BRGM

DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'EQUIPEMENT DE LA MARNE

CARTOGRAPHIE A 1/100.000 DES COMMUNES DU DEPARTEMENT DE LA MARNE EXPOSEES A DES RISQUES LIES AUX MOUVEMENTS DU SOL ET DU SOUS-SOL

J.M. BOIRAT

MARS 1990

R 30548 CHA 4S 90

B.R.G.M. CHAMPAGNE-ARDENNE
13, Bd du Général Leclerc - 51100 REIMS
Tél. : 26.47.93.40 - Télécopieur : 26.40.13.64

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE LA MARNE

CARTOGRAPHIE A 1/100.000 DES COMMUNES DU DEPARTEMENT DE LA MARNE EXPOSEES A DES RISQUES LIES AUX MOUVEMENTS DU SOL ET DU SOUS-SOL

PAR J.M. BOIRAT

R 30348 CHA 4S 90 MARS 1990

RESUME

A la demande de la Direction Départementale de l'Equipement de la Marne, le B.R.G.M. Champagne-Ardenne a réalisé une cartographie au 1/100.000 des zones à risques de mouvements de terrain dans le département de la Marne. Cette cartographie a été établie après étude et interprétation de données géologiques, hydrogéologiques, géotechniques, topographiques, historiques et archéologiques.

Les mouvements de terrain recensés dans ce département sont nombreux, variés et irrégulièrement répartis. Il en est par conséquent de même des risques qui leur sont associés.

■ D'après notre évaluation, plus de 53 % des communes du département sont exposées à des risques de mouvements de terrain plus ou moins grands. Ces mouvements appartiennent à quatre types clairement individualisés :

- des affaissements et effondrements liés à l'existence de cavités souterraines,
- des glissements de terrain,
- des fluages,
- des écroulements et chutes de blocs.

.../...

■ Les risques d'affaissements et d'effondrements existent principalement dans la partie septentrionale du département où les sapes de la guerre 1914-1918 sont particulièrement nombreuses et réparties de façon anarchique. Ailleurs, les risques sont liés à l'existence d'anciennes carrières souterraines et à un degré moindre de gouffres et de souterrains médiévaux ou plus anciens.

■ Les risques de glissements de terrain et de fluages sont localisés dans la partie nord-ouest du département, sur les versants des vallées de la Marne, de la Vesle et de leurs affluents.

■ Les risques d'écroulements et chutes de blocs sont limités à quelques zones bien localisées représentées par des carrières à ciel ouvert aux parois verticales.

R 30348 CHA 4S 90

S O M M A I R E

Pages

RESUME

INTRODUCTION..... 1

1.METHODOLOGIE, ORIGINE DES DONNEES..... 3

2.TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN DANS LE DEPARTEMENT DE LA MARNE..... 4

2.1 LES AFFAISSEMENTS ET EFFONDREMENTS..... 4

2.2 LES GLISSEMENTS DE TERRAIN..... 12

2.3 LES FLUAGES..... 15

2.4 LES ECROULEMENTS ET CHUTES DE BLOCS..... 15

3.DEFINITION DES ZONES A RISQUES..... 18

3.1 RISQUES D'AFFAISSEMENTS ET D'EFFONDREMENTS..... 18

3.2 RISQUES DE GLISSEMENTS ET DE FLUAGES..... 18

3.3 RISQUES D'ECOULEMENTS ET CHUTES DE BLOCS..... 20

CONCLUSION..... 21

LISTE DES FIGURES, PLANCHES ET ANNEXES

FIGURE 1 - Situation de l'étude.
FIGURE 2 - Recherche en archives sur l'existence de carrières souterraines dans le département de la Marne : nombre de carrières par substance.

PLANCHE 1 - Entrée d'un souterrain d'accès à des sapes (Marne, 1914-1918).
PLANCHE 2 - Typologie des mouvements de pente (glissements et fluages) à la périphérie de la Montagne de Reims.
PLANCHE 3 - Zone à risques d'écoulements et chutes de blocs sur la commune de Mareuil-sur-Ay.

ANNEXE 1 - Liste des rapports B.R.G.M. relatifs aux mouvements de terrain dans le département de la Marne.
ANNEXE 2 - Liste des communes du département de la Marne avec nature et importance des risques les concernant.

PLANCHE HORS-TEXTE - Carte au 1/100.000 des zones à risques de mouvements de terrain du département de la Marne.

INTRODUCTION

■ A la demande de la Direction Départementale de l'Equipement de la Marne, le B.R.G.M. Champagne-Ardenne a réalisé une cartographie à 1/100.000 des communes du département de la Marne (figure 1) exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol. Ce département est en effet relativement exposé aux risques de mouvements de terrain du fait de son contexte géologique, hydrogéologique, topographique, historique et archéologique. A cela s'ajoutent aujourd'hui des raisons supplémentaires d'inquiétude d'origine anthropique, dues aux modifications de plus en plus nombreuses et importantes de l'équilibre naturel des pentes (aménagement du vignoble).

■ L'étude et l'interprétation des données bibliographiques et cartographiques concernant le département de la Marne nous a conduit à distinguer quatre types principaux de mouvements de terrain :

- des mouvements liés à l'existence de cavités souterraines (affaissement et effondrement) ;

- des mouvements dus à l'instabilité de versants rocheux très raides (écroulements et chutes de blocs) ;

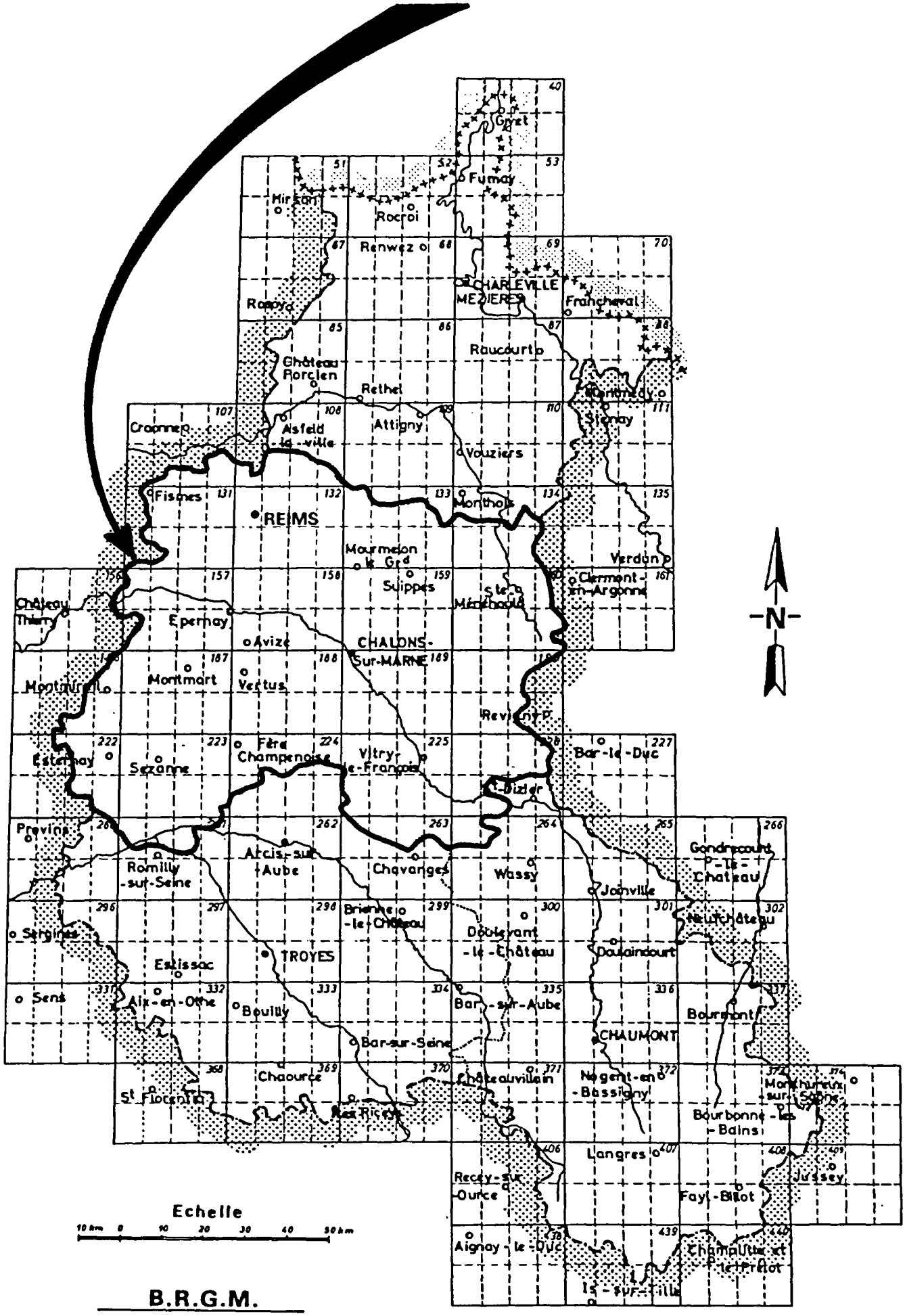
- des mouvements de pente (glissement de terrain) ;

- des mouvements liés à la présence sur les versants de vallée, d'un substratum argileux coiffé par un plateau rocheux (fluage).

■ Chaque commune du département (parmi les 635 qui le composent) a ensuite été considérée séparément dans le but de sélectionner s'il y a lieu, le ou les types de mouvements qui la concerne et de là, d'évaluer la probabilité d'apparition d'un mouvement.

■ Les résultats sont présentés sur un document cartographique à l'échelle du 1/100.000 qui fait apparaître pour chaque commune l'importance du risque et le type de mouvement de terrain susceptible de s'y produire.

Situation de l'étude.



B.R.G.M.

S.G.R. Champagne - Ardenne.

1 - METHODOLOGIE - ORIGINE DES DONNEES

Cette étude a été réalisée en plusieurs phases successives :

- Phase 1 : recueil des données disponibles sur les mouvements de terrain anciens et récents du département de la Marne. Pour cela de nombreux documents de natures et d'origines diverses ont été consultés :

  . rapports B.R.G.M. relatifs aux mouvements de terrain dans le département de la Marne. La liste de ces rapports est donnée en annexe 1 ;

  . résultats d'une enquête effectuée par le B.R.G.M. entre 1986 et 1988 auprès des 635 communes du département. Cette enquête concerne l'inventaire des cavités souterraines du département ;

  . documents des archives départementales (les archives municipales sont en général inexistantes) ;

  . cartes ou minutes géologiques disponibles sur lesquelles sont cartographiés les corps géologiques résultant de mouvements de terrain (exemple : loupes de glissements) et les horizons lithologiques qui, en fonction du contexte hydrogéologique et topographique, sont susceptibles d'amener des mouvements de terrain (exemple : le niveau des argiles de Laon) ;

  . données hydrogéologiques (épaisseur de la zone non-saturée, écoulements karstiques, sources...) ;

  . documents issus de la Direction des Antiquités Historiques de Champagne-Ardenne ;

. données sur la répartition et l'aménagement des zones cultivées pentées (vignoble). Cet aménagement se traduit localement par des transferts de masse (surcharge ou allégement) et des colmatages d'émergences susceptibles d'amener des glissements de terrain.

- Phase 2 : interprétation de ces données aboutissant à l'établissement d'une typologie des mouvements de terrain susceptibles de se produire dans le département.

- Phase 3 : établissement d'une carte à l'échelle 1/100.000 des zones à risques de mouvements de terrain au sein des communes du département de la Marne.

2 - TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN DANS LE DEPARTEMENT DE LA MARNE

A l'issue de la phase de collecte des données, quatre types principaux de mouvements de terrain susceptibles de se produire dans le département de la Marne ont été inventoriés :

2.1 - LES AFFAISSEMENTS ET EFFONDREMENTS

Ces mouvements sont liés à l'existence de cavités souterraines dont l'origine peut être, soit le creusement par l'homme (carrières souterraines, sapes), soit la dissolution de roches solubles (cavités karstiques, gouffres...).

La dislocation de ces cavités dont les causes sont variées, peut produire en surface des mouvements qui se manifesteront de deux manières :

- la première consiste en un abaissement lent et continu du niveau du sol sans rupture apparente de celui-ci : c'est un affaissement ;

- la seconde se traduit, au contraire, par un abaissement rapide et brutal du sol en direction de la cavité et accompagné d'une rupture visible laissant apparaître un escarpement plus ou moins vertical. On parlera dans ce cas d'effondrement.

Il peut y avoir également succession des deux mouvements : effondrement à grande profondeur qui ne provoque en surface qu'un affaissement léger.

