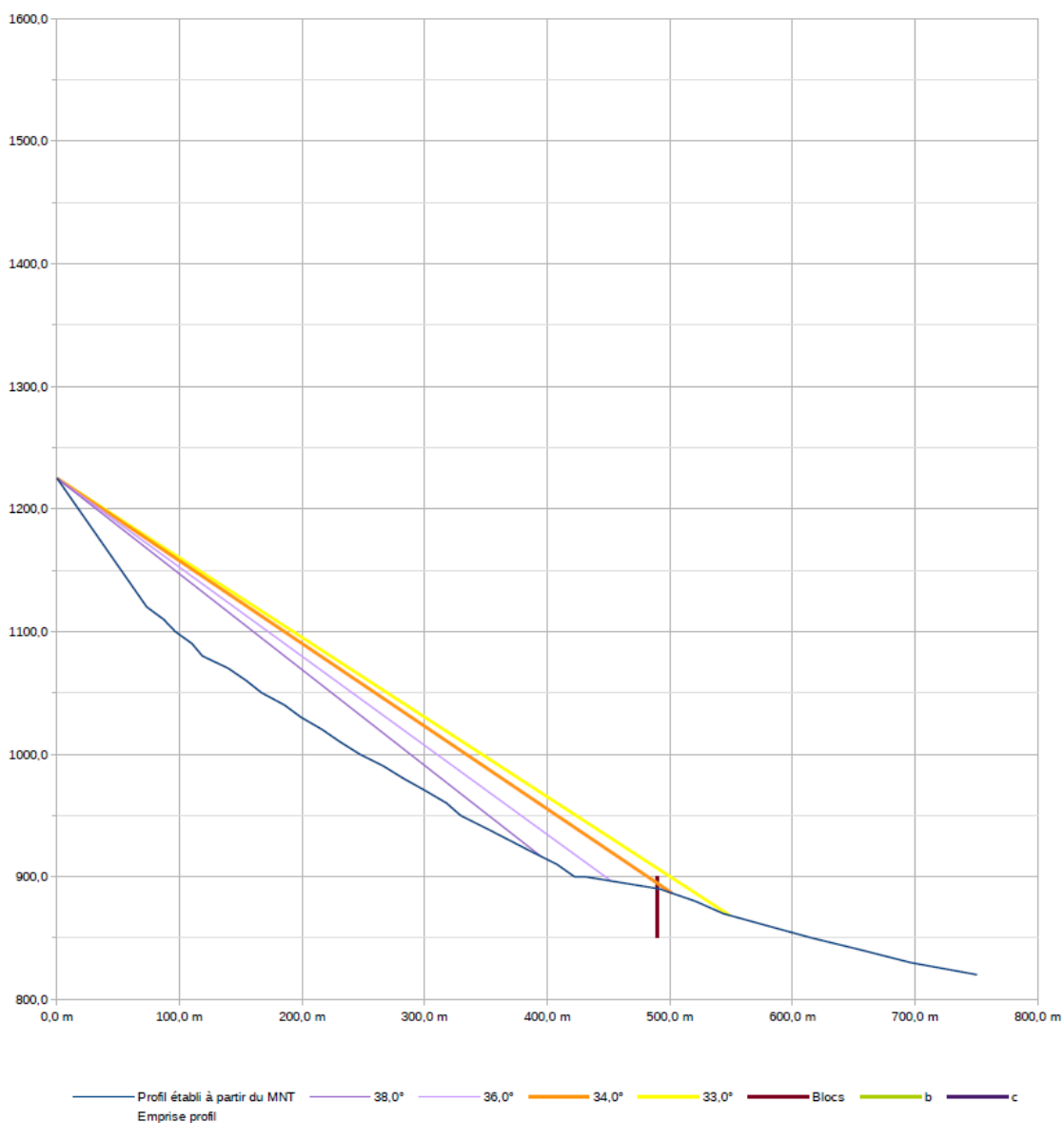
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur :
 Profil : **8**
 source profil : SCAN25

Activité : **1**
 Volume bloc de réf. : **5,0 m³**
 Intensité : **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1225,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

Angles ligne d'énergie				Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1225,0 m	4	4	P4
		394,6 m	916,7 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1225,0 m	3	3	P3
		452,0 m	896,6 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1225,0 m	2	2	P3
		501,7 m	886,6 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1225,0 m	1	1	P3
		548,9 m	868,6 m			



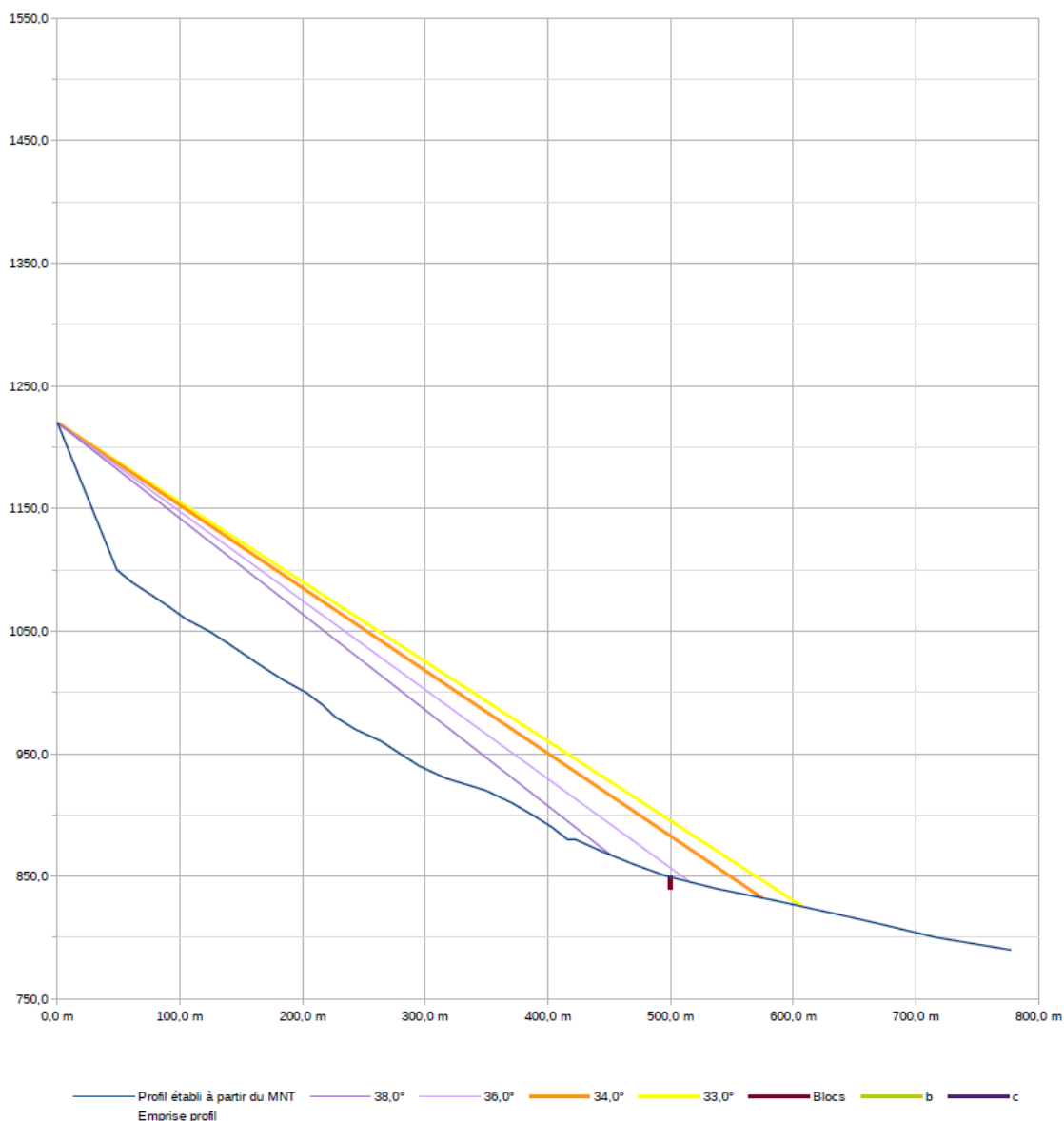
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **9**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1220,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1220,0 m	4	4	P4
		451,5 m	867,2 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	36,0°	0,0 m	1220,0 m	3	3	P3
		515,6 m	845,4 m	Forte	Élevée	Fort
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1220,0 m	2	2	P3
		574,7 m	832,3 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	33,0°	0,0 m	1220,0 m	1	1	P3
		607,8 m	825,3 m	Faible	Faible	Fort



