

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT,
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DES TRANSPORTS

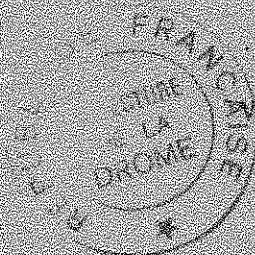
DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'EQUIPEMENT
DE LA DROME

COMMUNE DE BOURDEAUX

PLAN D'EXPOSITION AUX RISQUES

"MOUVEMENTS DE TERRAIN"

rapport de présentation



pour être annexé à mon arrêté en date du

12 DEC. 1988

Par délégation
Le Chef du S.I.M.C.E.D. - P.C.


J. FAIVRE

LABORATOIRE REGIONAL DES PONTS ET CHAUSSEES DE LYON
REGION RHONE-ALPES



CENTRE D'ETUDES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT DE LYON

109, avenue Salvador Allende - BP 48 - 69672 BRON CEDEX - Tel. 78.41.31.25

Section GEOLOGIE

**MAIRIE DE BOURDEAUX
DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'EQUIPEMENT DE LA DROME**

**COMMUNE DE BOURDEAUX
PLAN D'EXPOSITION AUX RISQUES
"MOUVEMENTS DE TERRAIN"**

RAPPORT DE PRESENTATION

**CENTRE D'ETUDES TECHNIQUES DE
L'EQUIPEMENT DE LYON**

**Laboratoire Régional des Ponts
et Chaussées**

**109, Avenue Salvador Allende
Boite Postale 48**

**69672 - BRON CEDEX
Tél. : 78.41.81.25**

**DOSSIER : P/18006
MAI 1987**

SOMMAIRE DU RAPPORT DE PRESENTATION

* * *

INTRODUCTION

Page
4

Justification, procédure d'élaboration et contenu du P.E.R.

A - DONNEES PHYSIQUES

9

I - CADRE REGIONAL

1. Présentation économique de la région

- a) La population
- b) La construction
- c) Activités économiques

2. Présentation géographique de la région

II - FORMATIONS GEOLOGIQUES RENCONTREES

11

- II.1.- Formations sédimentaires : des plus récentes
aux plus anciennes
- II.2.- Les formations quaternaires

III - HISTORIQUE - FAITS MARQUANTS

13

- a) Les inondations
- b) Les sécheresses
- c) Les tremblements de terre
- d) Les glissements de terrain

IV - ELEMENTS DE TECTONIQUE REGIONALE

15

V - MORPHOLOGIE

15

VI - HYDROLOGIE

16

B - ANALYSE PRATIQUE

17

I - ENQUETE

17

II - CARTE GEOLOGIQUE ET INFORMATIVE

III - TYPOLOGIE DES MOUVEMENTS OBSERVES

- III.1.- Les ravinements
- III.2.- Les glissements
- III.3.- Les chutes de blocs et de pierres
- III.4.- Les éboulis

IV - LA CARTE CLINOMETRIQUE

21

C - <u>SYNTHESE DES DONNEES : ZONAGE DES NIVEAUX DE RISQUES</u>	22
I - DETERMINATION DES CRITERES	22
II - DEFINITION DU ZONAGE DES NIVEAUX DE RISQUES	22
1. Niveaux "Violet foncé" (Violet 3) - Risque fort	
2. Niveaux "Blancs" - Risque présumé nul	
3. Niveaux "Violet moyen"	
Niveaux "Violet 2" - Risque moyen	
Niveaux "Violet 1" - Risque faible	
D - <u>PRISE EN COMPTE DE L'ALEA SISMIQUE</u>	26
I - ALEA SISMIQUE REGIONAL	26
I.1.- Historique	
I.2.- Provinces sismotectoniques	
I.3.- Interprétation des données	
II - ALEA SISMIQUE LOCAL	28
II.1.- Les phénomènes induits	
a) Liquéfaction	
b) Eboulement rocheux	
c) Les glissements	
III - PROTECTION	31
IV - RECAPITULATION	32
E - <u>CONCLUSIONS SUR LA CARTE DES RISQUES</u>	33
F - <u>ETABLISSEMENT D'UNE CARTE DE VULNERABILITE</u>	34
G - <u>PROPOSITION D'UN ZONAGE P.E.R.</u>	37

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES RELATIVES A L'ALEA SISMIQUE

INTRODUCTION

JUSTIFICATION, PROCEDURE D'ELABORATION ET CONTENU DU P.E.R.

