



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
DE MEURTHE-ET-MOSELLE

Prise en compte des risques de mouvements
de terrain dans l'urbanisme en Meurthe-et-Moselle

Etude préliminaire :

- * Secteur Nancy
- * Secteur Pont-à-Mousson

Jacques CHEVALIER

Février 1990
R 30574 LOR 4S 90

Document non public

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE

**Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme
en Meurthe-et-Moselle**

Etude préliminaire : secteur Nancy - secteur Pont-à-Mousson

Jacques CHEVALIER

R 30574 LOR 4S 90

R E S U M E

Dans le cadre de la préparation d'un programme de cartographie des risques de mouvements de terrain et de la prise en compte de ces mouvements dans l'urbanisme en Meurthe-et-Moselle, sur les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson, le Service de l'Aménagement et de l'Urbanisme de la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE LA MEURTHE-ET-MOSELLE a confié au Service Géologique Régional Lorraine du BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM) l'étude préliminaire générale de ces secteurs comportant :

- une étude photo-interprétative,
- une analyse bibliographique des documents existants ainsi qu'une enquête auprès de différents services en ce qui concerne le recensement des mouvements de terrain ayant eu lieu sur les secteurs considérés,
- l'établissement d'une carte d'aléas au 1/50.000, calculée à l'aide du logiciel SYNERGIE du BRGM.

Cette étude préliminaire débouche sur l'élaboration d'une cartographie des zones à risques et sur la proposition globale de solutions confortatives ou de mesures de prévention devant être étudiées au cas par cas par la suite dans le cadre de l'étude à un niveau plus détaillé (échelle 1/10.000).

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE
Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme
en Meurthe-et-Moselle

Etude préliminaire : secteur Nancy - secteur Pont-à-Mousson

Jacques CHEVALIER

R 30574 LOR 4S 90

S O M M A I R E

	Page
1 - INTRODUCTION.....	6
2 - CADRE DE L'ETUDE.....	7
2.1. Situation géographique.....	7
2.2. Cadre géomorphologique.....	8
2.3. Climatologie.....	9
2.4. Géologie.....	9
2.4.1. Lithostratigraphie.....	9
2.4.2. Formations superficielles.....	12
2.4.3. Structure - Tectonique.....	13
2.5. Cadre hydrologique.....	14
2.6. Cadre hydrogéologique.....	14
2.7. Cadre géotechnique.....	15
2.7.1. Séries argilo-marneuses (Lias).....	15
2.7.2. Séries calcaires (Dogger).....	18
2.8. Occupation du sol et activités humaines.....	18
3 - METHODES D'INVESTIGATION.....	20
4 - TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN ET INVENTAIRE DES MOUVEMENTS RELEVES.....	21
4.1. Glissements de terrain.....	21
4.1.1. Glissements profonds.....	22
4.1.2. Glissements pelliculaires.....	23
4.1.3. Glissements localisés.....	24
4.1.4. Evolution des glissements dans le temps	25
4.2. Problèmes géotechniques liés aux calcaires.....	25
4.2.1. Eboulements de falaises, fauchages.....	26
4.2.2. Affaissements et effondrements miniers	26

5 - REALISATION D'UNE CARTE D'ALEAS.....	27
5.1. Critères d'évaluation des aléas.....	27
5.1.1. Critères de pente.....	27
5.1.2. Géologie.....	27
5.1.3. Facteurs hydrogéologiques.....	28
5.2. Méthodologie de réalisation de la carte d'aléas	28
5.3. Notion de risque et zonage du risque. Répartition géographique des zones de risques. Commentaires sur le zonage.....	30
5.3.1. Zones à risques nuls à faibles (tassements des bâtiments).....	32
5.3.2. Zones à risques de fluage faibles à moyens	32
5.3.3. Zones à risques de fluage élevés (risques de glissements).....	32
5.3.4. Zones à hauts risques de fluage (glissements)	33
5.4. Moyens d'investigation. Solutions confortatives éventuelles.....	33
6 - CONCLUSION.....	35
7 - BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE.....	36

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE
Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme
en Meurthe-et-Moselle

Etude préliminaire : secteur Nancy - secteur Pont-à-Mousson

Jacques CHEVALIER

R 30574 LOR 4S 90

LISTE DES PLANS, CARTES ET FIGURES

- 1^{*} - Plan de situation des zones étudiées (Nancy - Pont-à-Mousson)
- 2.1. et 2.2. - Coupe géologiques interprétatives et logs lithostratigraphiques
(Nancy - Pont-à-Mousson)
- 3.1.^{*} et 3.2.^{*} - Cartes au 1/50 000 des mouvements de terrain connus
(effondrements miniers, éboulements de falaises) pour les
secteurs de Nancy et de Pont-à-Mousson
- 4.1.^{*} - Carte topographique au 1/100 000 d'après modèle numérique de terrain
du secteur de Nancy
- 4.2.^{*} - Carte géologique au 1/100 000 du secteur de Nancy
- 4.3.^{*} - Carte des pentes au 1/100 000 du secteur de Nancy
- 4.4.^{*} - Carte des aléas au 1/50 000 relatifs aux glissements de terrain
secteur de Nancy
- 4.5.^{*} - Carte topographique au 1/100 000 du secteur de Pont-à-Mousson
- 4.6.^{*} - Carte géologique au 1/100 000 du secteur de Pont-à-Mousson
- 4.7.^{*} - Carte des pentes au 1/100 000 du secteur de Pont-à-Mousson
- 4.8.^{*} - Carte des aléas au 1/50 000 relatifs aux glissements de terrain,
secteur de Pont-à-Mousson

^{*} hors texte

DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE
Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme
en Meurthe-et-Moselle

Etude préliminaire : secteur Nancy - secteur Pont-à-Mousson

Jacques CHEVALIER

R 30574 LOR 4S 90

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des terrains sur l'ensemble du secteur d'étude (page 16).

Tableau 2 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des marnes du Toarcien sur les sites de Champigneulle et Ville-au-Val (page 16).

Tableau 3 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des marnes du Toarcien et du manteau d'altération associé (page 17).

Tableau 4 - Evolution des caractéristiques mécaniques des terrains en fonction de leur état d'altération (page 17).

Tableau 5 - Critères de risques établis en fonction des classes de pentes et des formations géologiques.

1 - INTRODUCTION

Dans le cadre de l'élaboration d'un programme de cartographie des risques de mouvements de terrain et de la prise en compte de ces risques dans l'urbanisme des secteurs de Nancy et de Pont-à-Mousson, la DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE a confié au Service Géologique Régional Lorraine du BUREAU DE RECHERCHES GEOLOGIQUES ET MINIERES (BRGM) une étude de prézonage au 1/50.000.

Cette étude est motivée par un contexte géologique et topographique favorable aux glissements de terrain sur les versants des vallées de la Moselle et de la Meurthe.

Ce rapport présente la méthodologie employée et les résultats obtenus.

2 - CADRE DE L'ETUDE (figure 1)

2.1. Situation géographique

La zone d'étude considérée concerne la Vallée de la Moselle au Nord de Nancy et les vallées transversales ainsi qu'une partie de l'agglomération nancéienne. Elle s'étend d'Arnaville, au Nord, jusqu'à Fléville-devant-Nancy, au Sud. Elle intéresse une soixantaine de communes environ qui ont été regroupées en 7 zones ou "bassins de risques". Ces zones ont été limitées soit par les contours géologiques, soit par les limites communales ou départementales, et sont les suivantes :

- 1° Vallée du Mad : Arnaville à Rembécourt-sur-Mad.
- 2° Pagny-sur-Moselle à Vandières.
- 3° Vallée du Trey : Villery-sous-Preny à Vilcey-sur-Trey.
- 4° Norroy-les-Pont-à-Mousson à Dieulouard.
- 5° Belleville à Champigneulles.
- 6° Secteur de Nancy : Maxéville à Fléville.
- 7° Vittonville à Mousson.

Ces zones ont été regroupées en 2 secteurs se chevauchant :

- Vallée de la Moselle au Nord-Ouest du département : zones 1, 2, 3, 4, 7 (région de Pont-à-Mousson : $17 \times 30 = 510 \text{ km}^2$) ;
- Vallée de la Meurthe au Sud-Ouest du département : zones 5 et 6 (région de Nancy : $16 \times 27 = 432 \text{ km}^2$).

L'étude globale recouvre environ 850 km^2 .

2.2. Cadre géomorphologique

La morphologie des zones étudiées est étroitement conditionnée par le pendage général vers l'Ouest des séries sédimentaires, à l'origine d'un relief de cuesta typique.

Trois ensembles géomorphologiques peuvent être distingués :

- les plateaux calcaires bajociens à l'Ouest du secteur d'étude, délimitant le revers de la Côte de Moselle. Les altitudes moyennes passent de 400 m au Sud (Chavigny) à 300 m au Nord (Pagny-sur-Moselle) ; les pentes sont comprises entre 0 et 10 % ;

- les plateaux calcaires bajociens à l'Est du secteur d'étude et les buttes témoins associées : butte de Mousson et Côte de Xon ;

- les vallées alluviales de la Meurthe, de la Moselle, du Rupt de Mad délimitées par les deux secteurs précédents :

- . la Meurthe, au Sud du secteur, dont le cours est subséquent, capture la Moselle,

- . la Moselle, au cours obséquent, au niveau de Pompey. Au Nord de Pompey, le cours de la Moselle devient subséquent par rapport à la cuesta bajocienne,

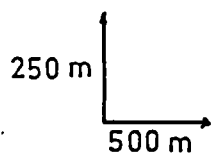
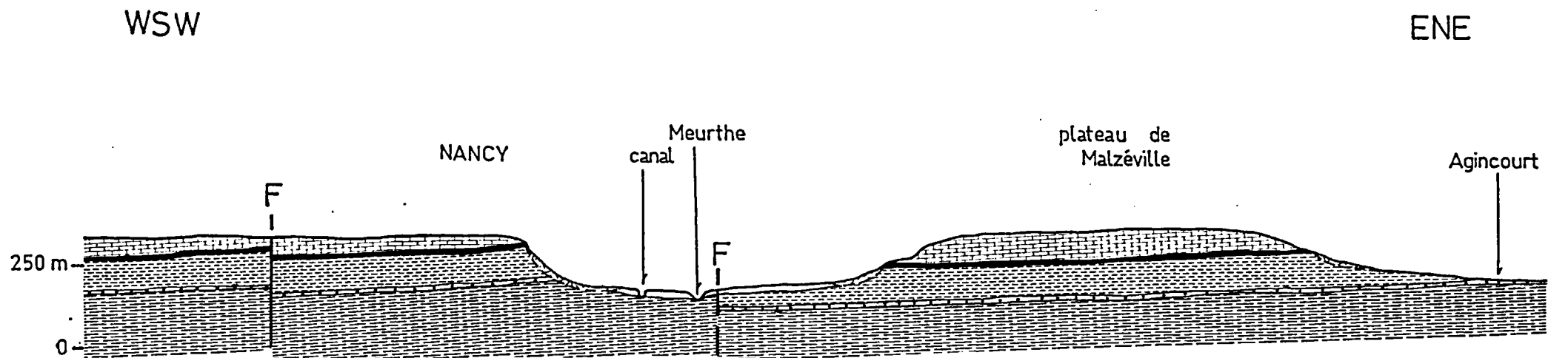
- . le Rupt de Mad, au Nord du secteur d'étude, au cours obséquent, est un affluent de la Moselle.

Les altitudes moyennes des plaines alluviales vont de 195 - 200 m au Sud (la Meurthe à Nancy) à 175 m (la Moselle à Arnaville) avec des pentes comprises entre 0 à 2,5 %, soit en moyenne 0,05 %.

Les vallées de la Meurthe (au Sud de Pompey) et de la Moselle (au Nord de Pompey) subissent des élargissements et des rétrécissements faisant varier leur largeur de 1.000 m à 400 m environ selon les endroits.

La jonction entre les plateaux calcaires et les vallées se fait par l'intermédiaire de pentes concaves au niveau des séries marneuses et argileuses. Les pentes sont de l'ordre de 20 à 30 % à l'aplomb des falaises calcaires et de 5 à 20 % en descendant vers les vallées.

FIG.2.1 - Coupe géologique synthétique interprétative



Eboulis



Alluvions



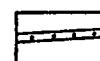
Bajocien: calcaires bioclastiques



Aalénien: minerais de fer



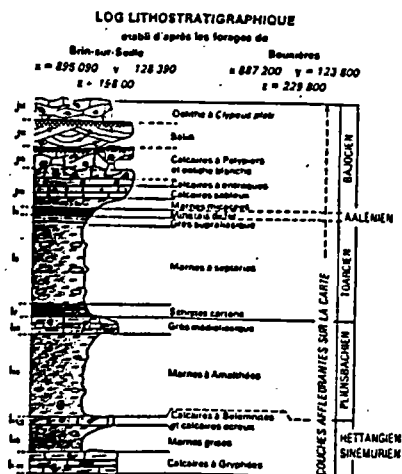
Toarcien: marnes à septarias et schistes cartons



Pléinsbachien sup.: grès médioliasique



Pléinsbachien inf.: marnes à amalthees



2.3. Climatologie

Le climat de la région étudiée est de type continental et est caractérisé par une amplitude thermique annuelle très importante avec des températures de -20 °C en hiver et +35 °C en été (moyenne annuelle : environ 10 °C). Les précipitations moyennes annuelles sont de 700 mm en plaine et 870 mm sur les plateaux calcaires. Ces précipitations sont liées aux vents dominants, de secteur Sud à Ouest. De ce fait, les versants Nord, Nord-Est et Est sont "sous le vent" et connaissent une pluviométrie déficitaire par rapport aux autres versants.

L'évapotranspiration potentielle représente en moyenne 550 mm, soit environ 70 % de la pluviométrie

Les hivers comportent normalement de nombreuses journées de gel et des chutes de neige importantes, de très nombreux glissements de terrain peuvent s'ensuivre au moment du dégel.

2.4. Géologie (figures 2.1 et 2.2)

2.4.1. Lithostratigraphie

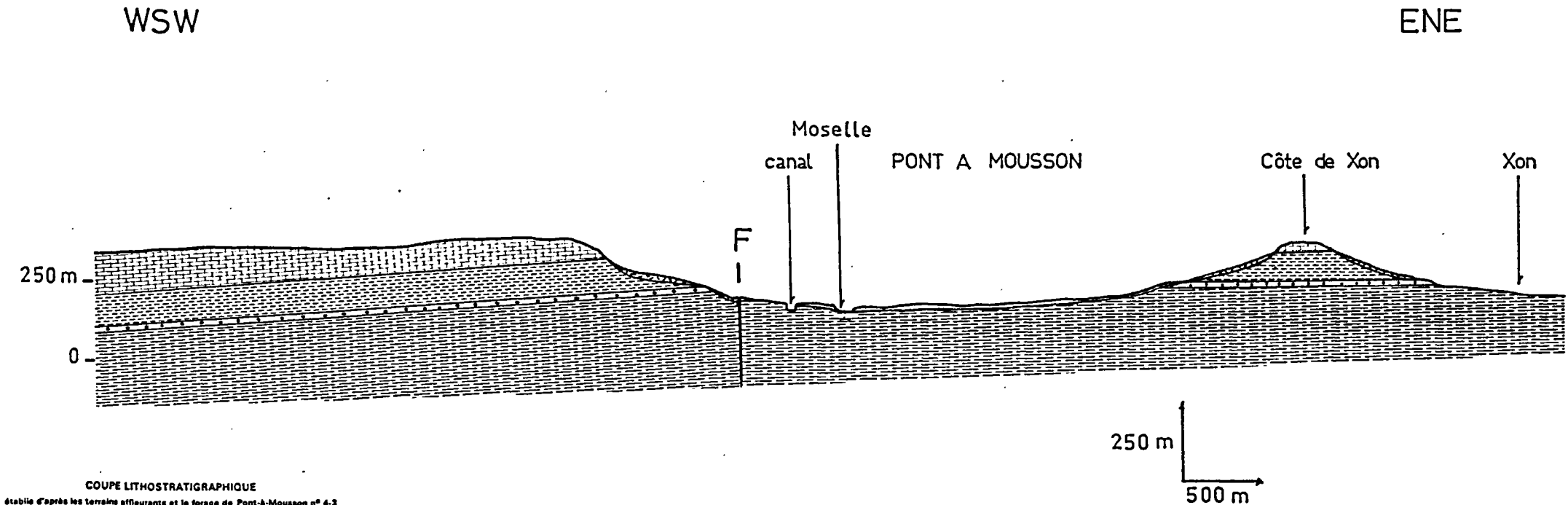
Les secteurs étudiés couvrent, du Sud vers le Nord, les cartes géologiques au 1/50.000 de Nancy, Nomeny, Toul (secteur de Nancy), Pont-à-Mousson et Chambley (secteur de Pont-à-Mousson).

Dans l'ordre chronologique de leur mise en place, les terrains sédimentaires affleurant dans les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson sont les suivants :

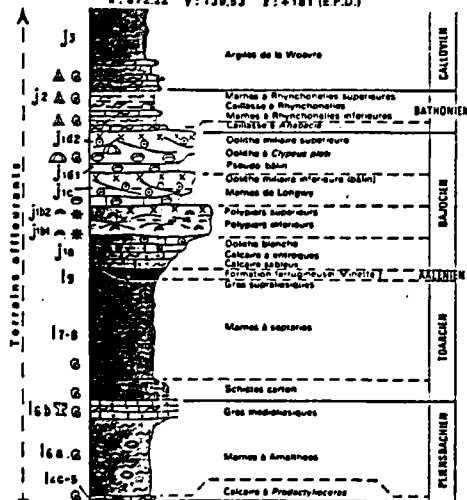
* Lias : séries essentiellement argileuses et marneuses

16a : Domérien. Argiles et marnes à Amalthées. Ces formations ont une puissance moyenne de 100 m sur le secteur de Nancy et 80 m sur celui de Pont-à-Mousson. Ces argilites se chargent en silts et carbonates avec nodules calcaires ou phosphatés, parfois en *Septaria* vers le haut. Ils sont souvent recouverts par plusieurs mètres de résidus d'altération et de décalcification limoneux.

FIG.2.2 - Coupe géologique synthétique interprétative



COUPE LITHOSTRATIGRAPHIQUE
établie d'après les terrains affleurants et le forage de Pont-à-Mousson n° 4-3
N : 872.22 V : 139.53 Z : +181 (E.P.D.)



Eboulis

Alluvions

Bajocien: calcaires bioclastiques

Toarcien: marnes à septarias et schistes carbon

Pliensbachien sup.: grès médioliasique

Pliensbachien inf.: marnes à amalthées

16b : Domérien. Grès médioliasiques. Ces formations ont une épaisseur de 8 à 12 m sur le secteur de Nancy et d'environ 15 m sur celui de Pont-à-Mousson. Il s'agit de calcaires argileux et silteux en bancs décimétriques, présentant de fréquentes intercalations argileuses sur le secteur de Nancy. Sur celui de Pont-à-Mousson, on a des silts argilo-calcaires alternant avec des argilites silteuses dont la fraction argileuse diminue vers le haut : des nodules phosphatés centimétriques à décimétriques peuvent y être trouvés. Une importante couverture d'altération peut recouvrir ces formations.