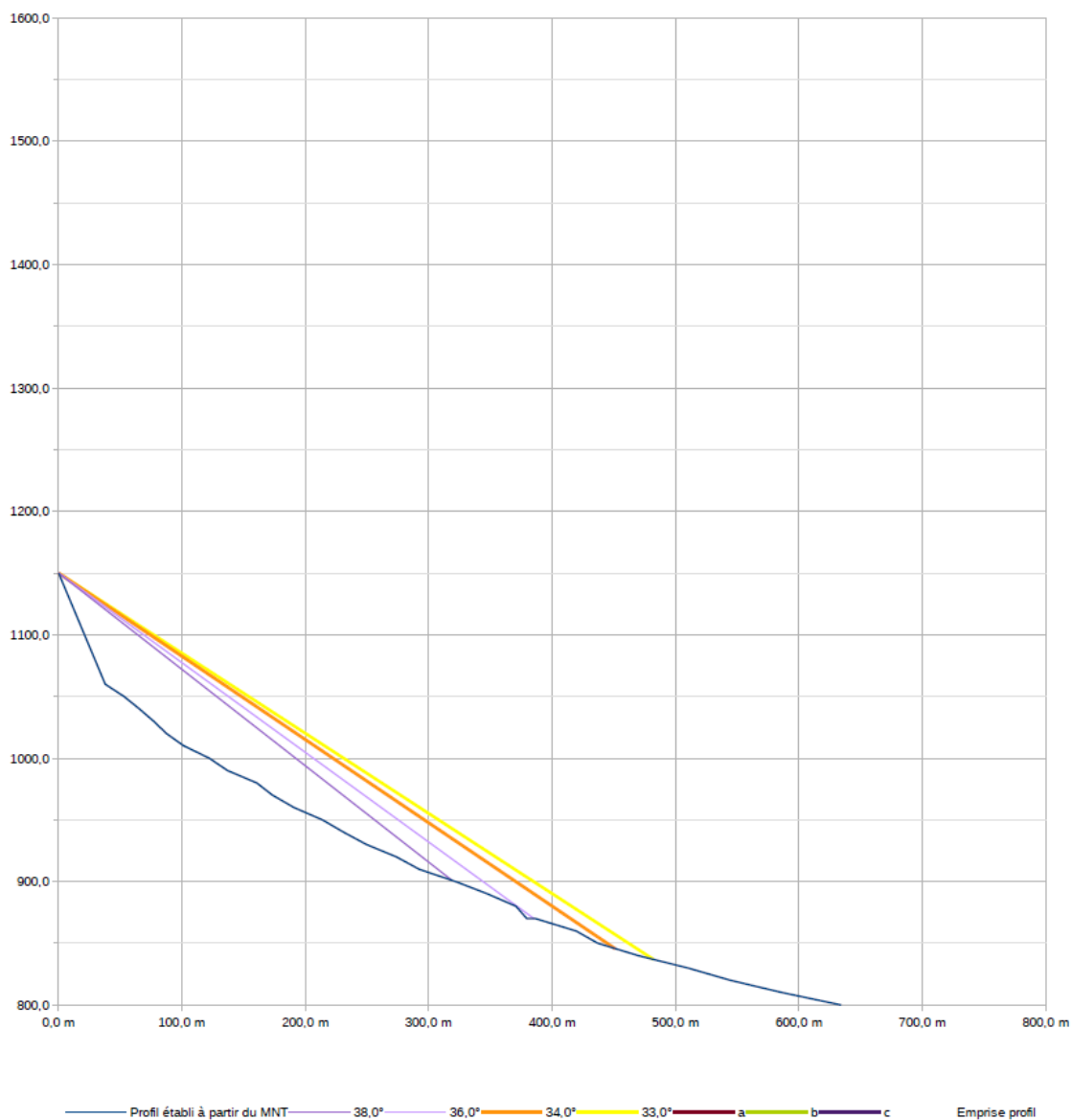
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **10**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1150,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1150,0 m	4	4	P4
		318,4 m	901,2 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1150,0 m	3	3	P3
		385,4 m	870,0 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1150,0 m	2	2	P3
		451,1 m	845,7 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1150,0 m	1	1	P3
		482,0 m	837,0 m			