1. Justification du P.E.R.

L'application de la loi du 13 Juillet 1982 relative à d'indemnisation des catastrophes naturelles, donne lieu à l'élaboration par l'Etat de plans d'exposition aux risques naturels prévisibles (P.E.R.).

Un P.E.R. doit fournir des renseignements et informations, tant sur les risques potentiels et les techniques de prévention que sur la réglementation de l'occupation et l'utilisation du sol. Il doit aussi permettre de limiter les dommages, résultats des effets des catastrophes naturelles, et d'améliorer la sécurité des personnes et des biens.

Une importante partie du territoire de la commune est occupée par des formations marneuses sensibles aux ravinements et aux glissements. L'existence de falaises gréseuses constitue d'autre part, localement, une source de chutes de blocs potentiels.

Il est donc apparu opportun d'établir un P.E.R. en raison des risques existant dans la commune compte tenu du contexte géologique (cf. rapport d'étude - première partie).

2. La procédure d'élaboration du P.E.R.

Cette procédure comprend plusieurs phases administratives :

- le Préfet, Commissaire de la République du Département, prescrit par arrêté l'établissement du P.E.R.,
- le P.E.R. est ensuite rendu public et soumis à l'enquête publique par arrêté préfectoral, après avis du Conseil Municipal,

- le plan est alors approuvé après avis du Conseil Municipal en tenant compte des résultats de l'enquête publique,
- Le P.E.R. est opposable au tiers dès l'exécution de la dernière mesure de publicité de l'acte l'ayant approuvé.

Conformément à l'article 5.1. de la loi du 13 Juillet 1982, le P.E.R. entre en vigueur le 30^e jour d'affichage en mairie de l'acte d'approbation.

Le P.E.R. vaut servitude d'utilité publique. A ce titre, il doit être annexé au Plan d'Occupation des Sols (article R 126-1 du Code de l'Urbanisme).

3. Périmètre d'étude et contenu du P.E.R. - Méthodologie des études techniques

Le périmètre étudié englobe l'ensemble du territoire de la commune de BOURDEAUX.

Un arrêté préfectoral en a prescrit l'établissement :

- Arrêté préfectoral n° 6302 du 2 Décembre 1986, au titre des mouvements de terrains.

Les études techniques ont été effectuées sur l'ensemble du territoire communal ; elles ont été plus poussées dans les zones qui ont été le siège de phénomènes notables recensés et/ou observés.

La méthodologie est relativement simple ; nous indiquons ci-après les différentes phases chronologiques du processus technico-administratif afin de bien situer les étapes importantes et successives de l'élaboration du P.E.R., objet du présent rapport d'étude où elles seront explicitées :

. Elaboration d'une carte de risques :

Ce document nécessite un certain nombre d'opérations intermédiaires parmi lesquelles on peut citer :

- examen des photos aériennes et reconnaissance géologique de terrain,
- enquête historique et locale sur les mouvements de terrains,
- établissement d'une typologie des mouvements,
- cartographie des formations géologiques et des indices morphologiques de mouvement (cf. carte géologique et informative hors texte - n° 1)
- établissement d'une carte des pentes (cf. carte hors texte - n° 2),
- synthèse des données - définition des critères de zonage des niveaux de risques,
- élaboration d'une carte synthétique des niveaux de risques (cf. carte hors texte - n° 3).

. Production d'une carte de vulnérabilité :

- appréciation des valeurs économiques de la commune (nombre d'habitants, bâtiments, nature des secteurs homogènes),
- établissement d'une carte des zones homogènes de vulnérabilité,
- hiérarchisation de la vulnérabilité (dommages prévisibles) avec rappel des types de phénomènes et des degrés de risques (cf. carte hors texte - n° 4).

. Etablissement d'un projet de plan d'exposition aux risques :

- synthèse de l'ensemble des documents graphiques,
- zonage en zones blanches, bleues et rouges (zonage P.E.R. (PIECE B)).