L'enquête réalisée de 1986 à 1988 auprès des communes du département (rapport B.R.G.M. 88 SGN 190 CHA) a fait apparaître le grand nombre et la grande diversité des cavités souterraines connues (et probablement cachées) du département. Ces cavités sont principalement :

• Des carrières souterraines dont certaines sont très anciennes (les premières datent de l'époque gallo-romaine). Elles présentent des morphologies, profondeurs et répartitions variables selon le type de matériau extrait. Huit types de carrières ont ainsi été recensés dans le département (figure 2) :

• *Des carrières de craie* : le type d'exploitation le plus répandu consistait en crayères pyramidales, cavités en forme de pyramide à base carrée ou héxagonale et en forme de tronc de cône qui débouchaient à la surface par un puits d'accès de section rectangulaire de 1 à 2 m de côté et de 2 à 3 m de hauteur. La profondeur totale des crayères peut varier de 10 à plus de 30 m, la moyenne étant autour de 20 m. La largeur à la base varie de 5 à 16 m. Du puits principal, partent des galeries pouvant avoir une grande extension latérale et se développer sur plusieurs niveaux. Les piliers ne correspondent pas toujours d'un niveau sur l'autre, ce qui provoque parfois de gros désordres au jour. BLAVIER, Ingénieur en Chef des Mines, signale en 1813 à proximité des fossés de Reims des "zones d'effondrements de 24 à 25 m de profondeur dues à des crayères trop rapprochées". Les zones sous-minées par ce type d'exploitation peuvent atteindre une superficie de plusieurs hectares.

REPARTITION PAR SUBSTANCE DES CARRIERES SOUTERRAINES
DANS LE DEPARTEMENT DE LA MARNE

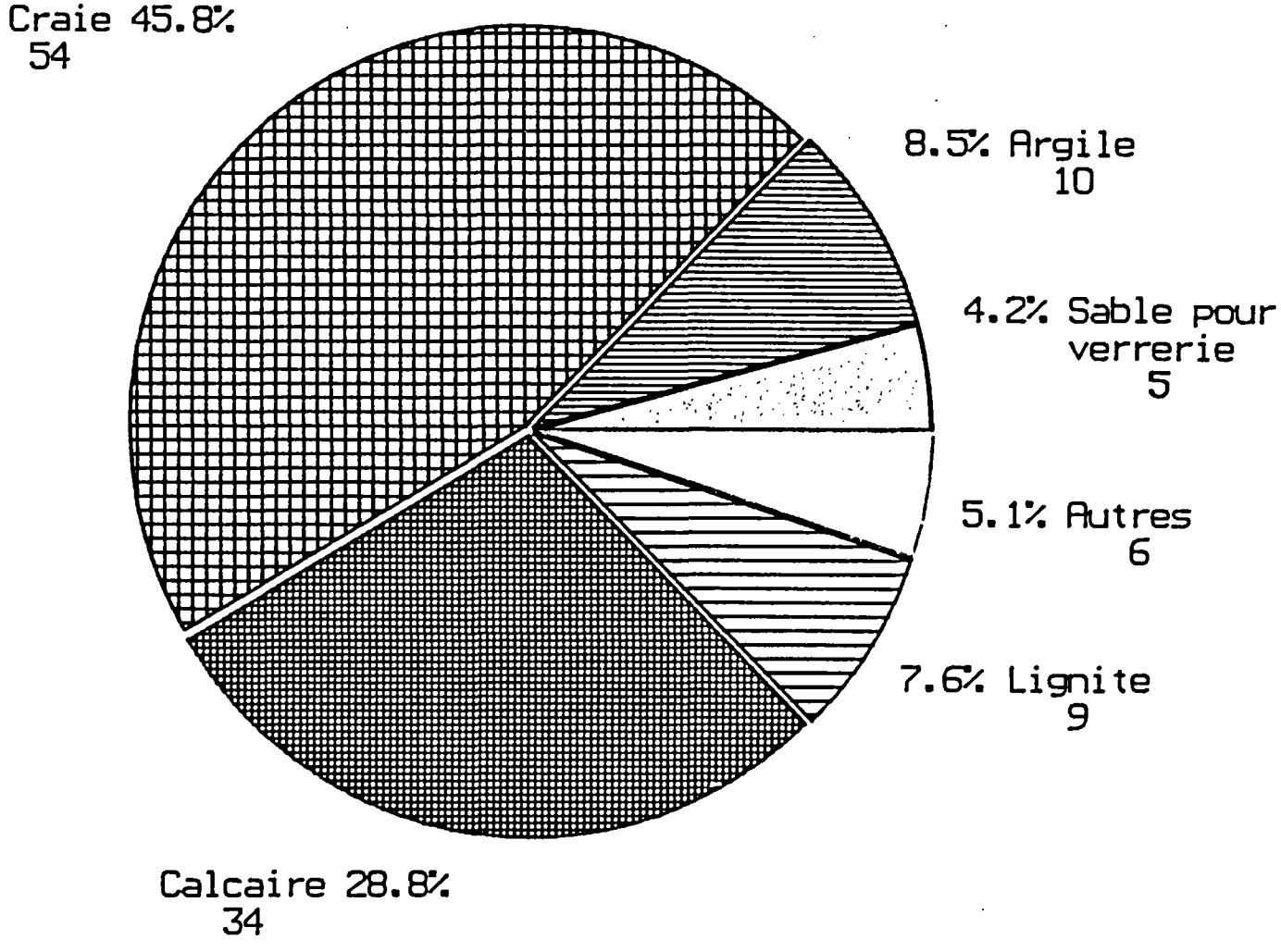


FIGURE 2

Une fois l'exploitation terminée, la galerie ou le puits étaient remblayés avec les déchets des exploitations voisines, représentant 1/3 du volume total. Lorsque les remblais manquaient, les puits étaient fermés par une voûte maçonnée, dont l'extrados était placé à environ 1 m de profondeur. C'est l'effondrement de cette voûte, ou le tassement du remblai, associés à la dégradation du parement de la cavité et du puits, qui provoquent fréquemment des désordres au jour : fontis de 3 à 4 m de diamètre, d'une profondeur souvent impressionnante.

• *Des carrières de calcaire* : dans la région de Reims, les calcaires du Lutétien ont été exploités pour la construction depuis l'époque gallo-romaine. Géologiquement, ce sont surtout les "calcaires à Milioles", d'origine marine qui étaient recherchés. A Vertus, ce sont les calcaires coquilliers du Montien qui ont livré de la pierre de taille, dès le moyen-âge.

Ces gisements ont été exploités systématiquement par des galeries horizontales partant à flanc de coteau. Quelques puits ont cependant été creusés dans les carrières de grande importance, pour réduire la distance à parcourir entre le front de taille et la surface du sol et pour créer une ventilation.

Dans certaines communes, des "pans de montagne" entiers sont minés ; c'est le cas en particulier du Bois de Cormont (communes de Vertus et Bergères-les-Vertus) et du Bois de Rougemont à Hermonville (environ 200 personnes travaillaient dans 50 carrières souterraines à Hermonville en 1856). On trouve également 5 carrières employant 52 ouvriers en 1856 à Jouy-les-Reims, 4 carrières (22 ouvriers) à Magneux, et de nombreuses autres sur la commune de Chenay. En dehors de ces points de concentration, les communes recensées ne comportent généralement pas plus de 2 à 3 carrières exploitées.

L'extension de ces carrières peut être extrêmement variable : quelques plans d'archives indiquent des longueurs de galerie principale variant entre 100 et 1000 m, la distance par rapport à l'affleurement restant inférieure à 300 à 400 m. Les carrières exploitées au 20^{e} siècle sont plus importantes : jusqu'à 2000 m de galerie principale, pour une distance de 500 à 800 m par rapport à l'affleurement.

Ces carrières ne concernent pas directement les zones habitées. Les risques pour les biens et personnes peuvent être de plusieurs types :

. risque de fontis en plein champ au passage d'un engin agricole,
. risque d'effondrement en cas de construction récente ou voie de communication nouvelle à l'aplomb d'une galerie (pavillon individuel, silo, autoroute, etc....),
. risque lié à la pénétration de personnes dans les carrières encore accessibles.

• *Des carrières d'argiles* : le Sparnacien renferme des argiles réfractaires et des terres à briques qui ont été exploitées en souterrain dans le département . Il semblerait qu'à Janvilliers une argilière souterraine ait également exploité le Sannoisien ou le Ludien.

Au début du 19e siècle, ces argiles étaient exploitées par "cavage à bouche" : un puits de 1 m de diamètre et 15 à 16 m de profondeur maximale était creusé jusqu'à la couche d'argile. De sa base partaient des galeries rayonnantes de largeur croissante. Elles étaient étayées en leur milieu avec du bois vert. Lorsque les étais commençaient à fléchir sous la pression des argiles, l'exploitation était abandonnée. Les galeries se refermaient donc d'elles mêmes.

A la fin du 19e siècle et jusque vers 1965, ces exploitations, restées très actives dans le secteur de Sézanne en raison de la bonne qualité des argiles, ont été menées en galeries boisées. Aux dires d'un ancien carrier de la région, la durée de vie de ces galeries était limitée à quelques années, du fait du fluage des argiles.

Aujourd'hui, toutes les exploitations, restées très actives dans le secteur de Sézanne ont été reprises à ciel ouvert, au prix d'une découverte parfois supérieure à 15 m. Il ne reste donc plus aucune trace de cavités souterraines liées à l'exploitation d'argile.

• *Des carrières de lignite* : les sables et argiles à lignite ou "terres noires" du Sparnacien sont utilisées comme amendement dans les vignes. Ces terres noires sont généralement exploitées à ciel ouvert ou en tranchées. Au siècle dernier, lorsque la découverte devenait trop importante, certains vignerons ont poussé quelques galeries à partir d'exploitations à ciel ouvert. Comme pour les argiles, ces galeries ont toutes disparu, soit du fait du fluage de terrain, soit par suite de l'extension de carrières à ciel ouvert dont elles dépendaient.

• *Des carrières de sable siliceux* : les sables du Thanétien, pratiquement constitués de silice pure, et localement très propre, ont été exploités pour l'industrie verrière au 19^{e} siècle. Cette exploitation s'est parfois faite en galeries souterraines creusées sous un banc de grès ou étayées. Les archives citent une carrière de sable exploitée en 1869 à Rilly-la-Montagne comportant 5 galeries parallèles larges de 2 m, séparées par des piliers de 4 à 6 m de large. L'accès se faisait par deux puits de 12 m de profondeur.

De telles carrières peuvent avoir subsisté jusqu'à nos jours: contrairement aux argiles, les sables ne travaillent pas et ils peuvent être suffisamment cohérents pour constituer des galeries stables. Des vestiges de galeries souterraines dans les sables sont d'ailleurs connus sur la commune de Trigny.

• *Des carrières de graviers alluvionnaires* : les archives citent trois de ces carrières à Châlons-sur-Marne, Chaudefontaine et Sainte-Menehould, s'adressant probablement à des anciennes terrasses dénoyées. Ce mode d'exploitation à très faible profonseur était marginal, et d'ailleurs interdit par le service des Mines pour les dangers d'éboulement qu'il présentait.

• *Des carrières de minerai de fer* : appelées "minières" au 19^{e} siècle, elles s'adressaient au minerai de fer oolithique du Valanginien à l'extrémité Est du département (communes de Cheminon et Trois-Fontaines). Elles étaient exploitées comme les argiles par cavage à bouche (puits de 6 à 8 m de profondeur, galeries de 5 m de longueur maximum).

• *Des carrières de meulières* : les meulières étaient exploitées à ciel ouvert, en tranchées. Les blocs étaient sapés par le dessous jusqu'à leur chute. A Broussy-le-Grand cependant, les archives citent en 1873 une carrière souterraine de meulière. Il s'agit sans doute, comme pour les lignites de l'extension en souterrain d'une carrière à ciel ouvert.

▪ **Des sapes de la guerre 1914-1918** représentées par des cavités ou galeries (planches 1) creusées pour assurer la protection des hommes et également pour permettre la communication entre les différentes tranchées, zones de combat ou poste de commandement. En pourcentage et en volume, ces sapes sont particulièrement instables car elles ont été creusées rapidement, à faible profondeur dans des matériaux déjà fortement diaclasés et altérés.

Les sapes qui ont été recensées se regroupent toutes dans la partie septentrionale du département, au Nord d'une ligne Fismes - Ville-en-Selve - Sainte-Menehould. Elles sont la plupart du temps localisées à proximité et sous les agglomérations.