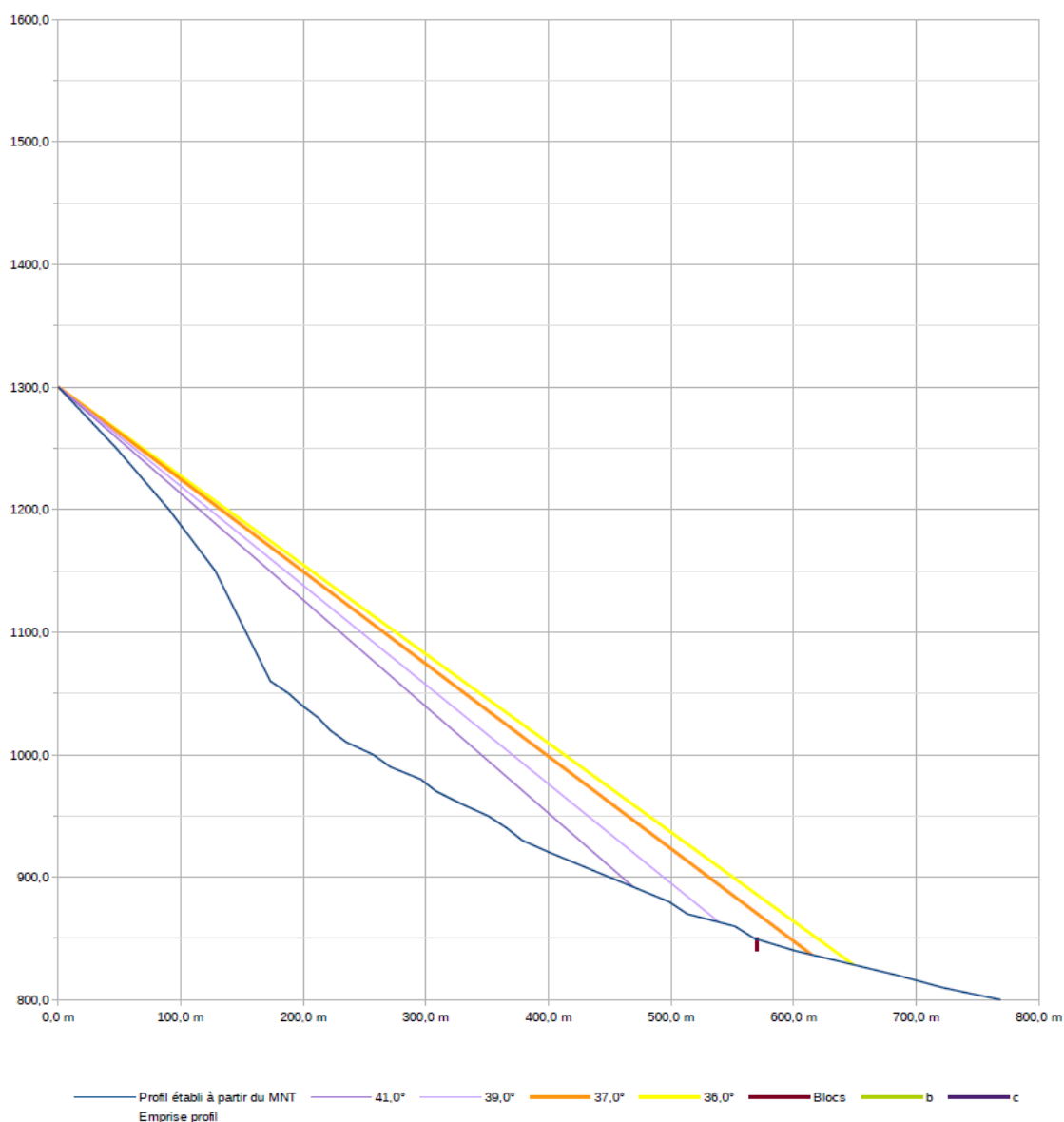
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **11**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1300,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	41,0°	0,0 m	1300,0 m	4	4	P4
		469,5 m	891,9 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	39,0°	0,0 m	1300,0 m	3	3	P3
		539,3 m	863,3 m	Forte	Élevée	Fort
Angle 3 (référence)	37,0°	0,0 m	1300,0 m	2	2	P3
		614,7 m	836,8 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	36,0°	0,0 m	1300,0 m	1	1	P3
		649,0 m	828,5 m	Faible	Faible	Fort



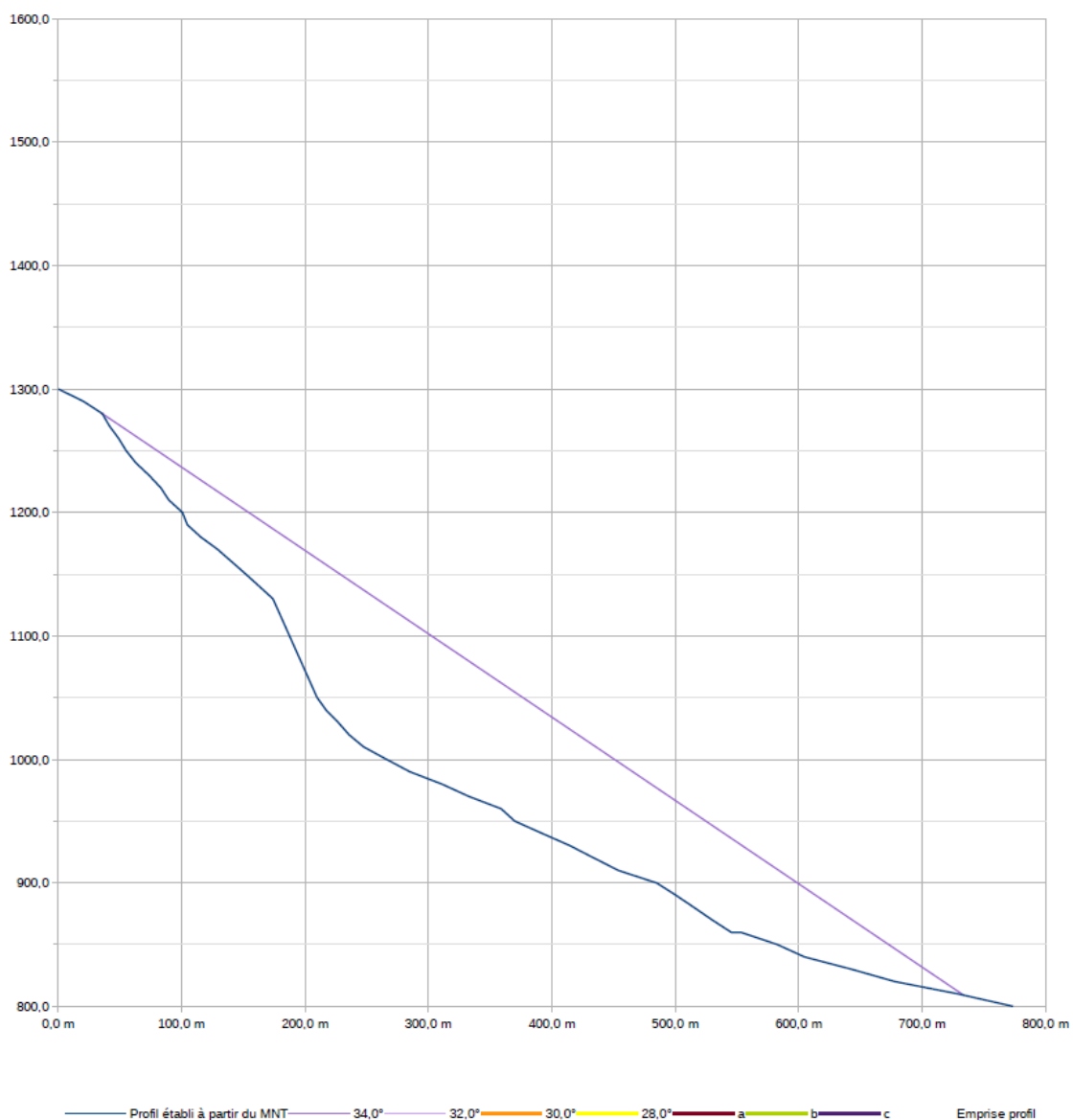
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **12**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 Grosse incertitude altitude de départ, carte peu lisible et incohérente

Point de départ		
	X	Z
départ	35,6	1280,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-2°	par rapport à β

Angles ligne d'énergie	Angle	Angles ligne d'énergie		Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
		X	Z			
Angle 1	34,0°	35,6 m	1280,0 m	4	4	P4
		734,0 m	808,9 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	32,0°	35,6 m	1280,0 m	3	3	P3
		34,7 m	1280,6 m	Forte	Élevée	Fort
Angle 3 (référence)	30,0°	35,6 m	1280,0 m	2	2	P3
		35,3 m	1280,2 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	28,0°	35,6 m	1280,0 m	1	1	P3
		35,4 m	1280,1 m	Faible	Faible	Fort