17 : Toarcien inférieur. Schistes carton. Ces formations ont une épaisseur de 12 à 18 m sur le secteur de Nancy, de 10 à 30 m sur celui de Pont-à-Mousson. Ces marnes bitumineuses noires ou grises, pyriteuses, indurées, à nodules calcaires ou phosphatés gonflent et acquièrent une schistosité marquée par altération météorique, du fait de leur surconsolidation, ce qui leur confère des caractéristiques géotechniques très médiocres.

18 : Toarcien moyen. Marnes à Septaria, Grès supraliasiques. Ces formations ont une épaisseur de 80 à 90 m sur le secteur de Nancy et 80 à 95 m sur celui de Pont-à-Mousson. Cette série débute par des marnes noires à plaquettes calcaires, bitumineuses, à nodules, surmontées par des argilites silteuses grises à nodules phosphatés, puis par des argilites silteuses micacées, bleu sombre, éventuellement feuilletés, riches en Septaria. La formation s'enrichit vers le haut en silts et, dans une moindre mesure, en calcaire avec les Grès supraliasiques (secteur de Pont-à-Mousson) ou passe à des marnes riches en quartz et en mica, annonçant le minerai de fer. Sur le secteur de Pont-à-Mousson, les schistes carton, marnes à Septaria et Grès supraliasiques sont regroupés en une seule formation (17-8).

19 : Toarcien supérieur et Aalénien. Formation ferrugineuse. Minerai de fer ou minette. Cette formation a une épaisseur de 8 à 12 m sur le secteur de Nancy et de 5 m au maximum sur celui de Pont-à-Mousson. Il s'agit d'un ensemble de sédiments détritiques, plus ou moins gréseux et argileux, oolithiques ou à entroques, s'enrichissant localement en minéraux ferrugineux et passant à une ferri-arénite oolithique. La partie sommitale de la Formation ferrugineuse se termine par un conglomérat ferrugineux de faible épaisseur rattaché à l'Aalénien.

* Dogger : formations carbonatées.

j1a : Bajocien inférieur. Cette formation a une épaisseur de 45 m sur le secteur de Nancy et de 30 m sur celui de Pont-à-Mousson. Elle correspond du bas vers le haut aux Marnes micacées (argilites micacées bleues ou noires) passant rapidement aux Calcaires sableux de Haye puis aux Calcaires à entroques (secteur de Nancy). Sur le secteur de Pont-à-Mousson, on a la succession Calcaires sableux, Calcaires à entroques et Oolithe blanche.

j1b : Bajocien moyen. Calcaires à Polypiers. Cette formation a une épaisseur de 25 à 30 m sur le secteur de Nancy, de même que sur celui de Pont-à-Mousson. Il s'agit d'un ensemble récifal à lithologie très variée allant des calcaires cristallins aux calcaires sublithographiques en passant par les calcaires oolithiques et bioclastiques. On peut distinguer en général une masse inférieure (j1b1) d'une masse supérieure (j1b2) séparées par le niveau de l'Oolithe cannabine (calcaire à grosses pisolithes sphériques).

j1c : Bajocien supérieur (20 à 25 m d'épaisseur)

j1d : Bajocien supérieur (15 à 20 m d'épaisseur) } SECTEUR NANCY

j1c-d : Bajocien supérieur (55 à 65 m d'épaisseur) : SECTEUR
PONT-à-MOUSSON.

Sur le secteur de Nancy, le Bajocien supérieur est représenté par le Bâlin ou Oolithe miliaire inférieure (j1c). Il s'agit d'une masse de calcaires oolithiques fins à granulométrie régulière et présentant des stratifications obliques. Des passées coquillières y sont fréquentes, ainsi que la présence de Polypiers coloniaux roulés. Le Bâlin est surmonté de l'Oolithe difforme à Clypeus (j1d), correspondant à une alternance de bancs calcaires et de bancs marneux mal définis, plus ou moins rognonneux et bioturbés, caractérisés par l'abondance des pseudo-oolithes à Nébulaires (Foraminifères encroûtants).

Sur le secteur de Pont-à-Mousson, le Bajocien supérieur est représenté à la base par les Marnes de Longwy, puissantes de quelques mètres, et qui sont en fait calcaires argileux pseudo-oolithiques mal stratifiés et d'argiles silteuses biodétritiques avec intercalations de calcaires gréseux ou pseudo-oolithiques, surmontés par le Bâlin. Le complexe à bancs gréseux

susjacent, ou Pseudo-Bâlin, est formé de calcaires bioclastiques oolithiques et pseudo-oolithiques à passées d'argilites et de calcaires gréseux.

Les termes les plus élevés du Bajocien sont représentés sur le secteur de Pont-à-Mousson par l'Oolithe à Clypeus, succession de marnes et calcaires à pseudo-oolithes à cortex rouille, grossières, en stratifications horizontales, passant progressivement vers le haut au calcaire oolithique franc à ciment bien cristallisé de l'Oolithe miliaire supérieure.

j2a : Bathonien. Caillasse à Anabacia. Ce niveau inférieur du Bathonien est représenté sur les plateaux de secteur de Pont-à-Mousson par moins de 5 m de calcaires argileux grisâtres bioclastiques et pseudo-oolithiques, bioturbés, mal stratifiés.

2.4.2. Formations superficielles

Les principales formations superficielles recensées dans les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson sont les suivantes :

Fy : alluvions anciennes grossières essentiellement quartzeuses et quartzitiques des vallées de la Meurthe et de la Moselle. Leur épaisseur moyenne est de 5 à 8 m pour atteindre exceptionnellement 22 m à La Malgrange (Nancy) ;

Fz : alluvions récentes des fonds de vallées et de remplissage des fonds de vallons. Ces alluvions ont une épaisseur totale 3 à 15 m pour la Vallée de la Meurthe (Nancy) et 3 à 7 m pour la Vallée de la Moselle (Pont-à-Mousson). Recouvertes d'un manteau sablo-limoneux de 1 à 2 m d'épaisseur, ces alluvions sont essentiellement quartzeuses et quartzitiques et granitiques pour la Vallée de la Meurthe, mais également calcaires pour la Vallée de la Moselle du fait des affluents entaillant les plateaux carbonatés ;

RF : des résidus d'alluvions anciennes peuvent être localement plaqués sur les plateaux calcaires.

Les formations argileuses et marneuses sont recouvertes d'un épais manteau d'altération limono-argileux (Marnes à Amalthées, Schistes carton, Marnes à Septaria) de 2 à 10 m d'épaisseur, pouvant atteindre 15 à 20 m d'épaisseur en pied de pente. Ce manteau d'altération comporte, en général, des éboulis carbonatés au voisinage des falaises calcaires et une fraction sableuse au contact des Grés médioliasiques.

2.4.3. Structure - Tectonique

Le pendage général moyen des séries sédimentaires est de 0,5 à 1 % en direction Ouest - Sud-Ouest (centre du Bassin Parisien). L'axe Nord-Est - Sud-Ouest traversant le secteur de Pont-à-Mousson correspond à l'anticlinal de Lorraine séparant au Nord le compartiment messin, aux directions tectoniques Nord-Est - Sud-Ouest et à substratum ardennais, du compartiment nancéen où les directions tectoniques sont perpendiculaires (Nord-Ouest - Sud-Est) aux précédentes, et à substratum carbonifère.

Le compartiment messin est affecté d'accidents cassants de direction Nord-Est - Sud-Ouest (N45° - N65°) représentant des satellites de la faille de Metz.

Le compartiment nancéen, comportant des axes synclinaux ou anticlinaux de direction Nord-Est - Sud-Ouest (N45°), est affecté d'accidents cassants de direction Nord-Ouest - Sud-Est (N145° - 160° ou N15°) avec des rejets pouvant atteindre 50 à 200 m, comme à Dieulouard où le Dogger carbonaté affleure au contact direct avec les alluvions récentes de la Moselle.

2.5. Cadre hydrologique

L'axe drainant majeur Sud-Nord des secteurs étudiés est représenté par la Meurthe se jetant dans la Moselle à Pompey, puis la Moselle.

Les principaux affluents de la Meurthe et de la Moselle entaillent profondément la Côte de Moselle (rive gauche) ce qui leur confère un caractère obséquent. Il s'agit, du Sud vers le Nord, de :

- Ruisseau des Etangs (Champigneulles - Meurthe),
- Ruisseau d'Esch (Blénod-les-Pont-à-Mousson - Moselle),
- Grand Rupt (Pont-à-Mousson - Moselle),

- le Trey (Vandières - Moselle),
- Ruisseau de Moulon (Pagny-sur-Moselle - Moselle),
- Ruisseau de Beaume (Pagny-sur-Moselle - Moselle),
- Rupt de Mad (Arnaville - Moselle).

Les affluents conséquents (rive droite) sont moins développés. Il s'agit principalement, du Sud vers le Nord, de :

- Ruisseau de Grémillon (Saint-Max - Meurthe),
- l'Amezule (Lay-Saint-Christophe - Meurthe),
- la Mauchère (Custines - Moselle),
- la Natagne (Le Pont de Mons - Moselle).

2.6. Cadre hydrogéologique

Deux niveaux aquifères principaux peuvent être recensés sur les secteurs étudiés :

- les calcaires du Dogger,
- les alluvions des vallées de la Meurthe et de la Moselle.

Le réservoir des calcaires du Bajocien inférieur et moyen, fissurés, karstifiés, repose sur les Marnes micacées constituant le mur de l'aquifère. Les exploitations minières de la minette de Lorraine entraînent un drainage de ce puissant réservoir au niveau du minerai de fer aalénien.

Les alluvions du fond des vallées de la Meurthe et de la Moselle constituent un aquifère actuellement exploité du fait de ses bonnes potentialités.

L'aquifère des calcaires du Bajocien, du fait de sa position perchée, contribue à alimenter des circulations diffuses au niveau des Marnes à Amalthées, des Schistes carton (dans lesquels existent quelques sources), des Grés médioliasiques (pouvant constituer un aquifère captif aux caractéristiques hydrodynamiques médiocres), et des Marnes à Septaria.

Les formations superficielles grossières sont également le siège de circulations d'eau parfois très importantes. C'est le cas des éboulis calcaires et des terrasses anciennes qui comportent des captages et des sources à leur partie inférieure. De façon générale, les colluvions et produits d'altération des niveaux marneux et argileux constituent un masque imperméable sujet aux sous-pressions dues aux circulations d'eau dans les milieux sains et, en particulier, dans les Grès médioliasiques. Cet état de faits est favorable à la genèse de glissements de terrain.

2.7. Cadre géotechnique

2.7.1. Séries argilo-marneuses (Lias)

Du fait de leurs caractéristiques géotechniques médiocres, les séries argileuses et marneuses du Lias sont sujettes à de nombreux glissements sur les flancs des vallées de la Meurthe et de la Moselle (essentiellement sur la rive droite, non étudiée ici mais qui a fait l'objet d'une cartographie ZERMOS au 1/25.000 en 1979). D'après les caractéristiques mécaniques (voir tableaux ci-après), le Toarcien (Schistes carton, Marnes à Septaria et, dans une moindre mesure, Grès supraliasiques) est beaucoup plus vulnérable en terme de glissements de terrain que le Domérien (Marnes à Amalthées, Grès médioliasiques) sous-jacent.

Les mouvements de terrain semblent en fait se localiser essentiellement au sein du manteau d'altération ou d'éboulis et colluvions associé à ces formations.

Le rapport BRGM n° 80 SGN 526 LOR donne un descriptif détaillé des caractéristiques géotechniques des séries argilo-marneuses et gréseuses du Lias, en vue d'une modélisation de glissements de terrain. les paramètres utilisés dans cette étude ont été les suivants :

FORMATION	POIDS VOLUMIQUE SEC d (kN/m ³)	COHESION EFFECTIVE c' (kPa)	ANGLE FROTTEM. INTERNE EFFECTIF ϕ' (°)	EPAIS. (m)
Alluvions	20	0	30	5 à 10
Altérations superf. sur Lias	20	0 à 10	12 à 24	2 à 20
Marnes et argiles (Toarcien)	22	10	20	80
Minerai de fer (Aalénien)	25	50	26	5 à 10
Plateau calcaire (Bajocien)	25	-	-	10

Tableau 1 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des terrains sur l'ensemble du secteur d'étude

Les essais suivants, tirés d'une publication L.C.P.C. (Bull. Liaison Labo. Ponts-et-Chaussées. 75 - Janv. Fév. 1975. Réf. 1491) cité en bibliographie, donnent pour les argiles et marnes du Toarcien les résultats suivants :

ORIGINE		CARACTERISTIQUES MOYENNES				IDENTIFICATION		
		ϕ' (°)	ϕ' res (°)	C' (kPa)	C' res (kPa)	Ip	w _L	% < 2 μ
Champigneulles	Ap*	33	14	14	0	20	44	36
	Ap	35	21	13	0	15	42	25
	At*	24	13	10	0	25	53	36
Ville-au-Val	Ap	17	10	12	8	15	36	48
	At	25	16	20	8	27	53	31
	At	27	15	10	5	24	51	50
	At	27	20	10	7	25	50	42
	At	20	12	12	0	32	63	56
Ap* = argile peu plastique At* = argile très plastique								

Tableau 2 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des marnes du Toarcien sur les sites de Champigneulles et de Ville-au-Val

Selon cette même source, les caractéristiques moyennes des marnes et du Toarcien et du manteau d'altération associé sont les suivantes (site autoroutier du Château-sous-Clévant au Nord de Nancy) :

CARACTERISTIQUES	FORMATIONS	
	MARNES DU TOARCIEN EN PLACE	EBOULIS MANTEAU d'ALTERATION
Teneur en eau w (%)	15	24
Limite de liquidité w_L	40	50
Indice de plasticité I_p	20	29
Poids volumique (kN/m ³)	21,4	20
Poids volumique d (kN/m ³)	18,6	16
Cohésion effective C' (kPa)	14	11
Cohésion effective résiduelle C'_r (kPa)	0	0
Angle de frottement interne effectif (°)	34	24
Angle de frottement interne effectif résiduel C'_r (°)	20	13

Tableau 3 - Valeurs moyennes des caractéristiques mécaniques des marnes du Toarcien et du manteau d'altération associé

Dans le détail (notice de la carte ZERMOS au 1/25.000 - Région de Nancy Nord), on note l'évolution suivante de l'angle de frottement interne effectif selon l'état du matériau :

FORMATION	ANGLE DE FROTTEMENT EFFECTIF φ' (°)	
Grès supraliasiques	28 à 33	-
Marnes du Toarcien moyen (Marnes à Septaria)	24 28	9 à 22
Schistes carton	24	≤10
	Etat sain	état altéré

Tableau 4 - Evolution des caractéristiques mécaniques des terrains en fonction de leur état d'altération

Les Schistes carton sont des formations surconsolidées très sensibles à l'altération. A l'état sain, ils sont raides, fissiles et pyriteux. Lorsqu'ils sont au contact de l'air ils se délitent très rapidement, ce qui favorise la pénétration de l'eau. Sous l'action conjuguée de l'eau et des bactéries (assimilation du soufre, du fer et de la matière organique), les

marnes raides se transforment en une argile brune bariolée de gris contenant du gypse, ce qui facilite la défloculation des argiles et leur glissement.

Les Schistes carton mis au contact de l'air, lors d'un terrassement par exemple, gonflent de façon importante.

La sensibilité aux glissements des trois formations du Toarcien croît de haut en bas.

Les deux éléments à considérer dans toute prise en compte des risques de glissements de terrain sur les zones étudiées sont donc :

- la présence des Schistes carton,
- la présence et la nature d'un manteau d'altération sur le Lias.

2.7.2. Séries calcaires (Dogger)

Les séries carbonatées du Dogger peuvent présenter à l'état naturel :

- des risques localisés d'effondrement sur les plateaux au niveau de réseaux karstiques ;
- mais surtout des risques liés à des problèmes de fauchage en bordure de falaises, par fluage des séries argilo-marneuses liasiques sous-jacentes.

2.8. Occupation du sol et activités humaines

Les plateaux calcaires sont recouverts de forêts ou de champs céréaliers. Les versants à pente forte situés juste sous le plateau et qui étaient cultivés autrefois en terrasse ont été abandonnés depuis la mécanisation de l'agriculture et sont occupés par des broussailles ou des bois. Sur les versants, trois types de cultures sont visibles :

- les prairies réservées aux terrains argileux et marneux mal drainés,
- la culture des céréales sur les replats de terrasse et d'éboulis,
- les vergers autour des villages.

Avant l'épidémie du phylloxera, la culture de la vigne était importante sur les versants Sud et Ouest. Elle a été remplacée en partie par des mirabelliers.

L'habitat est concentré sur l'axe Nancy - Metz constitué par les vallées de la Meurthe et de la Moselle, et où se trouvent toutes les villes ou localités importantes (Nancy et agglomération), les centres industriels liés à la sidérurgie et en cours de reconversion (Pont-à-Mousson) ou les villages d'ortoirs associés à ces centres.

Dans les vallées affluentes en rive gauche de la Moselle (dont la vallée du Rupt de Mad) se trouvent de petits villages à vocation initialement agricole, devenant de plus en plus des agglomérations d'ortoirs.

La partie obséquente du cours de la Moselle (Liverdun - Pompey) et la vallée du Rupt de Mad constituent des axes de communication ferroviaire et secondairement routiers vers l'Ouest (région parisienne).

Les plateaux calcaires sont peu peuplés. Ils ont été le siège d'exploitations souterraines (minerai de fer) depuis les vallées, notamment sur le secteur de Nancy, au niveau de Ludres, Chavigny, Maxéville, Champigneulles, Frouard, Liverdun, Pompey (encore en activité) et Dieulouard.

3 - METHODES D'INVESTIGATION

La présente étude ayant pour but, pour les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson :

- d'établir une carte au 1/50.000 des mouvements de terrain connus (effondrements miniers, éboulements de falaises) ;
- d'établir une carte d'aléas au 1/50.000 étalonnée sur la carte des mouvements de terrain;

la démarche suivie a donc observé deux étapes :

- phase préliminaire comprenant :

- . une enquête préalable sur le terrain avec collecte des données auprès des Administrations et des archives diverses (code minier BRGM, ENSG, SNCF, Equipement, mairies),

- . une étude photo-interprétative portant sur les missions IGN suivantes :

- . année 1950, panchromatique, échelle 1/7.600
- . années 1958/1960, panchromatique, échelle 1/25.000
- . année 1987, infra-rouge, échelle 1/17.000

- . une vérification sur le terrain des informations fournies par l'enquête et la photo-interprétation, notamment au sujet des glissements répertoriés. Ce travail a également comporté une phase de cartographie géologique et de sondages à la tarière manuelle afin de lever certains problèmes relatifs à la jonction de cartes géologiques (notamment les cartes de Pont-à-Mousson et Chambley au 1/50.000) ;

- phase de réalisation de la carte d'aléas. Cette opération comprend le traitement informatique multicritères par le logiciel SYNERGIE du BRGM des données :

- . topographiques, fournies par les Modèles Numériques de Terrain (MNT) de l'IGN pour les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson,
- . géologiques, digitalisées et stockées sur fichiers numériques d'après les cartes au 1/50.000 du BRGM,
- . relatives aux critères et aux classes de risques (d'après la note de M. TOULEMONT : Qualification de l'aléa "mouvement de terrain" dans le cadre des études préalables à la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles). Ces dernières données font référence aux nombreuses études géotechniques réalisées à l'occasion de travaux divers sur la région.