▪ **Des gouffres et cavités karstiques** : de nombreuses manifestations kartiques existent à l'extrémité Est de la montagne de Reims. Parmi les réseaux reconnus par les clubs de spéléologie, on peut citer :

- *le réseau de Trépail* : exploré en amont du village sur plus de 600 m, son alimentation se fait entre autre par les gouffres de la Baticaude. L'exurgence alimente le village en eau potable. Au moulin de Crilly (Ambonnay), une grosse source ramène au jour des sables tertiaires mettant en évidence le prolongement du réseau très bas dans la plaine ;
- *le réseau de Germaine-Avenay* : les infiltrations qui l'alimentent se font au niveau du gouffre de Germaine. L'exurgence se trouve dans la vallée de la Livre en aval d'une exurgence temporaire dite de la Maison Fouche ;
- *la Fontaine des Cochons - Louvois* : 300 m explorés ;
- *la Pleureuse - Villers-Marmery* : 350 m explorés ;
- *le gouffre Creusin* : 50 m explorés.

Planche 1 : Entrée d'un souterrain d'accès à des sapes
(Marne, 1914-1918)
(Collection personnelle A. KERBAUL)

Les morphologies karstiques sont nombreuses, isolées ou rassemblées par petits groupes. Ce sont surtout des gouffres très encombrés par des débris de bois et des blocs de meulières faisant bouchon. Ils sont localisés à la base des formations tertiaires. Sur la craie même, s'observent parfois de vastes zones d'infiltration sans morphologie nette.

• *Des cavités "autres"* : les cavités appartenant à ce type rassemblent celles qui en raison de leur origine, localisation ou morphologie ne se rattachent pas aux trois groupes précédemment décrits. C'est le cas en particulier des souterrains médiévaux dont on sait qu'ils sont particulièrement fréquents dans le sous-sol de certains communes (Reims mais également Beine, Berru, Cernay, Mailly, Moronvilliers, Nauroy, Nogent, Orme, Pontfaverger, Selles etc....). Taillés dans la craie, ces souterrains sont généralement formés de galeries à sections éllipsoïdale ouvrant sur des salles de formes variable suivant les cas.

2.2 LES GLISSEMENTS DE TERRAIN

Les glissements de terrain consistent en un déplacement plus ou moins continu, lent ou rapide, d'une masse de matériaux meubles ou rocheux, suivant une ou plusieurs surfaces de faiblesse, visibles ou non et de formes diverses.

Parmi les glissements recensés dans le département de la Marne, deux types de mouvements ont été identifiés :

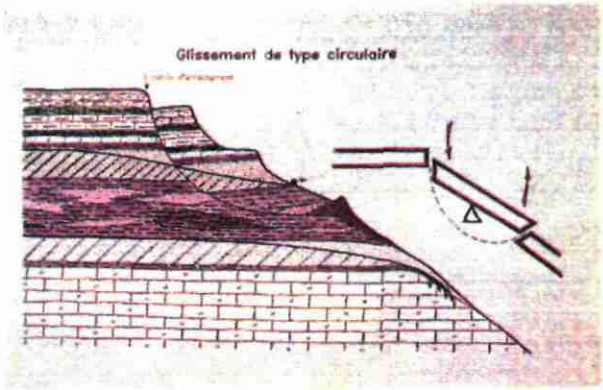
- Des glissements circulaires

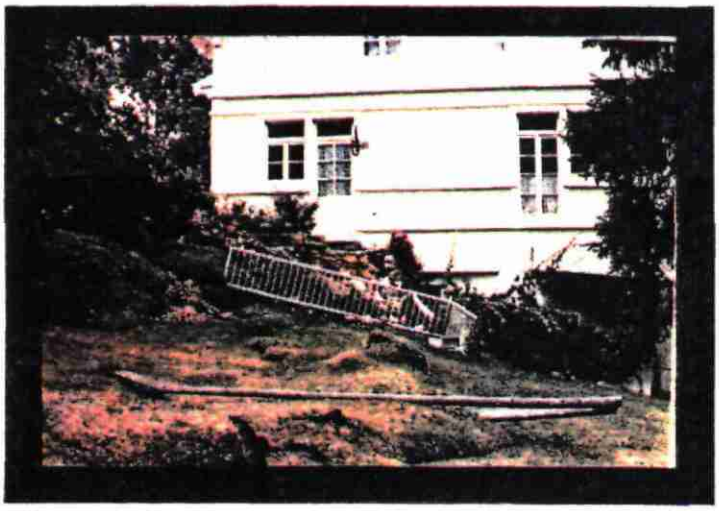
Ce type de glissement se manifeste par basculement d'une masse qui se décroche selon une surface de rupture circulaire (planche 2, schéma 1). On constate un abaissement de la partie amont avec un décrochement plus ou moins important, ainsi que la formation d'un bourrelet de pied dans la zone de compression aval. Les causes de ces mouvements peuvent être le plus souvent :

- des infiltrations d'eau dans des argiles (cas en particulier du niveau des argiles de Laon) ;

BRGM

Planche 2 : Typologie des mouvements de pente (glissements et fluages) à la périphérie de la Montagne de Reims

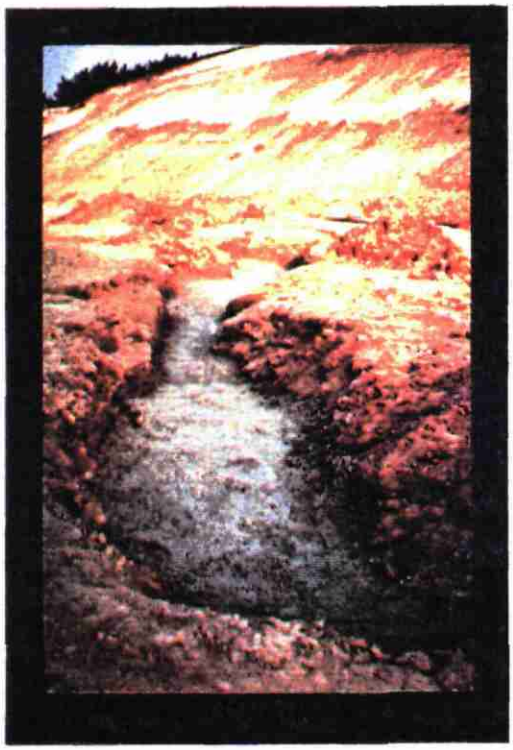




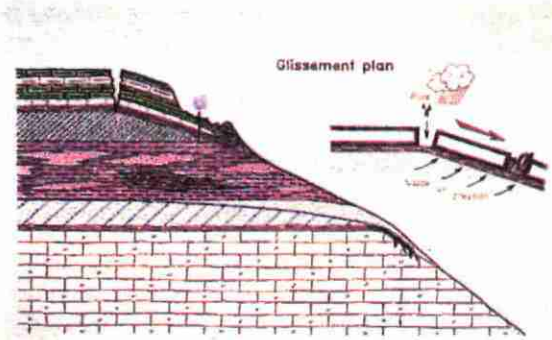
SCHEMA 1

RILLY–LA–MONTAGNE

Construction située sur le bourrelet de pied

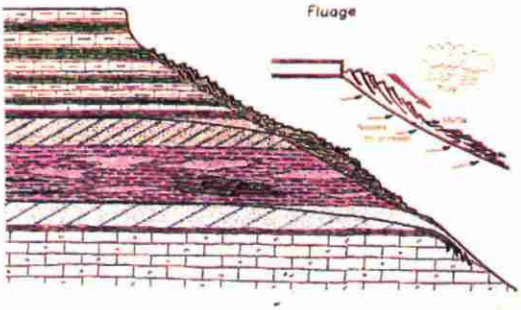


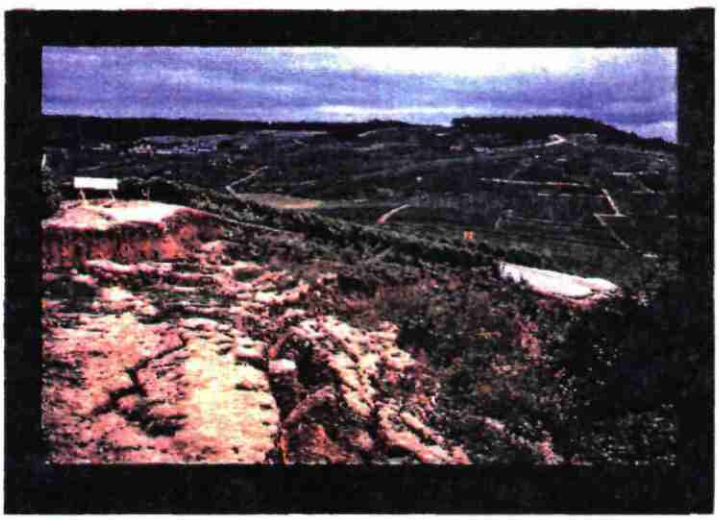
SCHEMA 2



GUEUX (autoroute A4)

Fissuration amont en extension





SCHEMA 3

CUIS

Glissement en marches d'escalier

- une augmentation de la pression des nappes lorsque le volume d'eau de pluie qui s'infiltre dans le sol est supérieur à celui qui peut sortir par les sources ;

- une surcharge dans la partie supérieure du glissement potentiel (dépose de matériaux en vue de l'aménagement des profils) ;

- des prélèvements de matériaux dans la partie inférieure du glissement potentiel.

- <u>Des glissements plans</u>

Ils s'opposent aux mouvements précédents par la géométrie de leur surface de rupture qui est plane mais aussi par leur mode de déplacement qui peut être soudain et rapide (planche 2, schéma 2). Affectant une masse rocheuse ou des matériaux meubles, ils ont lieu suivant un plan qui correspond presque toujours à une forte discontinuité lithologique ou mécanique.

Les causes hydrauliques sont les mêmes que pour les glissements circulaires. Par contre les surcharges ou allégements dus à des apports ou prélèvements de matériaux n'ont pas ou peu d'influence.

Ces deux types de glissements sont particulièrement fréquents de part et d'autre de la vallée de la Marne et de ses affluents. Des loupes de glissements d'importance plurihectométrique sont connues à proximité de Soilly, Dormans, Vincelles, Mareuil-le-Port et bon nombre d'autres communes. Parmi les zones les plus affectées, il faut citer le versant occidental du RÛ de Belval entre Cuisles et Chatillon sur Marne et le versant oriental du RÛ Brunet dans le triangle Romery, Damery, Cumières. Ces deux dernières communes se caractérisent entre autre par l'importance des formations glissées en masse, avec une stratification conservée. L'une d'elles à Damery atteint plus de 2 kilomètres de longueur et 1 kilomètre de largeur.

2.3 LES FLUAGES

Ce mouvement de déformation lente apparaît lorsqu'une couche argileuse est soumise à une pression importante et constante. Il s'observe notamment sur les versants de vallées à substratum argileux coiffé par un plateau rocheux. Cette déformation lente de l'argile qui s'écoule vers le fond de la vallée entraîne un abaissement progressif du rebord du plateau qui peut se disloquer en blocs ou paquets rocheux. Ceux-ci peuvent basculer et s'étaler largement sur les pentes ou glisser le long de celles-ci en les poinçonnant plus ou moins fortement (planche 2, schéma 3).

De tels mouvements sont fréquents de part et d'autre de la vallée de la Marne et de ses affluents en raison de la présence à l'affleurement de nombreux niveaux argileux : les marnes du Thanétien supérieur, les argiles et marnes du Sparnacien, et surtout les argiles de Laon du Cuisien.

2.4 LES ECOULEMENTS ET CHUTES DE BLOCS

Ce type de mouvement est caractérisé par le déplacement soudain et rapide d'un bloc ou d'une masse rocheuse, qui se détache d'une falaise verticale ou d'une paroi très pentée en effectuant une grande partie de son trajet dans l'air mais également en roulant, rebondissant... Il en résulte une accumulation de pierres et de blocs qui en tombant sporadiquement et individuellement forment un éboulis.

Les zones concernées par ces mouvements sont celles où se situent des carrières présentant des fronts de taille élevés, plus ou moins verticaux (planche 3). Ces carrières sont nombreuses dans le département de la Marne. Elles résultent pour la plupart de l'extraction de la craie ou du calcaire.

Planche 3 : Zone à risques d'écroulements et chute de blocs sur la commune de Mareuil-sur-Ay (carrière de la Remissonne)

Dans la région d'Avize, les grandes carrières de craie qui ne sont plus en activité sont situées sur les communes de Bisseuil, Tours-sur-Marne, Fagnières, Mareuil-sur-Ay. Les calcaires compactes en bancs épais de l'Eocène supérieur de la montagne d'Avize ont également été activement exploités comme pierre de construction dans de multiples carrières sur les communes d'Avize, Cramant, Grauves et Cuis.

Dans la région de Fismes, les principales carrières de craie présentant des fronts de taille importants sont situés sur les communes de Gueux et Châlons-sur-Vesle. Elles ne sont plus en activité depuis 1940. Les calcaires lutétiens ont également été exploités à ciel ouvert sur les communes de Pouillon, Chenay et Prouilly.

Dans la région de Reims, des exploitations temporaires de craie en carrières à ciel ouvert existent sur les communes de Villers-aux-Noeuds, Verzy, Ecueil et Selles.