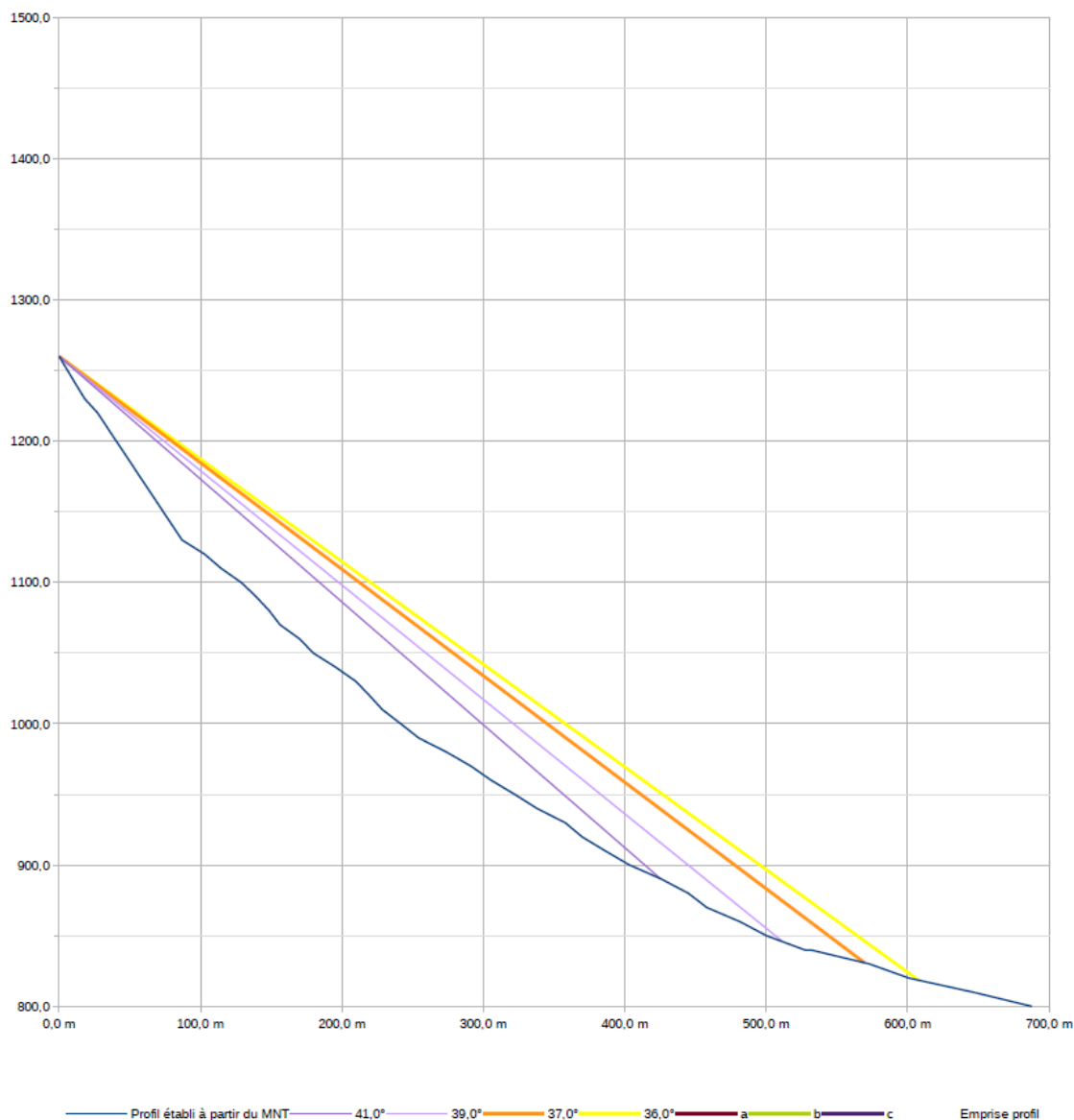
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **13**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1260,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	41,0°	0,0 m	1260,0 m	4	4	P4
		425,4 m	890,2 m			
Angle 2	39,0°	0,0 m	1260,0 m	3	3	P3
		511,5 m	845,8 m			
Angle 3 (référence)	37,0°	0,0 m	1260,0 m	2	2	P3
		569,6 m	830,8 m			
Angle 4	36,0°	0,0 m	1260,0 m	1	1	P3
		607,7 m	818,4 m			



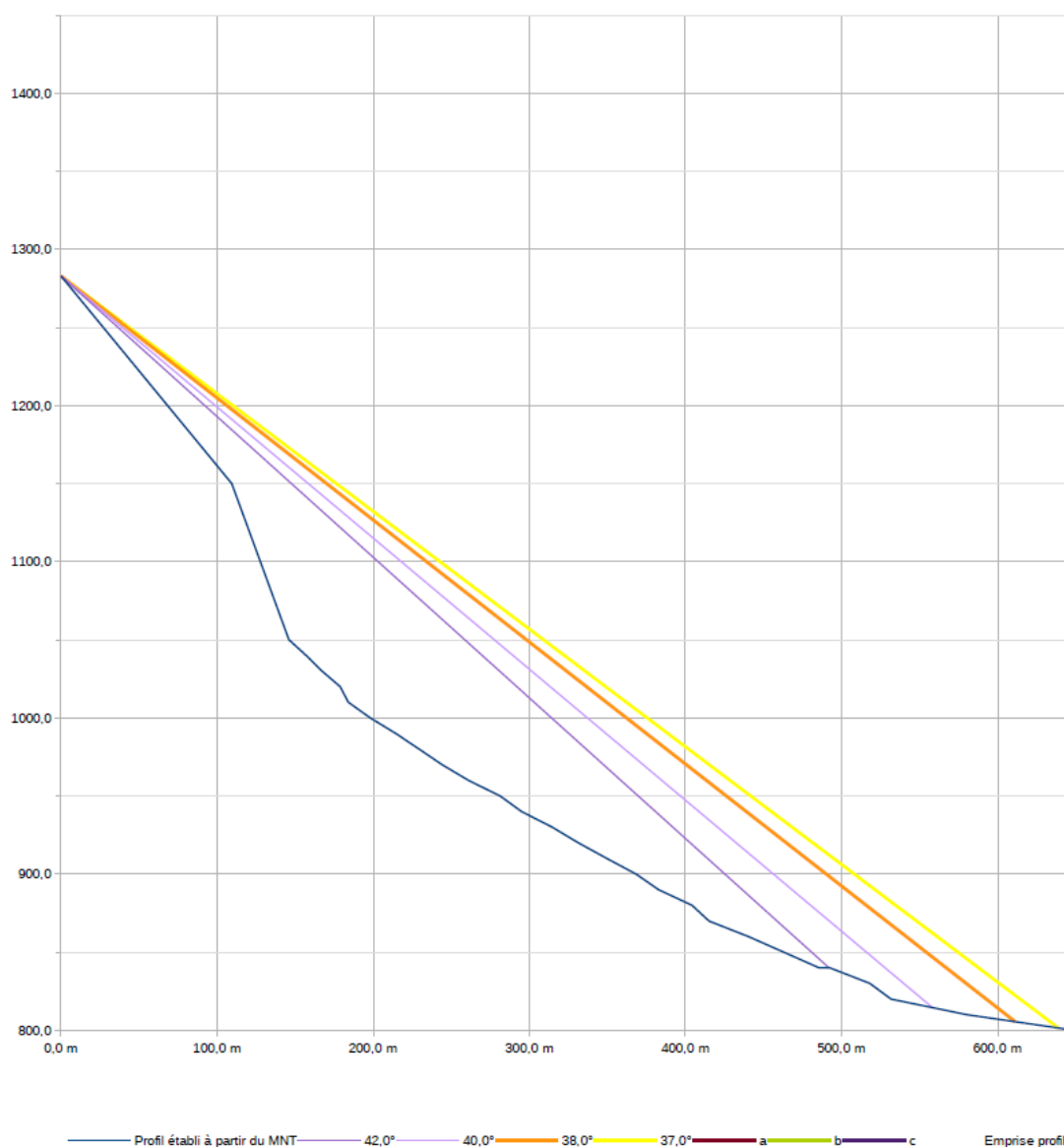
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **14**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1283,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	42,0°	0,0 m	1283,0 m	Très forte	4	P4
		492,0 m	840,0 m			
Angle 2	40,0°	0,0 m	1283,0 m	3	3	P3
		558,3 m	814,5 m			
Angle 3 (référence)	38,0°	0,0 m	1283,0 m	2	2	P3
		611,2 m	805,5 m			
Angle 4	37,0°	0,0 m	1283,0 m	1	1	P3
		639,0 m	801,5 m			