4 - TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS DE TERRAIN ET INVENTAIRE DES MOUVEMENTS RELEVES (cartes 3.1 et 3.2)

Les études photo-interprétatives ont permis de recenser les principaux glissements de terrain, éboulements et fauchages de falaises, de localiser également les carrières à ciel ouvert et terrils.

Ces études ont été complémentarisées par les données fournies par les campagnes de terrain et les enquêtes bibliographiques.

Ce travail a abouti à la réalisation de 2 cartes au 1/50.000 (secteur de Nancy et secteur de Pont-à-Mousson) intégrant les mouvements de terrain connus dans les argiles et marnes et les problèmes d'écroulements naturels de falaises ou d'effondrements miniers au niveau des calcaires.

4.1. Glissements de terrain

La rive gauche de la Meurthe et de la Moselle comporte moins de glissements de terrain que la rive droite du fait du pendage ouest des séries sédimentaires.

Les glissements de terrain recensés sont essentiellement localisés sur le secteur de Pont-à-Mousson. Ils peuvent être classés en 3 catégories distinctes : les glissements profonds, les glissements pelliculaires et les loupes de glissement localisées.

4.1.1. Glissements profonds

Ce type de glissement couvrant en général de grandes superficies (1.000 à 1.200 m de large pour 500 m de long, soit 60 ha pour le glissement au Nord de Pagny-sur-Moselle) affecte les Schistes carton et les Marnes à *Septaria* susjacentes ainsi que leur manteau d'altération et colluvions, pour des pentes supérieures à 10 % et, en général, de l'ordre de 15 à 20 %.

Le pied de ces glissements est ordinairement situé au niveau des Grès médioliasiques. Vers l'amont, par régression, ces glissements peuvent atteindre la cuesta carbonatée bajocienne comme dans le cas de Pagny-sur-Moselle. Des fauchages de blocs calcaires peuvent alors se produire.

La profondeur de la semelle de glissement est difficile à estimer en l'absence de données inclinométriques. Toutefois, l'observation de terrain et les données bibliographiques recueillies montrent que l'épaisseur des terrains mis en jeu peut être très importante (jusqu'à 30 m sur le glissement de Corny-sur-Moselle, en rive droite de la Moselle : bull. liaison Labo. Ponts-et-Chaussées, spécial, mars 1976), soit en général 2 à 15 m.

Ces glissements sont multiples et emboîtés et peuvent être le résultat de la remise en mouvement partielle de glissements anciens fossilisés de plus grande ampleur, sous l'effet de la modification de conditions hydrauliques locales. Les mouvements peuvent être rapides et brutaux en étant directement liés à la pluviométrie.

A cette catégorie appartiennent, du Sud vers le nord, les glissements :

- secteur de Nancy

- . lieu-dit "La Croix de Rieupt" au Sud de Norroy-lès-Pont-à-Mousson (il s'agit en fait d'une juxtaposition de loupes de glissement de faible ampleur),
- . au Nord, la butte de Mousson,
- . la butte de la Côte de Xon,
- . glissement de Marbach à l'aplomb des voies ferrées ;

- secteur de Pont-à-Mousson

- . Pagny-sur-Moselle,
- . Est de Vittonville (ce type de glissement est intermédiaire entre le glissement profond et le glissement pelliculaire),
- . Waville (vallée du Rupt de Mad), à proximité des voies SNCF.

4.1.2. Glissements pelliculaires

Ce sont des glissements plans superficiels (plan de glissement entre 0 et 2 m de profondeur). Ces glissements, se générant sur le manteau d'altération des Schistes carton et surtout sur les Marnes à Septaria susjacentes, entrent habituellement en jeu pour des pentes supérieures à 20 % (carte ZERMOS au 1/25.000 de la région Nancy Nord. Rapport BRGM n° R 30130 LOR 4S 89 relatif à la rive gauche de la Moselle au Nord de Metz : Bronvaux, Rombas), au droit de la cuesta bajocienne. Les mouvements sont en général lents.

A cette catégorie appartient le glissement de Petit Piémont, au Sud de Vandières, localisé dans des colluvions sur Marnes à Septaria, pour une pente de terrain naturel seulement de l'ordre de 5 à 15 %.

Dans ce cas doit également intervenir un contexte hydrogéologique local particulier.

Le pied de ce glissement est localisé à proximité immédiate d'un lotissement. Les désordres engendrés par ce glissement sont nettement visibles au niveau de l'alignement des pilônes d'une ancienne ligne électrique. La superficie concernée est d'environ 9 ha (300 x 300 m).

Aux glissements pelliculaires définis ci-dessus, peuvent être rattachés les mouvements lents de terrain par reptation ou solifluxion sans qu'il y ait à proprement parler de surface de rupture nette. Ces mouvements, révélés par des moutonnements de la surface topographique, sont très fréquents sur les secteurs étudiés et, en particulier, sur la zone de Pont-à-Mousson. Les matériaux affectés correspondent au manteau d'altération sur Schistes carton et sur Marnes à Septaria. Les pentes de terrain naturel peuvent aller de 10 à 20 %, en relation probablement avec le contexte hydrogéologique associé.

A cette catégorie appartiennent, du Sud vers le Nord, les zones suivantes, présentant des incertitudes quant à leur stabilité, en photo-interprétation et examen de terrain :

- Côteau de Belleau au Nord de Champigneulles,
- bois communal de Blénod-lès-Pont-à-Mousson au Sud de Jezainville,
- proximité du cimetière de Jezainville, cimetière de Maidières,
- zone d'incertitude au niveau du cimetière du Pétant, commune de Montauville,
- Côte Chadevée - Charmilly au Nord de Maidières. On a affaire ici, à la limite, à un glissement pelliculaire,
- au Sud-Est de la butte de Mousson,
- lieux-dits "Champ Manonville", "Champ le Moné", au-dessus de la route de Vilcey, commune de Villers-sous-Prény,
- zone au Nord de Prény, au droit d'une source,
- CD 91 à Arnaville,
- bois communaux de Novéant, Sud de Novéant-sur-Moselle,
- lieux-dits "La Pièce aux Anes", commune de Villecey-sur-Mad.

4.1.3. Glissements localisés

Ils correspondent à des loupes circulaires d'arrachement de tailles variables mais en général modestes (quelques mètres à quelques dizaines de mètres) pouvant se produire très rapidement (en quelques heures) sous l'effet de l'action de pluies importantes sur des pentes sujettes normalement à des mouvements lents de type solifluxion, ou sous l'effet d'actions anthropiques (ouvertures de fouilles, vidanges de retenues...).

Les loupes de glissement sont très nombreuses sur les secteurs étudiés. Il n'a pas été possible de les cartographier de façon exhaustive du fait de leur caractère très localisé et de leur tendance rapide à la fossilisation.

On peut toutefois citer les exemples suivants, du Sud vers le Nord :

- secteur de Nancy :

- . quartier "La Chiennerie" à Villers-les-Nancy,
- . Rue de Fontenat et Av. du Général Leclerc à Villers-les-Nancy,
- . commune de Frouard,

- . entrée de Liverdun, en provenance de Pompey,
- . échangeur autoroutier de Nancy Nord,
- . lieu-dit "Bois le Roi" à Marbach,
- . échangeur autoroutier de Belleville - Toul,

- secteur de Pont-à-Mousson :

- . chaussée à l'entrée du village de Prény (lieu-dit "Le Pâtural"),
- . lieu-dit "Hautes Baulans" à Pagny-sur-Moselle,
- . commune d'Arnaville, à proximité du barrage sur le Rupt de Mad, en rive gauche,
- . à proximité de la gare d'Onville.

4.1.4. Evolution des glissements dans le temps

L'examen des missions photographiques IGN 1950, 1958/60 et 1987 montre une augmentation nette des surfaces soumises aux phénomènes de solifluxion et aux glissements superficiels, ainsi qu'une extension des glissements profonds en liaison directe avec un déboisement généralisé de la région.

La plupart des glissements localisés ont été générés à la suite de travaux divers (fouilles, vidanges de retenues...).

4.2. Problèmes géotechniques liés aux calcaires

Ces problèmes sont de 2 types : les fauchages en bordure de vallées et les effondrements sur plateaux.

4.2.1. Eboulements de falaises, fauchages

Les calcaires bajociens reposant sur des matériaux susceptibles de fluer de façon importante, des fauchages et chutes de blocs localisés peuvent se produire le long de la cuesta.

Des éboulements de front de taille calcaire peuvent également se produire au niveau d'anciennes carrières actuellement abandonnées, comme à Maxéville : carrière du Haut de Chèvre et anciennes carrières SOLVAY (où ces problèmes semblent actuellement résolus).

4.2.2. Affaissements et effondrements miniers

Des affaissements généralisés (cuvettes d'affaissement) ou des effondrements des calcaires (avec création d'entonnoirs) peuvent se produire, suite à l'exploitation minière de la minette de Lorraine à faible profondeur (70 m au maximum). Ces effondrements sont difficiles à cartographier. Sur les cartes des inventaires des mouvements recensés sont donc représentées les limites des galeries minières connues, couvrant les zones de (du Sud vers le Nord) :

- secteur de Nancy : Chavigny - Ludres - Houdemont,
Maxéville,
Champigneulles,
Frouard,
Pompey,
Liverdun,
Belleville - Dieulouard.

Les effondrements peuvent également, dans une moindre proportion, être liés à des circulations karstiques (entonnoir de 1,50 m de diamètre, commune de Belleville) ou à un tunnel allemand (lieu-dit "Le Mont", Prény).

5 - REALISATION D'UNE CARTE D'ALEAS

A partir de l'ensemble des données collectées est construite une carte de zonation des aléas, concernant les risques de glissement de terrain, risques naturels majeurs sur les zones considérées.

5.1. Critères d'évaluation des aléas

La crédibilité d'une carte d'aléas repose sur la définition de critères de risques concernant les risques de glissements de terrain et qui dépendent essentiellement de deux paramètres :

- la topographie (classes de pentes),
- la géologie (caractéristiques géotechniques des couches).

5.1.1. Critère de pentes

Il ne semble pas exister de glissement pour des pentes inférieures à 10 %. Les pentes au niveau des séries argileuses et marneuses du Lias étant en général comprises entre 5 et 25 %, il apparaît intéressant de prendre en considération 4 classes de pentes dans le calcul d'une carte d'aléas :

- < 10 %
- 10 - 15 %
- 15 - 20 %
- > 20 %.

5.1.2. Géologie

En terme de glissements de terrain, il est possible de classer les différentes formations géologiques selon l'ordre décroissant de vulnérabilité suivant :

- Schistes carton
- Marnes à Septaria
- Marnes à Amalthées
- Grès médioliasiques
- Alluvions
- Calcaires.

Un regroupement permet de définir les 4 catégories suivantes :

- 1° Formations très vulnérables } Schistes carton
- 2° Formations vulnérables } Marnes à Septaria } assimilées à leur
Marnes à Amalthées } manteau d'éboulis
- 3° Formations peu vulnérables } Grès médioliasiques
- 4° Formations stables } Calcaires
Alluvions

5.1.3. Facteurs hydrogéologiques

Ces facteurs complexes intéressant de façon localisée, mais jouant un rôle déterminant dans la genèse des glissements de terrain, ne sont pas pris directement en compte dans l'élaboration de la carte d'aléas, résultat de cette étude préliminaire.

Dans une étude plus approfondie, il conviendrait, sur les zones à risques ou de glissements sélectionnés, de prendre en compte les facteurs hydrogéologiques, par l'intermédiaire :

- de mesures piézométriques,
- de mesures humidimétriques (sondes à neutrons) ou de teneurs en eau des terrains dans des sondages,
- éventuellement, de données fournies par clichés ou documents aériens ou par satellites, dans le domaine de l'infrarouge proche et lointain, afin d'établir une cartographie d'humidité des formations superficielles.

5.2. Méthodologie de réalisation de la carte d'aléas (fig. 4.1 à 4.8)

Elle repose sur l'utilisation du logiciel de cartographie multicritères SYNERGIE élaboré et développé par le BRGM dans le cadre de ses activités de recherche. Ce logiciel interactif graphique permet le traitement multivarié de données cartographiques diverses, selon des critères préalablement définis par l'utilisateur, en vue d'une interprétation finalisée des données.

Les données de base à fournir au logiciel SYNERGIE sont les suivantes :

- fichiers topographiques : Modèles Numériques de Terrain (MNT) sur les secteurs de Nancy (19 km en X, 29 km en Y) et Pont-à-Mousson (12 km en X, 21 km en Y). Ces fichiers établis selon un krigeage en mailles rectangulaires 60 x 90 m comportent dans chaque maille une valeur d'altitude absolue NGF. Les fichiers MNT sont calculés parallèlement au grand axe des vallées de la Meurthe et de la Moselle. Ainsi, pour le fichier Nancy, l'inclinaison est de 24° Ouest par rapport au Nord. Pour le fichier Pont-à-Mousson, elle est de 32° Ouest par rapport au Nord. Les grands côtés du maillage (taille 90 m) sont perpendiculaires dans l'ensemble aux lignes de plus grande pente de la cuesta bajocienne ;

- fichiers géologiques : digitalisés à l'aide du logiciel SDESMO, sur micro-ordinateur, à partir des cartes géologiques au 1/50.000 des secteurs concernés selon une précision de l'ordre de ± 50 m, inférieure à la taille d'une maille de calcul (60X60m). Les unités lithologiques simplifiées prises en compte sont les suivantes :

- Marnes à Amalthées
- Grès médioliasiques
- Schistes carton
- Marnes à Septaria
- Calcaires
- Alluvions.

Sur le secteur de Pont-à-Mousson, les Schistes carton et Marnes à Septaria sont confondus.

Le traitement global des données par logiciel SYNERGIE a été effectué sur station de travail VAX au site central d'Orléans. Le croisement des données topographiques et géologiques a d'abord nécessité :

- une phase de recalcul par interpolation linéaire des fichiers MNT en mailles 60 x 60 m (fig. 4.1 et 4.5) suivie du calcul de cartes des pentes, directement dérivées des MNT (fig. 4.3 et 4.7) ;

- une phase dite de "rastérisation" du fichier géologique, c'est-à-dire une discrétisation des formations affleurantes en mailles 60 x 60 m calquées sur les modèles topographiques.

Le calcul de la carte de risques selon les critères géologiques et de pentes est exposé dans le paragraphe 5.3. qui suit.

5.3. Notion de risques et zonage du risque. Répartition géographique des zones de risques. Commentaire sur le zonage (cartes 4.4 et 4.8)

Les critères de risques, établis en fonction des observations de terrain, des études géotechniques et de la bibliographie existante, sont résumés dans le tableau à double entrée ci-après.

Le logiciel SYNERGIE calcule les zones relatives à chaque critère en fonction de phrases logiques : [Si (proposition 1 :) et (proposition 2 :)
classe de pentes type de géologie

alors (résultat : zonation du risque considéré)].

Le calage du modèle, par la modification des critères de risques choisis, s'est effectué en tenant compte des données acquises pendant la première partie du travail.

La précision des cartes présentées est celle d'une maille de calcul, soit 60 x 60 m.

		UNITES LITHOLOGIQUES					
		2	7	3	4	5	6
P E N T E S	0 à 5 %	R0	R0	R0	R1	R0	R0
	5 à 10 %	R0	R0	R1	R2	R0	R1
	10 à 15 %	R0		R2	R3	R1	R2
	15 à 20 %	R0		R3	R3	R1	R3
	≥ 20 %	R0		R3	R3		R3

Tableau 5 - Critères de risques établis en fonction des classes de pente et des formations géologiques

2 : Calcaires

3 : Marnes à Septaria

4 : Schistes carton

5 : Grès médioliasiques

6 : Marnes à Amalthées

7 : Alluvions

Couleur verte R0 : risques nuls à faibles (tassement des bâtiments dans les vallées à l'exception des effondrements miniers)

Couleur jaune R1 : risques de fluage faibles

Couleur orangé R2 : risques de fluage élevés (glissements possibles)

Couleur rouge R3 : hauts risques (glissements)

5.3.1. Zones à risques nuls à faibles (tassements des bâtiments) : R0 (couleur rouge)

Elles comprennent :

- les zones de plateaux calcaires dont la pente est inférieure à 25 %. Seuls existent sur ces plateaux, les problèmes d'effondrements miniers ou liés localement aux cavités karstiques ;
- les zones alluvionnaires de la Moselle, de la Meurthe et des affluents. Le niveau des nappes alluviales se trouvant à faible profondeur (une grande partie des plaines alluviales est en zone inondable), des variations du niveau d'eau peuvent localement entraîner des tassements, notamment des horizons sableux qui constituent une partie des alluvions ;
- les zones de versants à pente inférieure à 5 % pour les Marnes à Amalthées et à Septaria, et inférieure à 10 % pour les Grès médioliasiques.

5.3.2. Zones à risques de fluage faibles à moyens : R1 (couleur jaune)

Ces zones s'étendent essentiellement sur les versants à pente comprise entre 5 et 10 % pour les Marnes à Amalthées et à Septaria, supérieure ou égale à 10 % pour les Grès médioliasiques, et inférieure à 5 % pour les Schistes carton, présentant de toute façon des problèmes de gonflement liés à leur surconsolidation.

Les risques encourus peuvent être, selon les conditions hydrogéologiques, de type reptation ou solifluxion par fluage des argiles ou marnes plastiques.

5.3.3. Zones à risques de fluage élevés (risques de glissements) : R2 (couleur orangé)

Ces zones s'étendent sur les versants à pente comprise entre 10 et 15 % pour les Marnes à Amalthées et à Septaria, et 5 à 10 % pour les Schistes cartons. Les indices de reptation et solifluxion sont nombreux.

5.3.4. Zones à hauts risques de fluage (glissements) : R3 (couleur rouge)

Ces zones s'étendent sur les versants à pente supérieure ou égale à 15 % pour les Marnes à Amalthées et à Septaria, et 10 % pour les Schistes carton.

Dans cette zone sont inclus pratiquement tous les glissements superficiels ou profonds répertoriés sur les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson.

Selon les conditions hydrogéologiques locales, et en liaison avec la météorologie (périodes pluvieuses), de nouveaux glissements pourront se générer ou d'anciens glissements se réactiver dans ces zones.

5.4. Moyens d'investigation. Solutions confortatives éventuelles

Dans les zones alluvionnaires de la Vallée de la Meurthe, de la Moselle et de ses affluents, en raison des faibles tassements dus aux variations du niveau d'eau, une reconnaissance géotechnique légère (sondages pressiométriques, carottages) devra précéder les aménagements éventuels.

Sur les versants, en fonction du niveau de risque, 3 types d'investigation peuvent être envisagés :

- des drainages pour les zones R1 et R2 dans le but de réduire la teneur en eau dans les matériaux en surface et en profondeur et, par conséquent, d'augmenter la résistance au cisaillement. Ces drainages pourront être réalisés par captages des eaux de sources et des émergences de nappes et leur évacuation par canalisation. Dans le cas des zones à hauts risques (R3) de glissements, et pour les glissements actuels présentant des problèmes dans l'urbanisme, il serait nécessaire d'opérer un drainage profond au cas par cas, par masques, éperons, tranchées ou parois drainantes, ou solution par forage de type drains siphons ;

- un reboisement des versants. La végétation et en particulier les systèmes racinaires des arbres ont une action stabilisatrice importante tant en ce qui concerne le fluage que les glissements. Cette solution doit être adaptée au cas par cas, compte-tenu de problèmes de tassements saisonniers à proximité de constructions, pouvant être liés aux cycles d'évapotranspiration engendrés par les végétaux ;

- la réalisation d'ouvrages type murs de soutènement, clouages.

