



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

PREFECTURE DES ALPES-MARITIMES *

COMMUNE DE GILETTE

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES NATURELS PREVISIBLES DE MOUVEMENTS DE TERRAIN

RAPPORT DE PRESENTATION

Pour le Préfet,
La Sous-Préfète,
Directrice de Cabinet
CAB - A 2226

Françoise SOULIMAN

PRESCRIPTION DU PPR conformément à la loi n° 95-101 du 2 février 1995 : le 30 août 2002

ENQUETE DU 12 janvier au 12 février 2004

APPROBATION DU PPR : 17 JUIL. 2006



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
SERVICE AMENAGEMENT ENVIRONNEMENT



Ingénierie des Mouvements de Sol
et des Risques Naturels

Sommaire

1	– PRESENTATION	1
1.1	PROBLÉMATIQUE.....	2
1.2	LOCALISATION ET LIMITES DE L'ÉTUDE	2
1.3	OBJET DE L'ÉTUDE ET PIÈCES CONSTITUTIVES DU DOSSIER P.P.R.....	3
1.4	DOCUMENTS CONSULTÉS	4
2	REGLEMENTATION.....	5
3	PHENOMENES NATURELS PRIS EN COMPTE.....	7
3.1	CHUTES DE PIERRES ET / OU DE BLOCS ET ÉBOULEMENTS.....	7
3.2	RAVINEMENT, RUISSELLEMENT DE VERSANT ET COULÉES BOUEUSES	9
3.3	EFFONDREMENTS DE CAVITÉS SOUTERRAINES ET AFFAISSEMENTS	11
3.4	GLISSEMENTS DE TERRAIN	12
3.5	REPTATION.....	13
3.6	FLUAGE.....	13
4	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	14
4.1	CONTEXTE GÉNÉRAL.....	14
4.1.1	<i>Morphologie.....</i>	<i>14</i>
4.1.2	<i>Géologie et caractéristiques géotechniques sommaires</i>	<i>16</i>
4.1.3	<i>Hydrologie et hydrogéologie.....</i>	<i>17</i>
4.2	PRINCIPAUX ENJEUX VULNÉRABLES ET DISPOSITIFS DE PROTECTION	18
4.2.1	<i>Les principaux enjeux vulnérables.....</i>	<i>18</i>
4.2.2	<i>Dispositifs de protection existants</i>	<i>22</i>
4.2.3	<i>Exemples de protections envisageables.....</i>	<i>25</i>
5	METHODOLOGIE ET DOCUMENTS D'EXPERTISE.....	26
5.1	LA CARTE INFORMATIVE SUR LES PHÉNOMÈNES NATURELS.....	26
5.2	LA CARTE DES ALÉAS.....	31
5.2.1	<i>Définition de l'aléa.....</i>	<i>31</i>
5.2.2	<i>Niveau de l'aléa.....</i>	<i>31</i>
5.2.3	<i>Distinction de l'aléa par nature.....</i>	<i>32</i>
5.2.4	<i>Qualification de l'aléa en terme de niveaux de protection</i>	<i>33</i>
5.2.5	<i>Détermination des limites d'aléa éboulement par simulation trajectographique</i>	<i>33</i>
5.2.6	<i>Représentation des limites de la zone d'étude des aléas.....</i>	<i>34</i>
5.2.7	<i>Synthèse des résultats</i>	<i>35</i>
5.3	LE PLAN DE ZONAGE RÉGLEMENTAIRE	37
5.3.1	<i>Généralités</i>	<i>37</i>
5.3.2	<i>Représentation des limites du zonage réglementaire</i>	<i>38</i>
5.4	LE RÉGLEMENT.....	39

Annexe

Annexe 1 : Profils de trajectographie P1 à P4, P'1 et P'2 et présentation de la méthodologie et du logiciel employés pour les calculs.

1 PRESENTATION

Cette étude a été réalisée par le bureau d'études IMS-RN à la demande de la Direction Départemental de l'Equipement (Service Aménagement Urbanisme Opérationnel) et pour le compte de la Préfecture des Alpes-Maritimes.

Elle est effectuée dans le cadre de l'élaboration d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R) de mouvements de terrain sur la commune de Gilette (06).

La mission a été réalisée par :

**IMS-RN – Agence Alpes du Sud
Société d'ingénierie**

Parc Lingostière / Saint Isidore
16, chemin de Saquier
06 200 NICE

Tél : 04 92 29 11 10 – Fax : 04 92 29 11 20
E-mail : ims.nice@free.fr

Auteur du rapport
Yann TARAVEL

Contrôlé par
François BROUSSET

1.1 Problématique

Les caractéristiques topographiques et géologiques rencontrées sur le territoire communal de Gilette (06) sont à l'origine d'une forte exposition de la commune à la plupart des phénomènes de mouvement de terrain naturels. Cette exposition a conduit à classer Gilette parmi les communes devant se doter d'un Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles (P.P.R) de mouvements de terrain.

1.2 Localisation et limites de l'étude

Le présent Plan de Prévention des Risques naturels prévisibles concerne une partie du territoire communal de Gilette correspondant aux zones d'urbanisation existantes et futures.

Le périmètre d'étude des aléas de mouvements de terrain s'attache à couvrir l'ensemble du territoire communal urbanisé ou susceptible d'être urbanisé dans le futur en intégrant l'ensemble des bassins de risques correspondant à ces zones. Par conséquent il couvre :

- L'ensemble du versant situé en amont de la vallée du Var, y compris sa plaine alluviale, du vallon du Baus de Lunel jusqu'à la confluence du fleuve avec l'Estéron ;
- Le versant situé en amont de la vallée de l'Estéron :
 - y compris sa plaine alluviale, des premières méandres de la rivière jusqu'à sa confluence avec le Var ;
 - la partie sommitale de la crête de Longia étant non comprise ;
- le village de Gilette et en continuité Nord (lieux dits « la Moulière » et « Rougelas »,...) jusqu'au vallon de Bonson ;

la rive gauche du ruisseau du Latti, jusqu'au sommet des premiers escarpements rocheux (lieu dit « le Villars ») ;
- Le secteur situé en aval de « Sur la Colle » jusqu'au lieu dit « Colle Belle ».

Les phénomènes naturels étudiés et clairement identifiés sur le territoire communal sont de type mouvements de terrain. Ces phénomènes sont (cf. § 3.) :

- Les éboulements, les chutes de blocs et / ou de pierres ;
- Le ravinement, ruissellement de versant et coulées boueuses ;
- Les effondrements de cavités souterraines et affaissements ;
- Les glissements de terrain ;
- La reptation ;
- Le fluage.

1.3 Objet de l'étude et pièces constitutives du dossier P.P.R

La présente étude a pour objectifs de

- Identifier et recenser les phénomènes de mouvements de terrain présents sur le périmètre d'étude ;
- Etablir un zonage des aléas relatifs à des phénomènes naturels ;
- Etablir un zonage réglementaire associé à un règlement, qui permettra de mettre en évidence les zones constructibles, les zones constructibles avec précaution et les zones inconstructibles.

Les résultats de l'étude permettent d'établir un dossier de P.P.R. comprenant les pièces suivantes :

- 1 **Le rapport de présentation** : il permet de situer le cadre général de l'étude (localisation et présentation de la zone d'étude, réglementation, phénomènes naturels pris en compte, etc,...).
- 2 **Le plan de zonage réglementaire** : il permet de classer, sur un fond cadastral à l'échelle 1/5 000, l'ensemble de la zone d'étude en zones constructibles ou inconstructibles, soumises ou non à des prescriptions réglementaires particulières et / ou des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.
- 3 **Le règlement** : il définit les mesures applicables à chaque zone du document cartographique en fonction de leur expositions et de la nature des phénomènes naturels auxquelles elles sont soumises. Il distingue les projets nouveaux, l'existant et les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.
- 4 **Des annexes comprenant :**
 - 4.1 **La carte informative sur les phénomènes naturels** : elle recense et situe, sur un fond topographique à l'échelle 1/5 000, les phénomènes effectifs ou potentiels dans le périmètre d'étude, les principaux événements, et les principaux travaux réalisés et ouvrages de protection existants ;
 - 4.2 **La carte des aléas de mouvements de terrain** : elle classe, sur un fond topographique à l'échelle 1/5 000, l'ensemble de la zone d'étude suivant la qualification, la nature et le niveau des aléas.

REMARQUES :

- la précision des cartes est étroitement dépendante de celle des fonds de plan fournis ;
- Seuls le plan de zonage et le règlement ont un caractère réglementaire, les autres documents étant des documents d'expertise.

1.4 Documents consultés

Documents d'urbanisme :

- l'étude géologique et géotechnique du CETE MEDITERRANEE annexée au Plan d'Occupation des Sols, qui comprend :
 - une carte géologique détaillée au 1 / 5 000° ;
 - une carte d'aptitude à la construction et des mouvements de terrain au 1 / 5 000° ;
- des avis géologiques donnés par le CETE MEDITERRANEE sur des secteurs spécifiques du territoire étudié vis-à-vis de projets de construction ;
- le fond cadastral au 1 / 5 000° et des extraits plus anciens du cadastre ;

Etudes antérieures :

- l'étude géotechnique menée par IMS-RN en février 2001 pour le diagnostic et la définition de travaux suite aux glissements et / ou ravinement des terrains en nov. 2000, en aval des chemins de Saint Pierre et Saint Roch ;
- l'expertise géologique menée par IMS-RN en octobre 2002 sur différentes parcelles situées au lieu dit « Moulin Nou ». Dans le cadre de cette étude, d'autres documents ont été consultés, en particulier une étude géotechnique plus générale sur le secteur vis-à-vis des chutes de blocs sur la RD 2209, réalisée en 1997 par SOL ESSAIS / SOL SYSTEMES ;
- l'expertise de J.P. MASCARELLI sur la base de reconnaissances effectuées par SOL ESSAIS / SOL SYSTEMES, suite à un glissement de terrain survenu en nov. 2000 au lieu-dit « la Vignasse » ;
- l'avis géologique et géotechnique de GEO-INGENIERIE suite à un éboulement survenu en mars 2002 sur la RD 17 (PR 6,800).

Documents IGN :

- le fond topographique au 1 / 5 000 ;
- certaines vues photographiques aériennes ;

Documents BRGM :

- Banque de Données du Sous-Sol du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (coupe géologique de sondages, sources,...)

2 REGLEMENTATION

La loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à « l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs », modifiée par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au « renforcement de la protection de l'environnement », dispose par son nouvel article 40-1 que « *L'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones* ».

Extrait de l'article 40.1 de la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 :

« Les P.P.R. ont pour objet, en tant que de besoin :

1. De délimiter les zones exposées aux risques en tenant compte de la nature et de l'intensité du risque encouru, d'y interdire tout type de construction, d'ouvrage, d'aménagement ou d'exploitation agricole, forestière, artisanale, commerciale ou industrielle ou, dans le cas où des constructions, ouvrages, aménagements ou exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient y être autorisés, prescrire les conditions dans lesquelles ils doivent être réalisés, utilisés ou exploités ;
2. De délimiter les zones qui ne sont pas directement exposées aux risques mais où des constructions, des ouvrages, des aménagements ou des exploitations agricoles, forestières, artisanales, commerciales ou industrielles pourraient aggraver des risques ou en provoquer de nouveaux et y prévoir des mesures d'interdiction ou de prescription telles que prévues au 1° du présent article ;
3. De définir les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde qui doivent être prises, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, par les collectivités publiques dans le cadre de leur compétence, ainsi que celles qui peuvent incomber aux particuliers ;
4. De définir, dans les zones mentionnées au 1° et au 2° du présent article, les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date de l'approbation du plan qui doivent être prises par les propriétaires, exploitants ou utilisateurs. »

Le mécanisme d'indemnisation des victimes des catastrophes naturelles est régi par la loi n°82-600 du 13 juillet 1982. Les contrats d'assurance garantissent les assurés contre les effets des catastrophes naturelles, cette garantie étant couverte par une cotisation additionnelle à l'ensemble des contrats d'assurance-dommages et à leurs extensions couvrant les pertes d'exploitation.



En contrepartie, et pour la mise en œuvre de ces garanties, les assurés exposés à un risque ont à respecter certaines règles de prescription fixées par les P.P.R., leur non-respect pouvant entraîner une suspension de la garantie-dommages ou une atténuation de ses effets (augmentation de la franchise).

Les P.P.R. traduisent l'exposition aux risques de la commune dans l'état actuel et sont susceptibles d'être modifiés si cette exposition devrait être sensiblement modifiée à la suite de travaux de prévention de grande envergure.

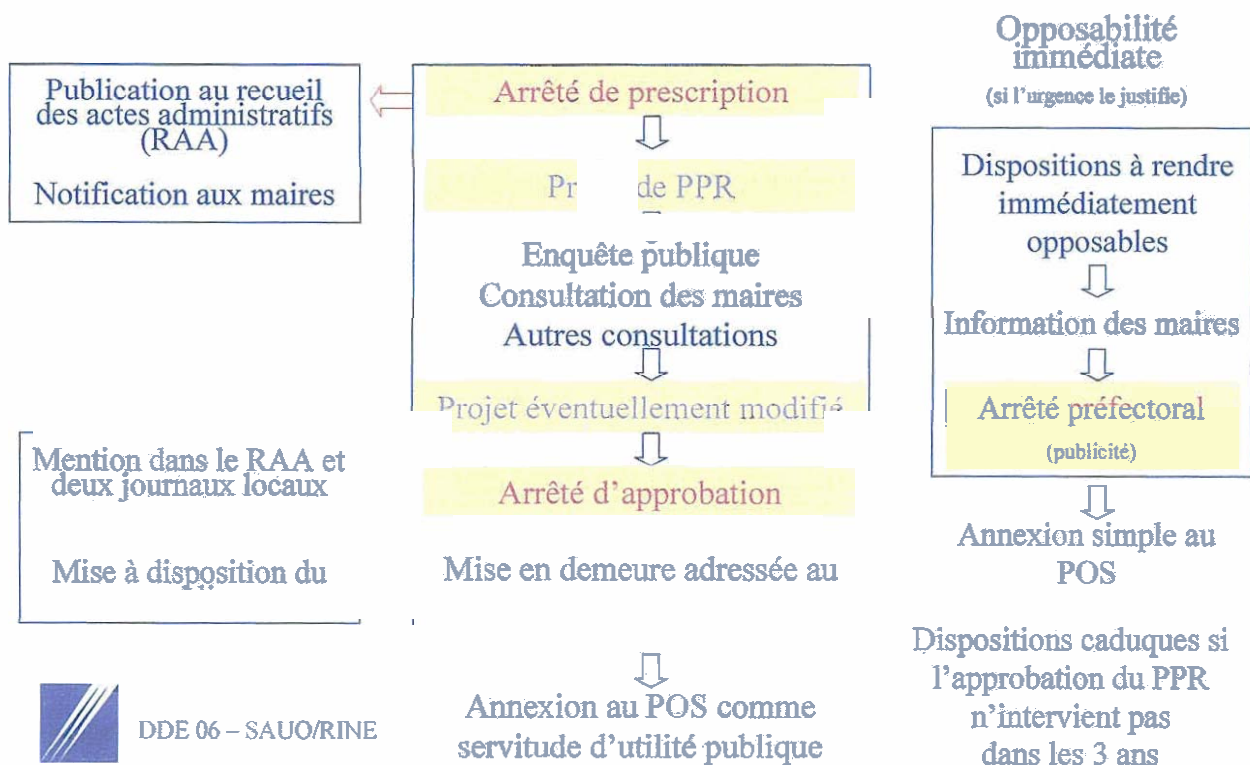
Les P.P.R. ont pour objectif une meilleure protection des biens et des personnes, et une limitation du coût pour la collectivité de l'indemnisation systématique des dégâts engendrés par les phénomènes.

Après avis du conseil municipal et suivi d'une enquête publique, le plan de prévention des risques naturels prévisibles (P.P.R.) est approuvé par arrêté préfectoral. Le P.P.R. vaut servitude d'utilité publique et il est opposable à toute forme d'occupation ou d'utilisation du sol conformément à l'article L. 126-1 du Code de l'urbanisme.

Les zones de risques naturels doivent apparaître dans les documents graphiques du P.L.U. conformément à l'article R. 123-11 du Code de l'urbanisme.

Le décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995 relatif aux plans de prévention des risques naturels prévisibles, modifié par les décrets n° 2002-679 du 29 avril 2002 et n° 2005-3 du 4 janvier 2005, précise les modalités d'élaboration des P.P.R.

La Procédure PPR



DDE 06 – SAUO/RINE

3 PHENOMENES NATURELS PRIS EN COMPTE

Dans ce chapitre sont décrits les phénomènes naturels clairement identifiés effectivement pris en compte dans le secteur d'étude et leurs conséquences prévisibles sur les constructions.

Ces phénomènes naturels, dans les différents documents cartographiques et dans le règlement, seront regroupés en fonction des stratégies à mettre en œuvre pour s'en protéger.

3.1 Chutes de pierres et / ou de blocs et éboulements

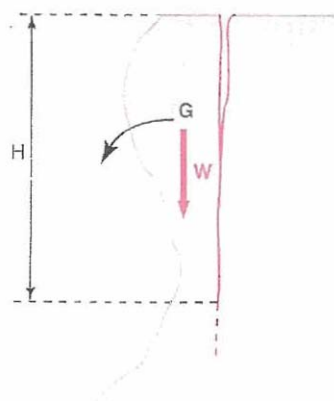
Les chutes de pierres et / ou de blocs correspondent au déplacement gravitaire d'éléments rocheux sur la surface topographique provenant de zones rocheuses escarpées et fracturées, de pentes raides ou de zones d'éboulis instables. On parlera de pierres lorsque leur volume unitaire ne dépasse pas le décimètre-cube et de blocs pour les éléments rocheux de volume supérieur.

S'il est relativement aisé de déterminer les volumes des instabilités potentielles, il est très difficile de définir la fréquence d'apparition de ces phénomènes. Par ailleurs, les trajectoires suivies par ces masses rocheuses ne correspondent pas forcément à la ligne de plus grande pente. Elles prennent souvent la forme de rebonds mais ces masses peuvent également rouler sur le versant et avoir des trajectoires particulières.

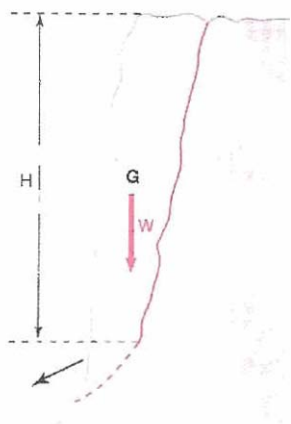
Les valeurs atteintes par les masses et les vitesses peuvent représenter des énergies cinétiques importantes et ont donc un pouvoir destructeur important. Compte tenu de ce pouvoir destructeur, les constructions seront soumises à un effort de poinçonnement pouvant entraîner, dans les cas extrêmes, leur ruine totale. Lorsque ces chutes atteignent un volume de plusieurs centaines de mètres-cube on parle d'éboulements.

Les écroulements désignent l'effondrement de pans entiers de montagne (par exemple l'écroulement du Mont Granier à Chambéry) et peuvent mobiliser plusieurs milliers, dizaines de milliers, voire plusieurs millions de mètres cube de rochers. La dynamique de ces phénomènes ainsi que les énergies développées n'ont plus rien à voir avec les chutes de blocs isolés (les masses s'écoulant sur le terrain à la manière d'un fluide). Les zones concernées par ces phénomènes subissent une destruction totale.