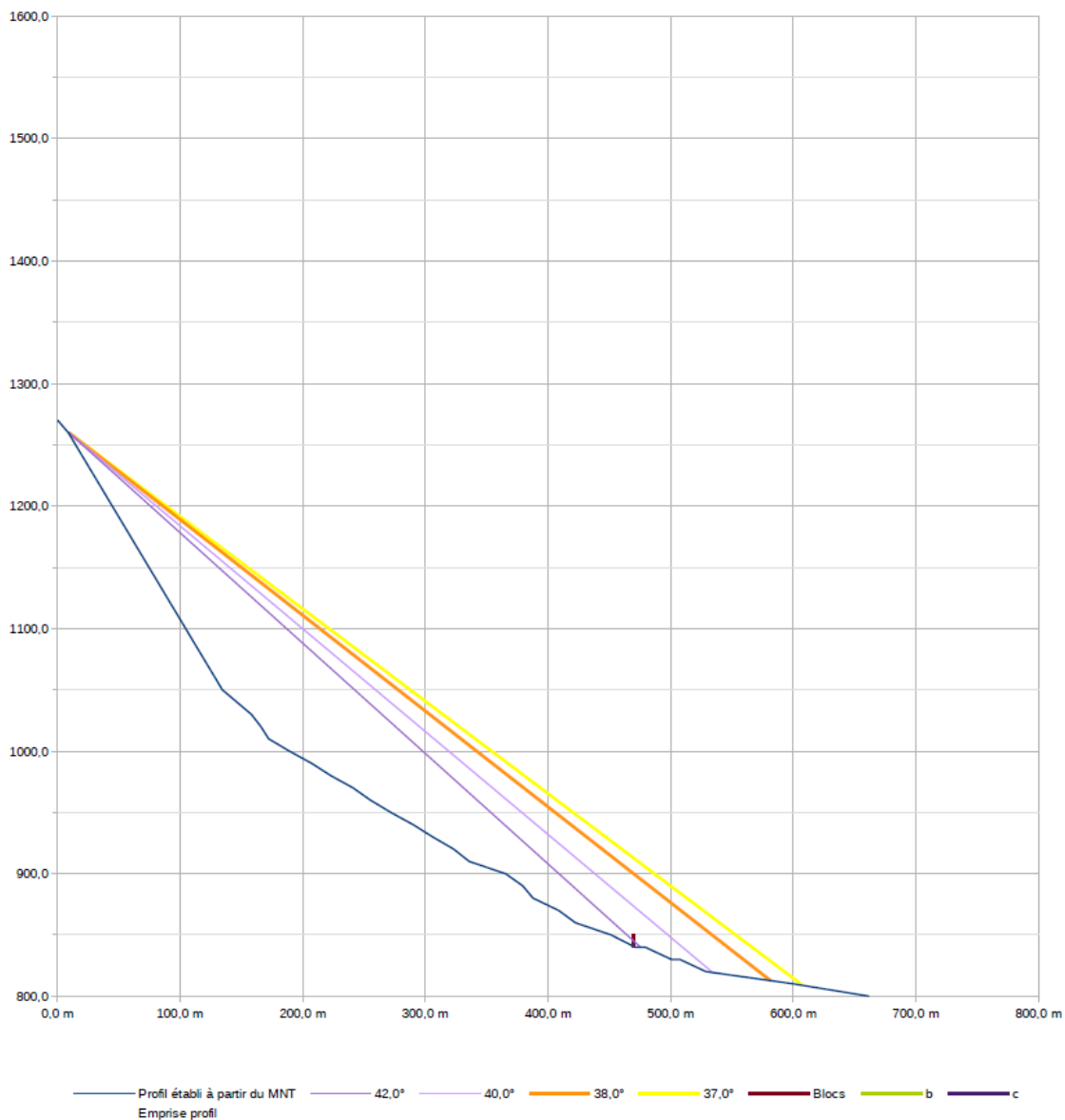
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **15**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	9	1260,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	42,0°	9,0 m	1260,0 m	4	4	P4
		475,5 m	840,0 m			
Angle 2	40,0°	9,0 m	1260,0 m	3	3	P3
		534,3 m	819,2 m			
Angle 3 (référence)	38,0°	9,0 m	1260,0 m	2	2	P3
		581,6 m	812,6 m			
Angle 4	37,0°	9,0 m	1260,0 m	1	1	P3
		607,8 m	808,8 m			