Localement, si les volumes à déplacer ne sont pas trop importants, un reprofilage dans le but de réduire la pente moyenne par remblai de haut en bas pourra être envisagé.

Les fouilles dans les Schistes carton devront, autant que possible, être protégées de l'action de l'air par blindage, les parois verticales devant être convenablement bétonnées ou clouées.

Sur les zones de plateaux, il appartient de procéder à une reconnaissance géophysique légère (V.L.F. sondages électriques : panneau électrique ou balayage des résistivités, sismique réfraction, microgravimétrie) en vue de détecter les cavités naturelles (karsts, avens, dolines) ou artificielles (mines de fer).

6 - CONCLUSION

Cette étude, menée en deux phases :

- collecte de documents, travail de photo-interprétation et de terrain,
- travail sur logiciel BRGM SYNERGIE,

a abouti à l'élaboration des cartes des mouvements de terrain connus et des cartes d'aléas au 1/50.000 pour les secteurs de Nancy et Pont-à-Mousson.

Des études complémentaires à plus grande échelle (1/10.000, 1/5.000 ou 1/2.000) couvrant les espaces susceptibles d'être urbanisés sont nécessaires pour préciser aux aménageurs ou aux constructeurs :

- les risques réels encourus,
- les limites précises des zones à risques élevés,
- les types d'investigations à mettre en oeuvre,
- les mesures de prévention à entreprendre.

7 - BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

* Ouvrages et rapports consultés

BLONDEAU F., PERROT A., PILOT G. (1975) - Analyse de l'expression cartographique des risques de glissement dans les argiles du Toarcien en Lorraine. Bull. Liaison Labo. P. & Ch. - 75 - Janv. Fév. 1975. Réf. 1491 pp 141 - 146.

BLONDEAU F., PERROT A. (1976) - Le versant expérimental de Ville-au-Val. Bull. Liaison Labo. P. & Ch., Paris, Numéro spécial, II, pp 107 - 117.

BLONDEAU F., PERROT A. (1976) - Le versant naturel instable de Corny-sur-Moselle. Bull. Liaison P. & Ch., spécial, I, pp 134 - 146.

BOCK D. (1979) - Analyse de la stabilité des versants naturels du sillon mosellan. Rapport BRGM SGR/LOR n° 79/67.

BOIRAT J.M., COLLEAU A. (1988) - Plan d'exposition aux risques d'Epernay (Marne). Etude de prézonage des risques de mouvements de terrain. Rapport BRGM 88 SGN 1009 CHA.

BONVALLET J., RUCQUOI D. (1980) - Quelques critères de stabilité des versants naturels du sillon mosellan entre les régions nancéienne et messine. Rapport BRGM 80 SGN 526 LOR.

BROCARD A., PERROT A. (1979) - Notice explicative de la carte des zones exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol au 1/25.000.

CAUSERO L. (1970) - L'altération des Schistes Cartons. Bull. Liaison Labo. P. & Ch. n° 44, Paris, pp 89 - 94.

CHEVALIER J. (1989) - Plan d'exposition aux risques naturels liés aux mouvements de terrain. Etudes préliminaires. Communes de Bronvaux, Marange - Silvange, Pierrevillers et Rombas (Moselle). Rapport BRGM R 30130 LOR 4S 89.

JOLY H. (1911) - Géographie physique de la Lorraine et de ses enveloppes. Nancy. Ed. Albert-Barbier.

LAMIRAULT M.A. (1989) - Projet d'étude d'un inventaire des mouvements de terrain en Lorraine. Mém. de DEA de Géographie physique. Univ. Louis Pasteur, Strasbourg I. UFR de géographie.

PILOT G. (1970) - Passage de l'autoroute Nancy - Metz au lieu-dit "Le Château-sous-Clévant". Bull. Liaison. Labo. P. & Ch., Paris. N° Spécial hydraulique des sols, pp 181 - 198.

ROUGIEUX L. (1989) - Plan d'exposition aux Risques Naturels Prévisibles. Commune de Saint-Julien-lès-Metz (57). Elaboration d'une carte de risques de mouvements de terrain. Note de présentation. Rapport BRGM R 30195 LOR 4S 89.

TOULEMON M. (1989) - Qualification de l'aléa "mouvement de terrain" dans le cadre des études préalables à la cartographie réglementaire des risques naturels prévisibles. Note. Délégation aux risques majeurs.

*** Clichés de l'Institut Géographique National**

- . Mission Toul - Drusenheim. 1950. Echelle 1/7.600.
- . Mission Pont-à-Mousson - Sarre-Union. 1950. Echelle 1/7.600.
- . Mission Saint-Dizier - Drusenheim. 1958. Echelle 1/25.000.
- . Mission Pont-à-Mousson - Sarre-Union. 1958. Echelle 1/25.000
- . Mission Chambley. 1960. Echelle 1/25.000.
- . Mission 54 I.F.N. 1987 - 1988. Echelle 1/17.000.

*** Cartes**

- . Cartes géologiques (BRGM) au 1/50.000 de Nancy (1978)
 - Nomeny (1973)
 - Toul (1984)
 - Pont-à-Mousson (1987)
 - Chambley (1964)
- . Carte géologique (BRGM) des Schistes carton dans le secteur de Nancy Nord au 1/25.000 (1977). MAIAUX C1.

. Cartes topographiques (IGN) au 1/25.000 de :

Nancy 3415 Ouest (1986)
Neuves-Maisons 3315 Est (1985)
Pont-à-Mousson 3314 Est (1987)
Custines - Nomeny 3314 Ouest (1987)
Ars-sur-Moselle 3313 Est (1985)
Chambley - Bussièrès 3313 Ouest (1985)

. Cartes topographiques (IGN) au 1/50.000 de :

Nancy 3415 (1986)
Nomeny 3414 (1987)
Toul 3315 (1985)
Pont-à-Mousson 3314 (1987)
Chambley - Bussièrès 3313 (1985)



**DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
DE MEURTHE-ET-MOSELLE**

Prise en compte des risques de mouvements
de terrain dans l'urbanisme en Meurthe-et-Moselle

Etude préliminaire :

- * Secteur Nancy
- * Secteur Pont-à-Mousson

Planches hors texte

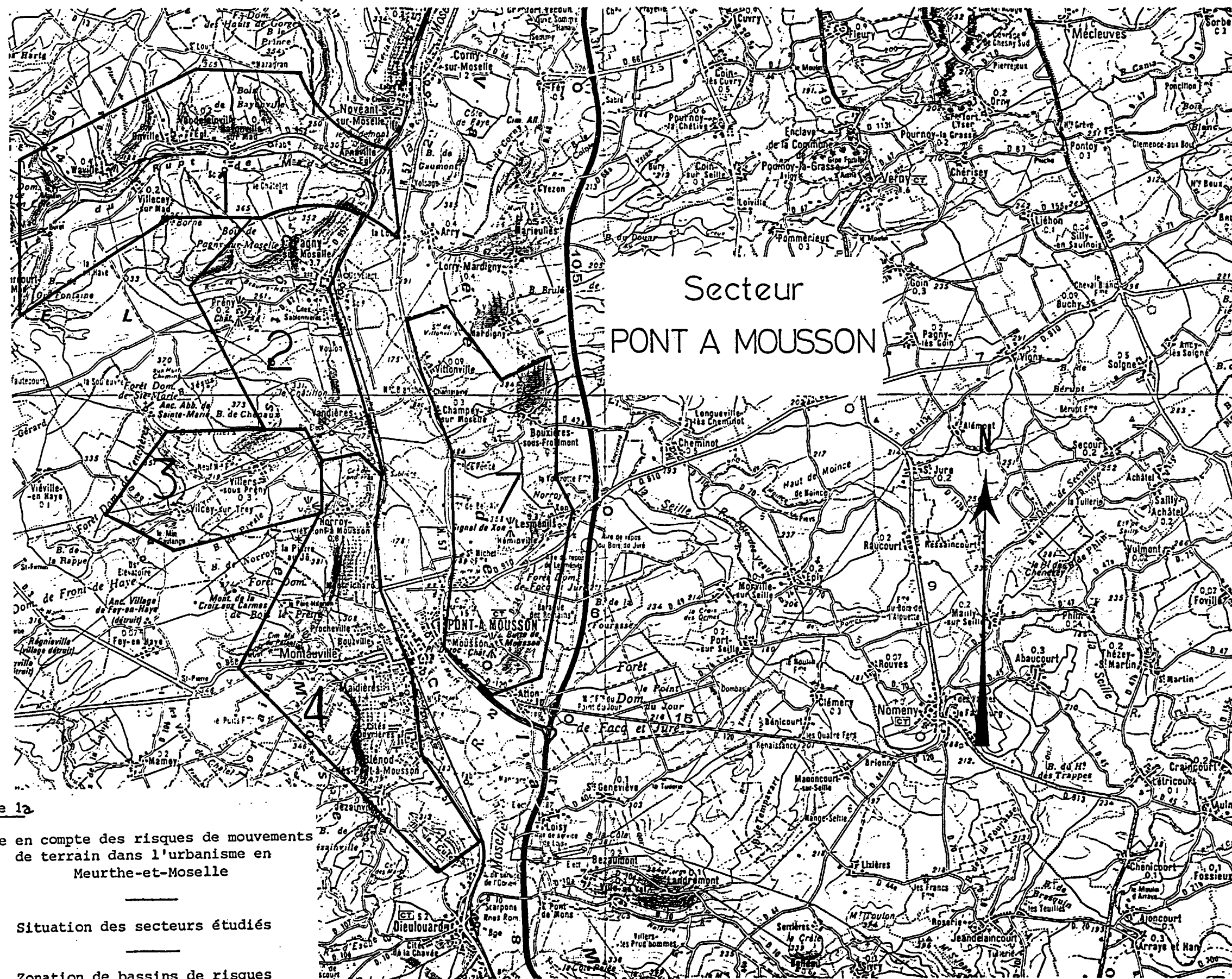
BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

établissement public
à caractère industriel
et commercial

Siège : Tour Mirabeau
39-43, quai André-Chevillon
57130 Paris cedex 15, France
Tél. : (33) 1 45.78.33.33
Téléc. : BRGM 780268 F
Télécopieur : (33) 1 45.78.34.38 (GR 3)
R.C. 58 8 5614 Paris
SIRET : 58205614800419

Service Géologique Régional
Lorraine

1, rue du Parc de Brabois
54500 Vandœuvre, France
Tél. : 83.51.43.51 ou 83.51.48.80
Télécopieur : 83.51.45.38



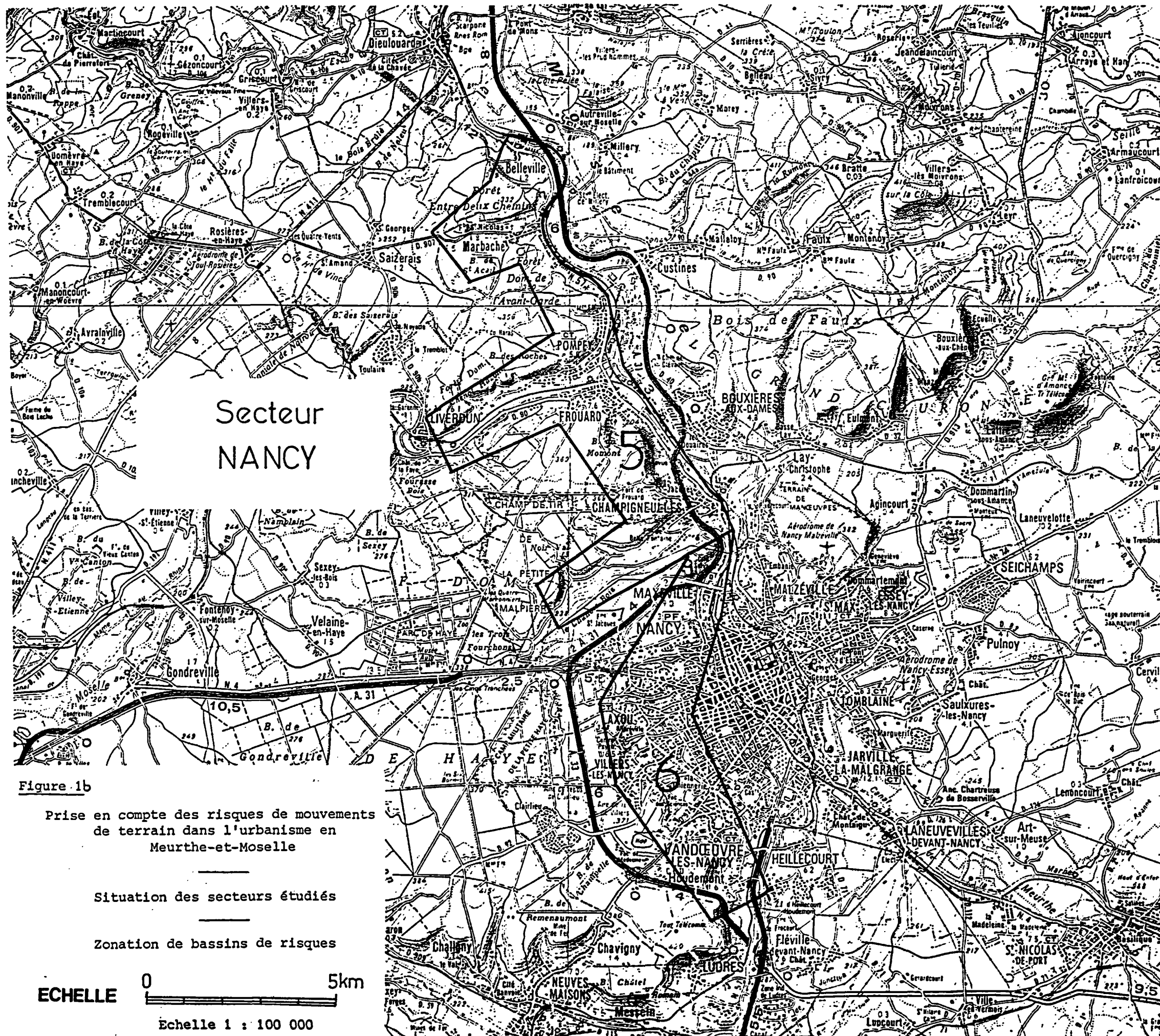




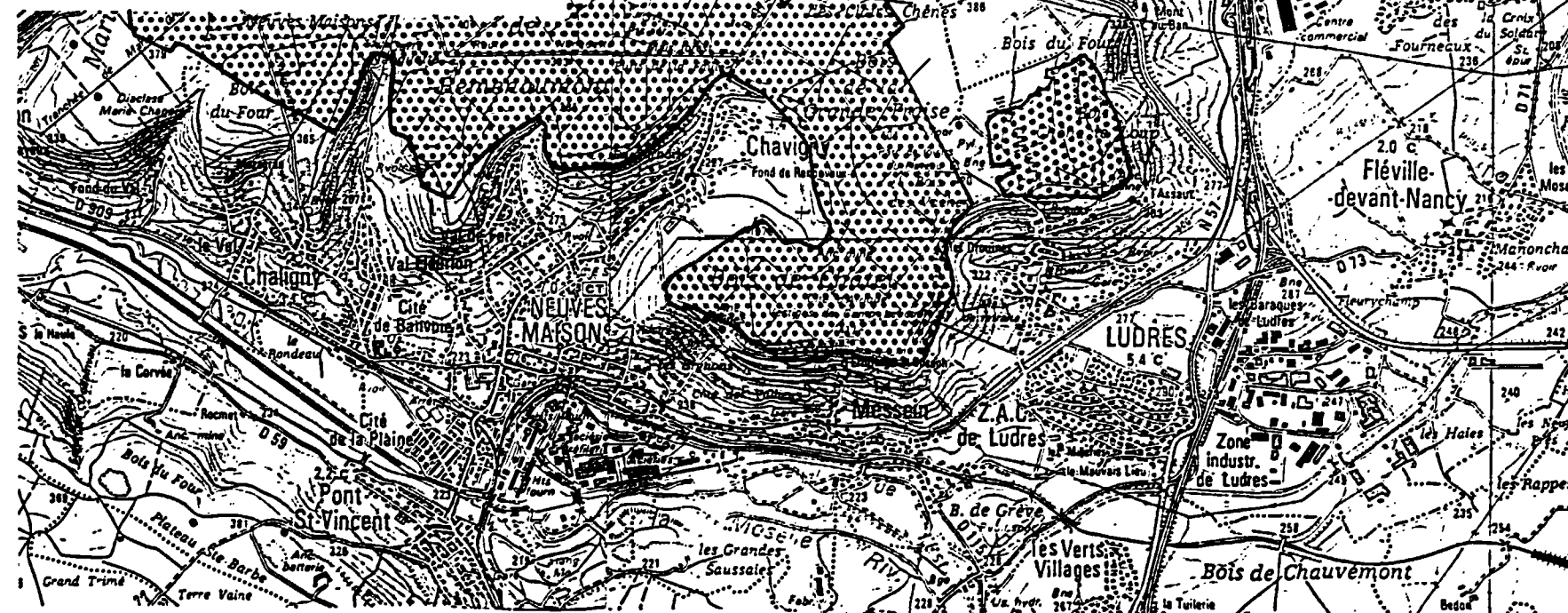
Fig. 3.1.