. Etablissement d'un règlement :

- projet d'occupation ou d'utilisation des sols à l'intérieur des zones délimitées par les documents graphiques et conditions requises,
- proposition de mesures de prévention et de protection dans les zones bleues.

Les pièces constitutives d'un P.E.R. étant actuellement

- le rapport de présentation,
- les documents graphiques,
- le règlement.

La présente étude comprend donc :

- tous les éléments descriptifs, analytiques et synthétiques devant figurer dans le rapport de présentation (PIECE A),
- le zonage du P.E.R. (PIECE B),
- le projet de règlement (PIECE C),

On trouvera en pièces annexes :

- les documents graphiques, cartes 1, 2, 3, 4,
- les mesures de protections (tableaux et fiches techniques),

Rapport de présentation

A - DONNEES PHYSIQUES

I - CADRE REGIONAL

1. Présentation économique de la commune

Située à 30 km au Sud Est de CREST dans la DROME, la commune de BOURDEAUX s'étend de part et d'autre de la vallée du ROUBION sur une superficie de 2 311 ha.

a) La population

En un demi siècle, la population de BOURDEAUX a considérablement diminué, cela étant dû à l'exode rural.

Recensements	1936	1954	1962	1968	1975	1982	1985
Population	842	680	613	550	536	578	633 estimation
Taux de variation				- 10 %	- 2,5 %	+ 8 %	+ 8 %

Un déséquilibre entre les décès et les naissances persiste :

- de 1968 à 1975 : 6 naissances contre 68 décès (- 62),
- de 1975 à 1982 : 42 naissances contre 69 décès (- 27).

b) La construction

Sur la superficie totale de la commune, 550 parcelles sur 2 706 sont bâties, soit plus de 20 % des propriétés. Il s'agit le plus souvent de fermes isolées ou regroupées en petits hameaux (le RASTEL, les SIBOURS). L'habitat est très disséminé sur l'ensemble de la commune, mis à part le village de BOURDEAUX.

c) Activité économique

Le tourisme, principale activité saisonnière de la commune augmente le nombre d'habitants de BOURDEAUX pendant l'été (600 habitants hors saison, plus de 1 000 l'été).

L'activité agricole se situe principalement dans les cuvettes et sur les versants ensoleillés, à l'Ouest, à l'Est et au Sud. Un tiers des terres de la commune est classé comme terres labourables et 1/20 comme prés et pâturages.

2. Présentation géographique de la commune

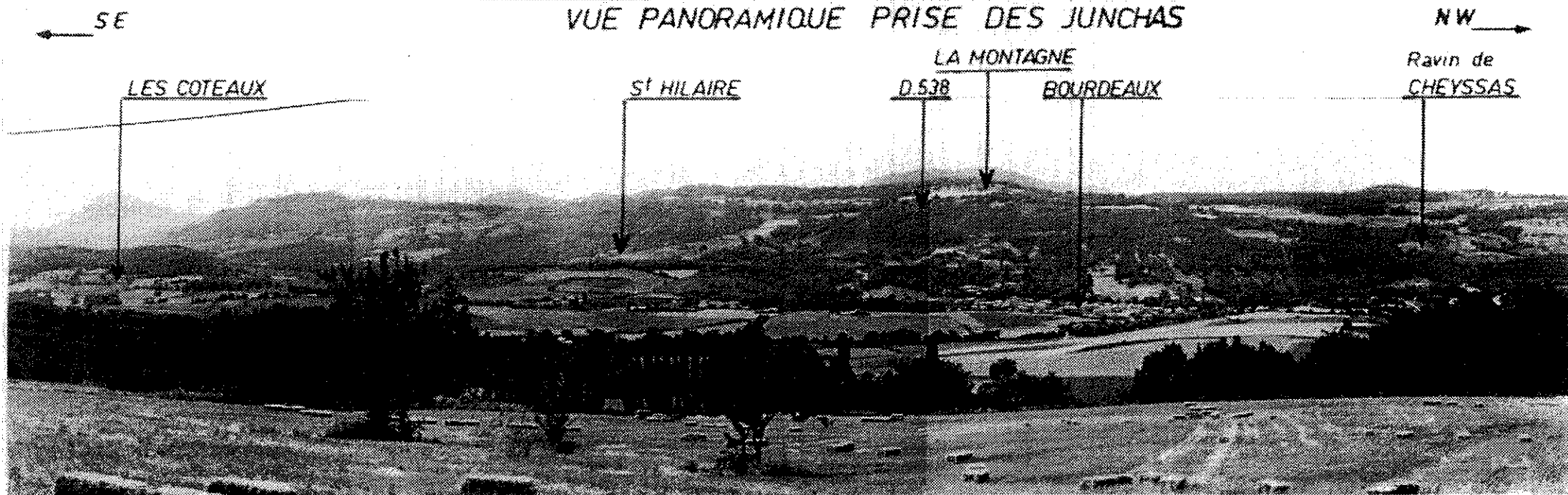
Les rivières permanentes du SOUBRION, de la BINE et du ROUBION parcourent la commune d'Est en Ouest.