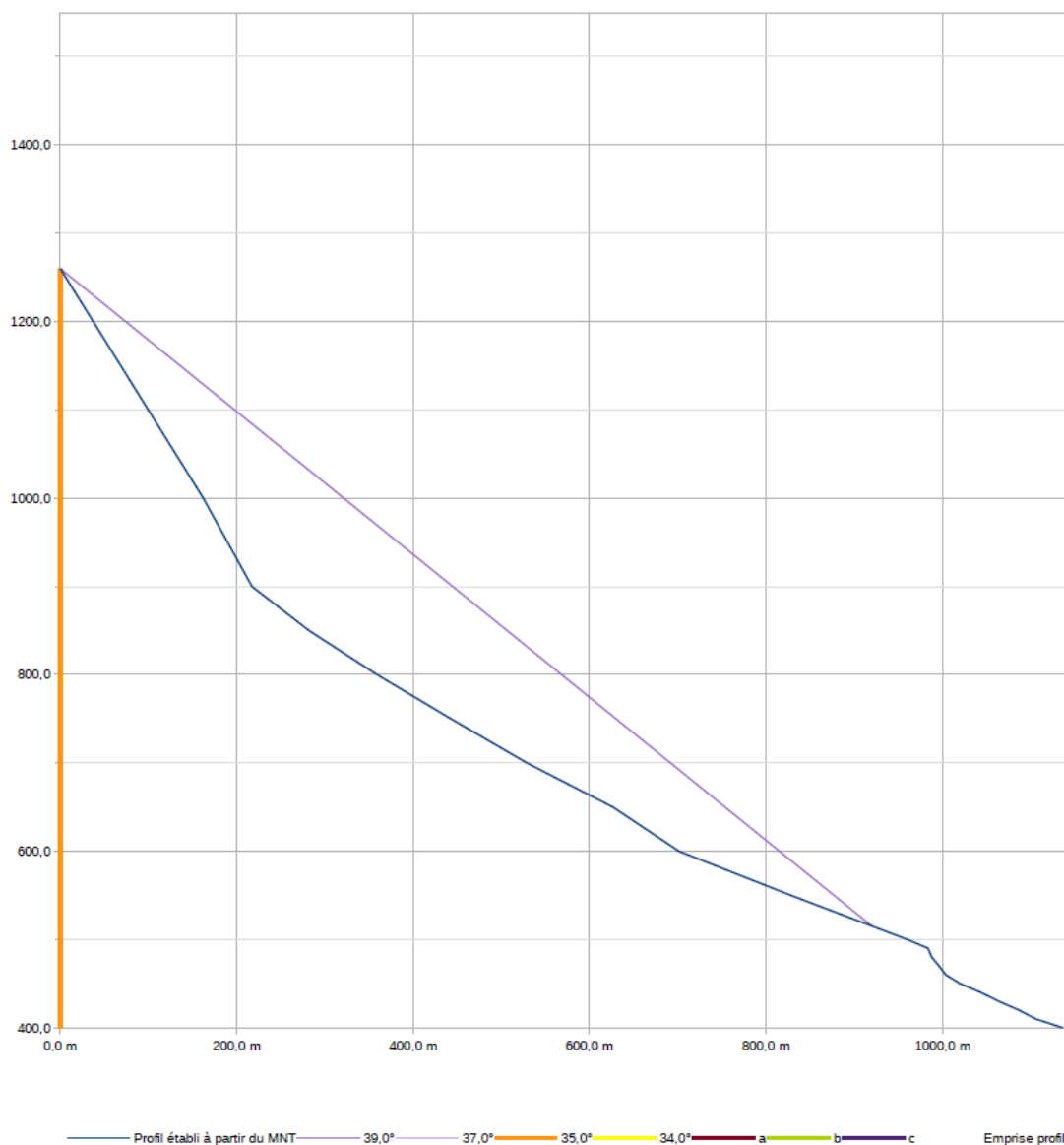
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **16**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **15,0 m³**
 Intensité **4**

Observations :
 incertitude altitude de départ, carte peu lisible

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1260,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	39,0°	0,0 m	1260,0 m	4	4	P4
		919,4 m	515,5 m	Très forte	Très élevée	Très fort
Angle 2	37,0°	0,0 m	1260,0 m	3	3	P4
		0,0 m	1260,0 m	Forte	Élevée	Très fort
Angle 3 (référence)	35,0°	0,0 m	1260,0 m	2	2	P3
		0,0 m	0,0 m	Moyenne	Modérée	Fort
Angle 4	34,0°	0,0 m	1260,0 m	1	1	P3
		0,0 m	1260,0 m	Faible	Faible	Fort

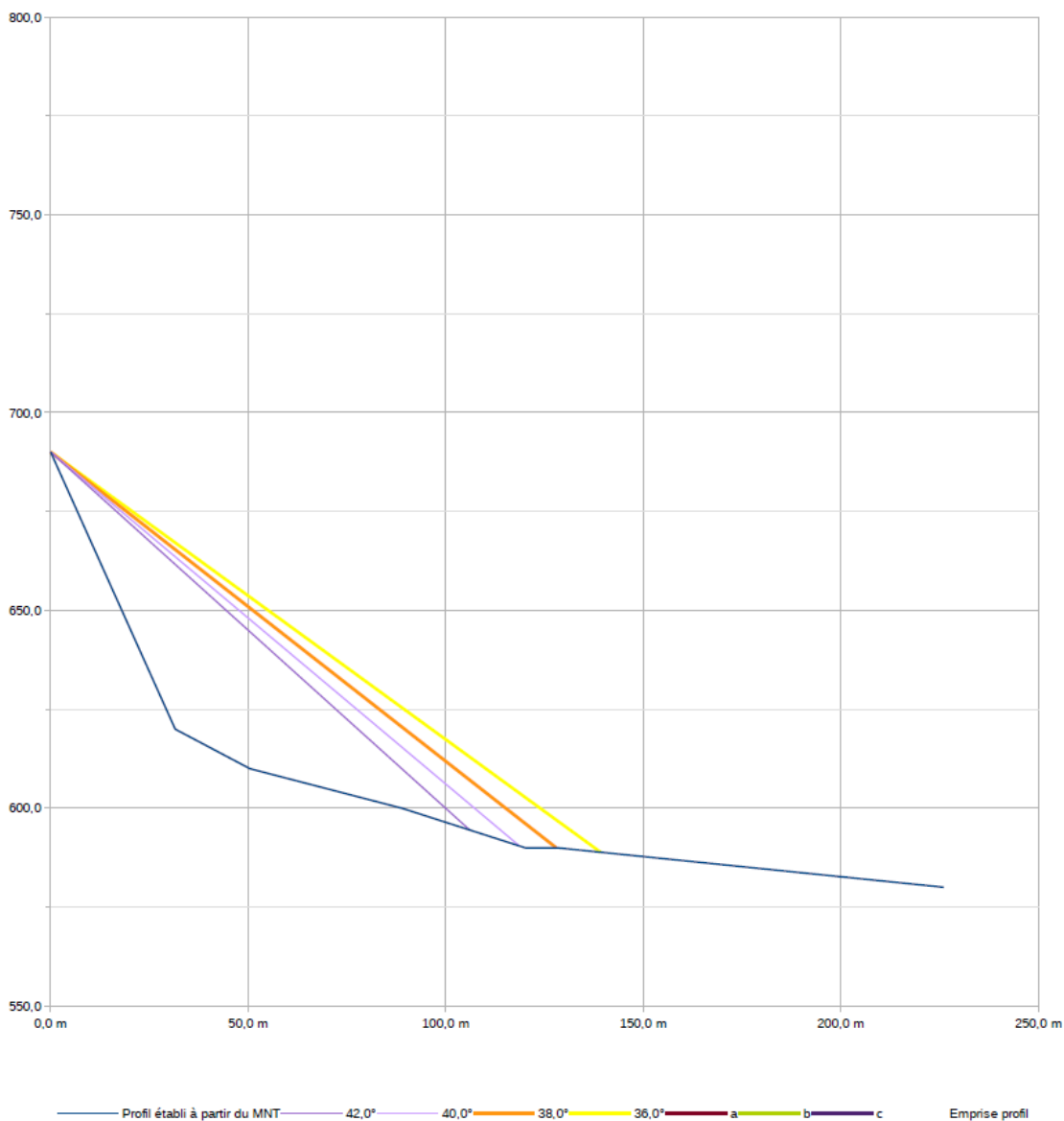


Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **17**
 source profil : SCAN25