Prise en compte des risques de mouvements de terrain
dans l'urbanisme en Meurthe-et-Moselle

Carte des mouvements de terrains et des risques connus
(effondrements miniers, éboulements de falaises)
secteur de Nancy

Echelle 1: 50 000

0 1 2 3 km



LEGENDE



Glissement profond



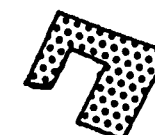
Glissement superficiel



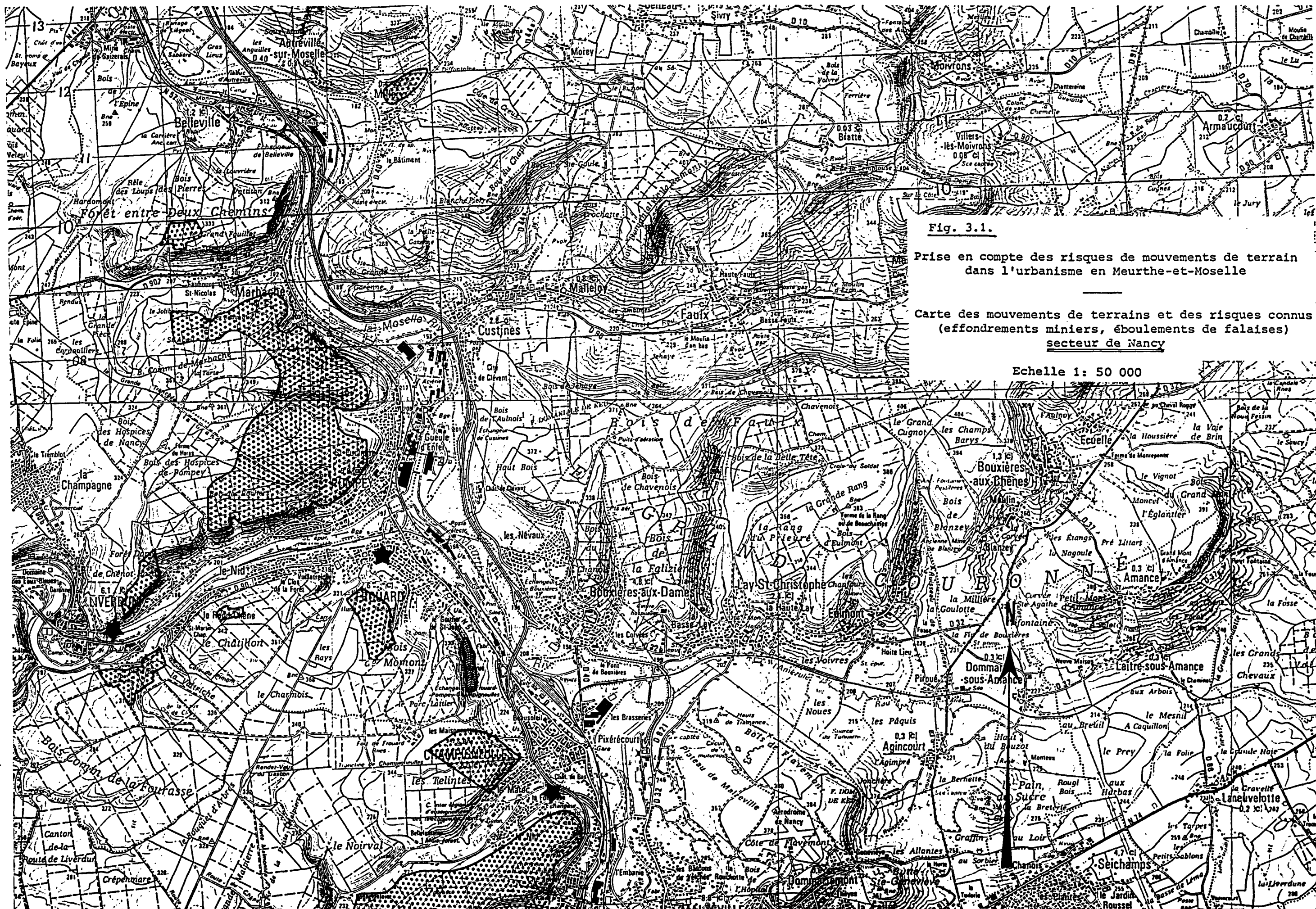
Glissement localisé

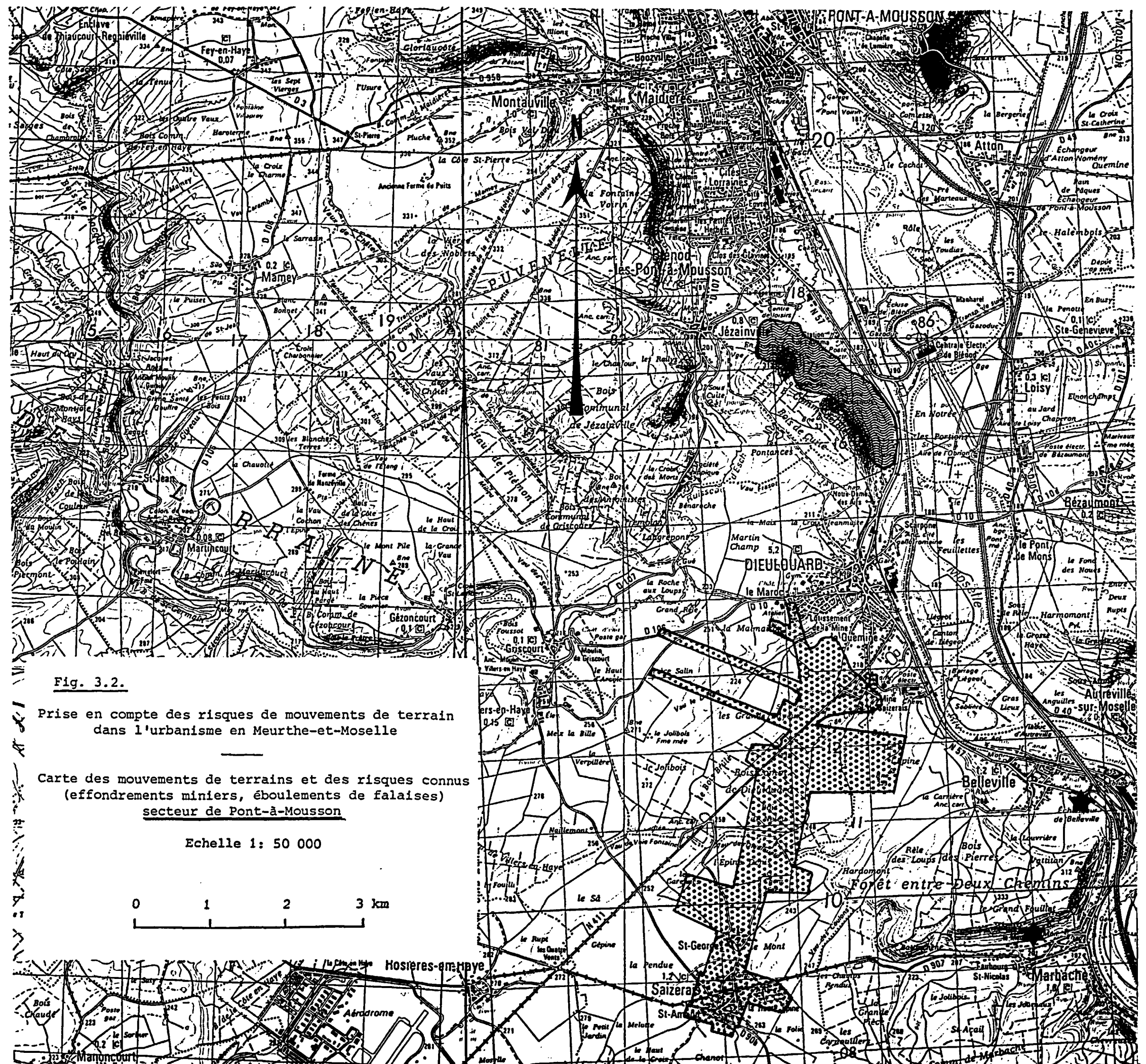


Zone de solifluxion



Anciennes exploitations de minerai de fer





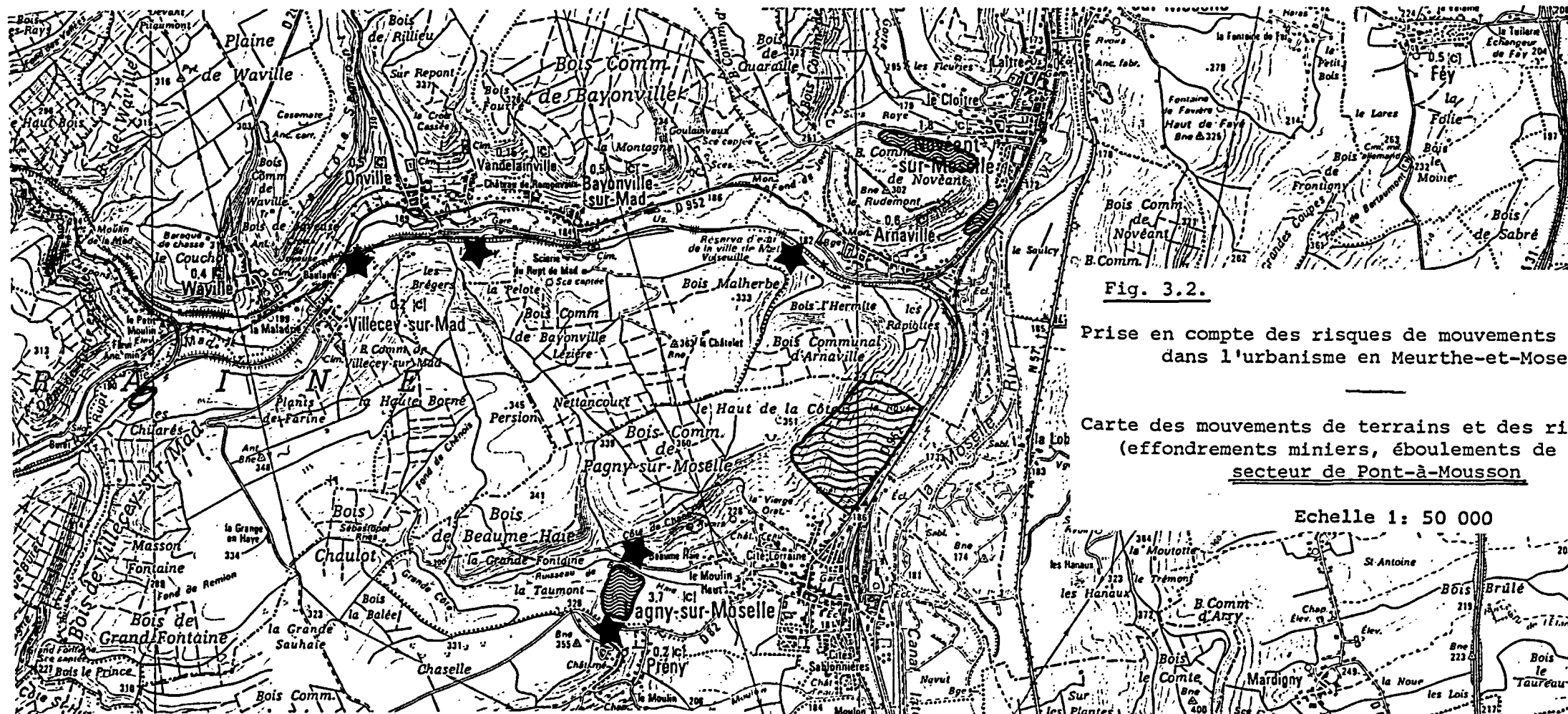


Fig. 3.2.

Prise en compte des risques de mouvements de terrain dans l'urbanisme en Meurthe-et-Moselle

Carte des mouvements de terrains et des risques connus (effondrements miniers, éboulements de falaises) secteur de Pont-à-Mousson