Le relief se découpe en cinq bandes sub-parallèles de direction sensiblement Nord-Ouest - Sud-Est, dont les altitudes varient entre 400 et 1 000 m environ. D'Est en Ouest, nous pouvons observer :

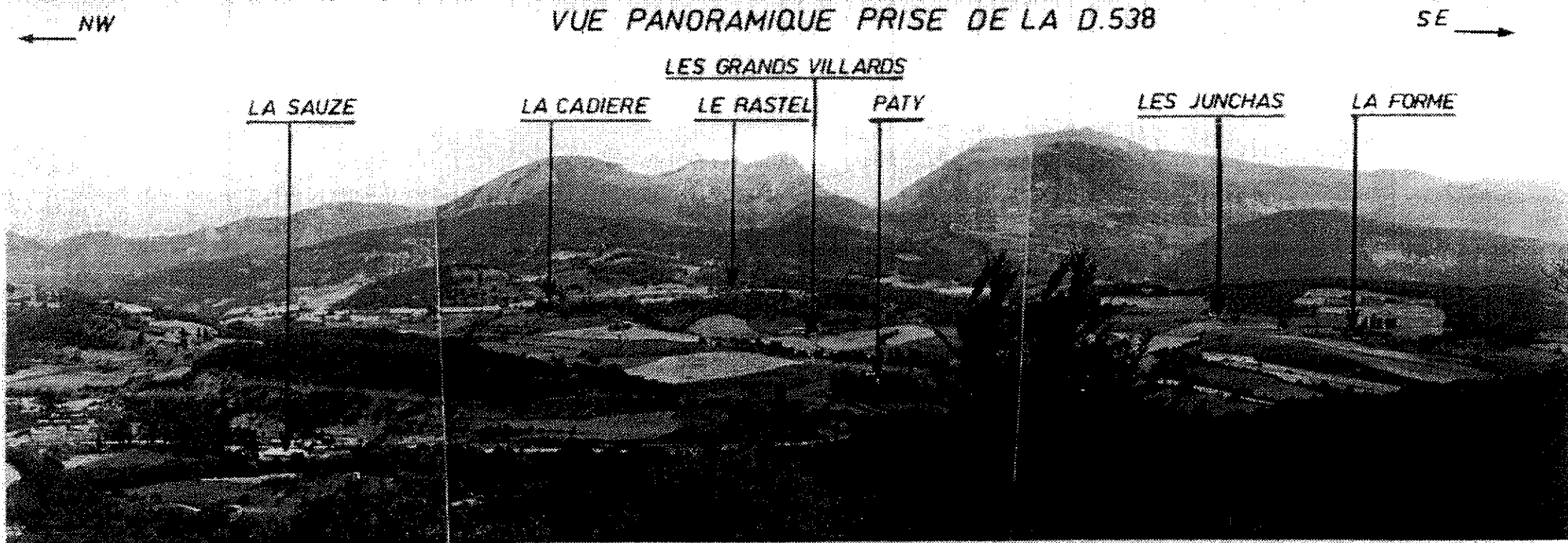
- la côte de la forêt domaniale de la ROANNE qui atteint 1 000 m sous le Mont JUMEL.
- la dépression des ravines de BRAMEFIN, peu accentuée (480 m).
- la zone des SERRES - SERRE DES PIGNES et de CROVENS d'altitude avoisinant 600 m.
- la plaine dissymétrique du ROUBION dont la partie la plus large s'étale vers l'Est.
- le secteur au Sud de BOURDEAUX, culminant à 709 m (d'Est en Ouest : les COTEAUX, CHAMP-ROND, la MONTAGNE).