Dans la région de Vertus, il existe quelques petites carrières de craie aux dimensions modestes mais ce sont surtout les calcaires montiens qui ont été activement exploités. Le flanc ouest du Mont Aimé (commune de Bergères-les-Vertus) est entaillé tout au long de l'affleurement ainsi que la falaise qui s'étend entre Vertus et Bergères-les-Vertus.

Dans la région de Châlons-sur-Marne, il existe d'importantes carrières de craie à ciel ouvert, parmi lesquelles celles situées au Sud de Soulanges exploitées par la Société des Ciments Français à Couvrot et celles exploitées au Nord par la Société OMYA sur la commune de Saint-Germain-la-Ville. Sur la commune de Omey, une grande carrière de craie, aujourd'hui abandonnée, est également susceptible de présenter des risques d'écroulements et de chutes de blocs.

3. DEFINITION DES ZONES A RISQUES

Sur la carte des communes du département de la Marne à l'échelle du 1/100.000, nous avons établi un zonage qui prend en compte les différents types de mouvements de terrain inventoriés et la probabilité d'apparition d'un mouvement.

3.1 RISQUES D'AFFAISSEMENTS ET D'EFFONDREMENTS

Trois classes ont été retenues. Elles ont les définitions suivantes :

- risque élevé : zones où sont connues des cavités ayant déjà provoqué des désordres ;

- risque moyen : zones où sont connues des cavités n'ayant pas provoqué de désordres, zones où il n'y a pas de cavité connue mais où, compte-tenu du contexte, la probabilité de présence est forte ;

- risque faible à nul : zones où il n'y a pas de cavité connue et où la probabilité de présence est faible ;

Des symboles particuliers (rond, carré, triangle, étoile) permettent de savoir si des cavités sont connues sur une commune donnée et de connaître leur nature (carrière, sape, gouffre ou autres cavités...).

3.2 RISQUES DE GLISSEMENTS ET DE FLUAGES

Un certain nombre de facteurs ont été pris en compte pour la délimitation des zones présentant des risques de glissements et de fluages. Ces principaux facteurs sont la lithologie, la pente naturelle, l'hydrogéologie. A un degré moindre interviennent également l'exposition et le pendage des couches et la nature de la couverture végétale.

3.2.1 Facteurs d'instabilité

- *La lithologie*

Dans le Nord-Ouest du département de la Marne, la craie blanche du Crétacé supérieur est recouverte par une succession de terrains tertiaires, à savoir les sables et marnes du Thanétien, les argiles plastiques, marnes et lignites du Sparnacien, les sables fins du Cuisien et les calcaires et marnes du Lutétien continental. Ces terrains tertiaires montrent donc, du fait de leurs variétés, des caractéristiques mécaniques variables.

La lithologie intervient donc par l'intermédiaire des horizons qui présentent les caractéristiques mécaniques les plus faibles (cas des niveaux argileux en particulier celui d'âge cuisien connu sous le nom des "argiles de Laon").

- *La pente*

L'observation de la répartition des glissements connus montre qu'il existe généralement une bonne corrélation entre pente et glissements. Compte-tenu des travaux antérieurs, notamment sur les commmunes de Chatillon-sur-Marne et Verzenay, on peut considérer que les risques de glissements apparaissent quand la pente dépasse 10 %. Cette valeur peut toutefois être abaissée localement en présence d'argiles fortement hydratées.

- *L'hydrogéologie*

Du point de vue hydrogéologique, les terrains tertiaires qui affleurent sur les pentes de part et d'autre des vallées de la Marne, de la Vesle et de leurs affluents, possédent des caractéristiques très variables.

Certains comme les sables et les calcaires sont très perméables et laissent passer l'eau librement. D'autre comme les argiles et les marnes sont imperméables et bloquent l'infiltration. Cette situation particulière fait qu'à chaque niveau imperméable se manifestent des sources qui coulent en permanence ou de façon temporaire. Ces sources influencent fortement les glissements puisque bon nombre d'entre eux ont leurs crêtes dans les niveaux argileux ou marneux.

3.2.2 Zonage

En tenant compte des paramètres "lithologie", "pente" et "hydrogéologie", nous avons délimité les zones où les glissements de terrain sont susceptibles de se produire. Elles sont localisées dans la partie Nord-Ouest du département de la Marne entre la vallée de la Vesle, la Montagne de Reims, la vallée de la Marne et la région de Vertus.

Un figuré particulier permet en outre de visualiser les zones où des glissements se sont déjà produits et les aires d'affleurement des argiles de Laon, puisque cette formation est celle qui présente les plus faibles caractéristiques mécaniques. Elle est en outre responsable de bon nombre de glissements recensés.

3.3 RISQUES D'ECOULEMENTS ET CHUTES DE BLOCS

Contrairement aux risques d'affaissements et d'effondrements et aux risques de glissements et de fluages, les risques d'écoulements et chutes de blocs restent limités aux carrières à ciel ouvert présentant des parois plus ou moins verticales suffisamment hautes, qu'elles soient en exploitation ou non. Ces carrières sont bien connues au sein de chacune des communes du département. Les zones concernées par ces risques sont donc particulièrement bien circonscrites. Pour ces raisons, nous ne les avons pas représentées sur la carte des risques de mouvements de terrain à 1/100.000.

CONCLUSION

■ Les mouvements de terrain recensés dans le département de la Marne sont nombreux, variés et irrégulièrement répartis. Il en est par conséquent de même des risques qui leur sont associés.

■ D'après notre évaluation, plus de 53 % des communes du département sont exposées à des risques de mouvements de terrain plus ou moins grands. Ces mouvements appartiennent à quatre types clairement individualisés :

- des affaissements et effondrements liés à l'existence de cavités souterraines ;
- des fluages ;
- des écroulements et chutes de blocs.

■ Les risques d'affaissements et d'effondrements existent principalement dans la partie septentionale du département où les sapes de la guerre 1914-1918 sont particulièrement nombreuses et réparties de façon anarchique. Ailleurs, les risques sont liés à l'existence d'anciennes carrières souterraines et à un degré moindre de gouffres et de souterrains médiévaux ou plus anciens.

■ Les risques de glissements de terrain et de fluages sont localisés dans la partie nord-ouest du département, sur les versants des vallées de la Marne, de la Vesle et de leurs affluents.

■ Les risques d'écoulements et chutes de blocs sont limités à quelques zones bien localisées représentées par des carrières à ciel ouvert aux parois verticales.

ANNEXE 1

LISTE DES RAPPORTS B.R.G.M.
RELATIFS AUX MOUVEMENTS DE TERRAIN
DANS LE DEPARTEMENT DE LA MARNE

P.MORFAUX (1978) - Avis sur l'effondrement de terrains à Courtisols (Marne) - Dispositions à prendre pour évaluer l'extension des risques. Rapport B.R.G.M. 78 BDP 124.

A.DIEUDONNE et S.PUYOO (1980) - Etude préliminaire du glissement de terrain de Chatillon-sur-Marne (Marne). Rapport B.R.G.M. 80 CHA 002.

S.PUYOO (1980) - Etude des risques liés aux mouvements du sol, commune de Chatillon-sur-Marne (Marne). Rapport B.R.G.M. 80 CHA 036.

J.C PINTE (1981) - Examen et caractérisation des glissements existants sur la commune de Chatillon-sur-Marne (Marne). Analyse des possibilités de stabilisation. Rapport B.R.G.M. 81 SGN 843 CHA.

J.B.BEHETS (1983) - Note concernant le glissement de terrain survenu à Epernay (Marne). Rapport B.R.G.M. 83 CHA 011.

J.B.BEHETS et P.LEBON (1984) - Effondrement de chaussée sur la commune de Vertus (Marne). Rapport B.R.G.M. 84 AGI 247 CHA.

P.MORFAUX (1984) - Avis sur les cavités rencontrées lors du creusement d'une cellule de la décharge d'ordures ménagères de Courcy (Marne). Rapport B.R.G.M. 84 CHA 033.

P.LEBON (1987) - Examen du front de taille de la crayère de la Remissonne, commune de Mareuil-sur-Ay (Marne). Rapport B.R.G.M. 87 CHA 039.

C.LANGEVIN et E.SONCOURT (1987) - Recherche d'anciennes carrières souterraines à l'Ouest de Reims et définition de zones à risques géotechniques liés aux cavités souterraines artificielles. Rapport B.R.G.M. 87 SGN 031 CHA.

J.M.BOIRAT (1988) - Prézonage des risques géotechniques liés à l'existence de cavités souterraines dans le district de Reims. Rapport B.R.G.M. 88 SGN 1009 CHA.

J.M.BOIRAT (1988) - Etude de prézonage des risques de mouvements de terrain dans la région d'Epernay (Marne). Rapport B.R.G.M. 88 SGN 1008 CHA.

P.LEBON (1988) - Etude de la stabilité de l'ensemble du versant, commune de Verzenay (Marne). Rapport B.R.G.M. 88 SGN 446 CHA/LOR.

E.SONCOURT (1988) - Inventaire des carrières souterraines du Département de la Marne. Rapport B.R.G.M. 88 SGN 190 CHA.

J.M BOIRAT (1989) - Prospection vibrosismique sous Reims : inventaire et recherche de cavités souterraines le long du profil. Rapport B.R.G.M. R.30164 CHA 4S 89.

P.MORFAUX (1989) - Glissement et érosion des sols. Résumé de l'exposé fait à l'assemblée générale des Vignerons de Champagne le 26 Novembre 1988. Rapport B.R.G.M. 89 SGN 308 CHA.

ANNEXE 2

LISTE DES COMMUNES

DU DEPARTEMENT DE LA MARNE

AVEC NATURE ET IMPORTANCE DES RISQUES

LES CONCERNANT

RISQUE D'AFFAISSEMENT ET D'EFFONDREMENT

NIVEAU DE RISQUE

+ + + Risque élevé : zones où sont connues des cavités ayant déjà provoqué des désordres.

+ + Risque moyen : zones où sont connues des cavités n'ayant pas provoqué de désordres ;
zones où il n'y a pas de cavité connue mais la probabilité de présence est forte.

+ Risque faible à nul : zones où il n'y a pas de cavité connue et où la probabilité de présence est faible.

TYPE DE CAVITES

(G) Gouffre

(S) Sape (1914-1918)

(C) Carrière

(A) Autre cavité ou cavité de nature indéterminée.

1 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51001	ABLANCOURT	++ (C)		
51002	SAINT-MARTIN-D'ABLOIS	++ (G)	+	
51003	AIGNY	+++ (S)		
51004	ALLEMANCHE-LAUNAY-ET-SOYER	+		
51005	ALLEMANT	+		
51006	ALLIANCELLES	+		
51007	AMBONNAY	+	+	
51008	AMBRIERES	+		
51009	ANGLURE	+		
51010	ANGLUZELLES-ET-COURCELLES	+		
51012	ANTHENAY	+	+	
51013	AOUGNY	+	+	
51014	ARCIS-LE-PONSART	+	+	
51015	ARGERS	+		
51016	ARRIGNY	+		
51017	ARZILLIERES-NEUVILLE	+		
51018	ATHIS	++ (C)		
51019	AUBERIVE	+++ (S)		
51020	AUBILLY	++	+	
51021	AULNAY-AUX-PLANCHES	+		
51022	AULNAY-L'AITRE	+		
51023	AULNAY-SUR-MARNE	+		
51024	AULNIZEUX	+		
51025	AUMENANCOURT	+++ (S)		
51027	AUVE	+		
51028	AVENAY-VAL-D'OR	+++ (C)(A)	+	
51029	AVIZE	+	+	+
51030	AY	+	+	
51031	BACONNES	+++ (A)		
51032	BAGNEUX	+		
51033	BAIZIL(LE)	+		
51034	BANNAY	+	+	
51035	BANNES	+		
51036	BARBONNE-FAYEL	+		
51037	BASLIEUX-LES-FISMES	++ (A)	+	
51038	BASLIEUX-SOUS-CHATILLON	+	+	
51039	BASSU	+		
51040	BASSUET	+		
51041	BAUDEMENT	+++ (A)		
51042	BAYE	+++ (A)	+	
51043	BAZANCOURT	++		
51044	BEAUMONT-SUR-VESLE	+		
51045	BEAUNAY	++ (C)	+	
51046	BEINE-NAUROY	+++ (S)		
51047	BELVAL-EN-ARGONNE	+		
51048	BELVAL-SOUS-CHATILLON	+	+	
51049	BERGERES-LES-VERTUS	++ (C)(A)		+
51050	BERGERES-SOUS-MONTMIRAIL	+		
51051	BERMERICOURT	++		
51052	BERRU	+++ (C)(S)		