Echelle 1: 50 000

LEGENDE



Glissement profond



Glissement superficiel



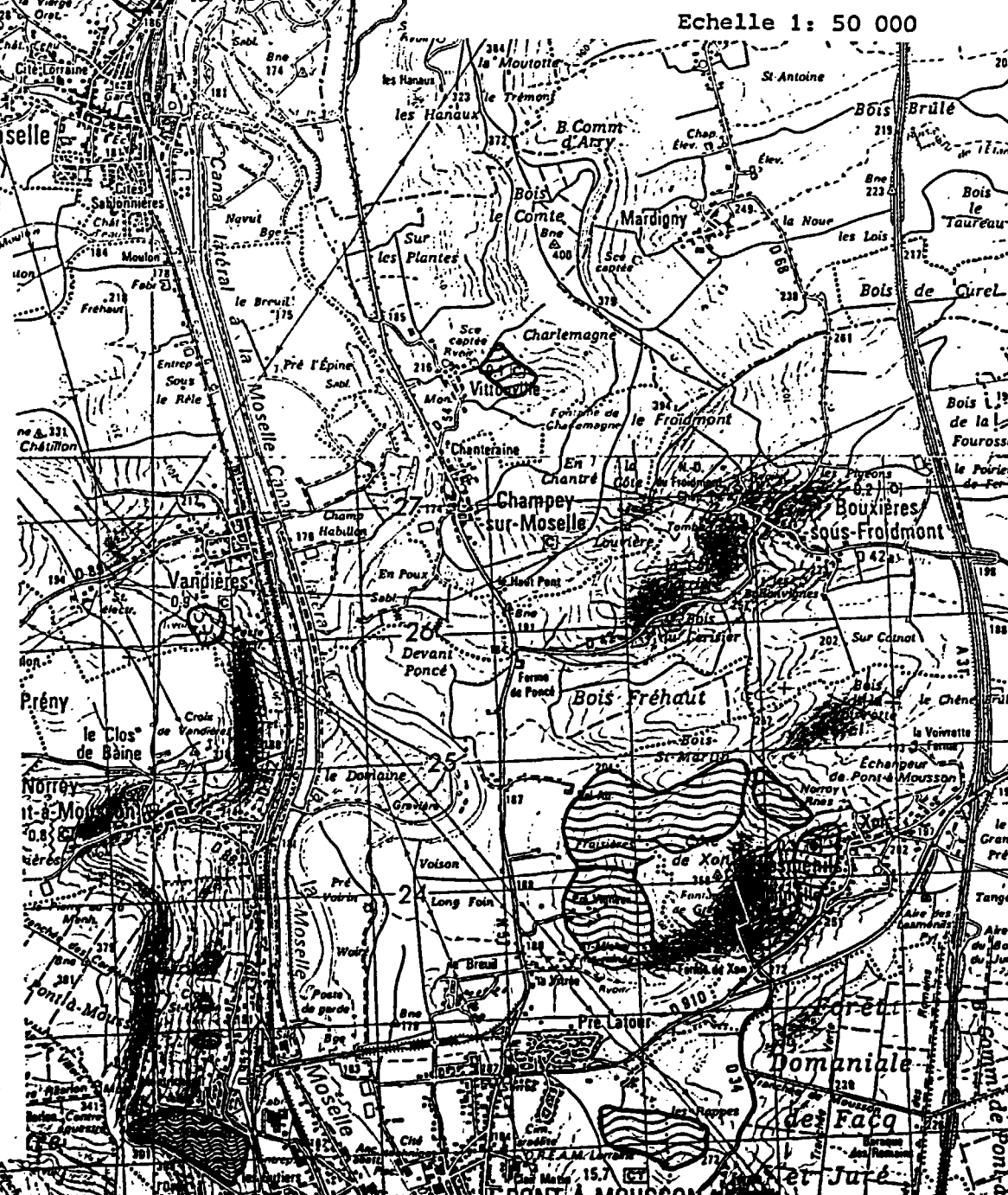
Glissement localisé



Zone de solifluxion



Anciennes exploitations de minerai de fer



NANCY

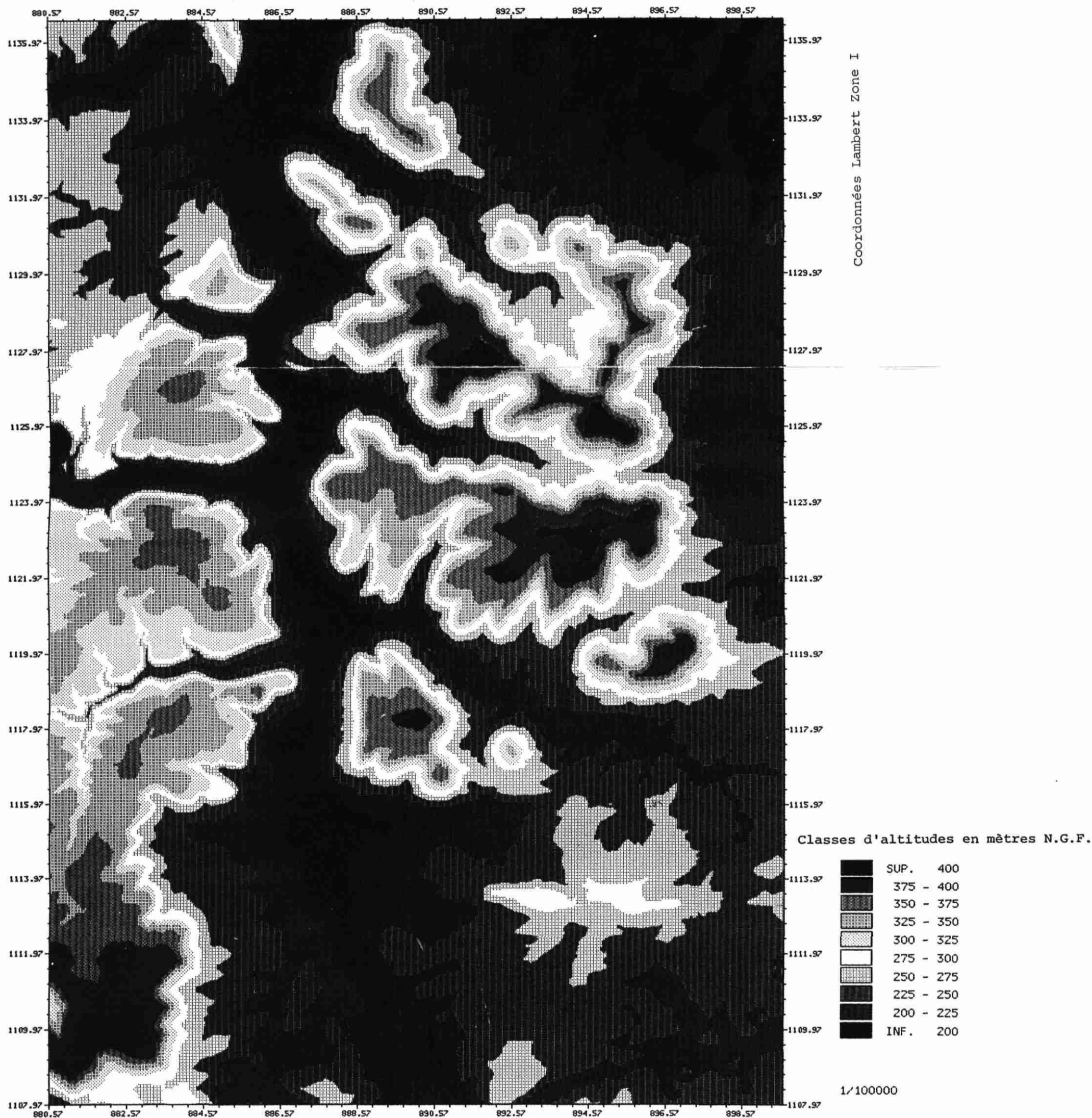


Figure 4.1. - Carte hypsométrique

NANCY

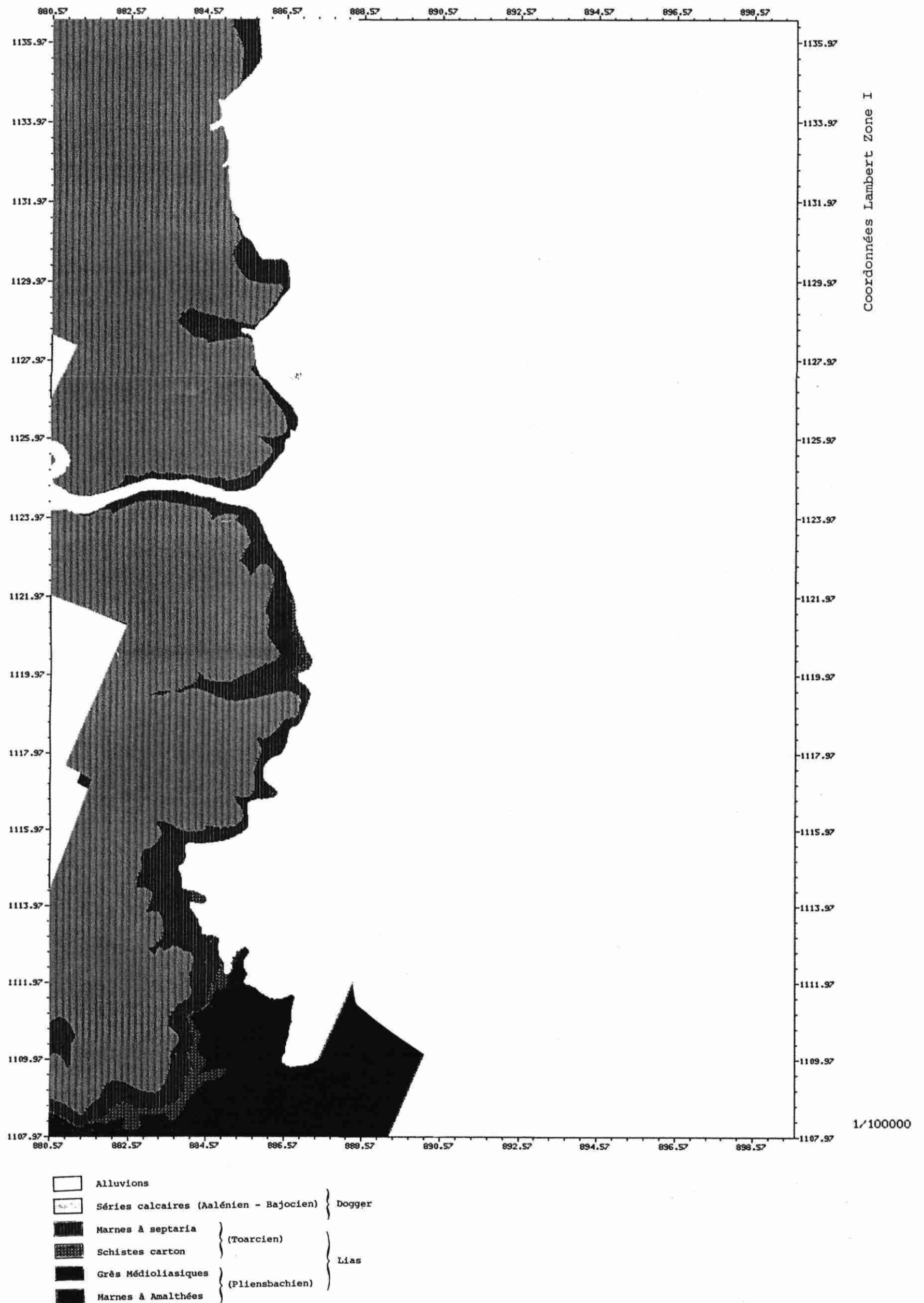


Figure 4.2. - Carte géologique

NANCY

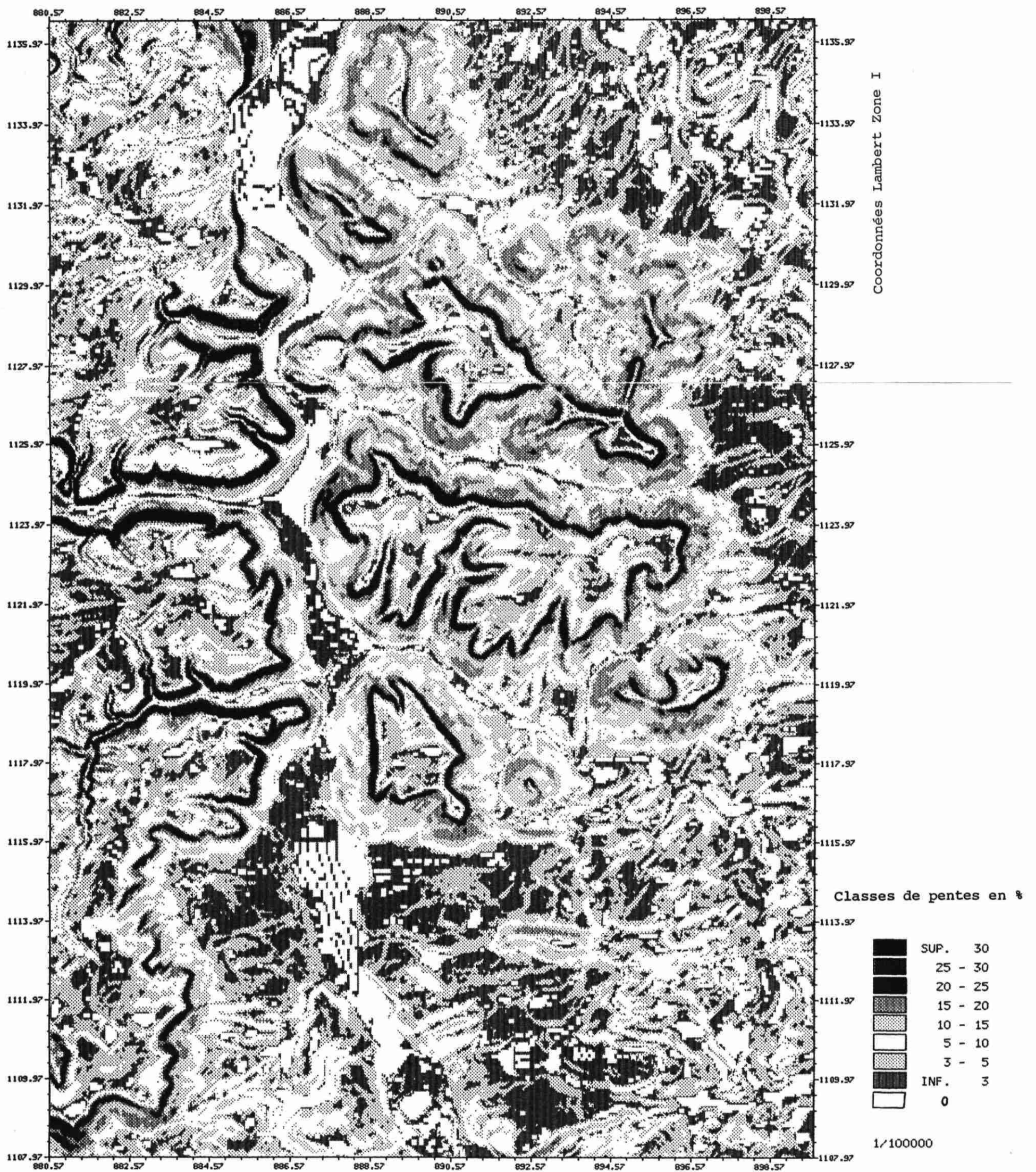


Figure 4.3. - Carte des pentes

NANCY

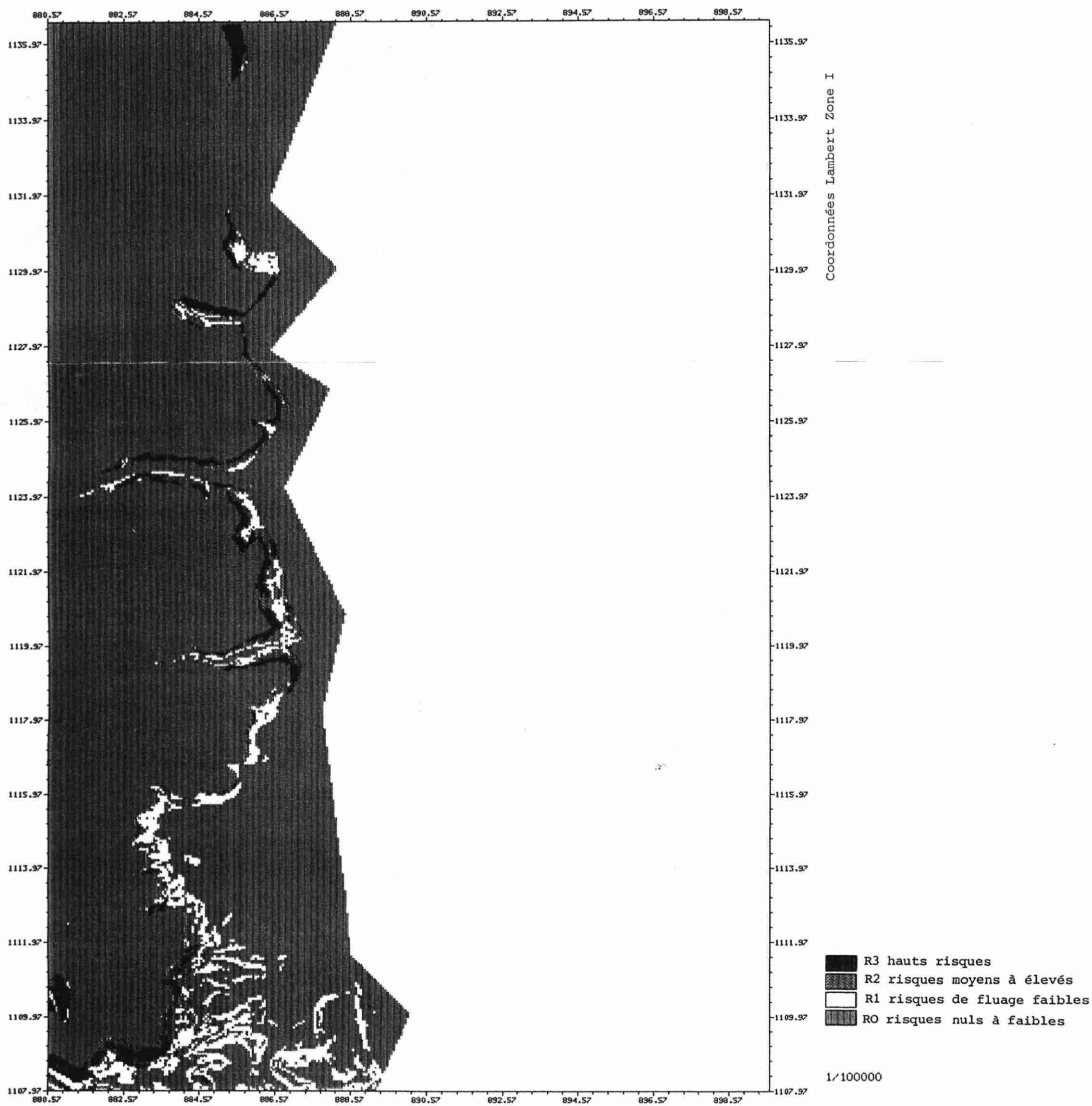


Figure 4.4. - Carte d'aléas



LEGENDE



Glissement profond



Glissement superficiel



Glissement localisé



Zone de solifluction



NANCY

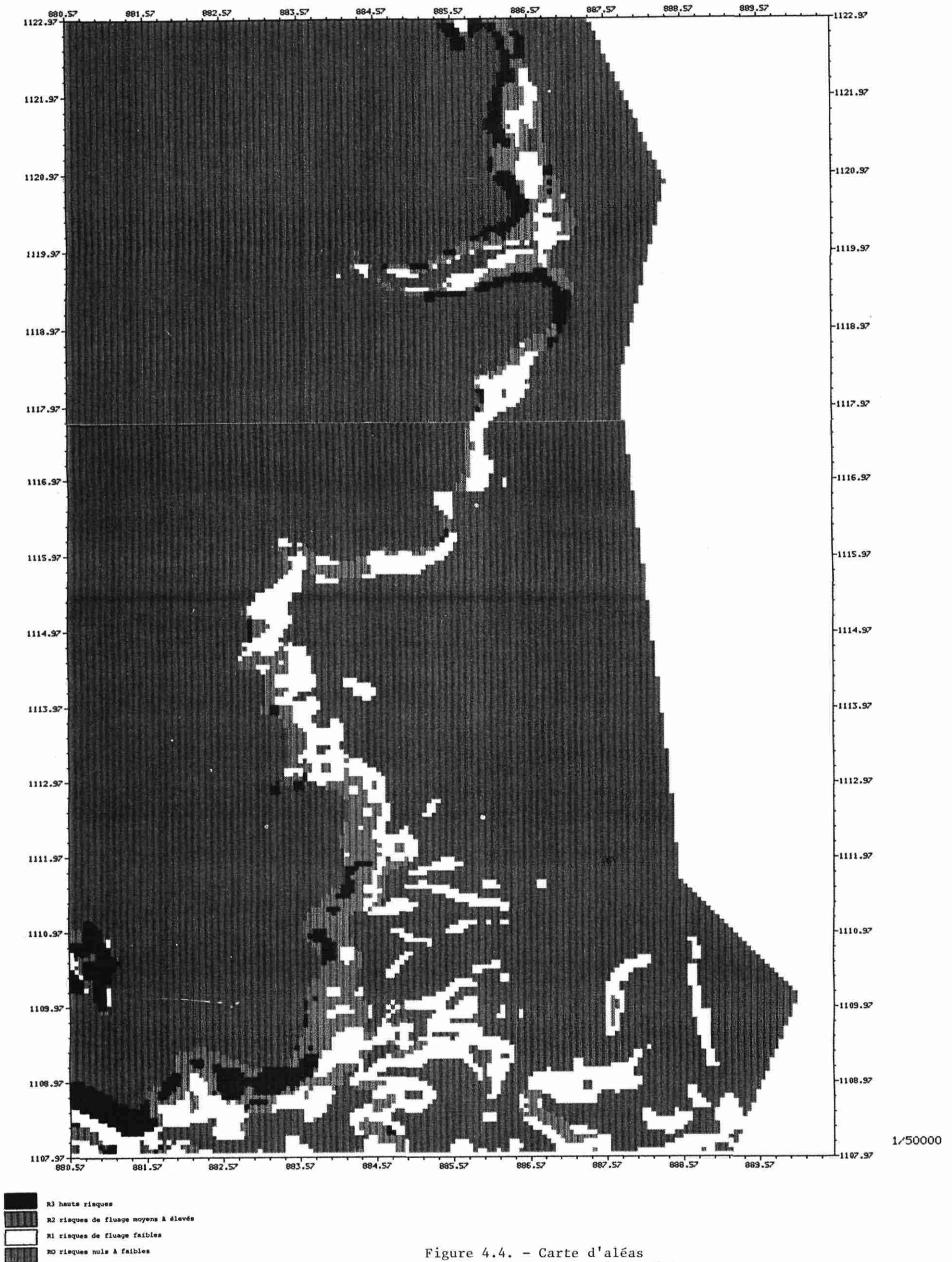


Figure 4.4. - Carte d'aléas
Secteur Nancy Sud