PRESENTATION DE LA COMMUNE DE BOURDEAU.

VUE PANORAMIQUE PRISE DES JUNCHAS



VUE PANORAMIQUE PRISE DE LA D.538



II - FORMATIONS GEOLOGIQUES RENCONTREES

Le secteur étudié appartient aux chaînes sub-alpines méridionales à faciès vocontien (faciès marin profond). Nous rencontrons donc des formations à dominante marneuse du crétacé inférieur.

II.1.- Formations sédimentaires : des plus récentes aux plus anciennes

* ALBIEN :

- Epais de 150 m environ, il est composé de deux barres gréseuses formant des abrupts boisés, séparés par des talus marneux recouverts de prés ou de cultures.

- La barre supérieure atteint 50 m d'épaisseur aux SI-BOURS alors que la barre inférieure se réduit à quelques mètres seulement.

- Ces grès roux glauconieux, irrégulièrement consolidés donnent des chaos de gros blocs arrondis et peuvent donner un aspect moutonné aux pentes herbeuses (cf. planche des formations géologiques).

* GLANSAYESIEN :

Ce niveau facilement repérable au niveau des zones ravinnées est constitué par une alternance de petits blocs calcaires gréseux et de marnes bleues. L'épaisseur est d'environ 20 m à l'Ouest et au Sud de BOURDEAUX.

Cette formation est très visible au Sud de la commune (en face de la ferme BONGAT), et à l'Ouest de BOURDEAUX (ravin de CHEYSSAS).

* GARGASIEN :

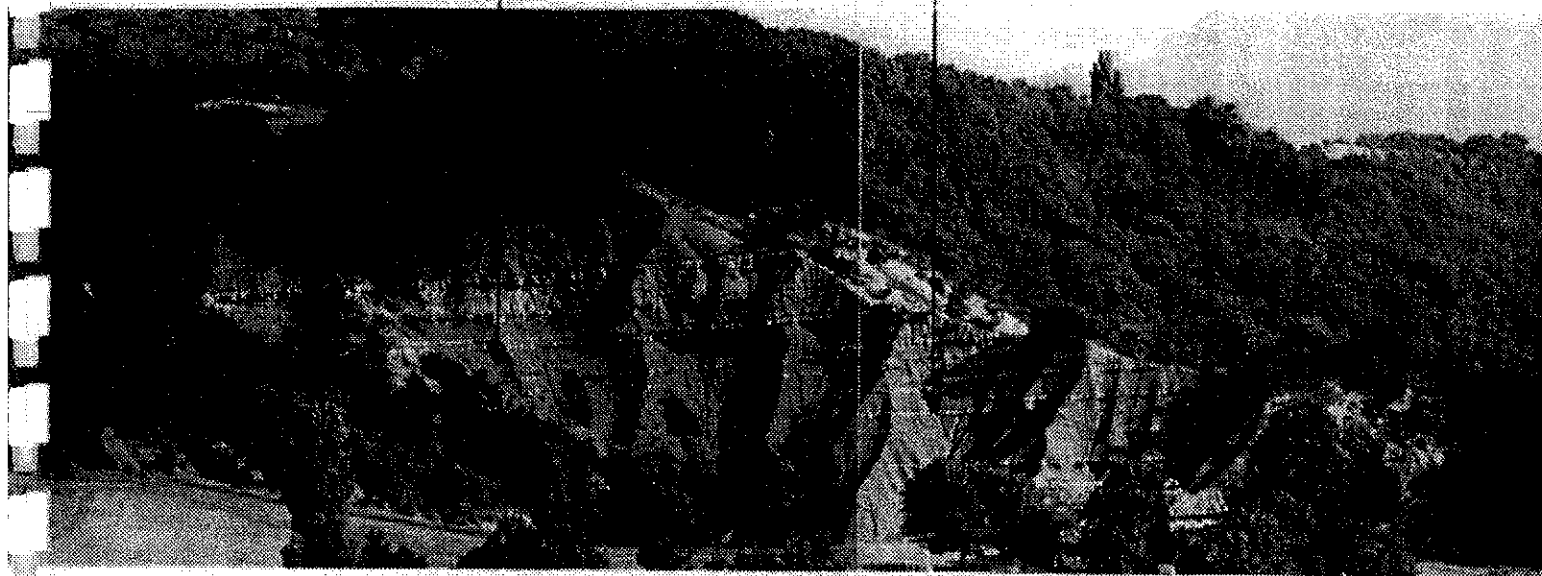
De la base au sommet, nous observons des marnes avec des blocs ou en bancs calcaires à cassure conchoïdale, puis des intercalations gréseuses au sein des marnes.