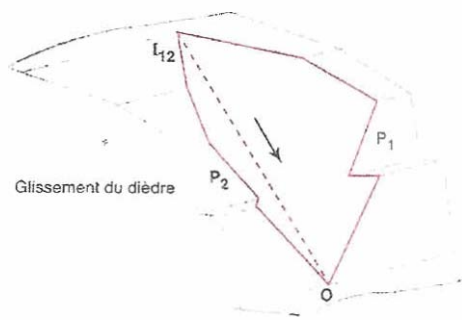
Ces phénomènes seront regroupés, dans l'étude des aléas, sous le terme générique d'« éboulement » (cf. § 5.2.3).



Rupture par basculement



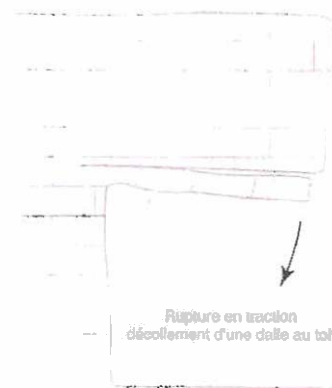
Rupture de pied



Mécanisme de fauchage



Glissement plan "banc sur banc"



Rupture en traction décollement d'une dalle au toit

*Exemples de mécanismes de rupture à l'origine d'éboulements
(source : Laboratoire Central des Ponts et Chaussées)*

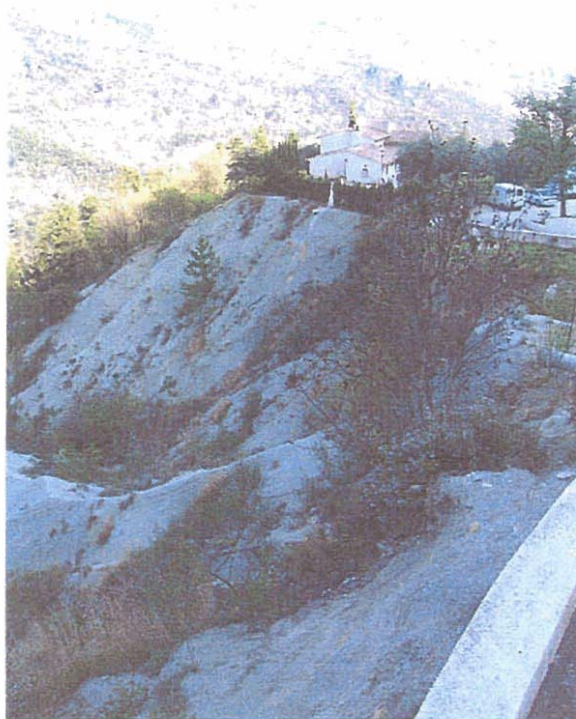
3.2 Ravinement, ruissellement de versant et coulées boueuses

Le ravinement est une forme d'érosion rapide des terrains sous l'action de précipitations abondantes. Plus exactement, cette érosion prend la forme d'une ablation des terrains par entraînement des particules de surface sous l'action du ruissellement.

On peut distinguer :

- le ravinement concentré, générateur de rigoles et de ravins ;
- le ravinement généralisé lorsque l'ensemble des ravins se multiplie et se ramifie au point de couvrir la totalité d'un talus ou d'un versant. Ce phénomène porte le nom de ruissellement de versant ou d'érosion de surface.

Dans les zones où se produit le ravinement, les constructions pourront être sous-cavées, ce qui peut entraîner leur ruine complète, et / ou engravées par des matériaux en provenance de l'amont.



Exemple d'un secteur soumis à un ravinement généralisé

En contrebas, dans les zones de transit ou de dépôt des matériaux, le phénomène peut prendre la forme de coulées boueuses.

Les coulées de boue, écoulements de matériaux solides mêlés à de l'eau, tirent leur origine à la fois de la saturation en eau et d'une granulométrie particulière des terrains (généralement argileux).

Ces écoulements ont une densité de supérieure à celle de l'eau et peuvent transporter des blocs de plusieurs dizaines de mètres-cubes. Ils suivent grossièrement la ligne de plus grande pente.

Les vitesses d'écoulement sont fonction de la pente, de la teneur en eau, de la nature des matériaux et de la géométrie de la zone d'écoulement (écoulement canalisé ou zone d'étalement).

Les biens et équipements exposés aux coulées boueuses subiront une poussée dynamique sur les façades directement exposées à l'écoulement et, à un moindre degré, sur les façades situées dans le plan de l'écoulement. Les façades pourront également subir des efforts de poinçonnement. Par ailleurs, les constructions pourront être envahies ou ensevelies par les coulées boueuses. Toutes ces contraintes peuvent entraîner la ruine des constructions.



Schéma de principe d'une coulée de boue.

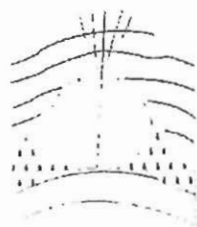
Ces phénomènes seront regroupés, dans l'étude des aléas, sous le terme générique de « ravinement » (cf. § 5.2.3).

3.3 Effondrements de cavités souterraines et affaissements

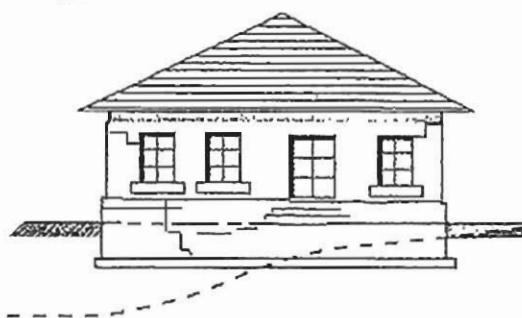
Dans des conditions géologiques et hydrogéologiques particulières il peut apparaître dans le sous-sol des cavités provenant, soit de la dissolution chimique des matériaux (gypse, calcaires, sel gemme, etc,...), soit de galeries artificielles.

Les effondrements sont le résultat d'éboulements du toit des cavités souterraines qui peuvent se produire soit naturellement (dolines, avens) ou être consécutifs à une forte surcharge au dessus d'un vide important. La vitesse de ce phénomène est rapide à très rapide.

Les affaissements sont des mouvements qui apparaissent lorsque, entre la cavité formée dans le sous-sol et la surface, existe une épaisseur suffisante pour que l'effondrement de son toit ne puisse se répercuter directement en surface et se traduit, alors par une déformation qui correspond à l'amortissement de la dynamique du mouvement sous-jacent. Son ampleur est d'autant plus importante que la couverture au-dessus de la cavité est plus meuble. Ce phénomène est lent à très lent.



Exemple d'un entonnoir de dissolution avec effondrement du toit de la cavité souterraine



Exemple de terrains soumis à un phénomène d'affaissement se répercutant sur une habitation

Ces phénomènes seront regroupés, dans l'étude des aléas, sous le terme générique de « effondrement » (cf. § 5.2.3).

3.4 Glissements de terrain

Un glissement de terrain est un déplacement d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs surfaces de rupture. Ce déplacement entraîne généralement une déformation plus ou moins prononcée des terrains de surface. Les déplacements sont de type gravitaire et se produisent selon la ligne de plus grande pente.

Sur un même glissement, on pourra observer des vitesses de déplacement variables en fonction de la pente locale du terrain, créant des mouvements différentiels.

Un glissement se déclenche lors de la conjonction de facteurs favorables, parmi lesquels : une forte pente, une infiltration d'eau, une couverture de faible épaisseur de nature argileuse, un substratum imperméable (argiles, marnes).

Les constructions situées sur des glissements de terrain pourront être soumises à des efforts de type cisaillement, compression, dislocation liés à leur basculement, à leur torsion, leur soulèvement, ou encore à leur affaissement. Ces efforts peuvent entraîner la ruine de ces constructions.

Parmi les types de glissements pris en compte dans cette étude, il y a ceux dont l'origine provient d'une attaque de berges, qui correspondent au sapement du pied des berges d'un cours d'eau. Toutes les berges de cours d'eau constituées de terrains meubles peuvent être concernées. L'apparition d'un tel phénomène à un endroit donné reste aléatoire.

Ce risque d'apparition rend impropre à la construction une bande de terrain plus ou moins large en sommet de berge. Il fait également courir aux constructions existantes un risque de destruction partielle ou complète.

Ces phénomènes seront regroupés, dans l'étude des aléas, sous le terme générique de « glissement » (cf. § 5.2.3).

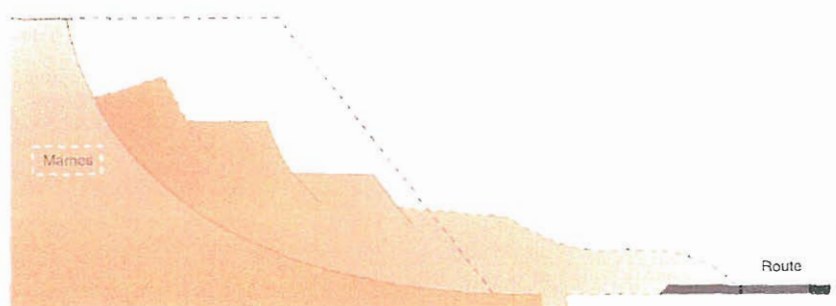


Schéma de principe d'un glissement de terrain à surface de rupture circulaire.

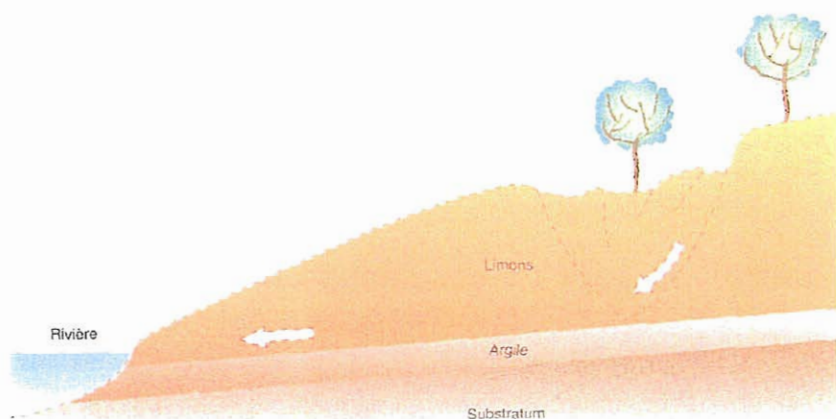


Schéma de principe de glissements de terrain par attaque de berge.

3.5 Reptation

La reptation est un mouvement lent des terrains superficiels (frange d'altération, terre végétale) souvent provoqué par les cycles gel-dégel et pouvant affecter des grandes surfaces. Ils se caractérisent par un moutonnement du manteau végétal et / ou une déformation des arbres.

Ce phénomène sera regroupé, dans l'étude des aléas, sous le terme générique de « reptation » (cf. § 5.2.3).

3.6 Fluage

Ce phénomène de déformation apparaît sous sollicitation constante de longue durée. C'est le mouvement sans rupture de la matière à vitesse lente. Si les contraintes sont faibles, le fluage peut être amorti. Par contre, si elles sont fortes, ce phénomène se prolonge par une rupture de la matière et peut évoluer en glissement (fluage non amorti). A noter que ce mouvement est souvent provoqué par une masse rocheuse indurée sus-jacentes qui « poinçonnent » des roches plastiques. Ce fluage peut induire une dislocation de la masse rocheuse indurée et générer des éboulements.

Ce phénomène sera regroupé, dans l'étude des aléas, sous le terme générique de « fluage » (cf. § 5.2.3).

4 PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

4.1 Contexte général

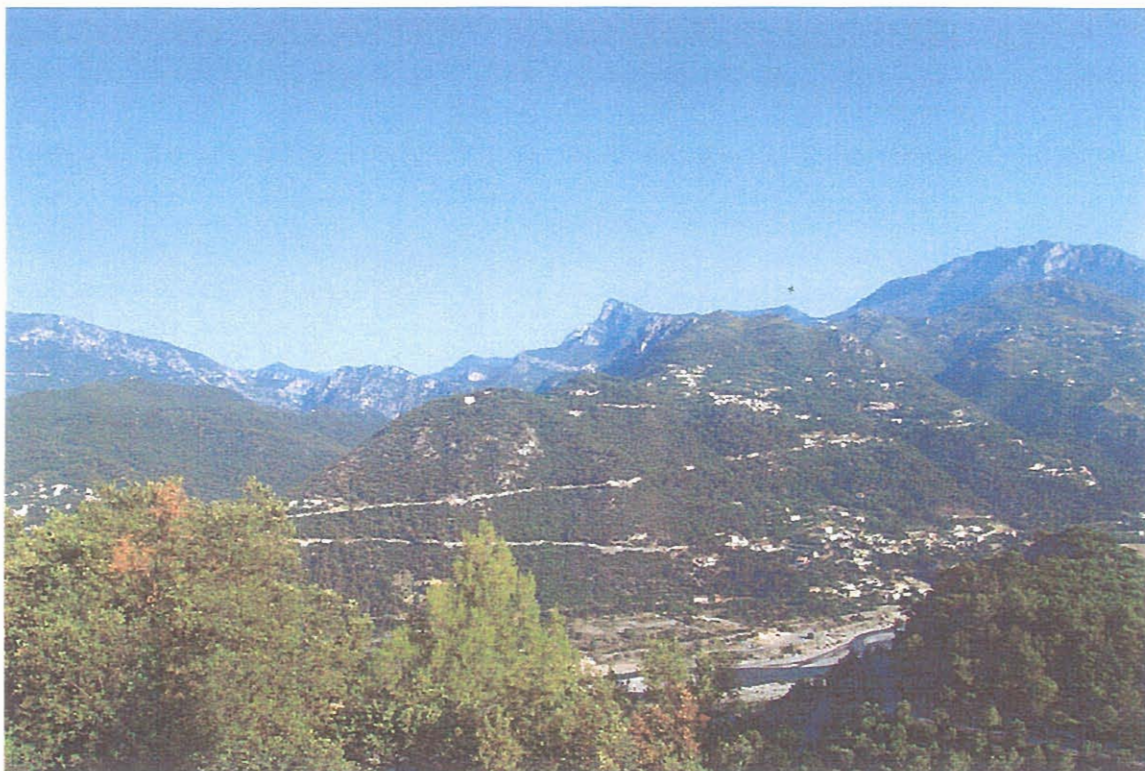
4.1.1 Morphologie

Sur la zone d'étude, les conditions topographiques sont assez sévères et dans l'ensemble bien contrastées, avec la présence :

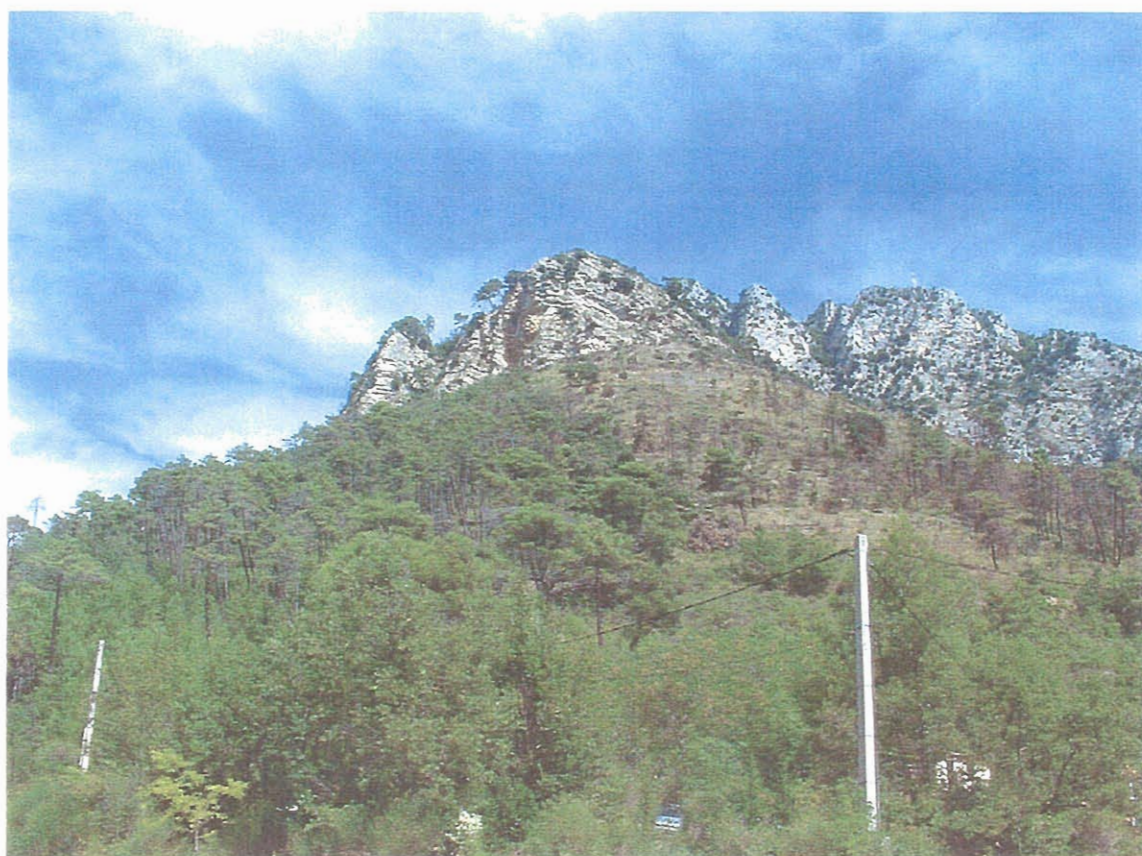
- de nombreux escarpements et de falaises rocheuses de hauteur variable, l'altitude maximale étant à « Sur la Colle » (700 m) ;
- de nombreux talwegs, les vallées du Var et de l'Estéron, l'altitude minimale étant à la confluence entre le fleuve et la rivière (100 m) ;
- des versants possédant globalement des pentes assez élevées.



*Vue du versant Sud Ouest situé sous la crête de Longia.
Au pied de ce versant la vallée de l'Estéron.*



Vue du versant situé au dessus de la vallée du Var.



Vue de « Sur la Colle »

4.1.2 Géologie et caractéristiques géotechniques sommaires

La nature géologique et les caractéristiques géotechniques des différents matériaux rencontrés au droit de la zone d'étude sont :

- les calcaires et dolomies du Jurassique présentant localement des conditions défavorables liées à leur stratification et leur fracturation en conséquence du broyage local important d'origine tectonique de l'ensemble des formations géologiques ;
- les marno-calcaires présentant localement des caractéristiques mécaniques moyennes à faibles (matériaux altérés à dominante marneuse) et / ou possédant une stratification et une fracturation défavorable (aval pendage, failles,...) ;
- les marnes, argiles, gypse, cargneules et dolomies du Keuper rencontrés sur une épaisseur localement élevée. D'une manière générale, leurs caractéristiques mécaniques sont faibles et le gypse sensible aux agents atmosphériques présente un potentiel évolutif important (dissolution / gonflement des matériaux) ;
- les éboulis et colluvions de pente rencontrés localement sur de fortes épaisseurs et possédant globalement des caractéristiques mécaniques moyennes à faibles.