NANCY

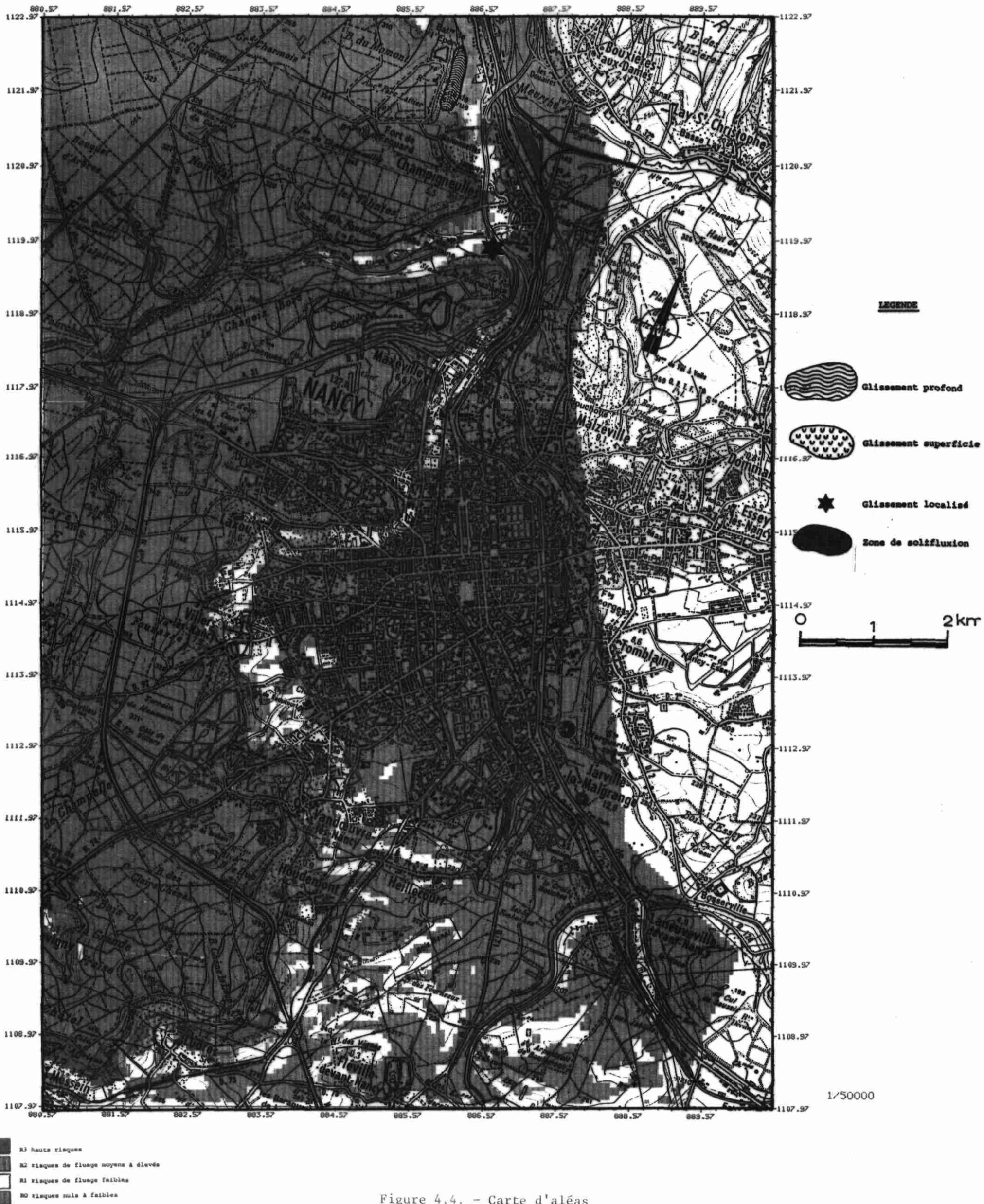


Figure 4.4. - Carte d'aléas
Secteur Nancy Sud



LEGENDE



Glissement profond



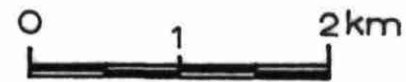
Glissement superficiel



Glissement localisé



Zone de solifluction



NANCY

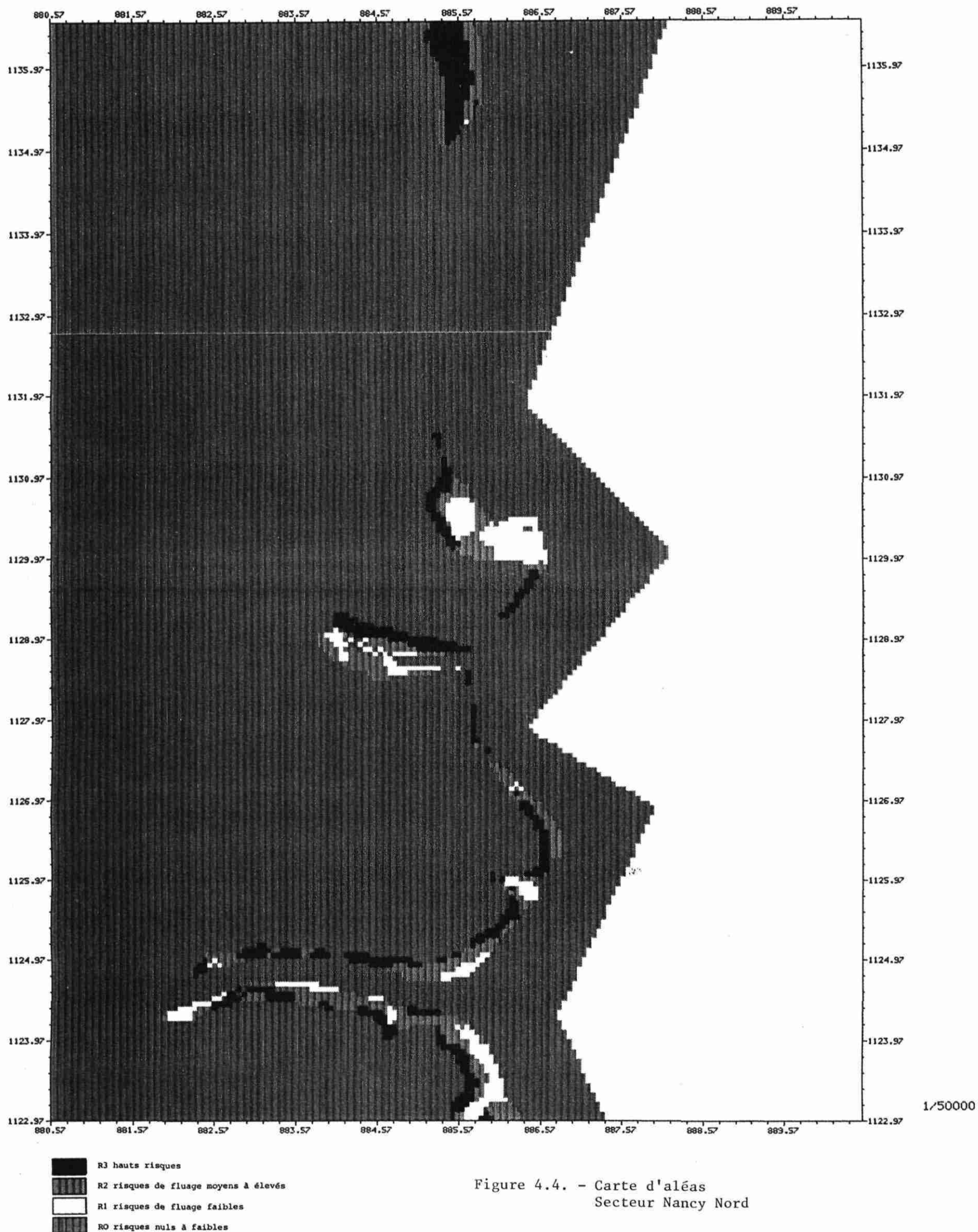


Figure 4.4. - Carte d'aléas
Secteur Nancy Nord

NANCY

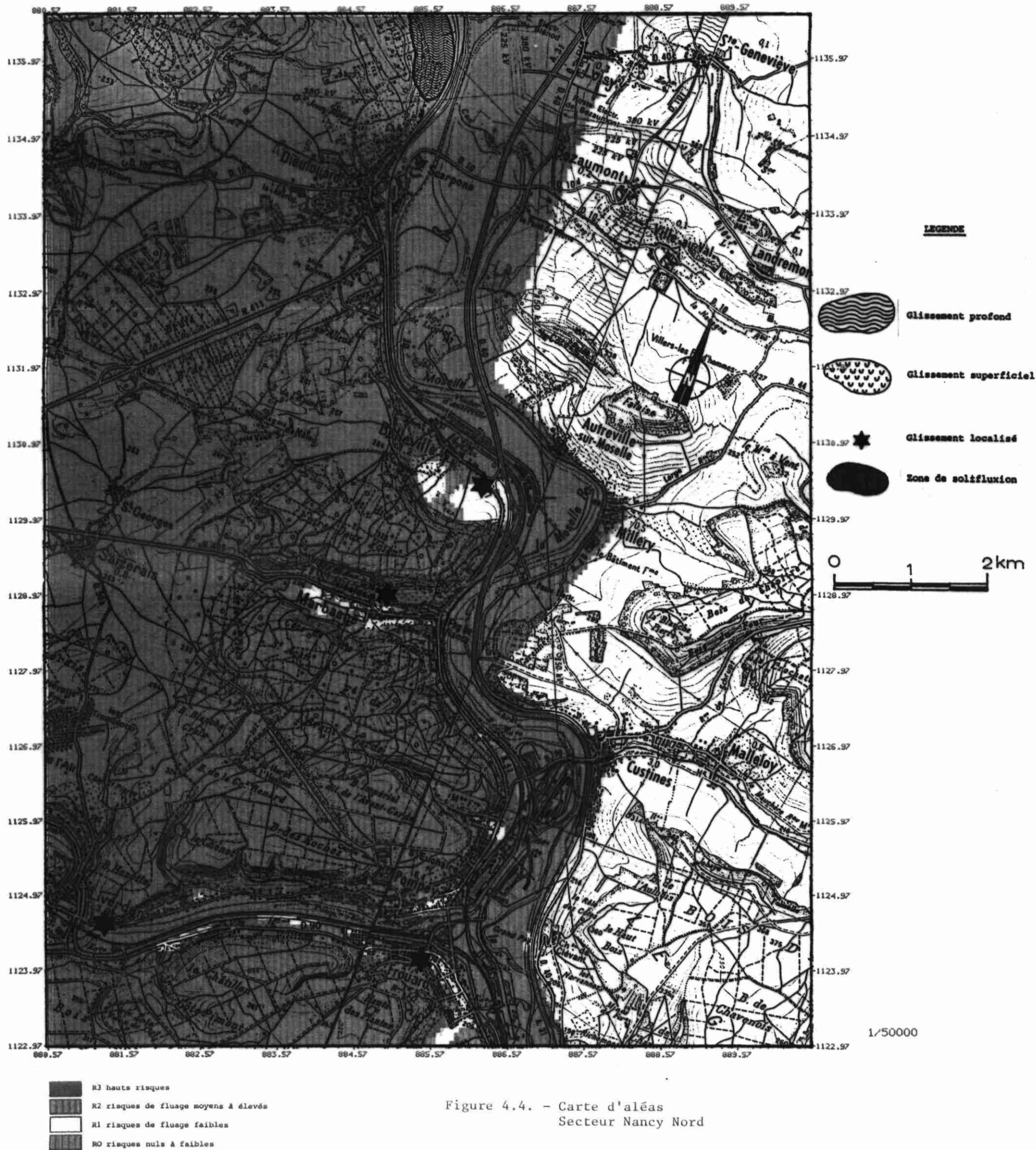


Figure 4.4. - Carte d'aléas
Secteur Nancy Nord

PONT A MOUSSON

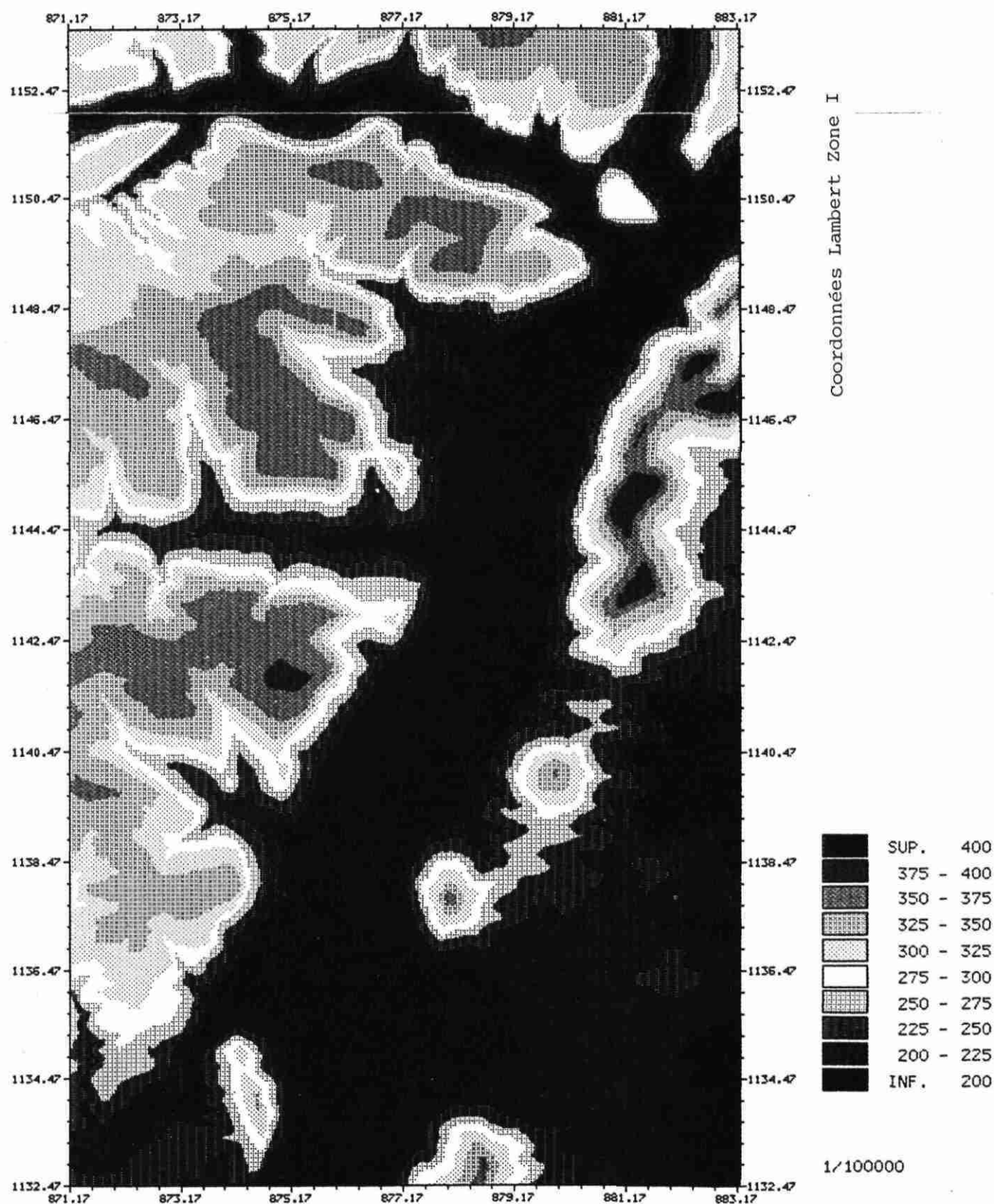


Figure 4.5. - Carte hypsométrique

PONT A MOUSSON

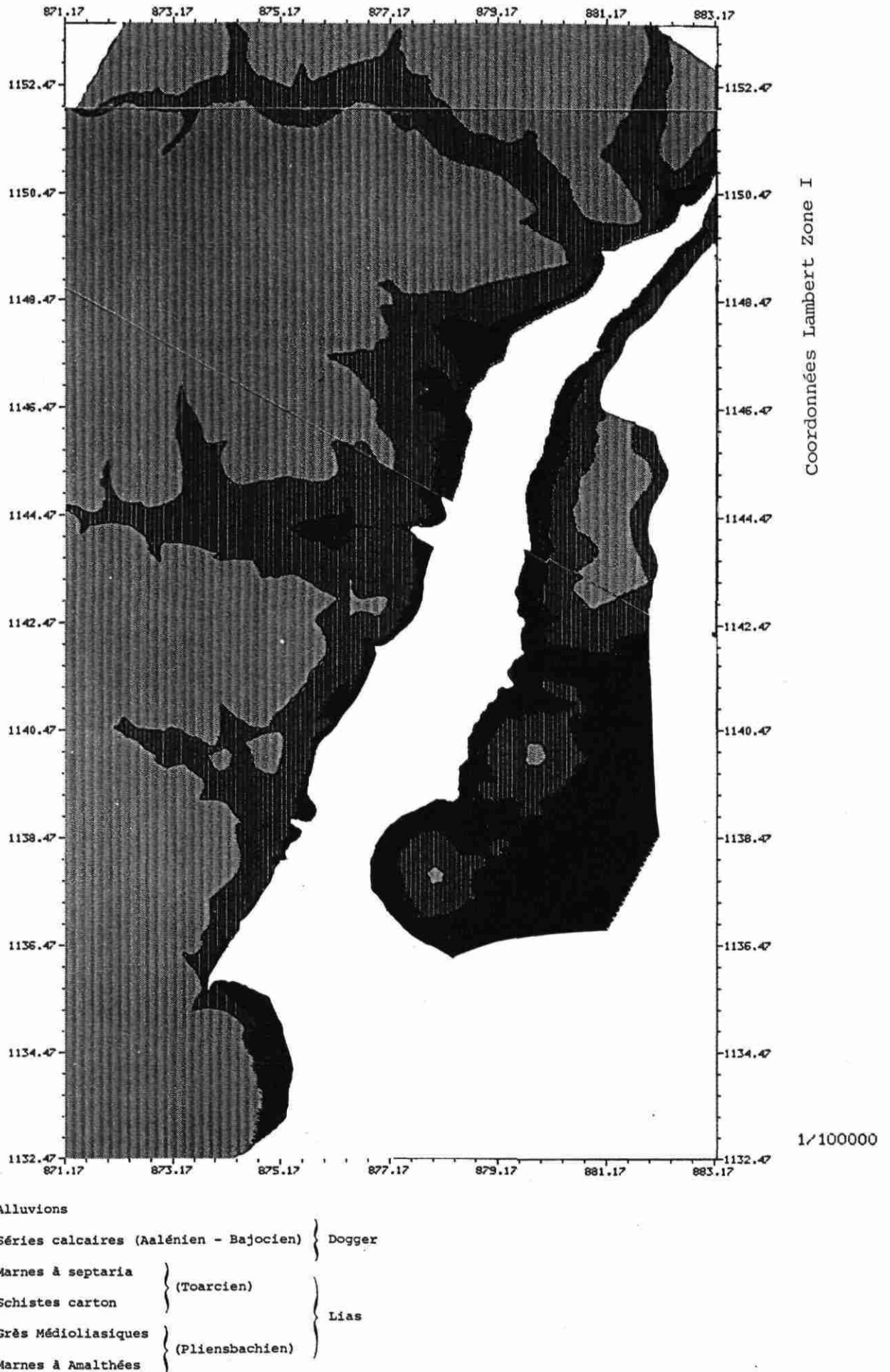


Figure 4.6. - Carte géologique

PONT A MOUSSON

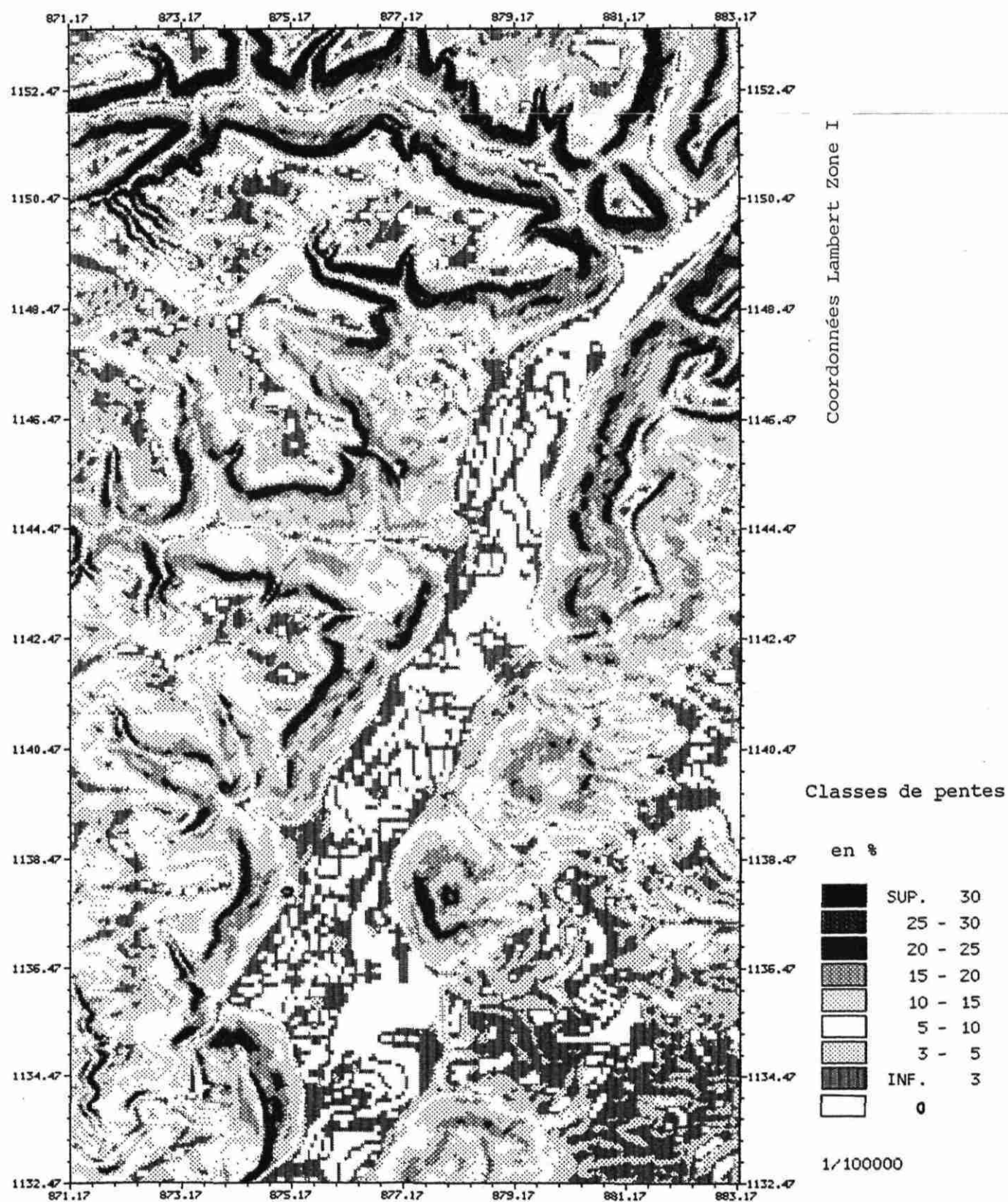
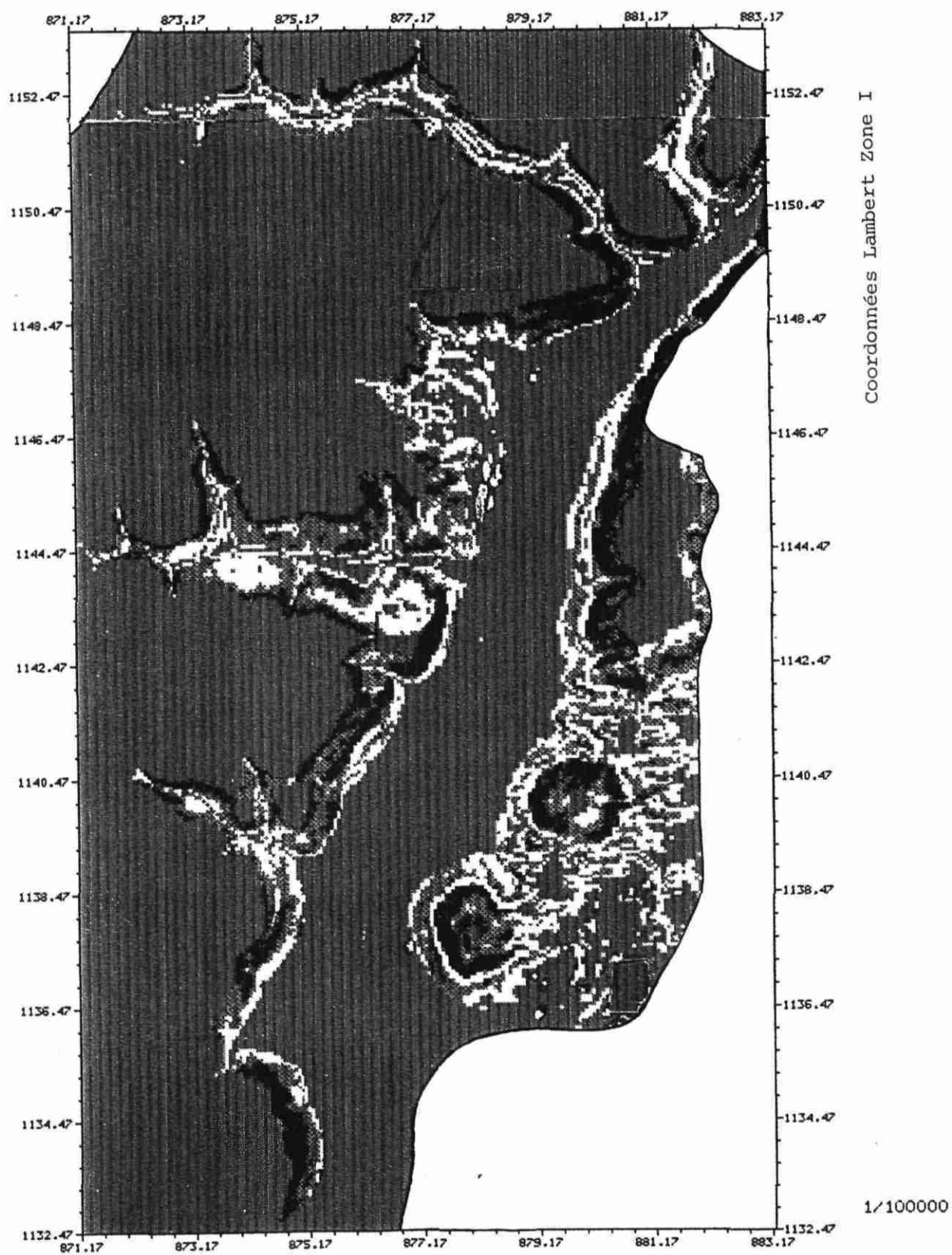