Observations :
 Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Point de départ		
	X	Z
départ	0	690,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-2°	par rapport à β

Angles ligne d'énergie				Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	42,0°	0,0 m	690,0 m	4	4	P4
		106,1 m	594,5 m			
Angle 2	40,0°	0,0 m	690,0 m	3	3	P3
		118,6 m	590,4 m			
Angle 3 (référence)	38,0°	0,0 m	690,0 m	2	2	P3
		128,0 m	590,0 m			
Angle 4	36,0°	0,0 m	690,0 m	1	1	P3
		139,2 m	588,9 m			



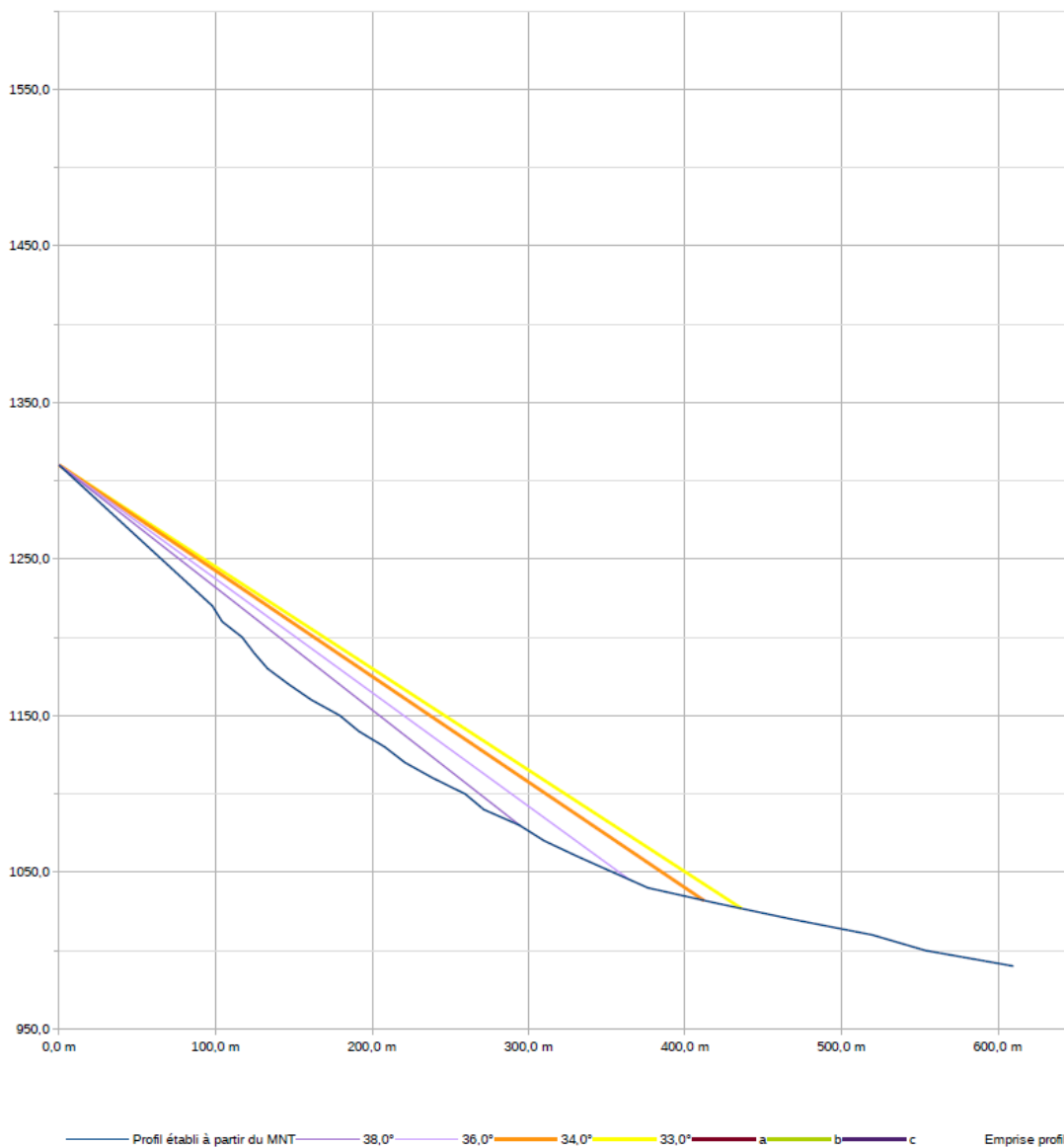
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **18**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :
 zone d'arrivée peu claire

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1310,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1310,0 m	4	4	P4
		295,1 m	1079,4 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1310,0 m	3	3	P3
		364,1 m	1045,5 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1310,0 m	2	2	P3
		412,3 m	1031,9 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1310,0 m	1	1	P3
		436,3 m	1026,7 m			