2 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51053	BERZIEUX	+++ (S)		
51054	BETHENIVILLE	++		
51055	BETHENY	+++ (C)(S)(A)		
51056	BETHON	++ (C)		
51057	BETTANCOURT-LA-LONGUE	+		
51058	BEZANNES	++		
51059	BIGNICOURT-SUR-MARNE	+		
51060	BIGNICOURT-SUR-SAULX	+		
51061	BILLY-LE-GRAND	+		
51062	BINARVILLE	+++ (S)		
51063	BINSON-ET-ORQUIGNY	+	+	
51064	BISSEUIL	+		+
51065	BLACY	++ (C)		
51066	BLAISE-SOUS-ARZILLIERES	+		
51068	BLESME	+		
51069	BLIGNY	++		
51070	BOISSY-LE-REPOS	+		
51071	BOUCHY-SAINT-GENEST	+		
51072	BOUILLY	++		
51073	BOULEUSE	++ (C)	+	
51074	BOULT-SUR-SUIPPE	+++ (S)		
51075	BOURGOGNE	+++ (C)		
51076	BOURSAULT	+	+	
51077	BOUVANCOURT	++ (C)	+	
51078	BOUY	+++ (S)		
51079	BOUZY	+	+	
51080	BRANDONVILLERS	+		
51081	BRANSCOURT	++ (C)	+	
51082	BRAUX-SAINTE-COHIERE	+		
51083	BRAUX-SAINT-REMY	+		
51084	BREBAN	+		
51085	BREUIL(LE)	+	+	
51086	BREUIL	++	+	
51087	BREUVERY-SUR-COOLE	+		
51088	BRIMONT	+++ (C)(S)		
51089	BROUILLET	+	+	
51090	BROUSSY-LE-GRAND	++ (C)		
51091	BROUSSY-LE-PETIT	+		
51092	BROYES	+		
51093	BRUGNY-VAUDANCOURT	+	+	
51094	BRUSSON	+		
51095	BUISSON(LE)	+		
51097	BUSSY-LE-CHATEAU	++ (C)		
51098	BUSSY-LE-REPOS	+		
51099	BUSSY-LETTREE	++ (A)		
51100	CAURE(LA)	+		
51101	CAUREL	++		
51102	CAUROY-LES-HERMONVILLE	++ (C)	+	
51103	CELLE-SOUS-CHANTEMERLE(LA)	+		
51104	CERNAY-EN-DORMOIS	+++ (S)		

3 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51105	CERNAY-LES-REIMS	++ (C)		
51106	CERNON	+++ (A)		
51107	CHAINTRIX-BIERGES	+		
51108	CHALONS-SUR-MARNE	++ (C)(A)		
51109	CHALONS-SUR-VESLE	++		+
51110	CHALTRAIT	+		
51111	CHAMBRECY	+	+	
51112	CHAMERY	+	+	
51113	CHAMPAUBERT	+		
51114	CHAMPAUBERT-AUX-BOIS	+		
51115	CHAMPFLEURY	++		
51116	CHAMPGUYON	+		
51117	CHAMPIGNEUL-CHAMPAGNE	++ (C)		
51118	CHAMPIGNY	++		
51119	CHAMPILLON	+	+	
51120	CHAMPLAT-ET-BOUJACOURT	+	+	
51121	CHAMPVOISY	+	+	
51122	CHANGY	++ (A)		
51124	CHANTEMERLE	+		
51125	CHAPELAINE	+		
51126	CHAPELLE-FELCOURT(LA)	+		
51127	CHAPELLE-LASSON(LA)	+		
51128	CHAPELLE-SOUS-ORBAIS(LA)	+		
51129	CHARLEVILLE	+		
51130	CHARMONT	+		
51132	CHARMONTOIS(LES)	+		
51133	CHATELIER(LE)	+		
51134	CHATELRAOULD-SAINT-LOUVENT	+		
51135	CHATILLON-SUR-BROUE	+		
51136	CHATILLON-SUR-MARNE	++ (A)	+	
51137	CHATILLON-SUR-MORIN	+		
51138	CHATRICES	+		
51139	CHAUDEFONTAINE	++ (C)		
51140	CHAUMUZY	+	+	
51141	CHAUSSEE-SUR-MARNE(LA)	+		
51142	CHAVOT-COURCOURT	+	+	
51143	CHEMIN(LE)	+		
51144	CHEMINON	++ (C)		
51145	CHENAY	++ (C)		+
51146	CHENIERS	++ (C)		
51147	CHEPPE(LA)	++ (C)(A)		
51148	CHEPPES-LA-PRAIRIE	+		
51149	CHEPY	++ (C)		+
51150	CHERVILLE	+		
51151	CHICHEY	+		
51152	CHIGNY-LES-ROSES	++	+	
51153	CHOUILLY	++ (C)	+	
51154	CLAMANGES	+		
51155	CLESLES	+		
51156	CLOYES-SUR-MARNE	+		

4 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51157	COIZARD-JOCHES	++ (A)	+	
51158	VAL-DES-MARAIS	+		
51160	COMPERTRIX	+		
51161	CONDE-SUR-MARNE	+++ (C)(A)		
51162	CONFLANS-SUR-SEINE	+		
51163	CONGY	+	+	
51164	CONNANTRAY-VAUREFROY	+		
51165	CONNANTRE	+		
51166	CONTAULT	+		
51167	COOLE	++ (C)		
51168	COOLUS	+		
51169	CORBEIL	+		
51170	CORFELIX	+	+	
51171	CORMICY	+++ (C)(S)	+	
51172	CORMONTREUIL	++		
51173	CORMOYEUX	++ (C)	+	
51174	CORRIBERT	+		
51175	CORROBERT	+		
51176	CORROY	++ (C)		
51177	COULOMMES-LA-MONTAGNE	++	+	
51178	COUPETZ	+		
51179	COUPEVILLE	++ (A)		
51181	COURCELLES-SAPICOURT	++	+	
51182	COURCEMAIN	+		
51183	COURCY	+++ (S)		
51184	COURDEMANGES	+		
51185	COURGIVAUX	+		
51186	COURJEONNET	+		
51187	COURLANDON	++	+	
51188	COURMAS	++ (A)		
51190	COURTAGNON	+	+	
51191	COURTEMONT	+		
51192	COURTHIEZY	+	+	
51193	COURTISOLS	+++ (C)		
51194	COURVILLE	++ (C)	+	
51195	COUVROT	++ (C)		
51196	CRAMANT	+	+	+
51197	CROIX-EN-CHAMPAGNE(LA)	+		
51198	CRUGNY	++ (C)(A)	+	
51199	CUCHERY	+	+	
51200	CUIS	+	+	+
51201	CUISLES	+		
51202	CUMIERES	+	+	
51203	CUPERLY	++		
51204	DAMERY	+	+	
51205	DAMPIERRE-AU-TEMPLE	++ (C)		
51206	DAMPIERRE-LE-CHATEAU	+		
51208	DAMPIERRE-SUR-MOIVRE	+		
51210	DIZY	+	+	
51211	DOMMARTIN-DAMPIERRE	+		

5 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51212	DOMMARTIN-LETTREE	+++ (A)		
51213	DOMMARTIN-SOUS-HANS	+		
51214	DOMMARTIN-VARIMONT	+		
51215	DOMPREMY	+		
51216	DONTRIEN	++		
51217	DORMANS	+++ (S)(A)	+	
51218	VAL-DE-VIERE	+		
51219	DROSNAY	+		
51220	DROUILLY	+		
51222	ECLAIRES	+		
51223	ECOLLEMONT	+		
51224	ECRIENNES	+		
51225	ECUEIL	+	+	+
51226	ECURY-LE-REPOS	+		
51227	ECURY-SUR-COOLE	++ (C)		
51228	ELISE-DAUCOURT	+		
51229	EPENSE	+		
51230	EPERNAY	++ (C)(A)	+	
51231	EPINE(L')	++ (C)		
51232	EPOYE	+++ (S)		
51233	ESCARDES	+		
51234	ESCLAVOLLES-LUREY	+		
51235	ESSARTS-LES-SEZANNE(LES)	+		
51236	ESSARTS-LE-VICOMTE(LES)	+		
51237	ESTERNAY	+		
51238	ETOGES	+	+	
51239	ETRECHY	+++ (A)		
51240	ETREPY	+		
51241	EUVY	++ (C)		
51242	FAGNIERES	++ (C)		+
51243	FAUX-FRESNAY	+		
51244	FAUX-VESIGNEUL	+		
51245	FAVEROLLES-ET-COEMY	++ (C)	+	
51246	FAVRESSE	+		
51247	FEREBRIANGES	+	+	
51248	FERE-CHAMPENOISE	++ (A)		
51249	FESTIGNY	+	+	
51250	FISMES	++ (C)	+	
51251	FLAVIGNY	+		
51252	FLEURY-LA-RIVIERE	+	+	
51253	FLORENT-EN-ARGONNE	++		
51254	FONTAINE-DENIS-NUISY	+		
51255	FONTAINE-EN-DORMOIS	++		
51256	FONTAINE-SUR-AY	+	+	
51257	FONTAINE-SUR-COOLE	+		
51258	FORESTIERE(LA)	++ (G)		
51259	FRANCHEVILLE	+		
51260	FRESNE(LE)	++ (A)		
51261	FRESNES-LES-REIMS	++		
51262	FRIGNICOURT	+		

6 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51263	FROMENTIERES	+		
51264	GAULT-SOIGNY(LE)	++ (G)		
51265	GAYE	+		
51266	GERMAINE	++ (C)	+	
51267	GERMIGNY	++ (C)	+	
51268	GERMINON	+		
51269	GIFFAUMONT-CHAMPAUBERT	+		
51270	GIGNY-BUSSY	+		
51271	GIONGES	+		
51272	GIVRY-EN-ARGONNE	+		
51273	GIVRY-LES-LOISY	++ (C)	+	
51274	GIZAUCOURT	+		
51275	GLANNES	+		
51276	GOURGANCON	+		
51277	SAINTE-MARIE-DU-LAC-NUISEMENT	+		
51278	GRANDES-LOGES(LES)	+++ (C)(A)		
51279	GRANGES-SUR-AUBE	+		
51280	GRATREUIL	++		
51281	GRAUVES	+	+	+
51282	GUEUX	+++ (S)	+	+
51283	HANS	+		
51284	HAUSSIGNEMONT	+		
51285	HAUSSIMONT	+		
51286	HAUTEVILLE	+		
51287	HAUTVILLERS	+	+	
51288	HEILTZ-LE-HUTIER	+		
51289	HEILTZ-LE-MAURUPT	+		
51290	HEILTZ-L'EVEQUE	+		
51291	HERMONVILLE	+++ (C)(S)	+	
51292	HERPONT	+		
51293	HEUTREGIVILLE	++		
51294	HOURGES	++ (C)	+	
51295	HUIRON	+		
51296	HUMBAUVILLE	+		
51298	IGNY-COMBLIZY	+	+	
51299	ISLES-SUR-SUIPPE	+++ (C)(S)		
51300	ISLE-SUR-MARNE	+		
51301	ISSE	+		
51302	ISTRES-ET-BURY(LES)	+		
51303	JALONS	+		
51304	JANVILLIERS	++ (C)		
51305	JANVRY	++ (C)	+	
51306	JOISELLE	+		
51307	JONCHERY-SUR-SUIPPE	+++ (S)		
51308	JONCHERY-SUR-VESLE	+++ (A)	+	
51309	JONQUERY	++ (A)	+	
51310	JOUY-LES-REIMS	++ (C)	+	
51311	JUSSECOURT-MINECOURT	+		
51312	JUVIGNY	++ (C)		
51313	LACHY	++ (C)		

7 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51314	LAGERY	+	+	
51315	LANDRICOURT	+		
51316	LARZICOURT-ISLE-SUR-MARNE	+		
51317	LAVAL-SUR-TOURBE	++		
51318	LAVANNES	++		
51319	LENHARREE	+		
51320	LEUVRIGNY	+	+	
51321	LHERY	+	+	
51322	LIGNON	+		
51323	LINTHELLES	+		
51324	LINTHES	+		
51325	LISSE-EN-CHAMPAGNE	+		
51326	LIVRY-LOUVERCY	+++ (S)(A)		
51327	LOISY-EN-BRIE	++ (C)(G)(A)	+	
51328	LOISY-SUR-MARNE	+++ (A)		
51329	LOIVRE	++ (C)		
51331	LOUVOIS	+	+	
51332	LUCY	+		
51333	LUDES	++ (C)	+	
51334	LUXEMONT-ET-VILLOTTE	+		
51335	MACLAUNAY	+		
51336	MAFFRECOURT	+		
51337	MAGNEUX	++ (C)	+	
51338	MAILLY-CHAMPAGNE	++ (C)	+	
51339	MAIRY-SUR-MARNE	+		
51340	MAISONS-EN-CHAMPAGNE	+		
51341	MALMY	++		
51342	MANCY	+	+	
51343	MARCILLY-SUR-SEINE	++ (A)		
51344	MARDEUIL	++ (C)	+	
51345	MAREUIL-EN-BRIE	+		
51346	MAREUIL-LE-PORT	+	+	
51347	MAREUIL-SUR-AY	++	+	+
51348	MARFAUX	+	+	
51349	MARGERIE-HANCOURT	+++ (A)		
51350	MARGNY	+		
51351	MARIGNY	+		
51352	MAROLLES	+		
51353	MARSANGIS	+		
51354	MARSON	+++ (C)(A)		
51355	MASSIGES	+++ (S)		
51356	MATIGNICOURT-GONCOURT	+		
51357	MATOUGUES	+++ (C)		
51358	MAURUPT-LE-MONTOIS	+		
51359	MECRINGES	+		
51360	MEIX-SAINT-EPOING(LE)	++ (C)		
51361	MEIX-TIERCELIN(LE)	+++ (A)		
51362	MERFY	+++ (S)		
51363	MERLAUT	+		
51364	MERY-PREMECY	++	+	