Figure 4.7. - Carte des pentes

PONT A MOUSSON



-  R3 hauts risques
-  R2 risques moyens à élevés
-  R1 risques de fluage faibles
-  R0 risques nuls à faibles

Figure 4.8 - Carte d'aléas



LEGENDE



Glissement profond



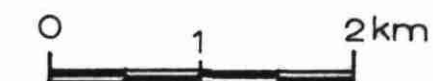
Glissement superficiel



Glissement localisé



Zone de solifluxion



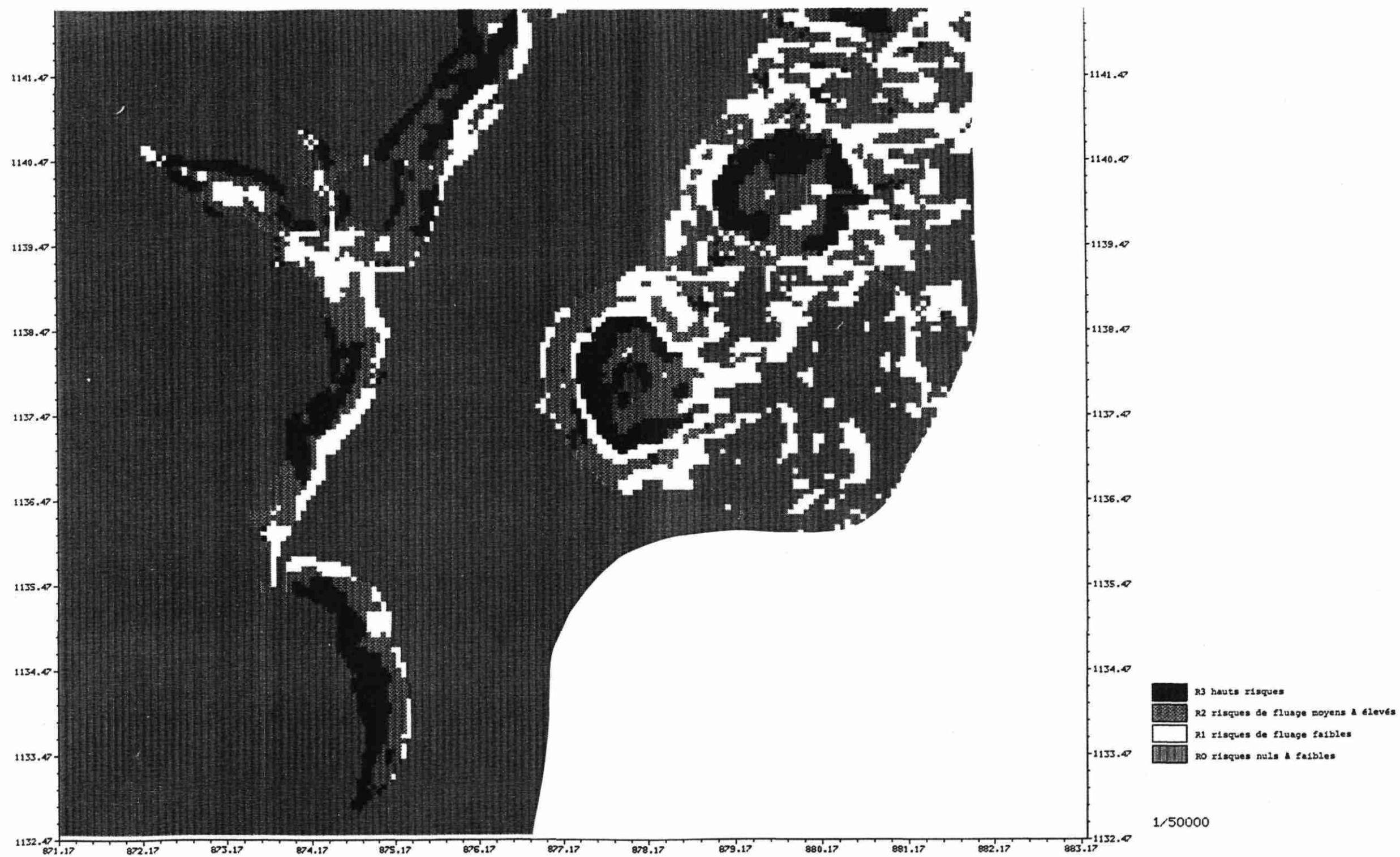


Figure 4.8. - Carte d'aléas
secteur Pont-à-Mousson Sud

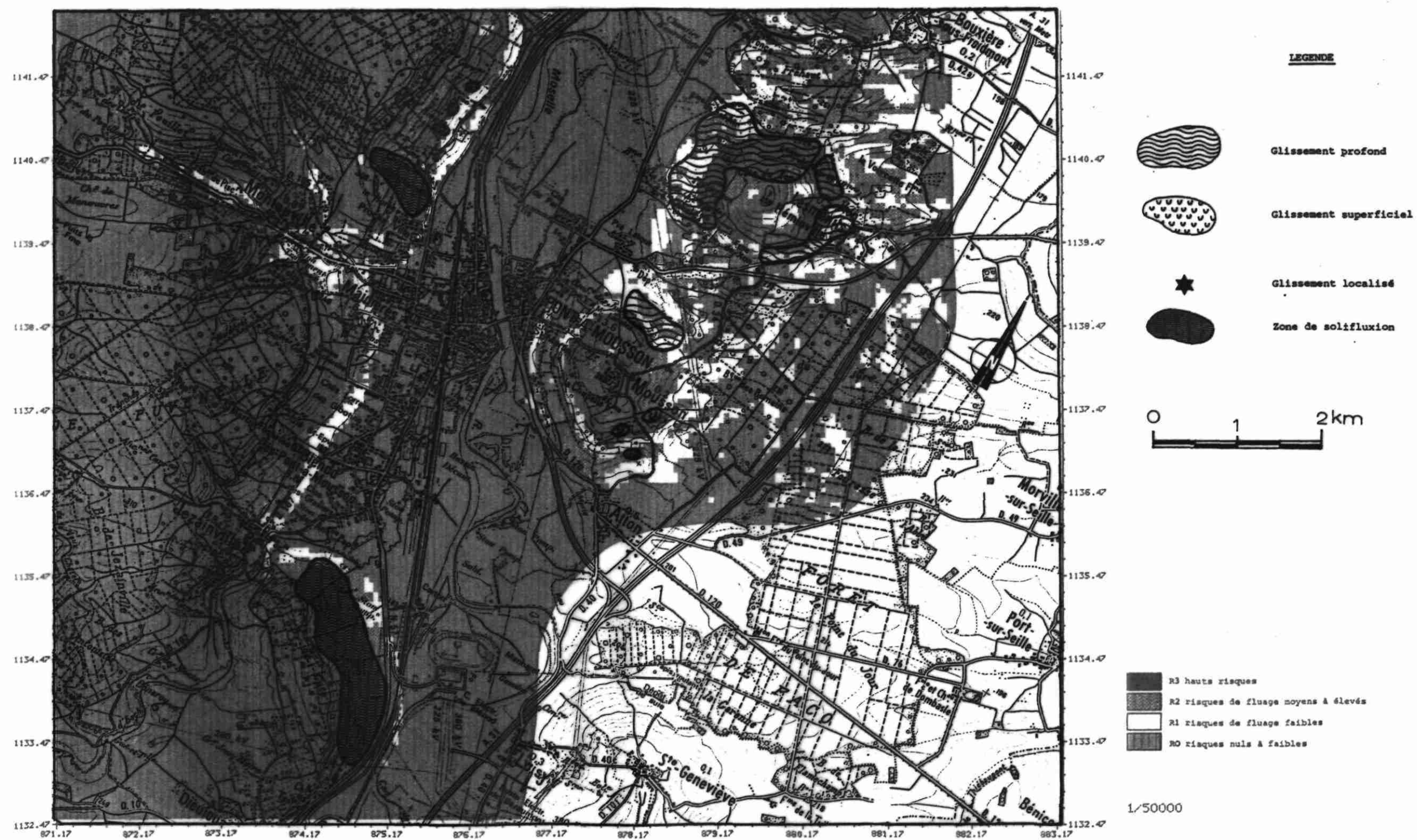


Figure 4.8. - Carte d'aléas
secteur Pont-à-Mousson Sud



Figure 1

PONT A MOUSSON

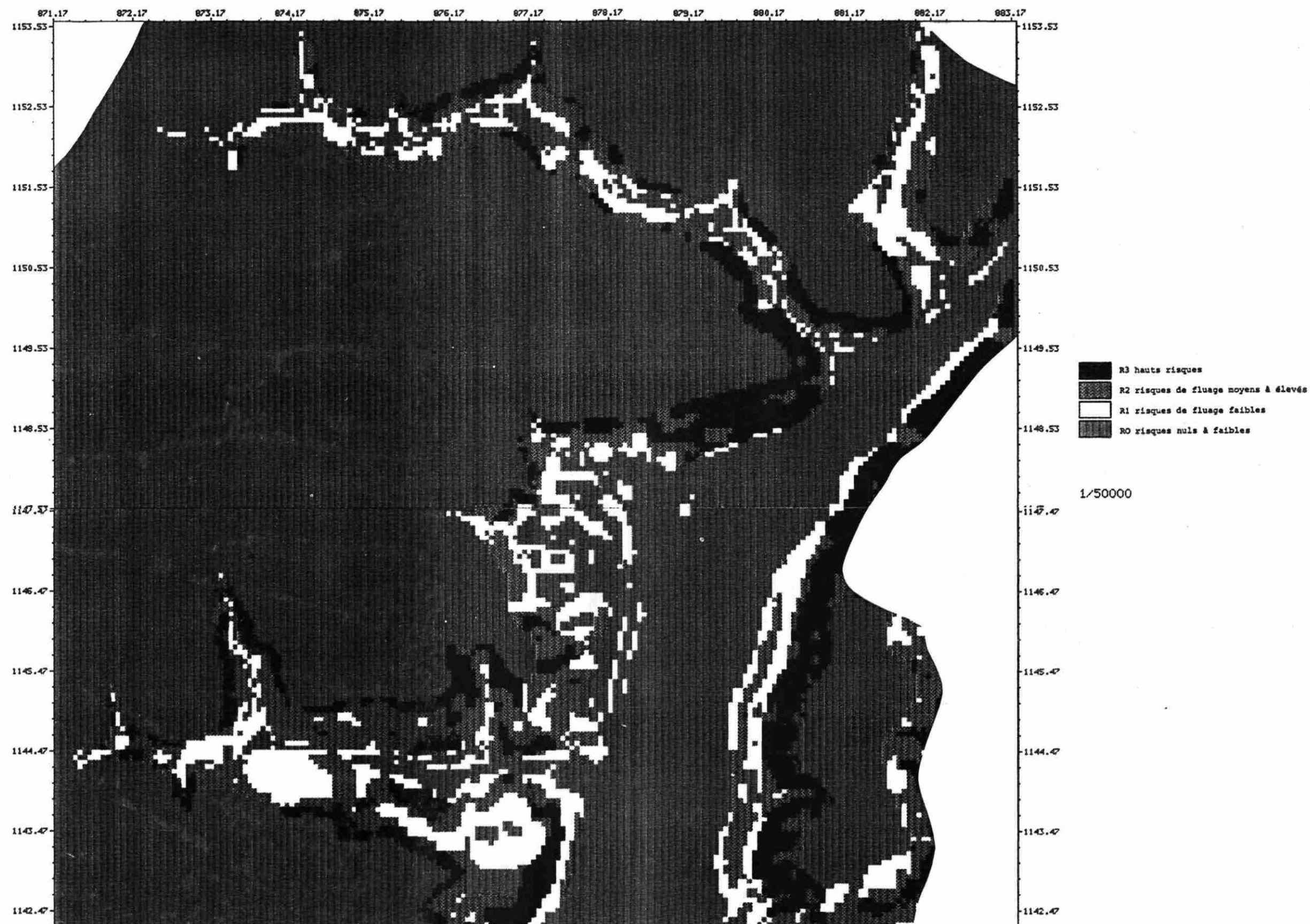
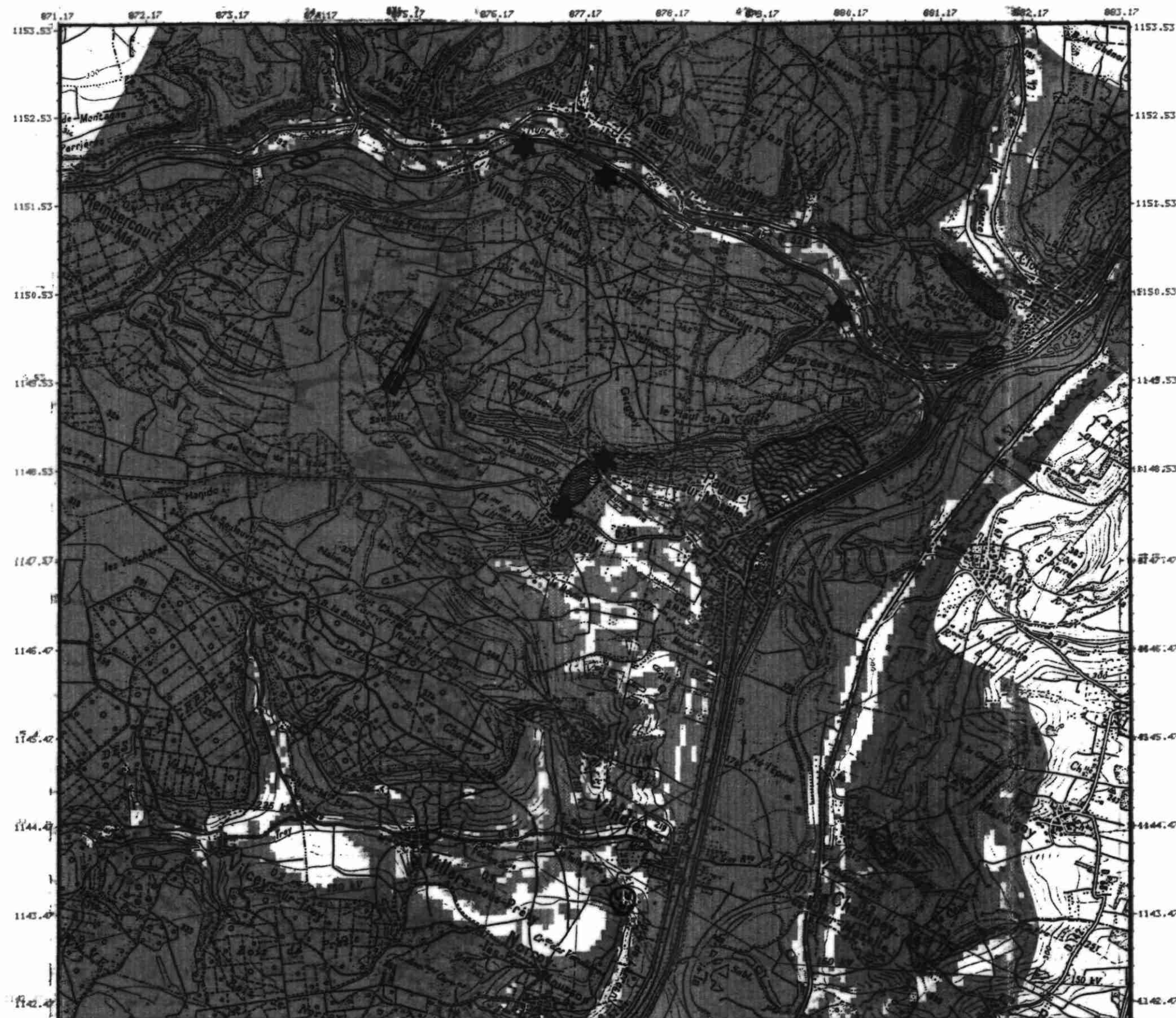


Figure 4.8. - Carte d'aléas
secteur Pont-à-Mousson Nord

PONT A MOUSSON



LEGENDE



Glissement profond



Glissement superficiel



Glissement localisé



Zone de solifluxion



- R3: hauts risques
- R2: risques de fluage moyens à élevés
- R1: risques de fluage faibles
- R0: risques faibles à faibles

1/50000

Figure 4.8. - Carte d'aléas
secteur Pont-a-Mousson Nord