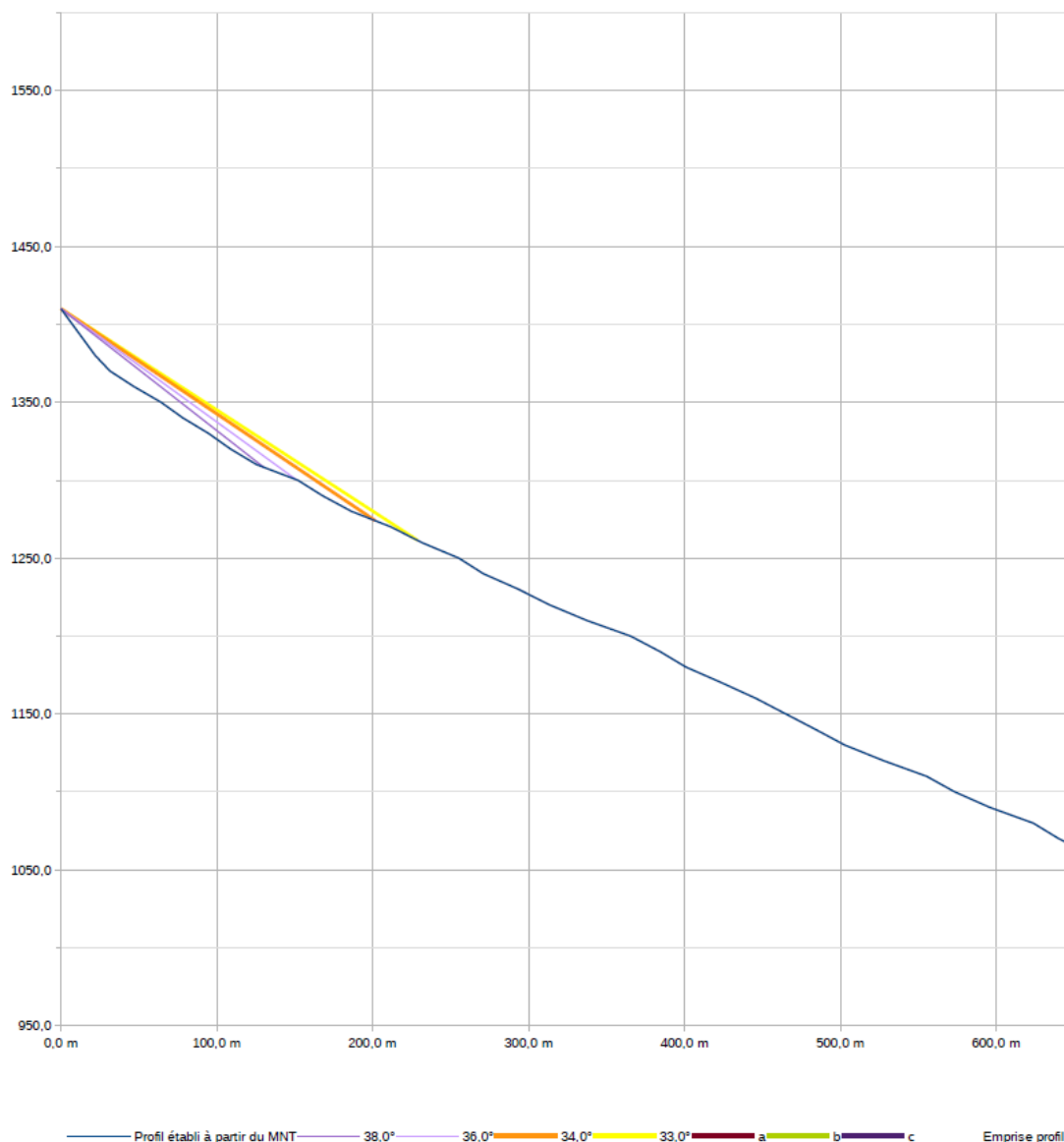
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **19**
 source profil : SCA N25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1410,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	38,0°	0,0 m	1410,0 m	4	4	P4
		130,4 m	1308,1 m			
Angle 2	36,0°	0,0 m	1410,0 m	3	3	P3
		150,6 m	1300,6 m			
Angle 3 (référence)	34,0°	0,0 m	1410,0 m	2	2	P3
		201,7 m	1273,9 m			
Angle 4	33,0°	0,0 m	1410,0 m	1	1	P3
		228,6 m	1261,5 m			



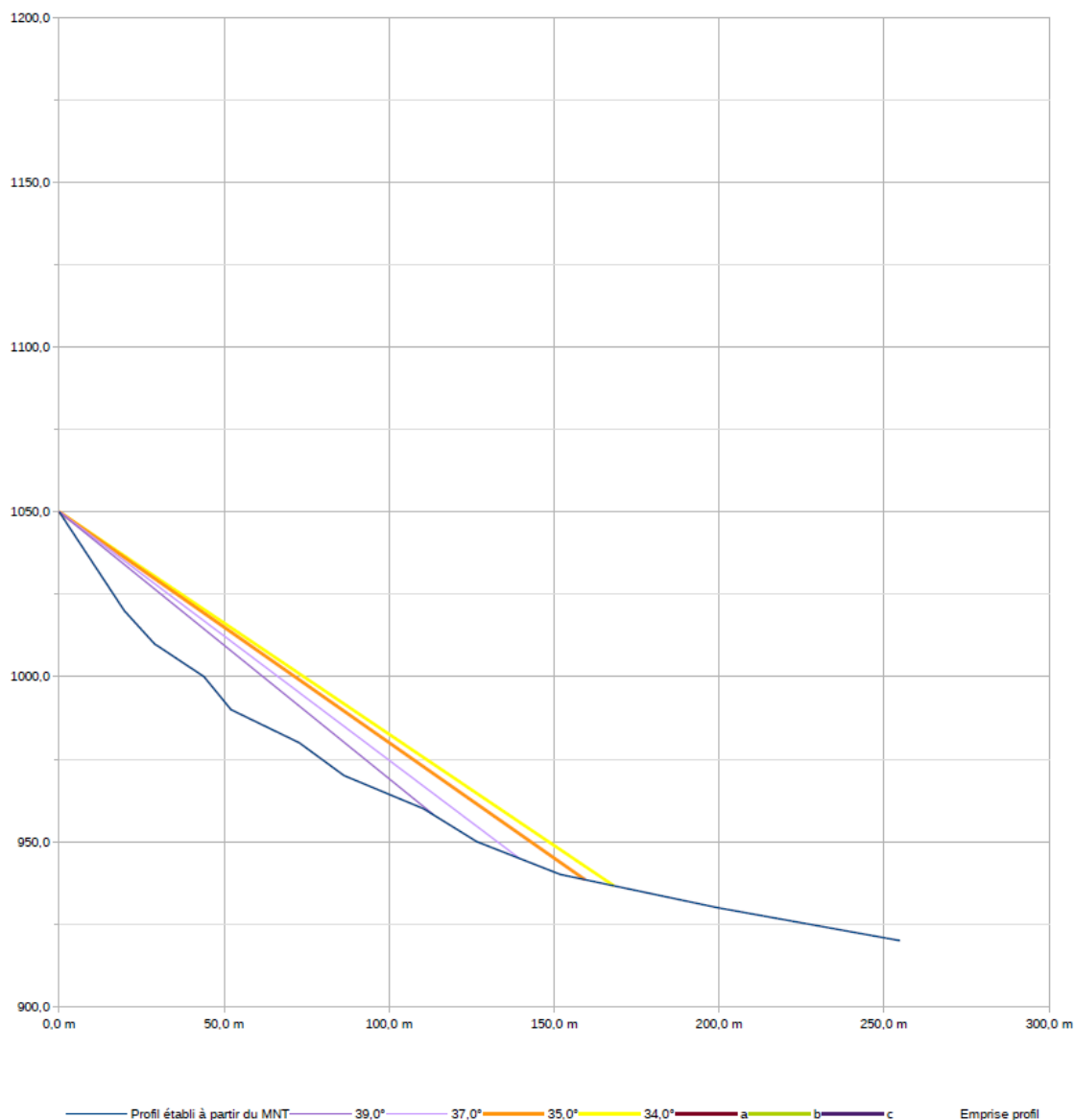
Commune : **Mont-Saint-Martin**
 Secteur :
 n° secteur
 Profil : **20**
 source profil : SCAN25

Activité **1**
 Volume bloc de réf. **5,0 m³**
 Intensité **3**

Observations :

Point de départ		
	X	Z
départ	0	1050,0
Estimation angle 1	4°	par rapport à β
Estimation angle 2	2°	par rapport à β
Estimation angle 4	-1°	par rapport à β

	Angles ligne d'énergie			Probabilité d'atteinte	Probabilité d'occurrence	Aléa
	Angle	X	Z			
Angle 1	39,0°	0,0 m	1050,0 m	4	4	P4
		113,6 m	958,0 m			
Angle 2	37,0°	0,0 m	1050,0 m	3	3	P3
		139,4 m	944,9 m			
Angle 3 (référence)	35,0°	0,0 m	1050,0 m	2	2	P3
		159,3 m	938,4 m			
Angle 4	34,0°	0,0 m	1050,0 m	1	1	P3
		168,2 m	936,6 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>