8 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51365	MESNEUX(LES)	++ (A)		
51367	MESNIL-SUR-OGER(LE)	++ (C)	+	
51368	MINAUCOURT-LE-MESNIL-LES-HURLUS	+++ (S)		
51369	MOEURS-VERDEY	+		
51370	MOIREMONT	+++ (S)(A)		
51371	MOIVRE	+		
51372	MONCETZ-LONGEVAS	++		
51373	MONCETZ-L'ABBAYE	+		
51374	MONDEMENT-MONTGIVROUX	+++ (C)		
51375	MONTBRE	++		
51376	MONTGENOST	+		
51377	MONTEPREUX	+		
51378	MONTHELON	+	+	
51379	MONTIGNY-SUR-VESLE	+++ (S)	+	
51380	MONTMIRAIL	+		
51381	MONTMORT-LUCY	+	+	
51382	MONT-SUR-COURVILLE	+	+	
51383	MORAINS	+		
51384	MORANGIS	++ (G)	+	
51386	MORSAINS	+		
51387	MOSLINS	+	+	
51388	MOURMELON-LE-GRAND	+++ (C)(A)		
51389	MOURMELON-LE-PETIT	++ (C)		
51390	MOUSSY	+	+	
51391	MUIZON	+++ (S)		
51392	MUTIGNY	++ (C)	+	
51393	NANTEUIL-LA-FORET	+	+	
51395	NESLE-LA-REPOSTE	+++ (C)(A)		
51396	NESLE-LE-REPONS	+	+	
51397	NEUVILLE-AUX-BOIS(LA)	+		
51398	NEUVILLE-AUX-LARRIS(LA)	+	+	
51399	NEUVILLE-AU-PONT(LA)	+		
51400	NEUVILLE-SOUS-ARZILLIERES	+		
51401	NEUVILLETTE(LA)	+		
51402	NEUVY	+		
51403	NOGENT-L'ABBESSE	+++ (S)		
51404	NOIRLIEU	+		
51405	NORMEE	+		
51406	NORROIS	+		
51407	NOUE(LA)	+		
51408	NUISEMENT-AUX-BOIS	+		
51409	NUISEMENT-SUR-COOLE	+		
51410	OEUILLY	+	+	
51411	OGER	++ (C)	+	
51412	OGNES	+		
51413	OIRY	++ (C)		
51414	OLIZY	+	+	
51415	OMEY	+		+
51416	ORBAIS	+	+	
51417	ORCONTE	+		

9 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51418	ORMES	+++ (S)		
51419	OUTINES	+		
51420	OUTREPONT	+		
51421	OYES	+	+	
51422	PARGNY-LES-REIMS	++	+	
51423	PARGNY-SUR-SAULX	+		
51424	PASSAVANT-EN-ARGONNE	+		
51425	PASSY-GRIGNY	+	+	
51426	PEAS	+		
51428	PETITES-LOGES(LES)	+++ (S)		
51429	PEVY	++ (C)	+	
51430	PIERRE-MORAINS	+		
51431	PIERRY	+	+	
51432	PLEURS	++ (C)		
51433	PLICHANCOURT	+		
51434	PLIVOT	+		
51435	POCANCY	+		
51436	POGNY	+		
51437	POILLY	+++ (C)	+	
51438	POIX	+++ (C)		
51439	POMACLE	++ (C)(A)		
51440	PONTFAVERGER-MORONVILLIERS	+++ (S)(A)		
51441	PONTHION	+		
51442	POSSESSE	+		
51443	POTANGIS	+		
51444	POUILLON	++		+
51445	POURCY	+	+	
51446	PRINGY	+		
51447	PROSNES	+++ (S)(A)		
51448	PROUILLY	+++ (C)	+	+
51449	PRUNAY	+++ (C)(S)		
51450	PUISIEULX	+++ (S)		
51451	QUEUDES	+		
51452	RAPSECOURT	+		
51453	RECY	++ (C)(A)		
51454	REIMS	+++ (C)		
51455	REIMS-LA-BRULEE	+		
51456	REMICOURT	+		
51457	REUIL	+	+	
51458	REUVES	+		
51459	REVEILLON	+		
51460	RIEUX	+		
51461	RILLY-LA-MONTAGNE	+++ (C)(S)	+	
51463	RIVIERES-HENRUEL(LES)	+		
51464	ROMAIN	+++ (C)	+	
51465	ROMERY	+	+	
51466	ROMIGNY	+	+	
51468	ROSNAY	+++ (C)(S)(A)	+	
51469	ROUFFY	+		
51470	ROUVROY-RIPONT	+++ (S)		

10 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51471	SACY	+	+	
51472	SAINT-AMAND-SUR-FION	+		
51473	SAINT-BON	+		
51474	SAINT-BRICE-COURCELLES	++		
51475	SAINT-CHERON	+		
51476	SAINT-ETIENNE-AU-TEMPLE	++ (C)		
51477	SAINT-ETIENNE-SUR-SUIPPE	+++ (S)		
51478	SAINT-EULIEN	+		
51479	SAINT-EUPHRAISE-ET-CLAIRIZET	++	+	
51480	SAINTE-GEMME	+	+	
51482	SAINT-GERMAIN-LA-VILLE	+		
51483	SAINT-GIBRIEN	+		
51484	SAINT-GILLES	++ (A)	+	
51485	SAINT-HILAIRE-AU-TEMPLE	+++ (C)(A)		
51486	SAINT-HILAIRE-LE-GRAND	++ (C)		
51487	SAINT-HILAIRE-LE-PETIT	++		
51488	SAINT-IMOGES	+		
51489	SAINT-JEAN-DEVANT-POSSESSE	+		
51490	SAINT-JEAN-SUR-MOIVRE	+		
51491	SAINT-JEAN-SUR-TOURBE	+++ (S)		
51492	SAINT-JUST-SAUVAGE	+		
51493	SAINT-LEONARD	++		
51494	SAINTE-LIVIERE	+		
51495	SAINT-LOUP	+		
51496	SAINT-LUMIER-EN-CHAMPAGNE	+		
51497	SAINT-LUMIER-LA-POPULEUSE	+		
51498	SAINT-MARD-SUR-AUVE	+		
51499	SAINT-MARD-LES-ROUFFY	+		
51500	SAINT-MARD-SUR-LE-MONT	+++ (A)		
51501	SAINTE-MARIE-A-PY	+++ (S)		
51502	SAINT-MARTIN-AUX-CHAMPS	++ (A)		
51503	SAINT-MARTIN-L'HEUREUX	+++ (S)		
51504	SAINT-MARTIN-SUR-LE-PRE	+++ (A)		
51505	SAINT-MASMES	+++ (A)		
51506	SAINT-MEMMIE	++ (C)(A)		
51507	SAINTE-MENEHOULD	+++ (C)(A)		
51508	SAINT-OUEN-DOMPROT	+		
51509	SAINT-PIERRE	++ (C)		
51510	SAINT-QUENTIN-LES-MARAIS	+		
51511	SAINT-QUENTIN-LE-VERGER	+		
51512	SAINT-QUENTIN-SUR-COOLE	++ (C)		
51513	SAINT-REMY-EN-BOUZEMONT-SAINT-GENEST	+		
51514	SAINT-REMY-SOUS-BROYES	+		
51515	SAINT-REMY-SUR-BUSSY	+		
51516	SAINT-SATURNIN	+		
51517	SAINT-SOUPLET-SUR-PY	+++ (S)		
51518	SAINT-THIERRY	+++ (S)(A)		
51519	SAINT-THOMAS-EN-ARGONNE	+++ (S)		
51520	SAINT-UTIN	+		
51521	SAINT-VRAIN	+		

11 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51522	SAPIGNICOURT	+		
51523	SARCY	++ (C)(A)	+	
51524	SARON-SUR-AUBE	+		
51525	SARRY	+++ (C)(A)		
51526	SAUDOY	+		
51527	SAVIGNY-SUR-ARDRES	++ (C)	+	
51528	SCRUPT	+		
51529	SELLES	+		+
51530	SEPT-SAULX	++		
51531	SERMAIZE-LES-BAINS	+		
51532	SERMIERS	+++ (C)(S)	+	
51533	SERVON-MELZICOURT	+++ (S)		
51534	SERZY-ET-PRIN	+++ (C)(S)(A)	+	
51535	SEZANNE	++ (C)		
51536	SILLERY	+		
51537	SIVRY-ANTE	+		
51538	SOGNY-AUX-MOULINS	+		
51539	SOGNY-EN-L'ANGLE	+		
51541	SOILLY	+		
51542	SOIZY-AUX-BOIS	++ (C)	+	
51543	SOMME-BIONNE	+		
51544	SOMMEPY-TAHURE	++		
51545	SOMMESOUS	+++ (A)		
51546	SOMME-SUIPPE	++		
51547	SOMME-TOURBE	+++ (S)		
51548	SOMME-VESLE	+		
51549	SOMME-YEVRE	++ (A)		
51550	SOMPUIS	+		
51551	SOMSOIS	+++ (C)(A)		
51552	SONGY	+++ (A)		
51553	SOUAIN-PERTHES-LES-HURLUS	++ (C)		
51555	SOUDE	++ (C)		
51556	SOUDRON	++ (C)		
51557	SOULANGES	+		+
51558	SOULIERES	++	+	
51559	SUIPPES	+++ (C)(S)(A)		
51560	SUIZY-LE-FRANC	+		
51562	TAISSY	++		
51563	TALUS-SAINT-PRIX	+++ (C)(A)	+	
51564	TAUXIERES-MUTRY	+	+	
51565	THAAS	+		
51566	THIBIE	+		
51567	THIEBLEMONT-FAREMONT	+		
51568	THIL	++		
51569	THILLOIS	++		
51570	THOULT-TROSNAY(LE)	+++ (G)	+	
51571	VAL-DE-VESLE	++		
51572	TILLOY-ET-BELLAY	++ (C)		
51573	TINQUEUX	++		
51574	TOGNY-AUX-BOEUFS	+		

12 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51575	TOULON-LA-MONTAGNE	+		
51576	TOURS-SUR-MARNE	+		+
51577	TRAMERY	++ (C)	+	
51578	TRECON	+		
51579	TREFOLS	+		
51580	TREPAIL	++ (C)	+	
51581	TRESLON	++ (C)	+	
51582	TRIGNY	++ (C)	+	
51583	TROIS-FONTAINES	+++ (C)(G)		
51584	TROIS-PUITS	+++ (S)(A)		
51585	TROISSY	+	+	
51586	UNCHAIR	+++ (C)	+	
51587	VADENAY	++ (A)		
51588	VALMY	+		
51589	VANAULT-LE-CHATEL	+		
51590	VANAULT-LES-DAMES	+		
51591	VANDEUIL	++ (C)	+	
51592	VANDIERES	+	+	
51594	VASSIMONT-ET-CHAPELAINE	+		
51595	VATRY	++ (C)		
51596	VAUCHAMPS	+		
51597	VAUCIENNES	+	+	
51598	VAUCLERC	+		
51599	VAUDEMANGES	+		
51600	VAUDESINCOURT	+++ (S)		
51601	VAVRAY-LE-GRAND	+		
51602	VAVRAY-LE-PETIT	+		
51603	VELYE	+		
51604	VENTELAY	++ (C)	+	
51605	VENTEUIL	+	+	
51607	VERDON	+		
51608	VERNANCOURT	+		
51609	VERNEUIL	+	+	
51610	VERRIERES	+		
51611	VERT-TOULON	+	+	
51612	VERTUS	+++ (C)(G)	+	+
51613	VERZENAY	+	+	
51614	VERZY	+	+	+
51616	VESIGNEUL-SUR-MARNE	+		
51617	VEUVE(LA)	++ (C)		
51618	VEZIER(LE)	+		
51619	VIEIL-DAMPIERRE(LE)	+		
51620	VIENNE-LA-VILLE	++		
51621	VIENNE-LE-CHATEAU	+++ (G)(S)		
51622	VILLE-DOMMANGE	++ (A)	+	
51623	VILLE-EN-SELVE	+++ (C)(G)(S)	+	
51624	VILLE-EN-TARDENOIS	++ (C)	+	
51625	VILLENEUVE-LA-LIONNE	+		
51626	VILLENEUVE-LES-CHARLEVILLE(LA)	+		
51627	VILLENEUVE-RENNEVILLE-CHEVIGNY	+		