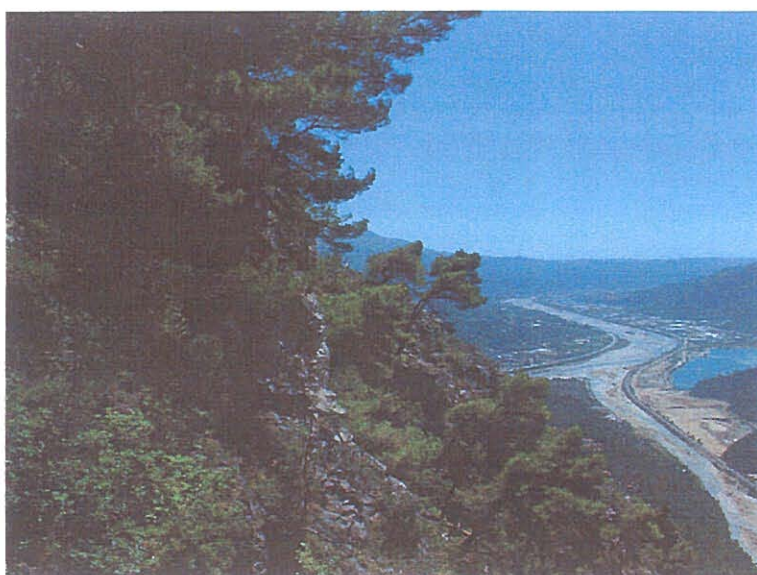


Exemple de calcaires et dolomies du Jurassique fracturés, érodés et parfois parcourus de failles rencontrés au sommet de « Sur la Colle »

4.1.3 Hydrologie et hydrogéologie

La zone d'étude est parcourue par l'important réseau hydrographique décrit ci-dessous :

- En limite Est, le fleuve Var qui s'écoule dans sa plaine alluviale ;
- En limite Sud-Ouest, la rivière Estéron qui s'écoule également dans sa plaine alluviale ;
- Les affluents du Var et l'Estéron s'écoulant sur les versants dans de nombreux vallons et ravins. Ces principaux affluents sont :
 - le Baus de Lunel, en limite Nord de la zone d'étude ;
 - le Latti qui traverse l'Ouest de la zone d'étude.



*Vue de la confluence du Var et de l'Estéron
depuis la crête de Longia*

Du point de vue hydrogéologique :

- il existe localement des secteurs de sources permanentes et de résurgences temporaires, d'importance très inégale, rencontrés essentiellement dans la partie Sud de la zone d'étude. Les résurgences temporaires apparaissent à la suite d'épisodes pluvieux d'intensité suffisante pour saturer les terrains de couverture et réamorcer une circulation préférentielle des eaux plus en profondeur ;
- Dans l'ensemble, les terrains sont peu perméables à l'exception des calcaires qui peuvent avoir une perméabilité en grand sous la forme de réseaux karstiques constituant ainsi un aquifère potentiel parfois non négligeable.

4.2 Principaux enjeux vulnérables et dispositifs de protection

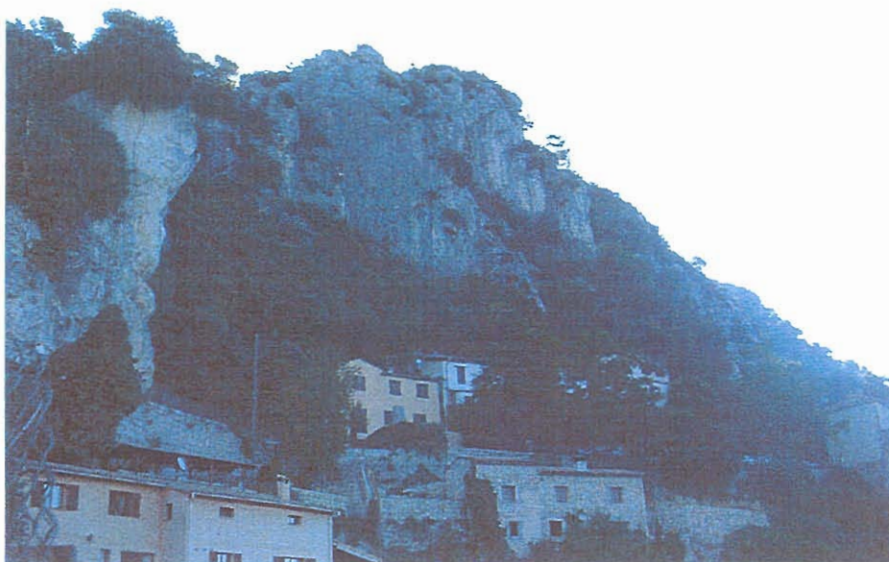
4.2.1 Les principaux enjeux vulnérables

Les enjeux désignent les personnes, les biens, les activités, les moyens, le patrimoine,...susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. Leur vulnérabilité représente le niveau de conséquences prévisible d'un phénomène naturel sur ces enjeux.

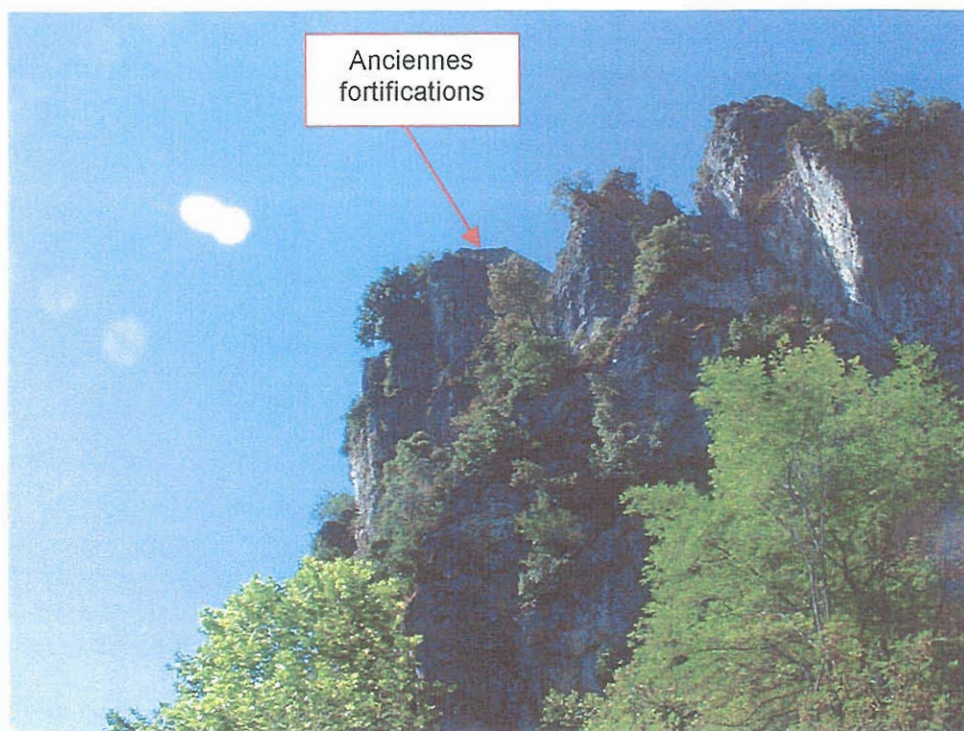
Ainsi, la détermination des risques naturels sur la zone d'étude passe, non seulement par la connaissance approfondie des phénomènes et des aléas mis en jeu, mais aussi par la connaissance des enjeux vulnérables.

Les enjeux principaux sur la zone étudiée sont répartis sur les secteurs suivants :

- **Village de Gilette** : Il est installé au pied ou à proximité immédiate de plusieurs falaises (château, en amont de la poste, crête de Longia). La position du chef-lieu est assez exposée, le nombre d'habitants et l'attrait touristique qu'il représente en font un enjeu dont la vulnérabilité est assez élevée. A la suite de chutes de blocs au niveau de la falaise du château ou celle située au dessus de la poste, divers travaux de confortement ont été réalisés en vue de limiter l'aléa éboulement sur le village. Des événements assez récents de chutes de blocs et la mise en évidence de plusieurs masses rocheuses potentiellement instables montrent que même si l'aléa a été réduit par ces travaux, il existe encore.



Vue de l'entrée Sud-Est du village et en amont l'extrémité de la crête de Longia



Vue de la barre rocheuse du château



Vue de la barre rocheuse située au dessus de la poste

- **Versant Sud-Ouest de la crête de Longia** : La « Chapelle Saint Roch », Saint Pierre et l'« Euzière » constituent les principaux lieux-dits de ce secteur.



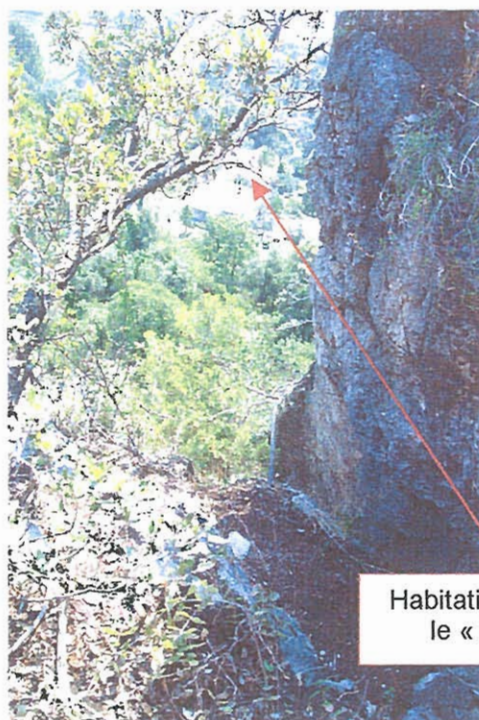
La présence, en partie supérieure de ce versant, d'une morphologie défavorable (pente forte, couloirs) et de nombreuses masses rocheuses potentiellement instables rend ce secteur particulièrement exposé à l'aléa de chutes et de réception de blocs rocheux jusqu'au milieu du versant environ.

En partie intermédiaire du versant, la conjugaison des facteurs morphologiques (fortes pentes), hydrologiques (ravins), hydrogéologiques (présence de sources permanentes et temporaires) et géologiques (marnes et calcaires déstructurés, peu cohérents et sensibles à l'érosion,...) rend de surcroît ce secteur particulièrement exposé aux aléas ravinement et glissement de terrain.

Secteur situé entre les lieux-dits « Saint Pierre » et « Saint Roch » et particulièrement exposé aux phénomènes de glissements de terrain et de ravinement

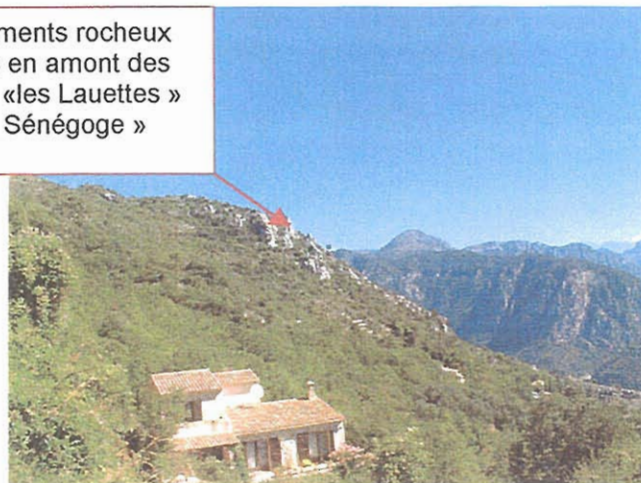


- **Versant situé au-dessus de la vallée du Var :** La « Gardivola », « Sénégoge », les « Lauettes », le « Rouchas » constituent les principaux lieux-dits de ce secteur.



Habitations du lieu-dit
le « Rouchas »

Escarpements rocheux
présents en amont des
lieux-dits «les Lauettes »
et « la Sénégoge »



La présence ponctuelle d'escarpements rocheux où ont été observées des masses rocheuses potentiellement instables rend certaines parties de ce secteur particulièrement exposées à l'aléa de chutes et de réception de blocs rocheux.

4.2.2 Dispositifs de protection existants

Les principaux ouvrages observés au droit du secteur étudié sont présentés ci-dessous.

- **Ouvrages de protection contre les éboulements***



Ecrans pare-blocs visant à protéger la R.D. 17 sous la barre rocheuse de Longia



Merlon en enrochements et fosse de réception visant à protéger la R.D. 2209 au lieu-dit « Moulin Nou »

• Ouvrages de protection contre l'érosion

Mise en œuvre d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales et d'enrochements visant à protéger la R.D. 17 au passage d'un vallon

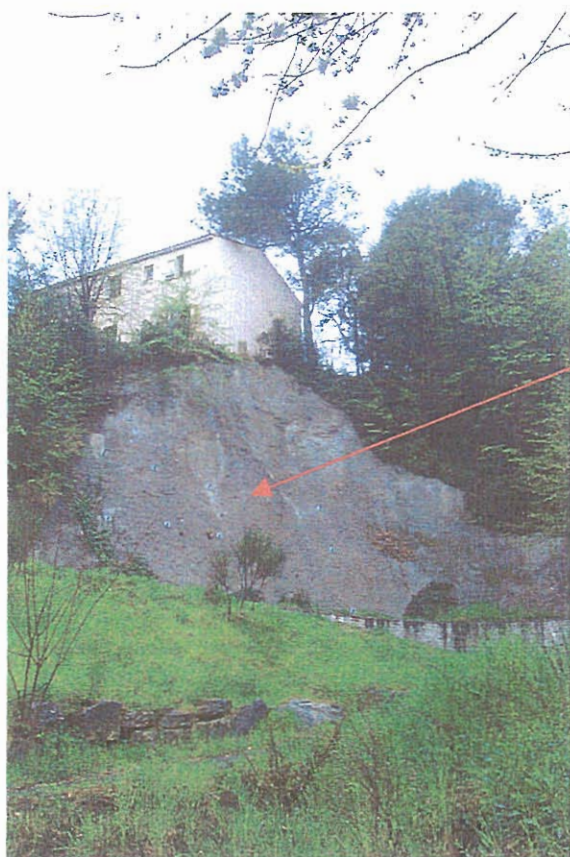


Reprofilage du talus amont de la R.D. 27 au col de Rostan



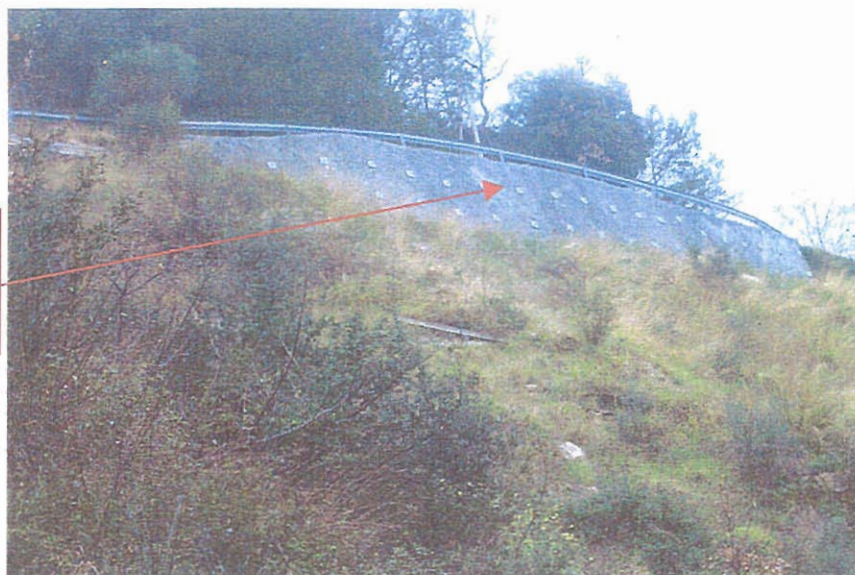
Mise en œuvre de blocs en béton visant à protéger la R.D. 17 au droit d'un talus soumis à un phénomène de ravinement (lieu-dit « Rougelas »)

- **Ouvrages de protection contre les glissements de terrain**



Paroi clouée mise en œuvre sur le talus amont de la voie d'accès à un lotissement situé au lieu-dit « la Gardivola »

Paroi clouée mise en œuvre sur le talus aval du chemin de Saint Roch



4.2.3 Exemples de protections envisageables

L'énumération des parades présentées dans ce paragraphe n'est pas exhaustive mais présente les ouvrages les plus couramment utilisés.

- **Ouvrages de protection contre les éboulements**

Il s'agit de parades de type :

- Merlon de protection ;
- Ecran de filets pare-blocs ;
- Grillage pendu sur poteaux ;
- Grillage pendu ;
- Grillage plaqué ;
- Filet métallique plaqué ;
- Canevas de câbles ;
- Boulons d'ancrage de confortement à scellement réparti,...

- **Ouvrages de protection contre les glissements de terrain**

Il s'agit de parades de type :

- Ouvrages poids ;
- Paroi clouée ;
- Drainage des sols ;
- Reprise en sous-œuvre des fondations de bâtiments,...

- **Ouvrages de protection contre l'érosion**

Il s'agit de parades de type :

- Reboisement et / ou revégétalisation ;
- Ouvrages de stabilisation des terrains (fascines,...) ;
- Ouvrages de confinement des terrains (béton projeté par exemple),...



5 METHODOLOGIE ET DOCUMENTS D'EXPERTISE

5.1 La carte informative sur les phénomènes naturels

Cette carte est le produit des informations recueillies. Elle est établie à partir de la synthèse de deux approches distinctes et complémentaires :

- l'approche événementielle, qui se veut pragmatique. La description et la localisation des événements survenus sont réalisées à partir des archives publiques et de la mémoire collective ;
- l'approche naturaliste, qui consiste en l'analyse du terrain et des photos aériennes. Elle transcrit, sous forme cartographique, les traces et les indices de désordres probables ou caractérisés.

Cette carte est établie sur fond topographique à l'échelle 1 / 5 000 et utilise des symboles en couleur. Elle présente la nature des phénomènes potentiels ou observés.

Les principaux phénomènes qui se sont produits par le passé sur la zone d'étude de la commune de Gilette suivant l'approche événementielle sont :

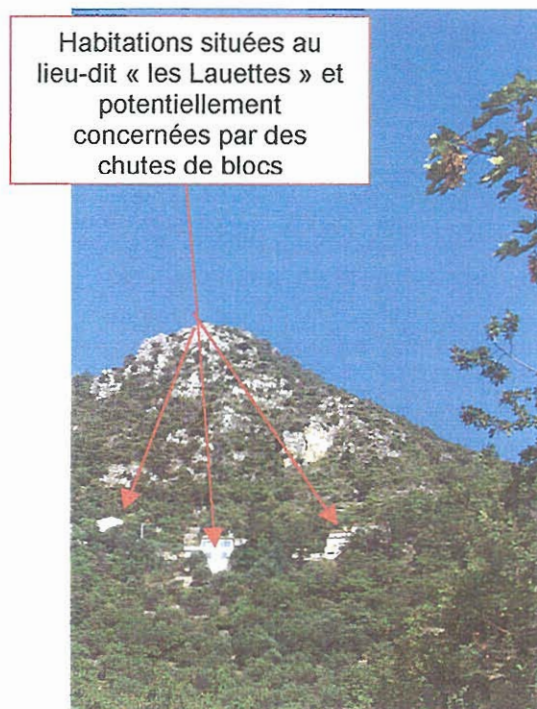
- **Evénements anciens (source : CETE MEDITERRANEE)**
 - Glissement de terrain survenu au lieu-dit « le Villars » ;
 - Nombreux glissements de terrain et ravinements affectant le lieu-dit « Rougelas » ;

Vue de talus situés au lieu dit « Rougelas », au-dessus du ruisseau Latti, ce versant étant particulièrement concerné par le phénomène de ravinement



Vue d'un mur de soutènement fissuré situé contre le talus amont de la R.D. 17 au lieu-dit « Rougelas »

- Désordres survenus sur l'église suite à un mouvement de terrain (nature ?) ;
- Diverses chutes de blocs au niveau de la poste, de la falaise du château, du cimetière et de l'ancien snack bar situé à l'entrée du village ;
- Chute d'un bloc (volume : entre 700 à 800 l) entre 2 habitations situées au lieu-dit « les Lauettes ».