13 COMMUNES N°	NOM	RISQUE D' AFFAISSEMENT ET EFFONDREMENT	RISQUE DE GLISSEMENT ET FLUAGE	RISQUE D' ECROULEMENT ET CHUTE DE BLOCS
51628	VILLENEUVE-SAINT-VISTRE-ET-VILLEVOTTE	+		
51629	VILLERS-ALLERAND	++ (C)	+	
51630	VILLERS-AUX-BOIS	+++ (G)		
51631	VILLERS-AUX-NOEUDS	++		+
51632	VILLERS-EN-ARGONNE	+		
51633	VILLERS-FRANQUEUX	++		
51634	VILLERS-LE-CHATEAU	+		
51635	VILLERS-LE-SEC	+		
51636	VILLERS-MARMERY	+	+	
51637	VILLERS-SOUS-CHATILLON	+	+	
51638	VILLESENEUX	++ (C)		
51639	VILLE-SOUS-ORBAIS(LA)	+	+	
51640	VILLE-SUR-TOURBE	++		
51641	VILLEVENARD	++ (C)	+	
51642	VILLIERS-AUX-CORNEILLES	+		
51643	VINAY	+	+	
51644	VINCELLES	+	+	
51645	VINDEY	+		
51646	VIRGINY	++		
51647	VITRY-EN-PERTHOIS	+		
51648	VITRY-LA-VILLE	+		
51645	VITRY-LE-FRANCOIS	+		
51650	VOILEMONT	+		
51651	VOIPREUX	++ (A)		
51652	VOUARCES	+		
51653	VOUCIENNES	+		
51654	VOUILLERS	+		
51655	VOUZY	++ (C)		
51656	VRAUX	++		
51657	VRIGNY	++	+	
51658	VROIL	+		
51659	WARGEMOULIN-HURLUS	++		
51660	WARMERIVILLE	++ (C)		
51662	WITRY-LES-REIMS	+++ (C)		
51663	MAGENTA	+		

DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'EQUIPEMENT DE LA MARNE

cartographie des communes du département de la Marne exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol

Echelle:1/100.000

J.M. Boirat

Février 90
R30548 CHA 4S 90

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES
CHAMPAGNE-ARDENNE

BRGM

LEGENDE

- Limite de commune.
- Affleurement des argiles de Laon.

Zones à risques de glissements et fluages.

Zones à risques d'affaissements et d'effondrements.

- Zone 1 : Risque élevé.
- Zone 2 : Risque moyen.
- Zone 3 : Risque faible à nul.
- Carrière.
- Sape.
- Gouffre.
- Autre cavité.

Echelle : 1/100 000

0 1 2 3 4 5 10km

Nord Geographique

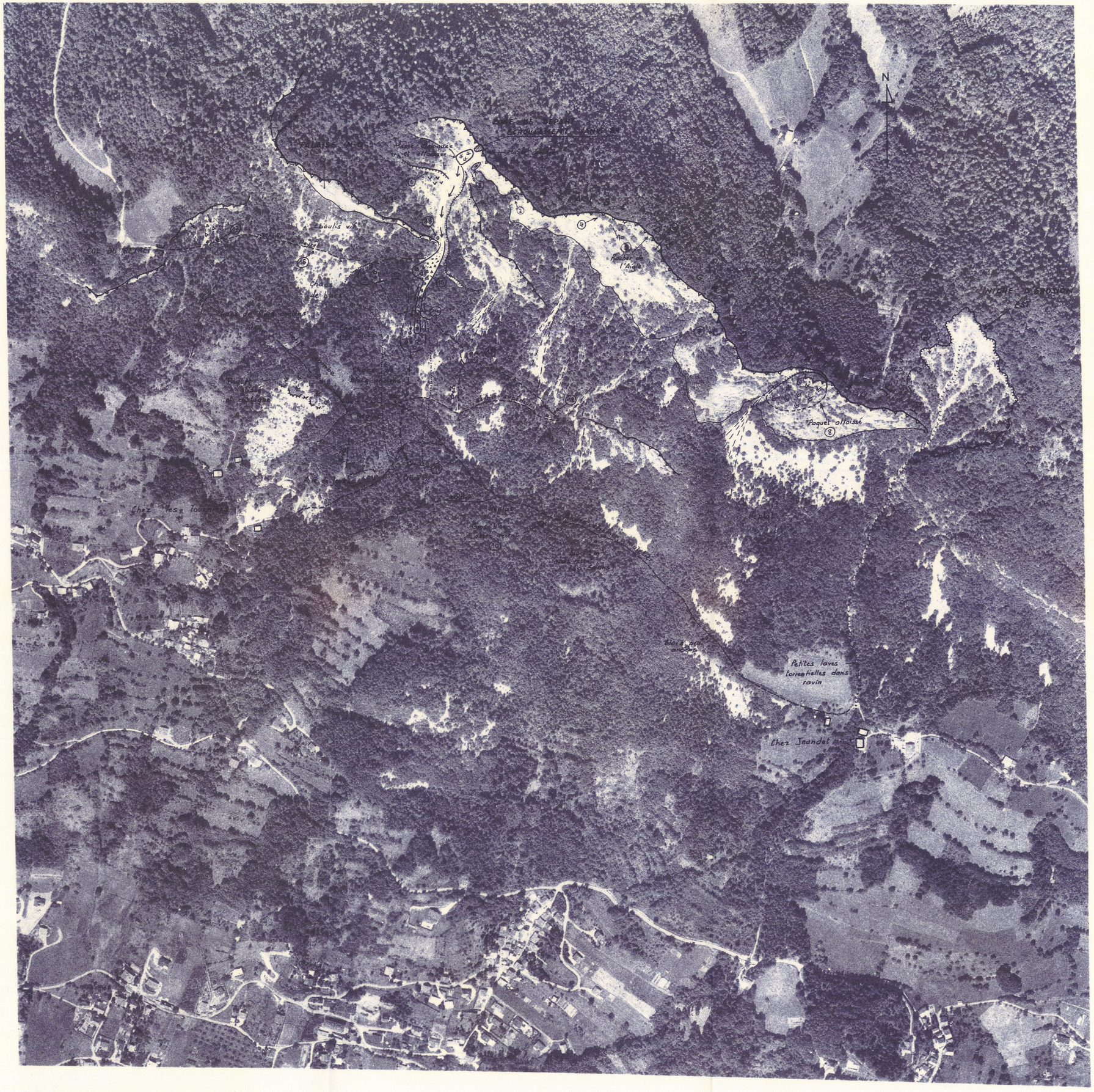
BRGM

VILLE DE BONNEVILLE (73)

ECROULEMENT DANS LA FALAISE DE GRAND-CHATEAU

CARTE DES LEVERS DE TERRAIN SUR PHOTOGRAPHIE AERIENNE

Echelle 1 / 3500



Légende

- Falaise principale
- Eboulis vifs
- Masse rocheuse disloquée
- Glissement
- Petites coulées de terre et de cailloux lors de pluies orageuses
- Pendage et direction des strates calcaires

Eboulement de janvier 1984

- Zone d'accumulation principale au pied du couloir et dans le ravin (14 et 15)
- Limite de la zone balayée par des blocs isolés
- Trajectoire de blocs (1 de 4 m³)
- Limite approximative de la zone menacée par un écroulement provenant de la falaise dominant le couloir
- Limite approximative de la zone comportant un risque non nul

86 SGN 029 RHA

Annexe III

BRGM

ST. JEAN DE MAURIENNE

CONTEXTE GEOLOGIQUE
SITUATION DES ZONES SENSIBLES

ECHELLE 1/5000

Zone à prédominance rocheuse
(Granite + amphibole)

Faille principale

zone en escarpement ou en falaise
(Granite + amphibole)

Glissement de terrain

Arrachement des schistes du Lias

Blocs isolés

86 SGN 029 RHA

Annexe IV

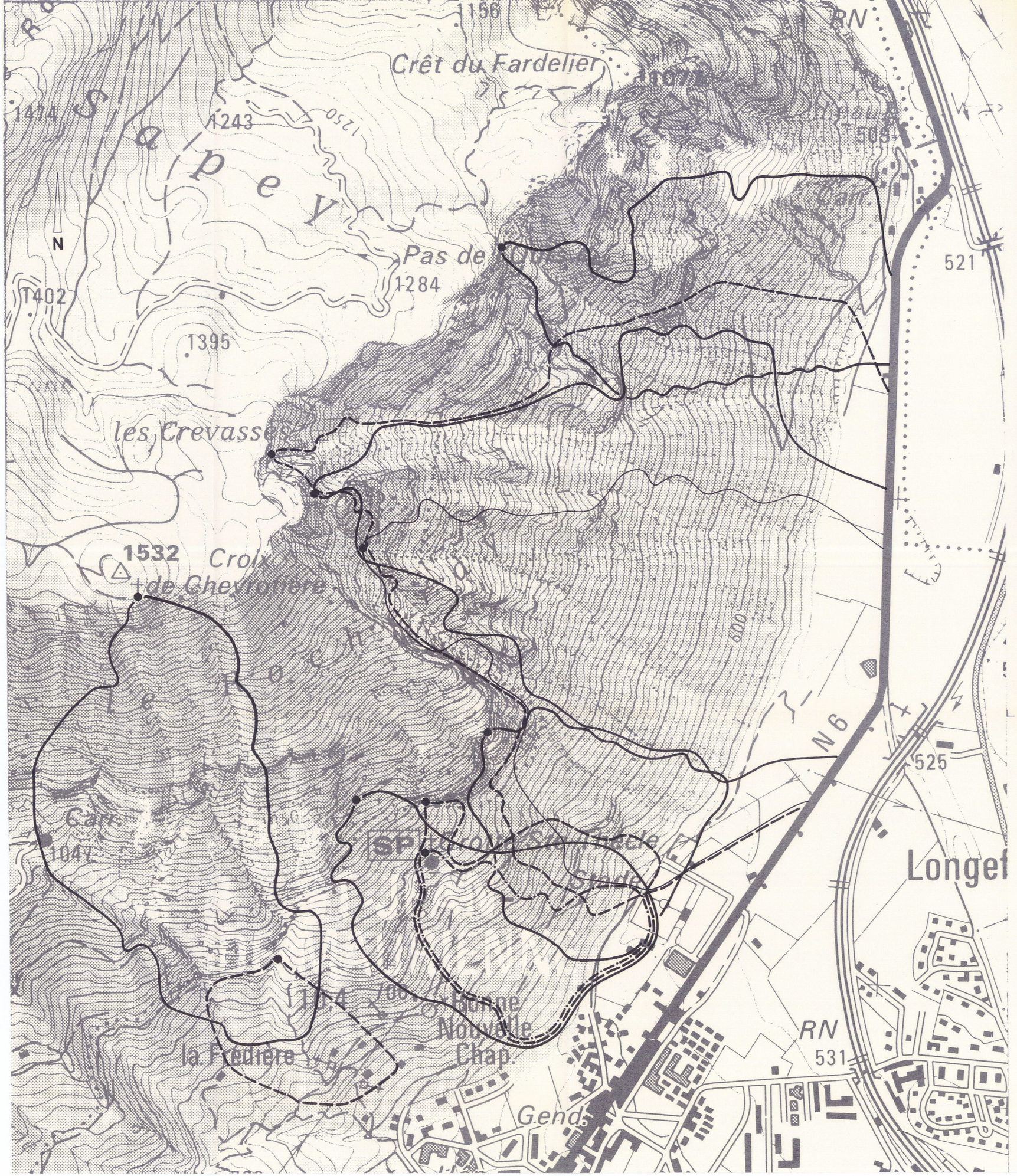
BRGM

ST. JEAN DE MAURIENNE

SUPERPOSITION DES PERIMETRES EXPOSES AUX CHUTES DE BLOCS ROCHEUX

(DAPER)

ECHELLE 1 / 5000



86 SGN 029 RHA

Annexe V

BRGM

ST. JEAN DE MAURIENNE

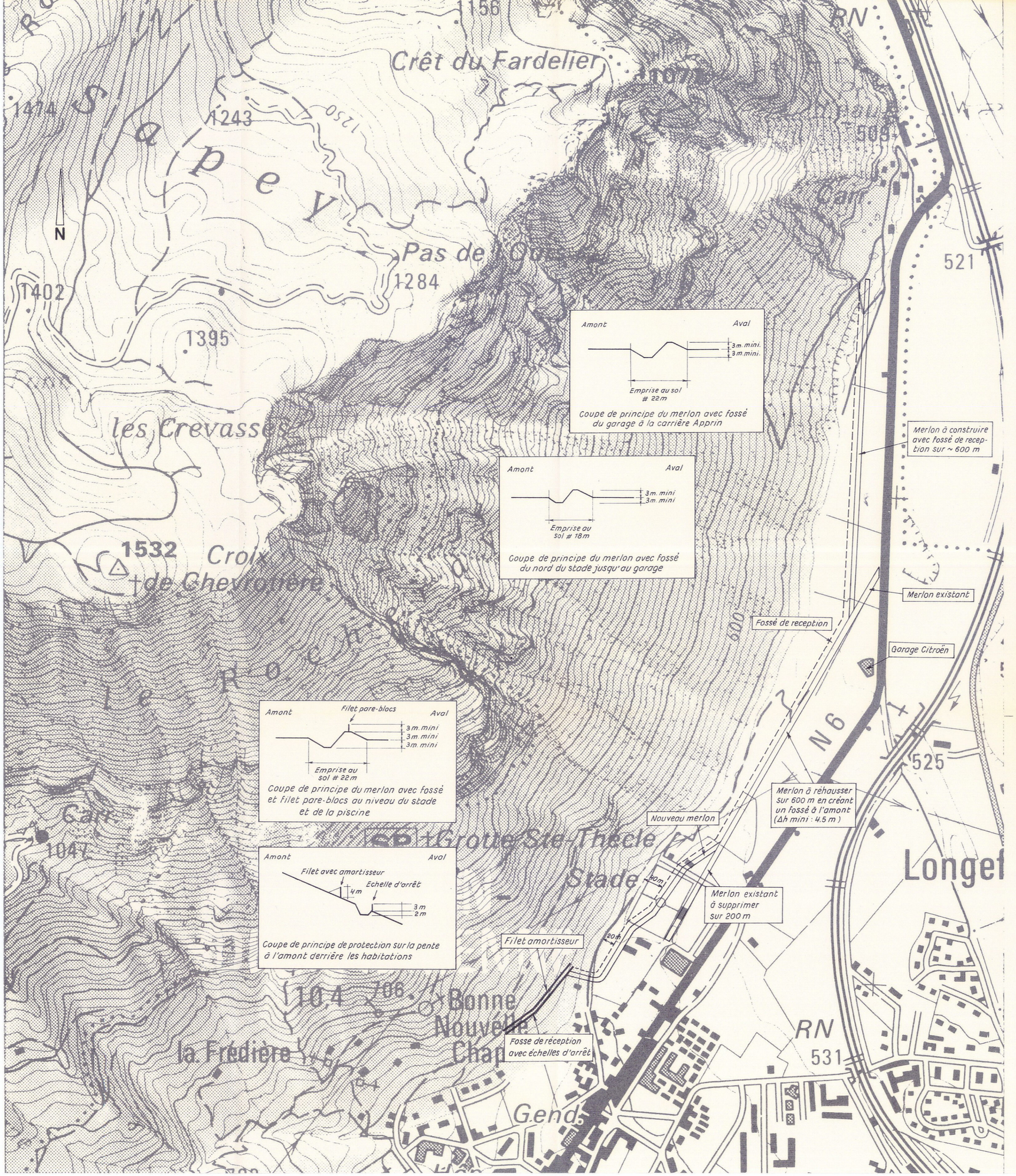
PRINCIPE D'IMPLANTATION DES OUVRAGES DE PROTECTION

ECHELLE 1/5000

COUPES DE PRINCIPE DES DIFFERENTS OUVRAGES

ECHELLE 1/1000

86 SGN 029 RHA



BRGM

DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS

PREVISION DE TRAJECTOIRE DE BLOCS ROCHEUX LORS DE L'EFFONDREMENT D'UNE MASSE ROCHEUSE ET DETERMINATION DU PERIMETRE D'EXPOSITION AU RISQUE

- RAPPORT RESUME -

86 SGN 029 RHA Janvier 1986

par

J.L. FALCETTA

avec la collaboration de

J.P. ASTE

DOCUMENT PUBLIC

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
Service Géologique Régional Rhône-Alpes
29, bd du 11 Novembre 1918 - B.P. 6083 - 69604 Villeurbanne Cedex - Tél. 78 89 72 02
N° télécopie : 78 94 12 64

AVANT-PROPOS

Par convention n° 27-85 en date du 24 septembre 1985 entre la Délégation aux Risques Majeurs (DRM) et le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), ce dernier s'est engagé à réaliser une étude portant sur la prévision des périmètres d'exposition aux risques et des trajectoires de blocs, lors de l'effondrement d'une masse rocheuse.

Cette recherche, cofinancée par la DRM et le BRGM, a été effectuée par l'Atelier Risques Naturels et Aménagement en Montagne du Service géologique régional Rhône-Alpes (SGR/RHA) du BRGM.

Les principaux résultats de cette étude sont réunis dans ce rapport.

Le développement actuel des activités humaines dans des régions où se manifestent des phénomènes d'instabilité de masses rocheuses, oblige aujourd'hui l'homme à agir et lutter contre ce risque purement naturel.

Depuis une quinzaine d'années, le BRGM a eu de nombreuses occasions de participer à cette lutte.

L'expérience ainsi accumulée permet de discerner dans les travaux de prévention quatre principaux niveaux :

- le dépistage systématique, qui relève de l'analyse de cas vécus, du recueil de données, de la mise en évidence de facteurs régionaux ou locaux d'instabilité, et de la synthèse cartographique des résultats ;

- le diagnostic d'instabilité, qui doit permettre d'identifier géométriquement, structuralement et mécaniquement, une masse visible, et de caractériser le mode de rupture possible ainsi que les principaux paramètres susceptibles d'agir sur l'équilibre ;

- l'évaluation du risque encouru, qui consiste en :

  . une appréciation et une surveillance de l'évolution possible des facteurs d'équilibre,

  . une détermination de l'extension des zones menacées,

  . une détermination de la valeur des biens menacés ;

- l'inventaire des actions envisageables :

  . techniquement : amélioration de l'équilibre par confortement, ou limitation du risque par édification d'un ouvrage de protection, ou évacuation des zones exposées ;

  . juridiquement ou économiquement.

Des progrès notables ont été faits ces dernières années à chacun des niveaux d'intervention distingués ci-dessus. La présente recherche ne traite que de l'évaluation du risque, les objectifs fixés consistant à déterminer les zones exposées à l'impact de masses rocheuses écroulées et à proposer des éléments utiles (vitesse, énergie, hauteur de rebond des blocs) au dimensionnement et à l'implantation d'ouvrages de protection lorsque ceux-ci sont nécessaires.

Généralement, les études réalisées sont de deux types :

- analyse a priori des risques d'écroulement et prévision de l'extension des secteurs exposés, à l'échelle du versant, c'est-à-dire éventuellement sur plusieurs centaines de mètres (étude globale de versant) le long d'une falaise.

- constatation a posteriori d'un écroulement, suivie d'une analyse du risque rémanent et de la détermination des trajectoires possibles pour des blocs ou ensembles de blocs identifiés comme suspects (étude localisée) ;

De manière à pouvoir étudier ces deux cas de figure, nous proposons deux modèles de calcul :

- **DAPER** (Détermination Automatique des Périmètres d'Exposition aux Risques), modèle tridimensionnel qui permet de prévoir, sans calcul de cinématique, les limites de propagation d'un écroulement de masse ou le contour de l'enveloppe des trajectoires probables d'un bloc isolé, sur un plan topographique du site étudié. Ce premier modèle permettra de réaliser une étude globale ;

- **TRAJEC**, modèle bidimensionnel qui permet de calculer le mouvement d'un bloc unique sur un profil donné, prenant en compte la forme du bloc et sa rotation, mais dont la fragmentation éventuelle n'a pas été considérée. On utilisera ce deuxième modèle dans le cas d'une étude locale.

Le modèle **DAPER** est construit sur la notion de cône d'énergie, qui matérialise en chaque point du profil la hauteur d'énergie moyenne totale du bloc (énergie totale = énergie potentielle + énergie cinétique). Ce cône est basé sur l'hypothèse d'une perte d'énergie constante de la masse au cours de son mouvement. Energétiquement parlant, cette masse pourra atteindre toute position du versant située sous le cône dont le sommet est le point de départ de l'écroulement. L'axe de symétrie est l'axe vertical passant par ce point, et la génératrice s'appuie sur le point le plus bas d'arrivée probable (défini hypothétiquement ou par l'expérience et la connaissance du site).

L'intersection de ce cône avec la surface topographique du site est une ligne qui délimite l'ensemble des portions de versant exposées à la propagation d'un écroulement de masse ou à la chute d'un bloc isolé.

La validité de la cartographie ainsi réalisée est liée au bon choix du cône d'énergie, c'est-à-dire au choix de son angle au sommet, le point de départ étant quant à lui connu.

Le choix de cet angle est soit empirique, soit basé sur l'observation de cas vécus : toutefois, on verra ci-dessous que le modèle TRAJEC permet d'en déterminer la valeur sur un certain nombre de profils particuliers.

Si, pour des raisons d'économie et dans un but de vulgarisation, cette méthode est volontairement très simple, elle n'en fournit pas moins d'excellents résultats. Elle présente néanmoins quelques limitations dont il faudra tenir compte dans son utilisation et l'exploitation des résultats.

Le modèle **TRAJEC** relève d'une analyse théorique beaucoup plus fine. Dans le calcul, les variations de vitesses sont définies à tout instant en fonction du système de forces auquel est soumis le bloc. Lorsque celui-ci se trouve en l'air, seul son poids agit (la résistance de l'air est négligée) ; par contre, lorsqu'il est en contact avec le terrain, la réaction du sol est déterminée à partir des lois force-déplacement issues de résultats bibliographiques concernant les problèmes de glissement-frottement et d'indentation. Ces lois utilisent cinq paramètres caractéristiques du contact qui traduisent le comportement des matériaux. Ces paramètres ne sont pas mesurables directement et ne pourront être estimés qu'à partir de la rétro-analyse de cas concrets et le calage du modèle sur des trajectoires connues.

Ce modèle a montré l'intérêt de considérer la géométrie du bloc qui, comme on peut le constater dans la réalité, joue un rôle important dans le mouvement, alors qu'aucun modèle existant jusqu'à présent n'en tenait compte.

Malgré les éléments nouveaux apportés dans ce modèle de calcul de trajectoires (géométrie du bloc, détermination des forces de contact), il serait intéressant de chercher à l'améliorer sur deux points précis :

- introduire la fragmentation du bloc en mouvement ;

- introduire la troisième dimension.

Le problème de la fragmentation a déjà été examiné sans qu'aucune réponse satisfaisante n'ait pu être formulée. Les questions à résoudre sont les suivantes :

- définition d'un critère de fragmentation ;

- prise en compte de la fissuration préalable du bloc ;

- détermination du volume, de la géométrie et des vitesses des masses issues de l'éclatement de la masse initiale.

Si toutes les difficultés soulevées par la mise au point d'un modèle bidimensionnel étaient résolues, l'extension à la troisième dimension poserait simplement des problèmes de géométrie tout à fait maîtrisables, mais ceux-ci demanderaient des moyens informatiques plus puissants puisque le nombre de données à enregistrer et à traiter serait beaucoup plus important.

Les études proposées dans le rapport général montrent l'intérêt et la complémentarité de ces deux modèles. Le modèle **TRAJEC** étant bidimensionnel, il serait trop onéreux de calculer des trajectoires sur un grand nombre de profils. On utilisera donc en premier lieu le modèle **DAPER** pour déterminer l'ensemble des surfaces exposées (en testant plusieurs points de départ probables) ; il est ensuite possible de parfaire localement l'étude avec le modèle **TRAJEC** après avoir choisi le ou les profils les plus défavorables (en terme de risque pour les aménagements existants). On peut enfin procéder à un ajustement de **DAPER** sur la base d'une nouvelle valeur d'angle au sommet, affinée grâce à **TRAJEC**.

Si ces deux modèles apportent d'ores et déjà au géotechnicien des éléments d'aide à la décision très précieux, ils ne constituent qu'une étape dans la recherche entreprise en matière d'écroulement. Il subsiste en particulier deux points importants :

- côté amont, détermination des critères de rupture ;

- côté aval, dimensionnement d'ouvrages de protection.

Le premier fait l'objet d'une étude complémentaire sur l'équilibre et la rupture des masses instables et devrait aboutir à la détermination de la vitesse initiale de ces masses.

Les résultats obtenus en matière d'indentation et d'impact devraient permettre d'aborder le deuxième point, notamment le dimensionnement de merlon en terre.