• Evénements plus récents

- 1989, août 1990, novembre 1991, octobre 1993, janvier 1994, janvier 1997 : nombreuses chutes de blocs (volume maximal : 100 m³) survenus au lieu-dit « Moulin Nou » en particulier au droit de la R.D. 2209 et d'un ancien camping. Travaux de sécurisation du site par mise en œuvre d'une protection passive (merlon + fosse) au niveau de l'entrée du camping puis la fermeture de la R.D. 2209 ;



Vue sur les falaises surplombant la R.D. 2209 au lieu-dit « Moulin Nou » et présentant de nombreuses masses rocheuses potentiellement instables, le secteur ayant subi de nombreuses chutes de blocs

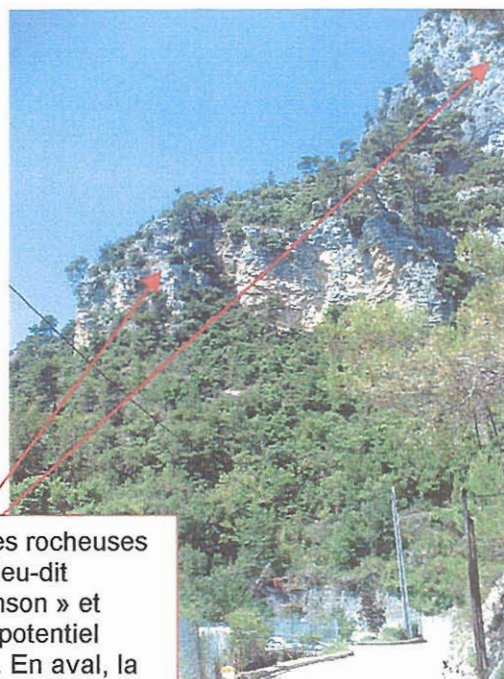


En continuité Sud du secteur présenté ci-dessus, vue sur les falaises de gypse (anciennes carrières) surplombant l'usine chimique de la Mesta et présentant un potentiel d'éboulement et d'effondrement élevé. Le secteur de gauche a subi de nombreux éboulements.

- Janvier 1995 : glissement de terrain et divers désordres survenus dans un lotissement situé au lieu-dit « Gardivola », en particulier sur des habitations. Construction d'une paroi clouée ;
- Novembre – décembre 2000 :
 - glissement de terrain et ravinements de talus touchant les chemins de Saint Roch et Saint Pierre et une habitation. Travaux de protection mis en œuvre au droit des routes (paroi clouée, mur de contre-rive,...), au droit et en continuité de l'habitation (mise en œuvre de micro-pieux, drainage,...) ;
 - glissement de terrain survenu dans une propriété située au lieu-dit « Saint Pierre » et touchant des terrasses réaménagées ;
 - Coulées boueuses reçues au niveau du Centre Equestre situé au lieu-dit « Saint Pierre » ;
 - Coulées boueuses reçues au lieu-dit « la Madeleine ». Travaux réalisés : réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales ;
 - ... ;
- Mars 2002 : éboulement sur la R.D. 17 (PR 6,800) de blocs rocheux de volume compris entre 0,5 et 1 m³ au niveau du filet pare-blocs mis en œuvre à l'entrée du village. Travaux effectués : purge préventive et opérations de maintenance du filet.



Habitation proche de la station d'épuration et située en dessous d'un éperon rocheux présentant un potentiel d'instabilité élevé



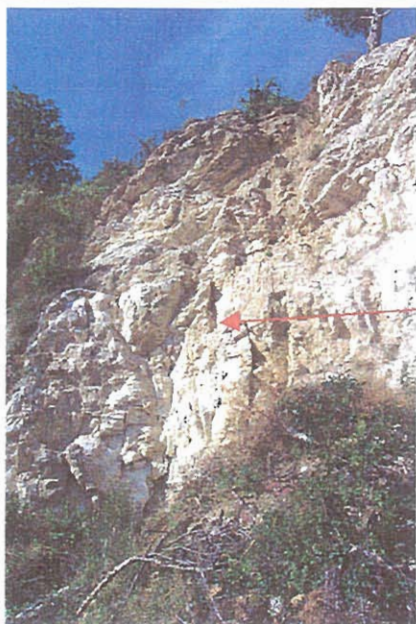
Ensemble de barres rocheuses situées au lieu-dit « Pont de Quinson » et présentant un potentiel d'instabilité élevé. En aval, la R.D. 17 a fait l'objet localement de nombreuses chutes de blocs (traces d'impact sur la route)



Versant Est situé au lieu-dit « la Fuont » où l'on observe de nombreux indices d'instabilité (arbres penchés ou tombés, traces de ravinement,...)

Talus situé en rive droite du Var à proximité de la confluence avec le ruisseau de Lunel, le secteur étant particulièrement touché par le ravinement et présentant un potentiel de glissement de la berge élevé





Vue du front de taille d'une ancienne carrière de plâtre (gypse) présentant un potentiel de chutes de blocs et d'effondrement élevés

Habitation située à l'entrée d'un Centre de Vacances (lieu-dit « la Sénégoge ») et présentant des fissures caractéristiques d'un secteur soumis à des mouvements de terrain



Mur en enrochements subissant a priori une déstabilisation progressive (fissures à l'arrière du mur) liée vraisemblablement à une malfaçon de l'ouvrage pouvant entraîner lors de sa probable destruction des coulées de boue et des chutes de rochers vers l'aval.

Forte hauteur de remblais grossièrement soutenue par des murs en agglos armés mis en œuvre a priori en non conformité avec les règles de l'Art. Ces ouvrages peuvent entraîner lors de leur probable destruction des coulées de boue vers l'aval.



5.2 La carte des aléas

5.2.1 Définition de l'aléa

L'aléa est défini par la possibilité d'apparition du phénomène sur un territoire donné, sans préjuger de la date de son déclenchement, ni des dommages qu'il peut causer, de ce fait, il n'existe pas de hiérarchisation entre les risques induits par les différents types d'instabilité.

Afin de pouvoir évaluer la probabilité d'apparition du phénomène, il faut déterminer les *paramètres fondamentaux* responsables de son déclenchement. C'est l'analyse des mécanismes de chaque mouvement qui permet de dégager "*les facteurs déterminants*" qui découlent pour chaque type de manifestation étudié des différents "facteurs" pris en compte : lithologie, structure, pente, morphologie, hydrogéologie, etc... Ainsi, par exemple, pour les glissements dans le flysch, les facteurs déterminants seront : alternance de marne et de grès (lithologie) pente supérieure à 30°, éventuel pendage défavorable (structure) , indice de glissement (morphologie), eau en charge (hydrologie). A noter que la structure (éventuel pendage défavorable) n'intervient que lorsque le flysch est très gréseux (lithologie).

En tenant compte de l'indication par un indice de niveau de risque, on aura donc, pour les phénomènes potentiels, une information alphanumérique.

ex : glissement potentiel avec une probabilité élevée d'apparition G5.

5.2.2 Niveau de l'aléa

Les niveaux (ou degrés) des aléas sont hiérarchisés en fonction de leur intensité :

- **Niveau 1** - Aléa négligeable – Incertitude sur les facteurs déterminants ;
- **Niveau 2** - Aléa mal connu – Incertitude. Présence de plusieurs facteurs déterminants, sur les autres subsistent des incertitudes (non accessible) ;
- **Niveau 3** – Aléa moyen. Tous les facteurs déterminants sont accessibles, n-1 facteurs sont répertoriés, le facteur manquant pouvant apparaître au cours du temps ;
- **Niveau 4** – Aléa important. Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site, mais l'intensité d'un ou plusieurs facteurs est faible ;
- **Niveau 5** – Aléa élevé ou très élevé. Tous les facteurs déterminants sont reconnus sur le site avec des intensités moyennes à fortes. Le ou les phénomènes ont une forte probabilité d'apparition.

5.2.3 Distinction de l'aléa par nature

Les aléas liés à différents types de phénomènes seront repérés par des lettres faisant référence à chaque type de phénomène :

- **Aléa « éboulement »** : il est représenté par le symbole « **Eb** » sur la carte des aléas. Le terme « éboulement » regroupe les chutes de pierres et / ou de blocs et les éboulements ;
- **Aléa « ravinement »** : il est représenté par le symbole « **R** » sur la carte des aléas. Le terme « ravinement » regroupe, le ruissellement de versant, le ravinement et les coulées boueuses ;
- **Aléa « effondrement »** : il est représenté par le symbole « **E** » sur la carte des aléas. Le terme « effondrement » regroupe les affaissements et les effondrements de cavités souterraines ;
- **Aléa « glissement de terrain »** : il est représenté par le symbole « **G** » sur la carte des aléas. Le terme « glissement » regroupe tous les types de glissements de terrains et les glissements de berges ;
- **Aléa « reptation »** : il est représenté par le symbole « **S** » sur la carte des aléas ;
- **Aléa « fluage »** : il est représenté par le symbole « **F** » sur la carte des aléas.

REMARQUES :

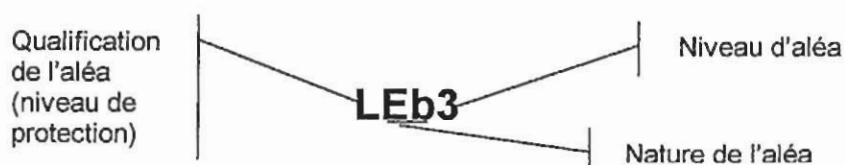
- 1) Cette étude ne prend pas en compte les effets induits par les séismes (effets dynamiques) et / ou les inondations (Var, Estéron,...) sur les aléas de mouvement de terrain naturels définis ci-dessus ;
- 2) Cette étude prend en compte les principaux aléas anthropiques rencontrés sur la zone d'étude mais ne les représentent pas sur la carte des aléas ;
- 3) Lorsque plusieurs types d'aléa se superposent sur une même zone, ils sont désignés sur la carte de qualification de l'aléa par ordre décroissant en fonction de leur niveau et non en fonction de leur nature (ex : Eb4G3R2) ;
- 4) Sur la carte sont indiqués la nature du risque et son degré. Des zones peuvent être exposées à une action secondaire de certains phénomènes. Les glissements, par exemple, induisent des dommages sur la zone en mouvement, mais également sur la zone de réception de l'éventuelle avancée de terre. Ceci est encore plus vrai pour les éboulements et les coulées. La zone de risque devra donc tenir compte de ces éventuelles aires de réception que l'on pourra, éventuellement, individualiser par une lettre supplémentaire. On pourra, également faire figurer une zone de réception normale ou très probable et une zone de réception exceptionnelle en jouant sur le degré de risque. Ainsi, une zone où un glissement potentiel ayant une forte probabilité de se produire (risque élevé) se verrait attribuer la notation G5. La zone de réception qui serait envahie, à coup sur, dans le cas où le phénomène se transformerait en coulée boueuse, par exemple pourrait se voir affecter la notation : Gr5 (**r** : réception) ;

5.2.4 Qualification de l'aléa en terme de niveaux de protection

La mise en place d'ouvrages de protection est souvent incontournable pour permettre la construction dans les zones exposées à un aléa. Par conséquent, une **qualification de l'aléa en terme de niveaux de protection** est utilisés afin de caractériser l'ampleur des protections (actives ou passives) à mettre en place pour s'affranchir de l'aléa. Cette qualification est présentée ci-dessous :

- **NE** : Zone non exposée. Aléa nul ou négligeable sans contrainte particulière ;
- **I** : Zone d'aléa mal déterminé où existe une présomption d'occurrence de phénomène mais où le diagnostic ne pourra être définitivement porté qu'après une étude complète qui dépasse en général le cadre parcellaire ou de bâtiments courants ;
- **L** : Zone exposée à un aléa limité où la construction et l'occupation du sol nécessitent la mise en place de confortements pour supprimer ou diminuer très fortement l'aléa. L'ampleur géographique du ou des phénomènes permet en général d'effectuer l'étude et la mise en place des parades sur une aire géographique réduite dont les dimensions sont proches du niveau parcellaire moyen ou de bâtiments courants ;
- **GA** : Zone exposée à un aléa de grande ampleur où la stabilisation ne peut être obtenue que par la mise en œuvre de confortements intéressant une aire géographique importante dépassant très largement le cadre parcellaire ou celui des bâtiments courants et dont les coûts seront en conséquence élevés ;
- **M** : Zone exposée à un aléa majeur où aucune parade n'est techniquement possible en l'état actuel des connaissances.

Sur la carte des aléas, chaque zone soumise à un niveau d'aléa sera également qualifiée par un niveau de protection, suivant l'exemple ci-dessous :



Cet exemple exprime un aléa moyen (niveau 3) et d'ampleur limitée (L) d'éboulement (Eb).

5.2.5 Détermination des limites d'aléa éboulement par simulation trajectographique

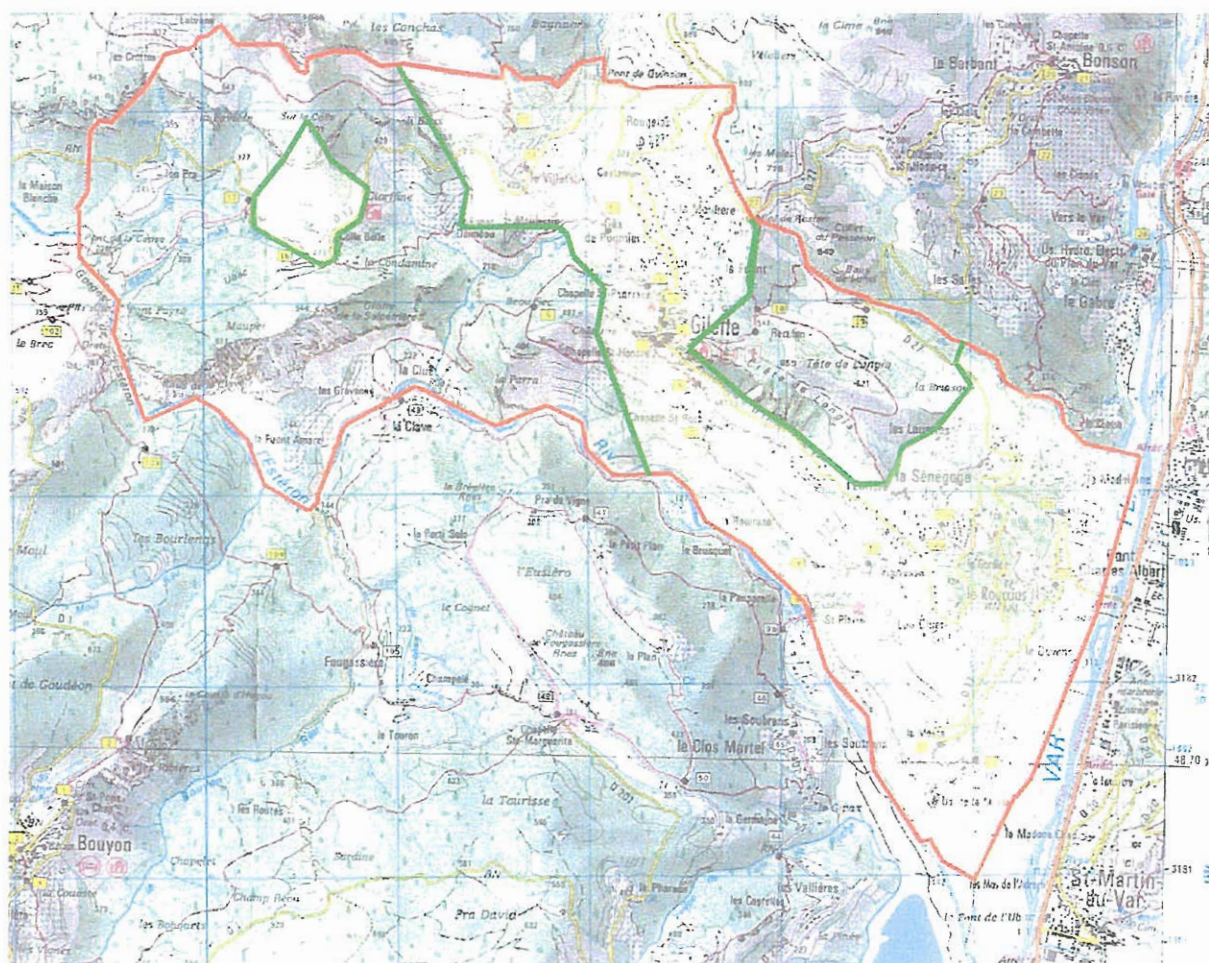
Les profils de trajectographie P1 à P4, P'1 et P'2 et la présentation de la méthodologie et du logiciel employés pour les calculs sont consignés en annexe 1. L'implantation des profils de trajectographie figure sur la carte informative sur les phénomènes naturels.



5.2.6 Représentation des limites de la zone d'étude des aléas

La zone d'étude des aléas intègre l'ensemble des bassins de risques des zones urbanisées ou susceptibles de le devenir. Par conséquent, la surface de la zone d'étude ne correspond pas systématiquement à la totalité de la superficie du territoire communal.

La carte ci-dessous présente le contour de la zone d'étude des aléas sur la commune de Gillette :



Limite du territoire communal



Limite de la zone d'étude des aléas

5.2.7 Synthèse des résultats

A partir du tracé de la carte des aléas de mouvements de terrain naturels, on note que les zones qualifiées :

- **L (Limité)** représentent approximativement un peu moins de la moitié de la surface totale de la zone d'étude ;
- **GA (Grande Ampleur)** représentent environ le tiers de la surface totale de la zone d'étude ;
- **NE (Non Exposé)** sont essentiellement situées dans les vallées du Var et de l'Estéron.

Les différents types d'aléa de mouvements de terrain naturels mis en évidence sur le territoire étudié et classés suivant l'appréciation de leur importance (intensité, probabilité et / ou superficie couverte) sur les principaux secteurs sont :

- les **Eboulements (Eb)** et la **réception d'Eboulements (Ebr)** rencontrés principalement :
 - ⇒ Au droit et en aval de la crête de Longia ;
 - ⇒ Autour ou au droit du village (falaises du château, en amont de la poste,...) ;
 - ⇒ Au lieu-dit Moulin Nou (R.D. 2209 fermée à la circulation pour cause de chutes de blocs rocheux) ;
 - ⇒ En amont de la R.D. 17, à l'Est du Pont de Quinson (les Conchas, li Baus, sur la Colle,...) ;
- les **Ravinements (R)** rencontrés principalement :
 - ⇒ au droit de certains vallons (de l'Enfer, de Bonson, du Raus de Lunel, du Latti,...) ;
 - ⇒ au droit de certains ravins (lieux dit Rougelas et Castanier, ruisseaux se jetant dans l'Estéron,...)
 - ⇒ dans la vallée du Var (talus des terrasses alluviales) ;
- les **Effondrements (E)** rencontrés essentiellement :
 - ⇒ Au lieu-dit la Mesta (anciennes exploitations de gypse) ;
 - ⇒ En amont du vallon de l'Enfer (affaissements sur la R.D. 17 ;...)
 - ⇒ Au lieu-dit l'Euzière (ancienne platrière) ;
- les **Glissements (G)** et la **réception de ces Glissements (Gr)** rencontrés essentiellement :
 - ⇒ dans les vallées du Var et de l'Estéron (talus des terrasses alluviales ou colluviales) ;
 - ⇒ ponctuellement, en aval des chemins Saint Pierre et Saint Roch.

Parallèlement à ces aléas de mouvements de terrain naturels, cette étude a mis en évidence des aléas d'origine anthropique, au droit du territoire étudié. Ils se manifestent essentiellement pendant ou après de forts intempéries sous forme de glissements et de ravinements provoqués par :

- La mise en œuvre, ponctuellement, sur des terrains en pente, pour l'aménagement de routes et de chemins ou la mise en dépôt de matériaux. Ceux-ci possèdent dans l'ensemble :
 - ⇒ des caractéristiques mécaniques généralement faibles ;
 - ⇒ et / ou une dominante fine favorisant les phénomènes d'érosion ;
 - ⇒ et / ou un potentiel évolutif (plâtre, gypse,...) ;
- le sous-dimensionnement ou la malfaçon de certains ouvrages de génie civil non conformes aux règles de l'art :
 - ⇒ murs de soutènement des terres ;
 - ⇒ murets de protection contre les coulées de boues ;
 - ⇒ ... ;
- la mauvaise gestion d'ensemble de l'écoulement des eaux superficielles sur certains secteurs :
 - ⇒ d'émergence de sources, les ouvrages de captage et le réseau d'évacuation (lorsqu'ils existent) étant localement insuffisamment dimensionnés, ce qui provoque des débordements dans la pente pouvant générer certains désordres ;
 - ⇒ nouvellement imperméabilisés (toitures, terrasses, voies,...), où les eaux non infiltrées sont localement rejetées à l'aval dans le milieu naturel, parfois ponctuellement (configuration la plus défavorable) ;
 - ⇒ nouvellement terrassées (talus, terrasses), où l'entraînement des matériaux les plus fins (limons, argiles) peut localement être à l'origine de phénomènes de glissement et de ravinement dégénérant éventuellement en coulées de boue à l'aval.

5.3 Le plan de zonage réglementaire

5.3.1 Généralités

Le zonage réglementaire transcrit les études techniques (carte des aléas) en terme d'interdictions, de prescriptions et de recommandations. Il définit :

- Une zone inconstructible, appelée **zone rouge**. Certains aménagements, tels que les ouvrages de protection ou les infrastructures publiques qui n'aggravent pas l'aléa, peuvent cependant être autorisés (voir règlement). Par ailleurs, un aménagement existant peut se voir refuser une extension mais recevoir une autorisation de fonctionner sous certaines réserves ;
- Une zone constructible à condition de respecter certaines prescriptions, appelée **zone bleue** ;
- Dans les **zones blanches** (zones d'aléa nul à très faible), les projets doivent être réalisés dans le respect des règles de l'art.

Les enveloppes limites des zones réglementaires s'appuient sur les limites des zones d'aléa.

Signalons cependant que des zones sans aléa peuvent se trouver réglementées car définies comme zones d'aggravation du risque (ex : zones à l'amont de glissements). Certaines zones peuvent aussi être déclarées inconstructibles pour permettre la réalisation d'équipements de protection (ex : bassin d'écrêtement de crues).

Le zonage réglementaire s'appuie sur la carte d'aptitude à l'aménagement de la manière suivante :

- Les zones exposées à un aléa majeur (M) ou de grande ampleur (GA) sont classées en zones rouges ;
- Les zones exposées à un aléa d'ampleur limitée (L) ou mal déterminée (I) sont classées en zones bleues ;
- Les zones dites non exposées (NE) sont classées en zones blanches.

Le tableau suivant résume la correspondance entre qualification de d'aléa et de protection, et zonage réglementaire :

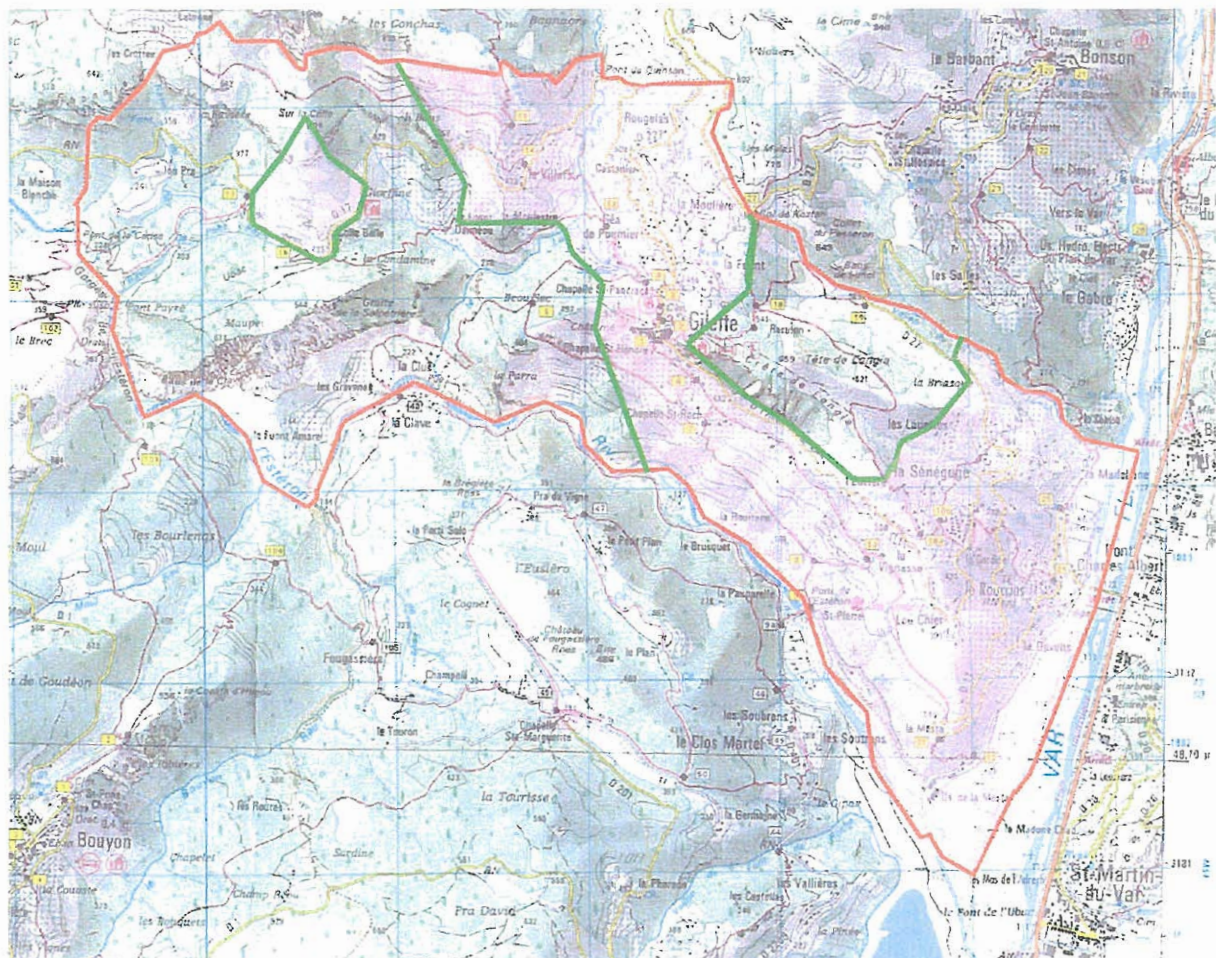
QUALIFICATION DE L'ALEA EN TERME DE NIVEAU DE PROTECTION	ZONAGE REGLEMENTAIRE
M	Zone rouge
GA	Zone rouge
L	Zone bleue
I	Zone bleue
NE	Zone blanche



5.3.2 Représentation des limites du zonage réglementaire

Le zonage réglementaire intègre uniquement les zones urbanisées ou susceptibles de le devenir. Par conséquent, sa surface ne correspond pas systématiquement à la totalité de la superficie du territoire communal ou à celle de la zone d'étude des aléas.

La carte ci-dessous présente le contour du zonage réglementaire sur la commune de Gilette :



Limite du territoire communal



Limite du zonage réglementaire

5.4 Le règlement

Le règlement précise en tant que de besoin (3° de l'article 3 du décret n° 95-1089 du 5 octobre 1995) :

- « les mesures d'interdiction et les prescriptions applicables dans chacune des zones du P.P.R., délimitées en vertu du 1° et 2° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987 ;
- les mesures de prévention, de protection et de sauvegarde mentionnées au 3° de l'article 40-1 de la loi du 22 juillet 1987, et les mesures relatives à l'aménagement, l'utilisation ou l'exploitation des constructions, des ouvrages, des espaces mis en culture ou plantés existants à la date d'approbation du plan, mentionnées au 4° du même article. Le règlement mentionne, le cas échéant, celles de ces mesures dont la mise en œuvre est obligatoire et le délai fixé pour leur mise en œuvre ».

D'une manière générale, les prescriptions du règlement portent sur des mesures simples de protection vis-à-vis du bâti existant ou futur et sur une meilleure gestion du milieu naturel.

Vis-à-vis de la réglementation sismique :

- L'ensemble du territoire communal est concerné par l'aléa sismique (sismicité niveau II) ;
- Le décret n° 91-461 du 14 mai 1991 relatif à la prévention du risque sismique, pris en application de l'article 41 de la loi n° 87-565 du 22 juillet 1987, modifié par le décret n° 2000-892 du 13 septembre 2000, précise, en fonction de la nature ou de la destination du bâtiment, le classement de la construction. Ces constructions sont régies selon :
 - ⇒ l'arrêté du 29 mai 1997 qui rend désormais obligatoire, pour les constructions ou installations dites à "risque normal" (correspondant à des bâtiments, équipements ou installations pour lesquels les conséquences d'un séisme demeurent circonscrites à leurs occupants et à leur voisinage immédiat), l'application des règles parasismiques en vigueur PS 92 (norme NF P 06-013/A1) et autorise le recours aux règles simplifiées PS-MI 89, révisées en 1992 (norme NF P 06-014/A1) pour les maisons individuelles et bâtiments assimilés situés en zone Ia, Ib et II dans les limites fixées par ces dispositions ;
 - ⇒ l'arrêté du 10 mai 1993 qui fixe les règles à appliquer pour les constructions ou installations dites à "risque spécial" (barrages, centrales nucléaires, certaines installations classées, etc,...).

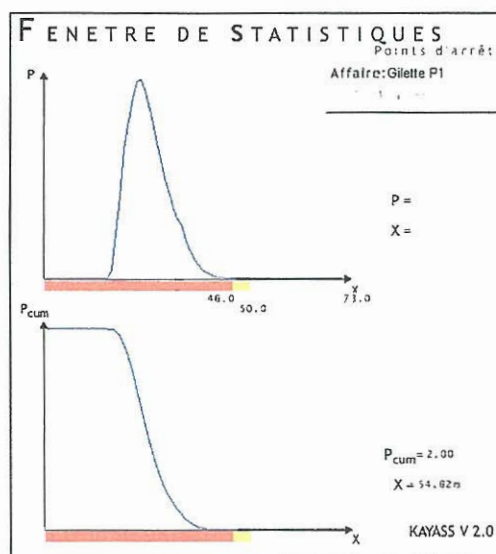
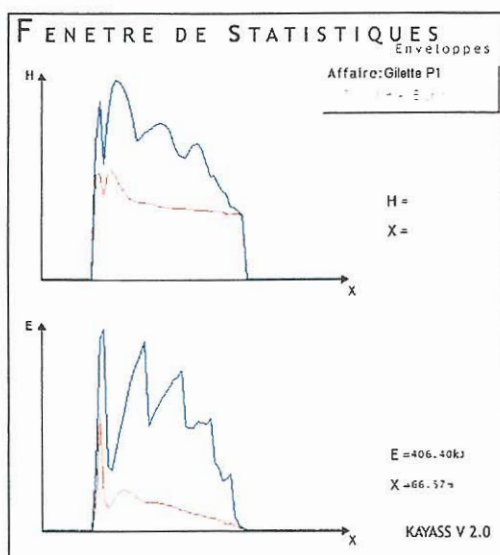
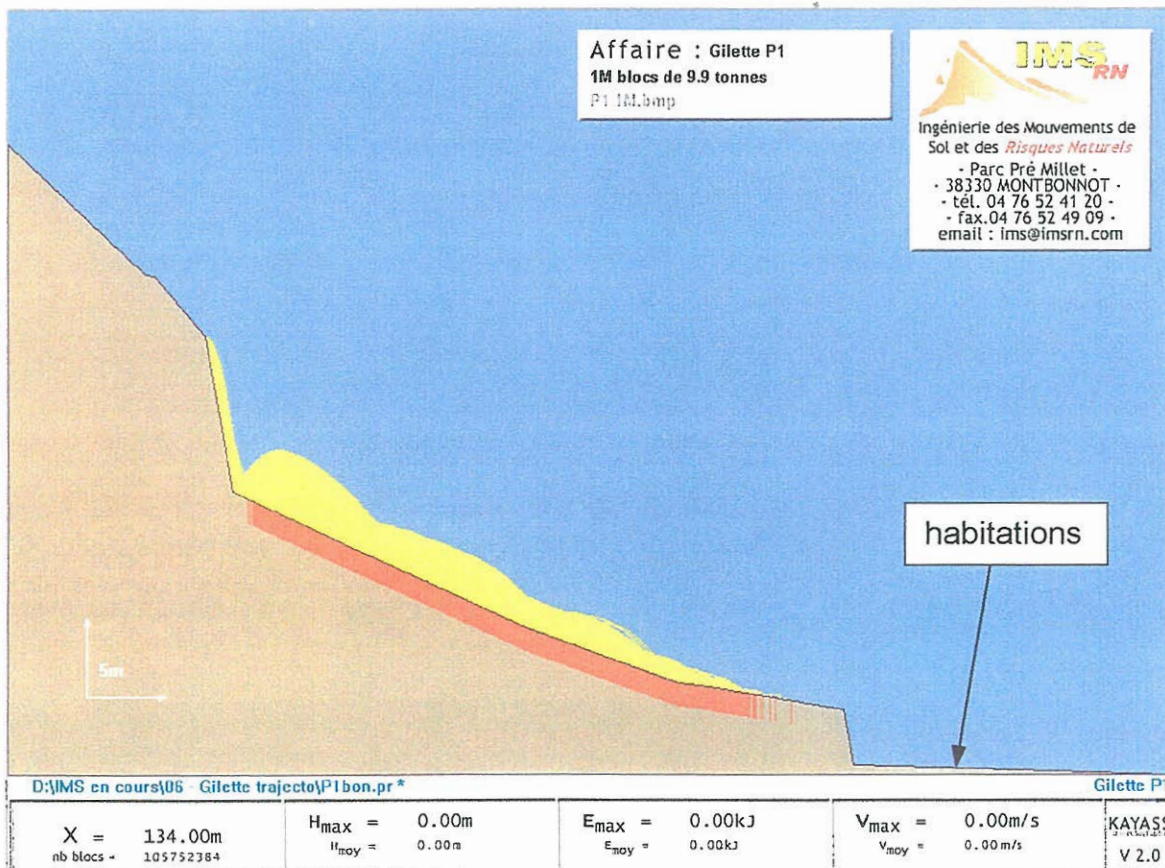
ANNEXE 1

Profils de trajectographie P1 à P4, P'1 et P'2 et présentation de la méthodologie et du logiciel employés pour les calculs.



Profil P1

- Caractéristiques de la falaise (zone de départ des blocs) : hauteur d'environ 8 m, présence de nombreux blocs potentiellement instables.
- Volume estimé des blocs au départ : environ 4 m³.

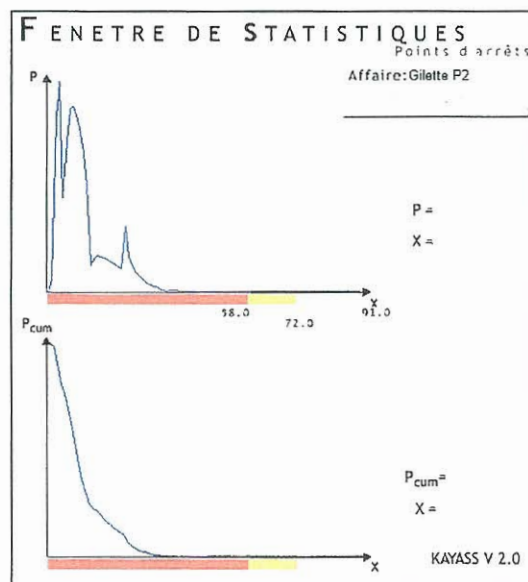
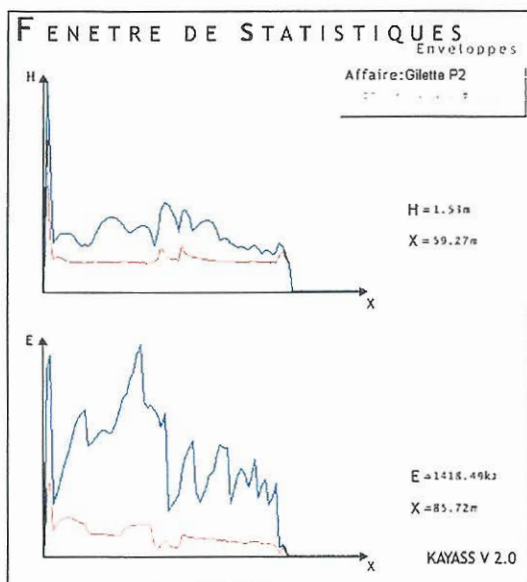
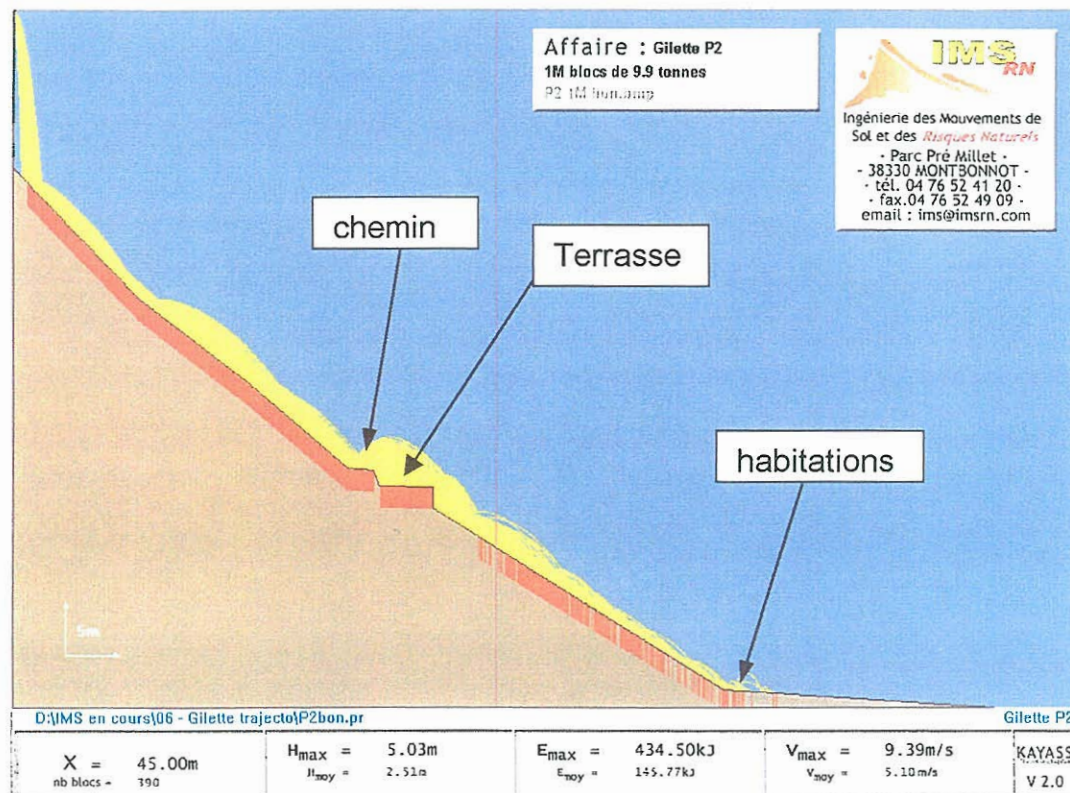


Sur 1 million de blocs modélisés, aucun n'atteint les habitations situées sur le replat au pied du profil (arrêt du dernier bloc à une distance d'environ 5 m des habitations) et finissent leur course au niveau d'anciennes terrasses aménagées.

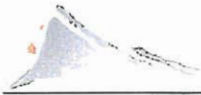


Profil P2

- Caractéristiques de la falaise (zone de départ des blocs) : hauteur est de 15 mètres environ, présence de nombreux blocs potentiellement instables et décolés.
- Volume estimé des blocs au départ : environ 4 m³.

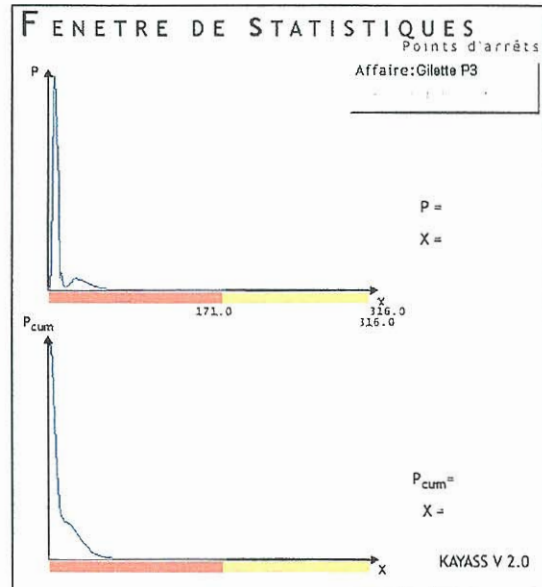
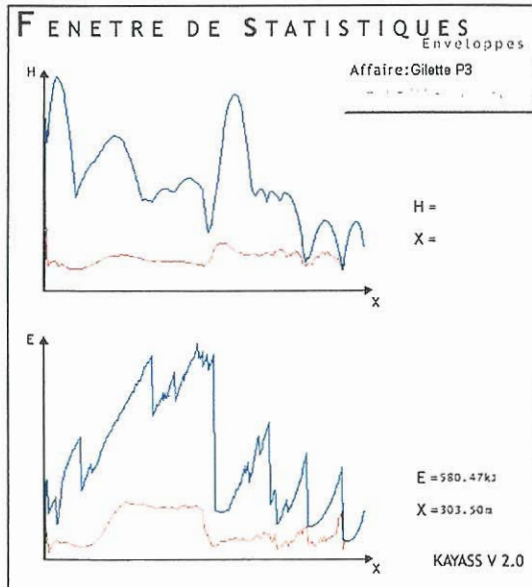
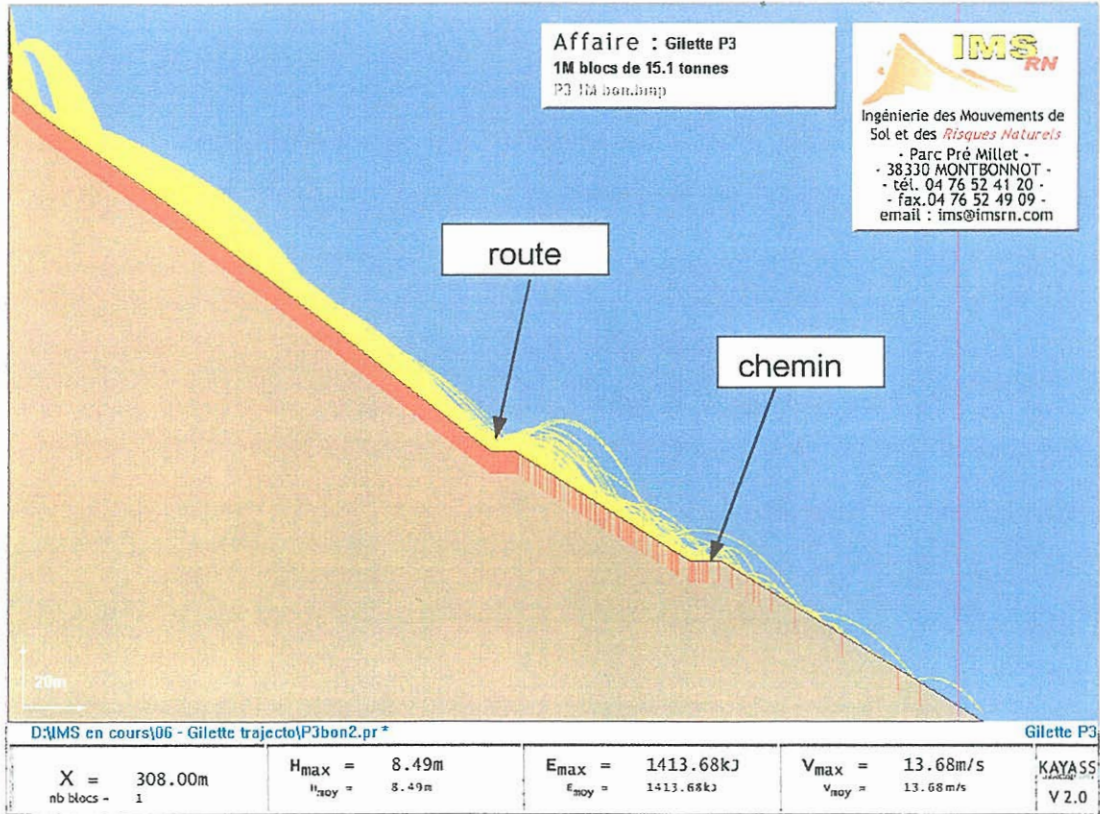


Sur 1 million de blocs modélisés, il ne reste plus que 8994 blocs au niveau du chemin, 436 blocs après la terrasse et 28 atteignent le replat situé en bas du profil c'est à dire les habitations. L'énergie à ce niveau est de 600 kJ pour une hauteur de passage de 2,78 m.



Profil P3

- Caractéristiques de la zone départ : falaise d'une vingtaine de mètres de hauteur située en partie sommitale, le profil passant au droit d'un couloir bien marqué où sont déjà descendus des blocs (traces d'impact,...)
- Volume estimé des blocs au départ : environ 6 m^3 .

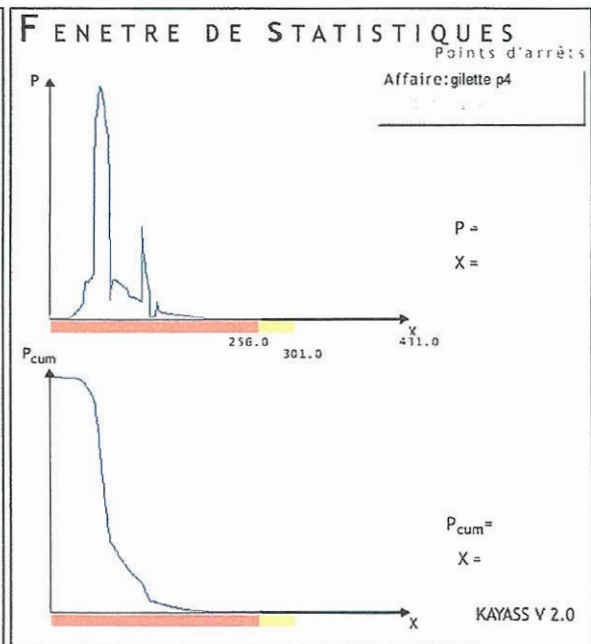
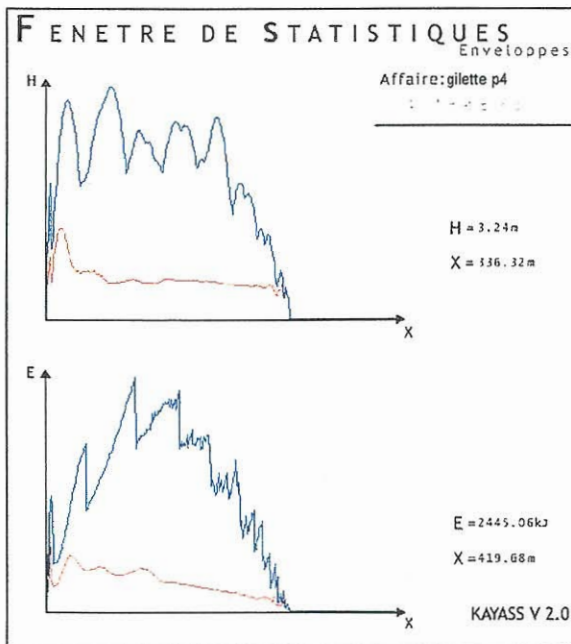
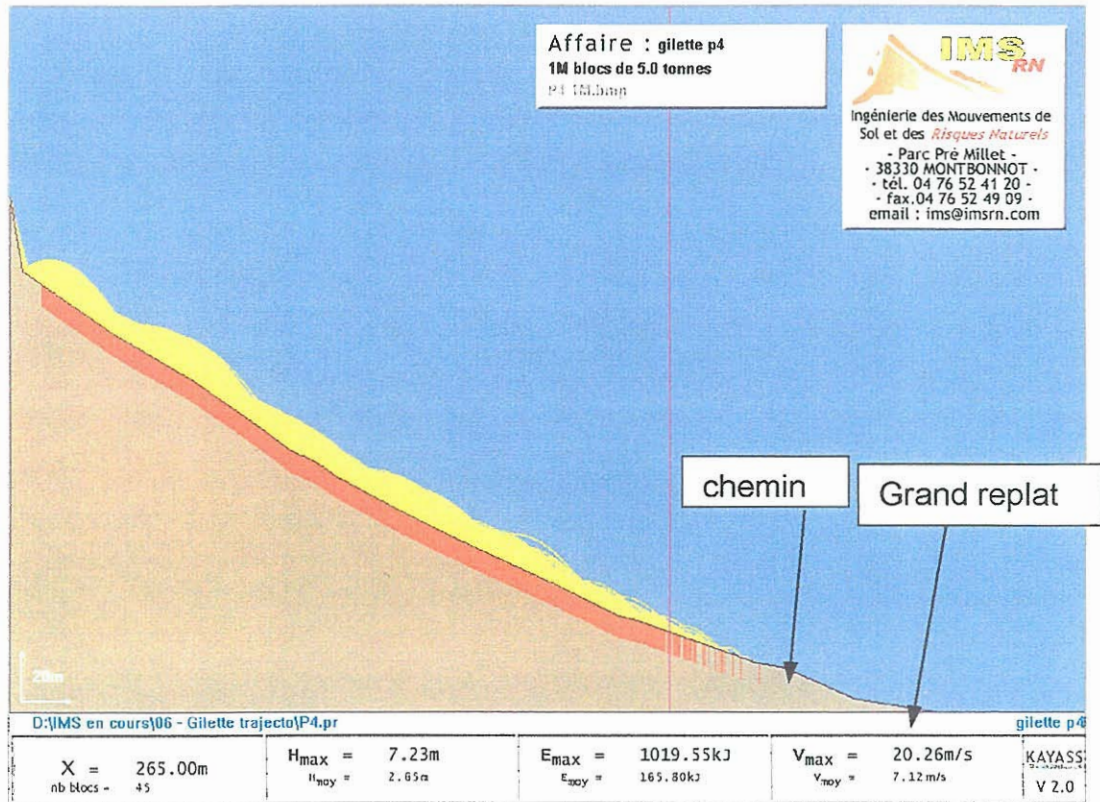


292 blocs sur 1 million franchissent la route, 28 le chemin et 10 blocs se propagent dans le talus en aval pour s'y arrêter à une distance du chemin de 100 m environ. Au niveau de la ligne rose, la hauteur de passage des blocs est de 8,49 m, l'énergie étant inférieure à 580 kJ.

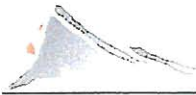


Profil P4

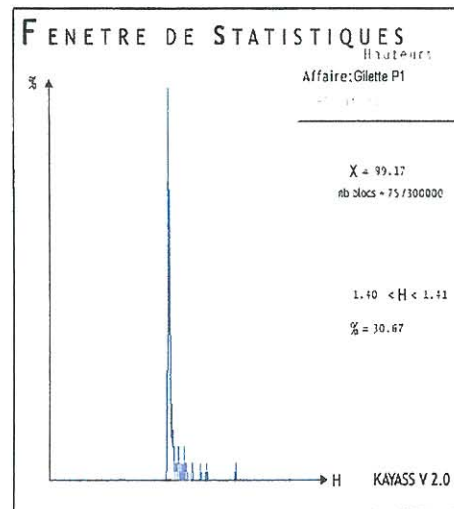
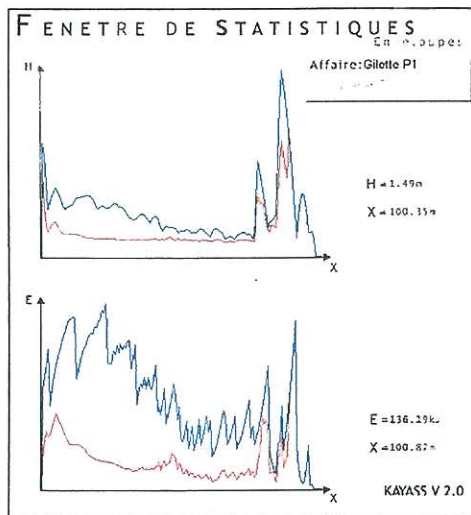
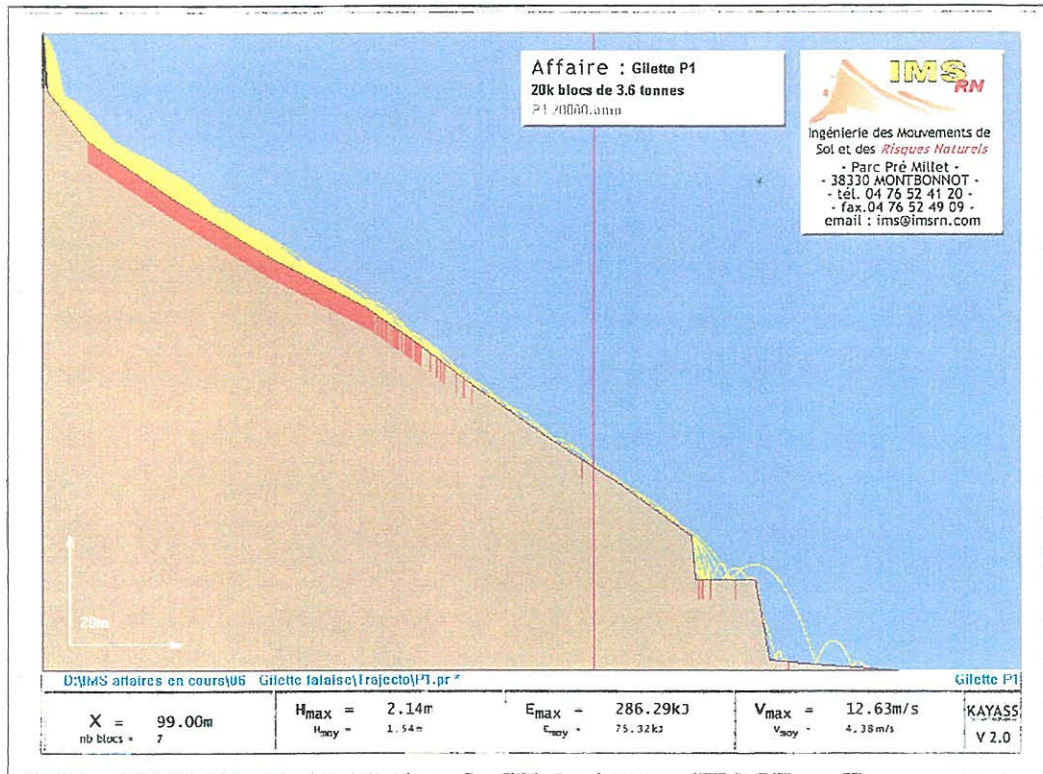
- Caractéristiques de la falaise (zone de départ des blocs) : falaise d'une hauteur de 20 m environ, les calcaires rencontrés sont très fracturé en partie sup. (petits blocs), de taille plus élevée en partie intermédiaire.
- Volume estimé des blocs au départ : environ 2 m³.



Les 1 millions de blocs s'arrêtent tous avant le chemin d'accès à la maison située le plus en amont du versant.



Profil P'1



Calcul de propagation :

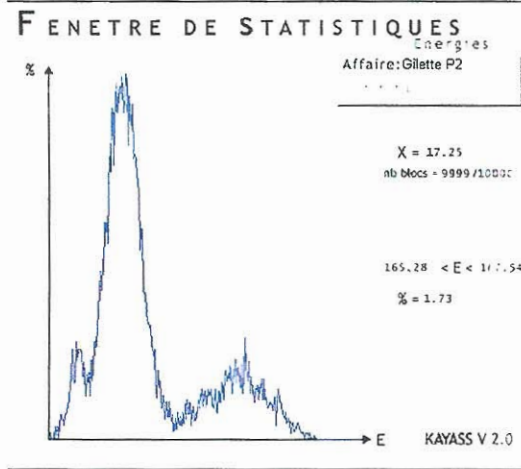
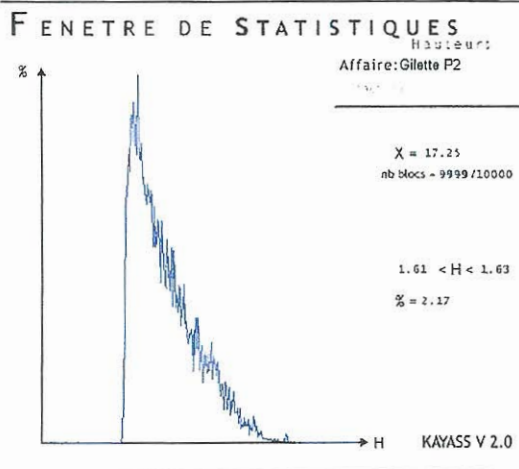
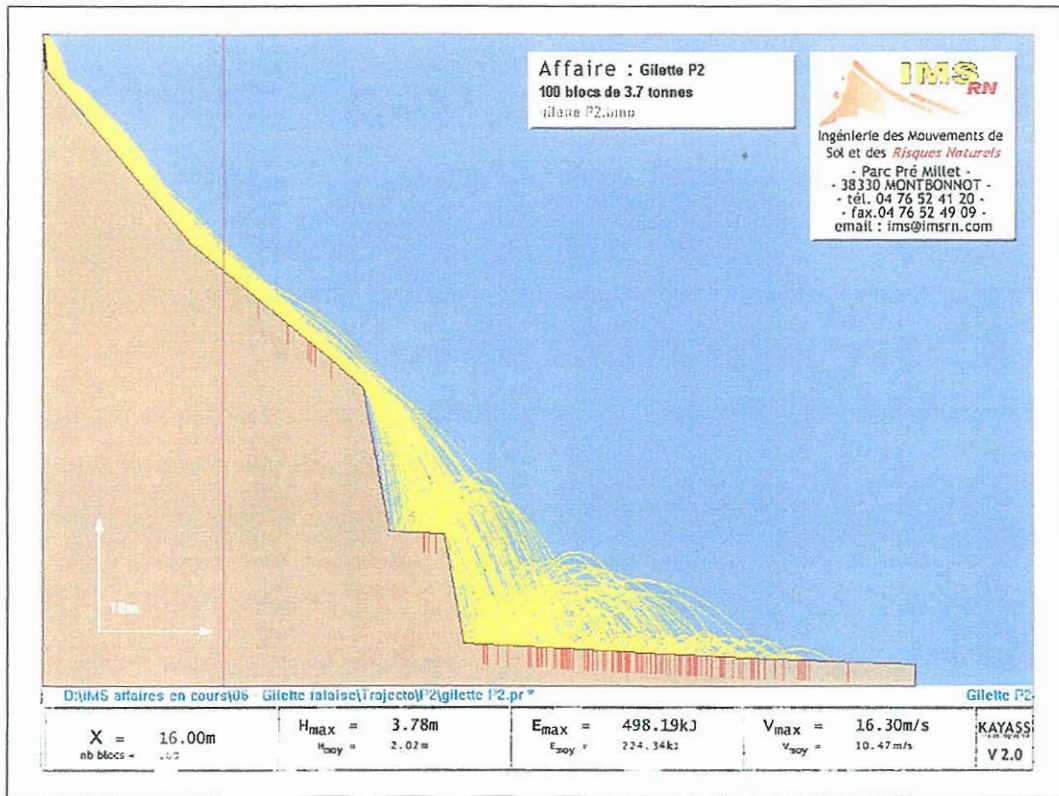
Le graphe ci-dessus représente la trajectoire de 20 000 blocs de 1,5m³ au départ depuis le sommet de versant. Le calcul montre que :

- ◇ Plus de 80% des blocs s'arrêtent en partie haute du versant dans des pentes boisées non rocheuses et peu raides (30 à 34°),
- ◇ 6 blocs sur 20 000 atteignent la R.D. 2209, soit 0.03 % des blocs au départ,
- ◇ 2 blocs sur 20 000 atteignent une habitation située sur les parcelles n° 390 et 391, soit 0.01% des blocs au départ.

L'habitation est donc située en limite de la zone d'aléa important à moyen de réception des chutes de blocs.



Profil P'2



Calcul de propagation :

Le graphe ci-contre représente la trajectoire de 10 000 blocs de 1,5m³ au départ depuis le sommet de versant. 100 blocs sont seulement représentés ici pour plus de clarté). Le calcul sur 10 000 blocs montre que :

- ◇ 99% des blocs atteignent la RD 2209,
- ◇ 84% des blocs dépassent la route,
- ◇ 51 % des blocs atteignent une habitation.

Les habitations des parcelles 382 / 384 / 385 / 552 sont donc situées en **zone d'aléa élevé de réception de chutes de blocs**.

Le zonage d'aléa éboulement et réception d'éboulement est établi à partir des éléments suivants :

- carte topographique à l'échelle du 1 / 5 000, réalisée en 1971 par l'IGN ;
- examen des photographies aériennes stéréoscopiques IGN disponibles ;
- examen visuel des falaises ;
- simulation de la propagation des chutes de blocs en deux dimensions à l'aide du logiciel KAYASS 2D. Ces simulations ont été réalisées au droit des zones présentant le plus fort potentiel d'instabilité.

Ces simulations compte tenu de l'échelle à laquelle elles ont été réalisés ne peuvent en aucun cas être utilisées pour une étude spécifique comme par exemple le positionnement et le dimensionnement d'une protection contre les éboulements.

Tous ces éléments, en particulier la simulation de propagation de chute de blocs, doivent être considérés comme une aide à la réalisation du zonage. Les résultats de la simulation ne sont pas appliqués tels quels, mais sont interprétés par le géologue qui intègre, à ce niveau, la connaissance acquise en matière de propagation de chute de blocs à partir d'événements connus.

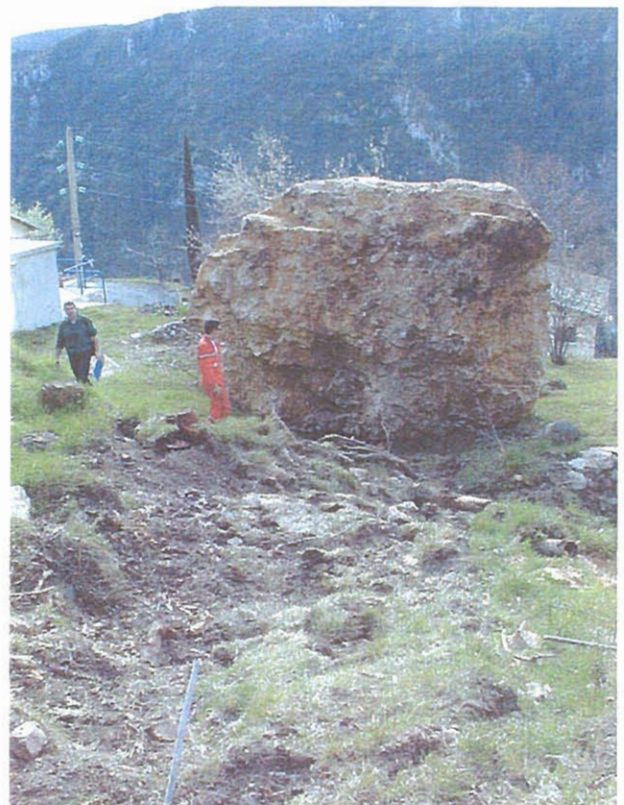
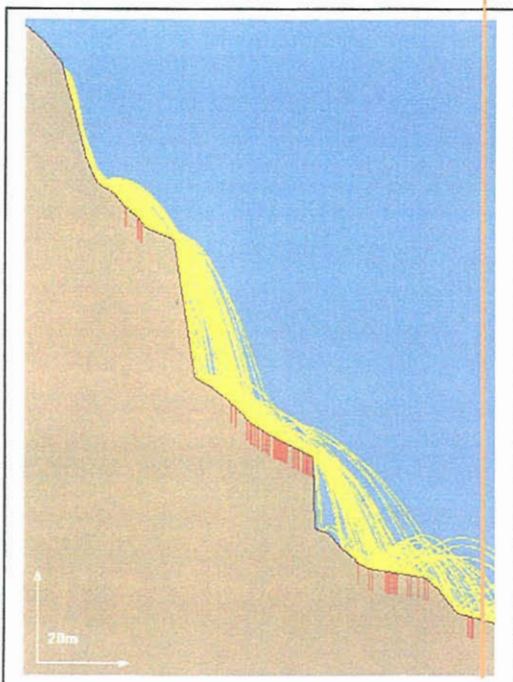
La précision finale de la carte d'aléa et de zonage est fonction de celle des documents topographiques et parcellaires fournis.

Chutes de blocs *- Trajectographies -*

Méthodologie

Logiciel

Recherches



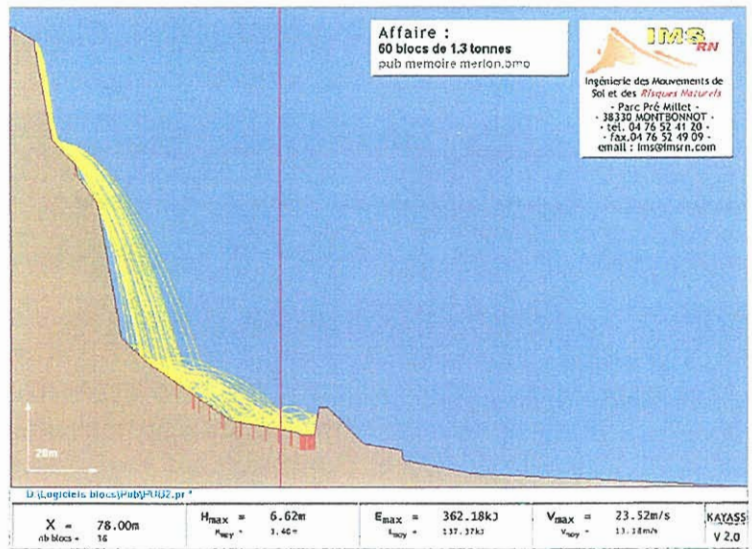
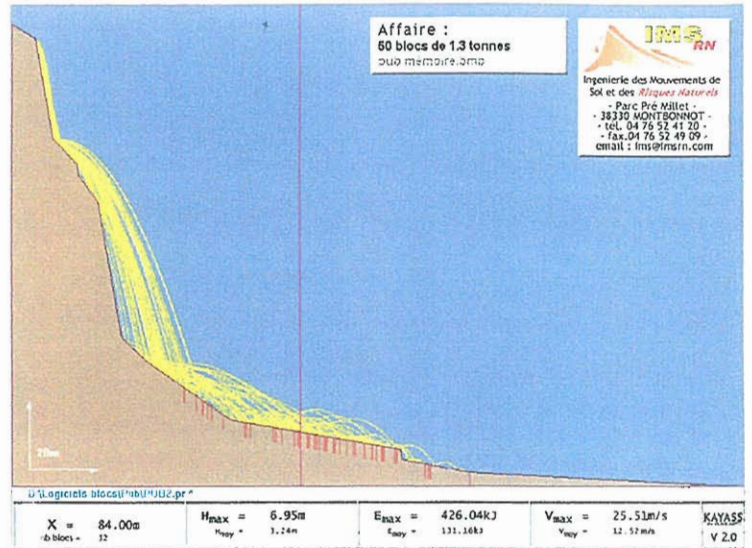
1 - Présentation du Logiciel 2D

Le logiciel 2D **KAYASS version 2.0** a été programmé en 1991 et constamment amélioré depuis. Il bénéficie de 10 ans d'expérience sur près de 450 profils. Il est notamment utilisé dans le cadre des marchés à bons de commandes départementaux de l'Isère et de la Savoie ainsi que pour de nombreux services RTM.

Notre logiciel 2D a été testé et étalonné lors de différentes campagnes d'essais en carrière en 1998 et 2001.

1.1 Domaines d'utilisation

La fonction principale de ce logiciel est le dimensionnement d'ouvrages pare-blocs sur des profils de terrain 2D levés manuellement, ou dressés sur carte à grande échelle. Le logiciel comporte notamment une fonction destinée à valider le positionnement et la hauteur de merlons pare-blocs.



D'autres interfaces du programme sont destinées à la réalisation de cartes d'aléa par analyse statistique sur un grand nombre de simulation de chutes de blocs.

1.2 Fonctionnement

Le modèle 2D IMS fonctionne suivant **la méthode probabiliste**, c'est à dire que des paramètres aléatoires sont introduits à différents niveaux du programme.

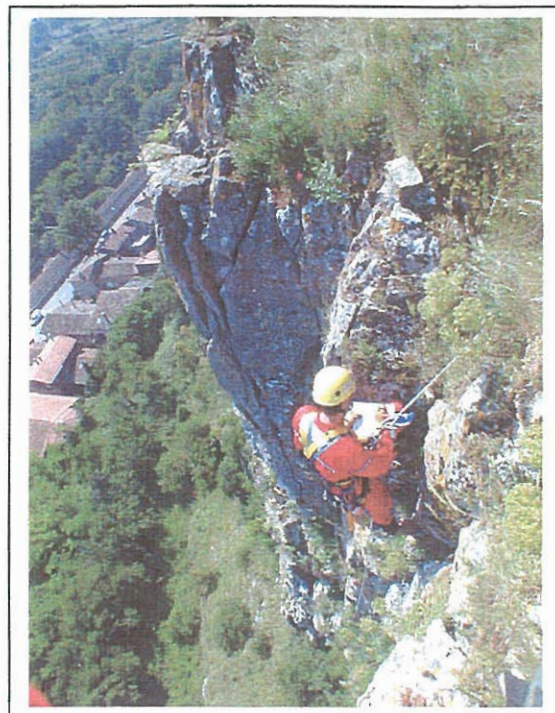
Un profil type est levé sur le terrain ou à partir de documents topographiques. Il correspond à la ligne topographique que pourrait suivre un bloc susceptible de se détacher et de se propager dans la pente. Des reconnaissances géologiques réalisées le long des profils choisis **sont indispensables** pour la modélisation trajectographique.

De ces observations sont estimés les paramètres du modèle caractérisant les blocs instables et les propriétés des sols (coefficient de dureté ...).

Enfin, nous rechercherons les indices traduisant les trajectoires probables des blocs (traces d'impacts, blocs à l'arrêt, configuration des versants ...). Ces indices nous permettront par la suite de caler les paramètres des trajectographiques.

Un profil est constitué d'une succession de segments, de longueur et de pente déterminées. A chaque segment est attribué :

- **un coefficient de dureté**, déterminant l'importance des rebonds (rocher dur, altéré...), ou au contraire de l'amortissement (terre végétale, moraine meuble...). Ce coefficient peut être fixé sur chaque segment soit par rétro analyse sur une trajectoire existante, soit en appliquant des coefficients connus sur des sols jugés similaires. L'expérience de l'ingénieur et le recul par rapport à des cas semblables sont ici déterminants.
- **un paramètre de régularité** ($\Delta\alpha$ sur le schéma n°1 page suivante) qui est appliqué **aléatoirement** sur un segment lorsque celui-ci est touché par un bloc. Ce paramètre (exprimé en degrés) correspond à une variation de l'orientation du segment comprise dans une fourchette calée sur de nombreux cas de propagation de blocs et fonction du type de sol rencontré. Il représente l'irrégularité (ou rugosité) naturelle du terrain.
- **un paramètre de compacité** (Δc sur le schéma n°1 page suivante) qui est dépendant de la nature du sol et donc du coefficient de dureté. Il est appliqué **aléatoirement** sur un segment lorsque que celui-ci est touché par un bloc. Il représente la variation linéaire du comportement élastique d'un sol ou d'une roche sur un segment de profil donné.

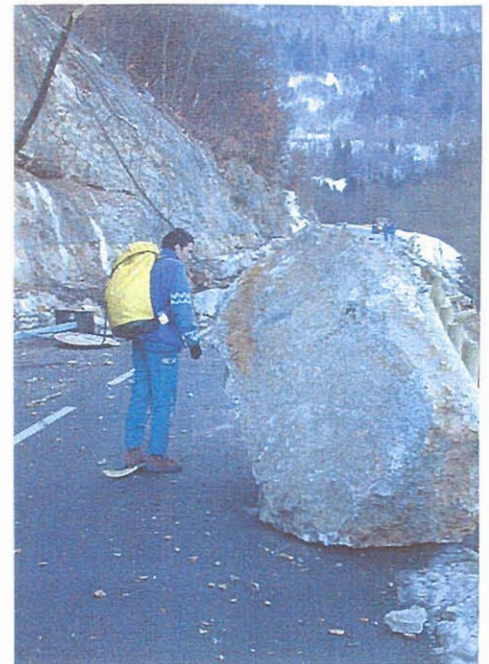


Levé de profil en falaise et mesure des blocs au départ

Les blocs susceptibles de tomber sont **reconnus sur le site**. Ils sont définis en terme de masse. Dans le calcul, ils sont réduits à un point théorique. Ainsi, lorsqu'une hauteur de passage est fournie à une abscisse donnée, il faut lui ajouter le rayon moyen du bloc considéré. Nous estimons que l'influence de la forme du bloc sur la trajectoire est englobée par le paramètre aléatoire de régularité.

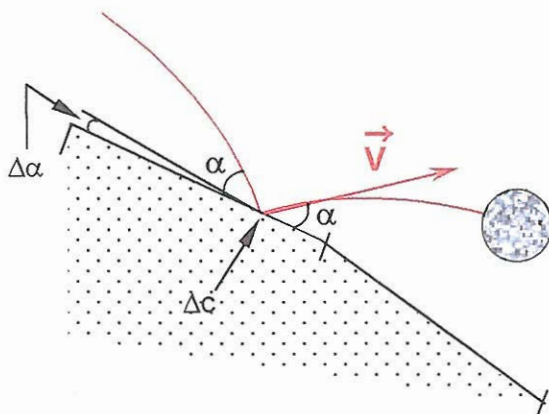
Le bloc est également éventuellement défini par son degré de **fracturabilité**. Selon le cas, il pourra perdre une partie de sa masse, dans une proportion limitée et de façon **aléatoire**, tout au long de son cheminement. On peut également définir un seuil d'énergie, fonction de sa dureté et de sa densité de discontinuités internes, au-delà duquel il est obligé de se fragmenter.

Comme on suppose que le bloc considéré tombe, c'est qu'il a été déstabilisé, pour une raison ou une autre - secousse sismique, érosion ou toute autre cause - on lui affecte donc une vitesse initiale variant de façon **aléatoire** de 1 à 3 m/s d'une simulation à l'autre.



Enfin, pour que tous les paramètres aléatoires puissent s'exprimer dans la simulation, dont le fondement est statistique, on "fait tomber" le même bloc de 10 000 à 100 000 fois suivant l'objectif de l'étude. On analyse ensuite la répartition statistique des différents critères telles que les abscisses d'arrêt, les hauteurs de passages, la masse, la vitesse et l'énergie en tout point, pour chaque bloc et par profil topographique donné. On teste en particulier l'endroit susceptible de recevoir une protection, un filet ou un merlon de terre.

Schéma n°1 - Modélisation 2D



La trajectoire est définie par :

- la géométrie du terrain,
- la nature du terrain (coefficient de dureté),
- la masse du bloc,
- sa fracturabilité,
- l'angle α est conservé lors du rebond,
- des paramètres aléatoires :
 - ▶ $\Delta\alpha$,
 - ▶ ΔC ,
 - ▶ Vitesse de départ variant aléatoirement.

Mouvements autorisés :

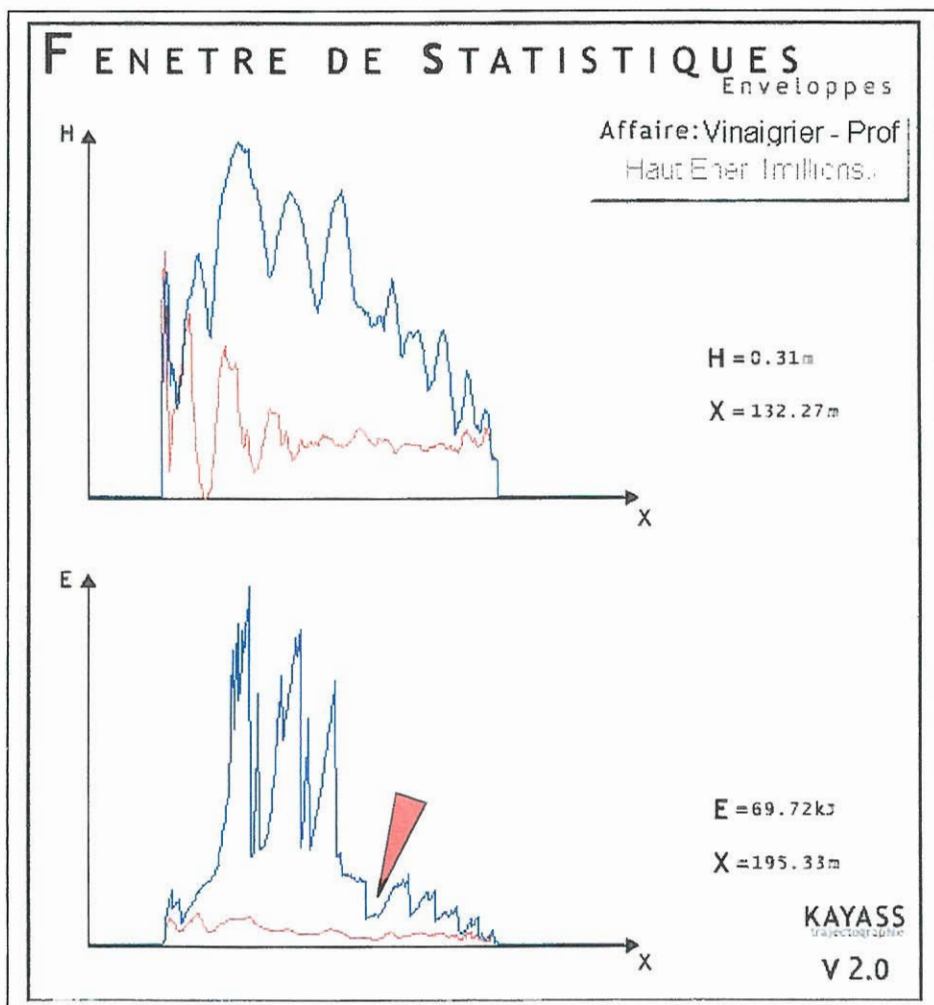
- la chute libre,
- la trajectoire parabolique,
- arrêt pour une vitesse $< 1,5\text{m/s}$.

1.3 Choix de l'implantation de l'ouvrage de protection

Le positionnement d'une protection pare-blocs est généralement logiquement imposée par la morphologie du terrain. Cependant dans certains cas, il est très difficile de discerner la zone la plus adaptée.

Le logiciel 2D donne des indications en produisant **les courbes enveloppes** des énergies et des hauteurs de passage maximales en tout point du profil.

L'analyse de ces courbes permet de discerner des zones de pics ou les énergies et les hauteurs sont maximums, et donc peu adaptées au positionnement d'une protection. Les zones de creux (triangles rouges ci-dessous) sont par contre favorables.



Courbes enveloppes des Hauteurs de passage des blocs (H : hauteur et X : abscisse en m). Hauteur moyenne en rouge et maximum en bleu.

Courbes enveloppes des Energies de passage des blocs (E : énergie et X : abscisse en m). Energie moyenne en rouge et maximum en bleu.

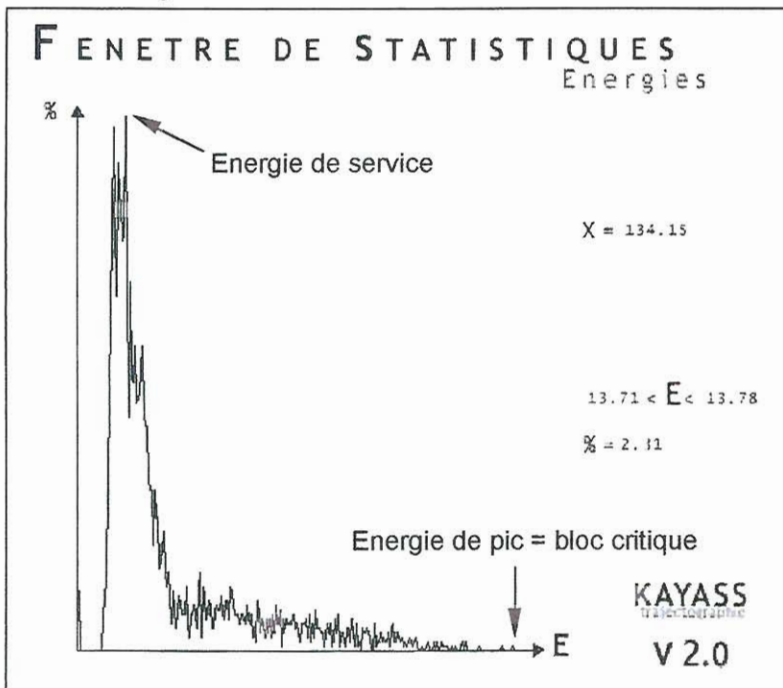
1.4 Définition des ouvrages

Connaissant la position du projet d'implantation d'un ouvrage pare-blocs et à partir du passage d'un certain nombre de blocs en ce point, la trajectographie définit :

- la **hauteur utile de l'ouvrage**, c'est à dire la hauteur d'ouvrage effectivement mobilisée par l'impact. Pour cela, on tient compte des caractéristiques géométriques du bloc ayant atteint la hauteur de passage la plus élevée au point où la protection doit être implantée.
- l'**énergie maximum** atteinte par un bloc au point où la protection doit être implantée.

L'ouvrage est ensuite défini de la façon suivante :

Dans le cas d'un écran pare-blocs, c'est soit la hauteur utile qui est dimensionnante, soit l'énergie maximum. Ces résultats sont donnés par **les blocs critiques**, c'est à dire les plus défavorables au point où la protection doit être implantée. Exceptionnellement, on pourra retenir seulement l'énergie **la plus fréquemment rencontrée** au point d'implantation d'un ouvrage. Ce sera le cas pour des chutes à répétition de blocs identiques et de taille très inférieure à des blocs importants ayant une probabilité de départ très faible. Cette méthode permet de ne pas surdimensionner un ouvrage tout en garantissant une **résistance de service** de l'écran au phénomène naturel le plus couramment observé. La classe des filets est définie par la norme **NFP 95-308** pour des énergies et des hauteurs données.



Graphe de répartition statistique verticale de l'énergie de 10 000 blocs à une abscisse donnée d'un profil. La probabilité d'atteinte d'un niveau énergie est donnée en %. L'énergie est exprimée en kJ.

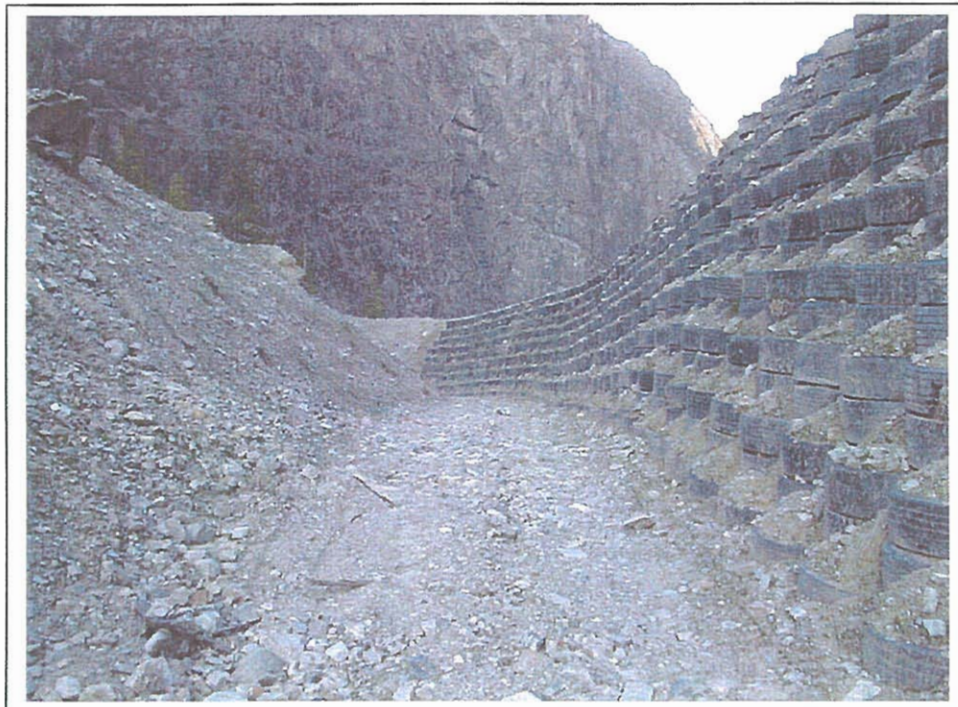
Ce type de graphe permet de définir l'énergie de service ou résistance de service d'une protection = l'énergie la plus fréquemment observée.

La résistance de pic exprimée par le bloc critique (le plus défavorable donc) indique la capacité maximale que doit avoir l'écran.

Dans le cas d'un merlon en terre et afin de définir la hauteur totale de l'ouvrage, on part du principe que la capacité d'arrêt d'un merlon de section triangulaire est effective sur les 2/3 de sa hauteur à partir de sa base.

Cette précaution, issue de notre expérience et de nos essais sur des modèles réduits (voir §2), est prise pour limiter tout risque d'écrêtage du merlon par un bloc atteignant son sommet, point faible de l'ouvrage.

La **hauteur totale** de l'ouvrage sera alors étendue en considérant que la hauteur utile déterminée par le logiciel est égale au 2/3 de la hauteur totale de l'ouvrage. Enfin, pour un merlon pare-blocs, on prévoira un parement interne **vertical** type enrochements secs ou Pneusol. Il est aussi important de prévoir une fosse à fond horizontal en amont du parement.



1.5 Définition de l'aléa "Chutes de blocs" par trajectographie

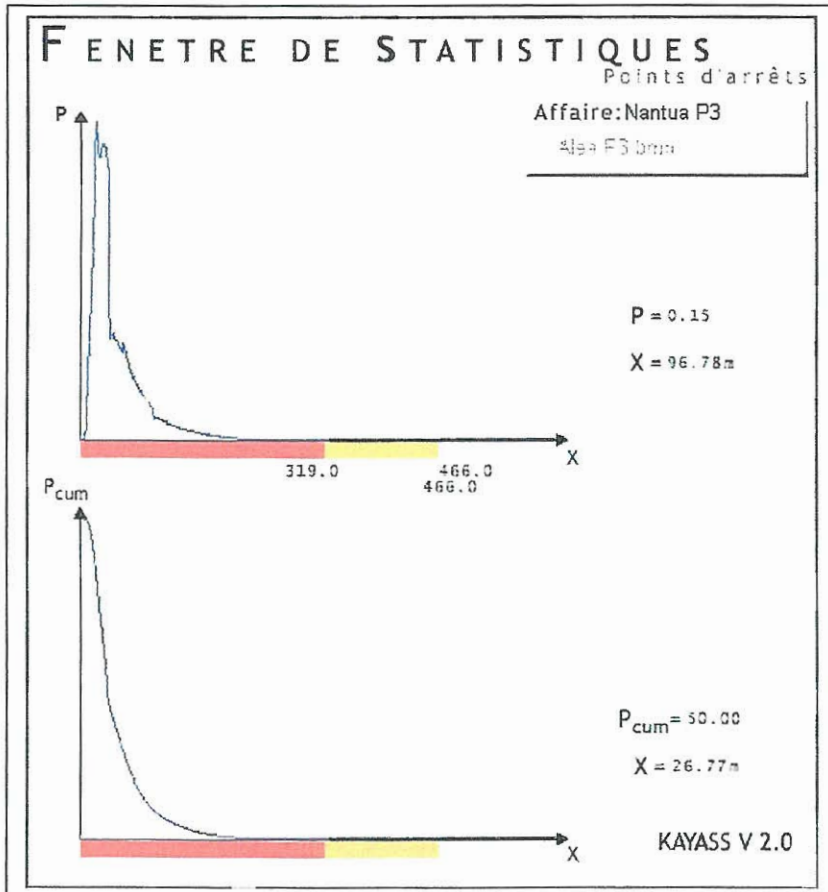
Le logiciel 2D est un outil complémentaire des observations de terrain pour la réalisation de cartes d'aléa à l'exposition de phénomènes de "Chutes de blocs".

La modélisation informatique est alors étendue à la chute d'un million de bloc suivant un profil donné (la durée du calcul est d'environ 6 heures pour un profil). La répartition statistique des points d'arrêt des blocs permet de définir différentes zones d'aléa. Les limites en termes de probabilité d'atteinte d'un point donné par bloc ont été fixées par les services RTM en 1997.

La notion de probabilité d'atteinte d'un point donné d'un profil par un bloc, est définie dans le programme de la façon suivante :

probabilité d'atteinte d'un point donné par un bloc de référence *		aléa	Indice PPR
supérieur à 0,01% (10^{-4})	soit supérieur à 1 bloc sur 10 000	aléa fort	P3
de 0,01% (10^{-4}) à 0,0001% (10^{-6})	de 1 bloc sur 10 000 à 1 bloc sur 1000 000	aléa moyen	P2
inférieur à 0,0001% (10^{-6})	inférieur à 1 bloc sur 1000 000	aléa négligeable	

* la définition des zones de l'aléa "chutes de blocs" est valable pour des chutes de blocs ponctuelles (bloc isolé dont la propagation est indépendante d'autres blocs = pas de contact ni d'interaction entre les blocs). Cette zonation ne prend pas en compte les phénomènes d'éboulements en masse qui modifient les conditions de propagation des blocs. Les calculs de propagations sont réalisés indépendamment des actions sismiques. Enfin l'aléa faible "chutes de blocs" est définie indépendamment des modélisations de trajectographie.



Répartition statique des blocs sur un profil donné obtenue avec la chute de 1 000 000 de blocs.

Avec en haut le graphe de répartition et en bas les probabilités cumulées des points d'arrêts des blocs.

Les probabilités sont exprimées en % et l'axe des abscisses en m.

On notera que le logiciel intègre les contres pentes.

2 – Recherches

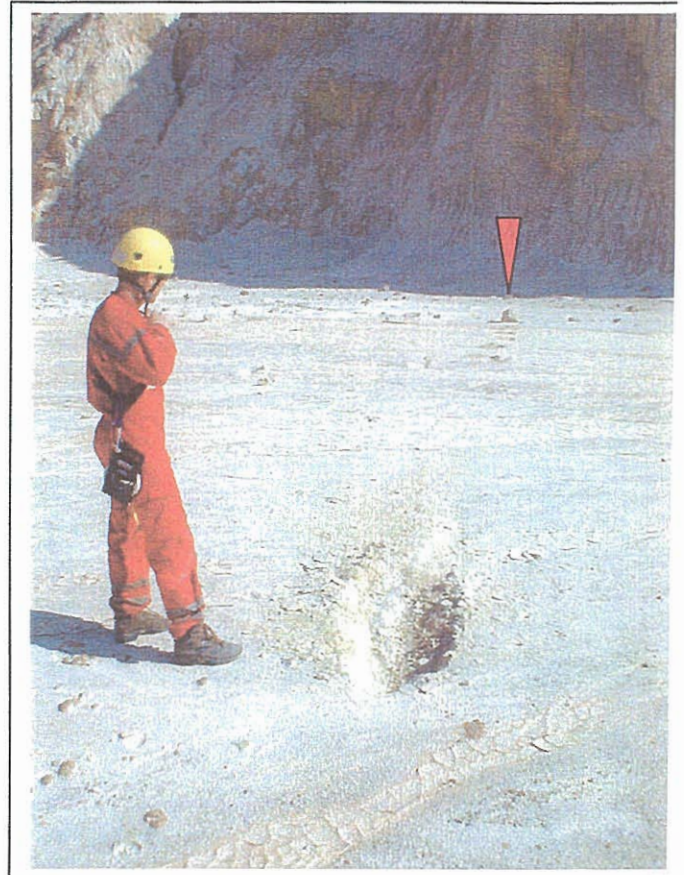
La société IMS poursuit des recherches destinées à une amélioration constante des modèles numériques de trajectographie.

De nombreux essais de chutes de blocs sont menés en sites naturels grâce au concours d'exploitant de carrières. Ils sont destinés au calage fin des différents paramètres mécaniques de terrains.

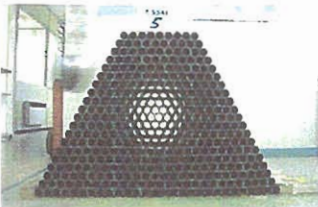
D'autre part, en coopération avec l'université de Grenoble, IMS mène depuis deux ans un projet destiné à étudier le comportement d'un bloc lors de son impact sur un merlon en terre.

Une campagne de simulation d'impacts sur des modèles réduits a été menée et les résultats ont été extrapolés par un modèle numérique fonctionnant sur le principe du calcul par éléments finis.

L'objectif est à terme de perfectionner les règles de dimensionnement pour la détermination de l'épaisseur d'un merlon vis à vis des résultats donnés par la trajectographie.



Mesure de la distance de propagation d'un bloc sur un sol meuble après un essai de chute en carrière (bloc de 500 litres).

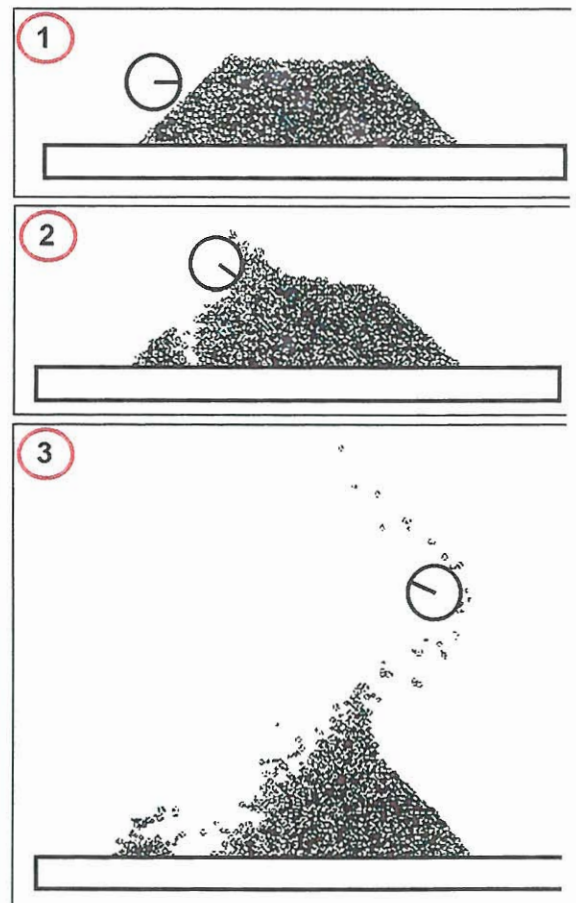


Impact d'une boule métallique sur un merlon réduit à section triangulaire constitué de tubes métalliques juxtaposés. L'impact situé en partie haute du merlon détruit l'ouvrage.



Modélisation numérique par éléments finis de l'impact d'un bloc sur un merlon en terre à parement amont non vertical. Le bloc est animé d'une vitesse de translation horizontale. L'impact est situé à mi-hauteur de l'ouvrage. Le bloc, après l'impact, amorce un mouvement de remonté et franchi l'ouvrage.

Ce phénomène, déjà observé sur des cas concrets de destruction de merlon, montre l'importance de raidir au maximum le parement amont d'un merlon (Pneusol ou terre armée...).



3 – Avertissements

Les conclusions et recommandations des modélisations 2D sont uniquement applicables par rapport aux données initiales et hypothèses de calcul définies dans l'étude (en particulier le point de départ, le poids des blocs, l'implantation des protections dans le versant).

Les calculs de trajectographie de chutes de blocs et de protection ne prennent pas en compte les événements de types exceptionnels (sol gelé, séisme de grande ampleur, éboulement avec propagation en masse et modification des conditions initiales dues au déboisement).