— DIFFERENTS TYPES DE FORMATION GEOLOGIQUE —

FORMATION DU GLANSAYESIEN

MARNE

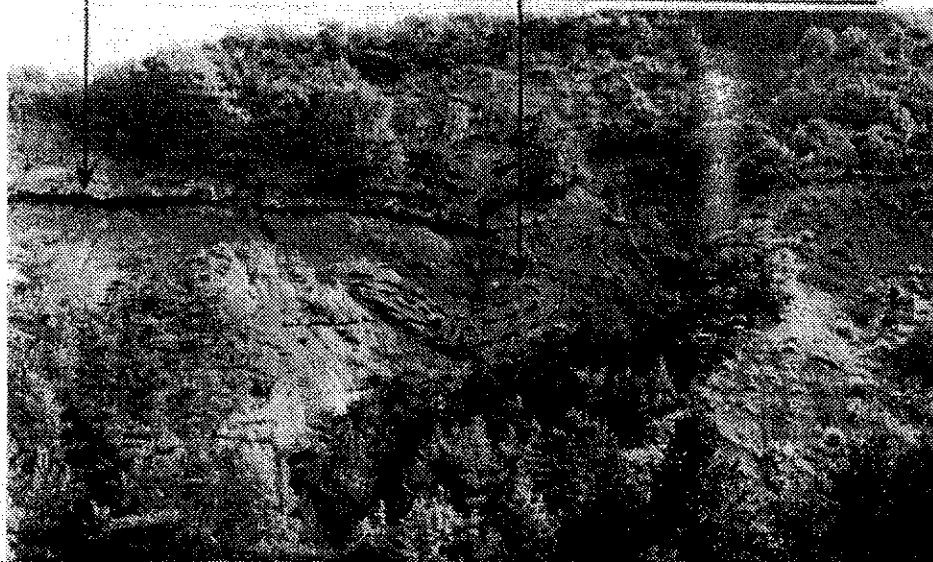
INTERLIT CALCAIRE



FORMATION DU GARGASIEN

CALCAIRE GRESEUX

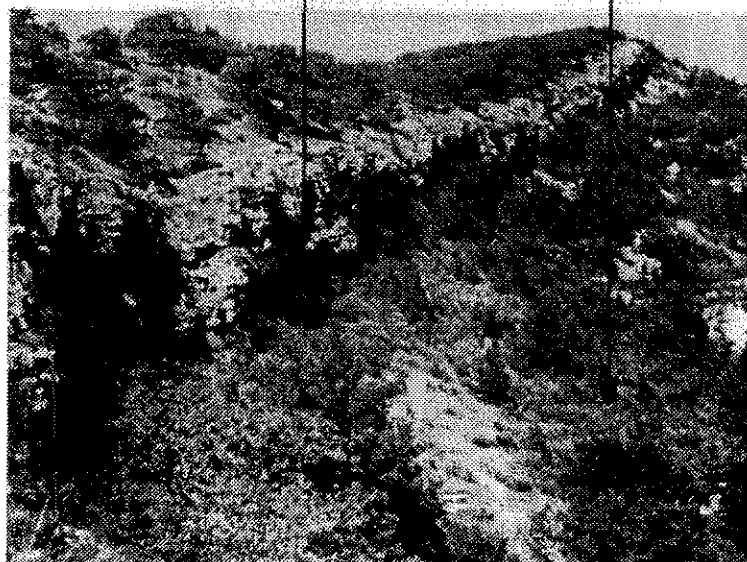
MARNE FIGURE DE SLUMPING



FORMATION DU BARREMO-BEDOULIEN

MARNO-CALCAIRE

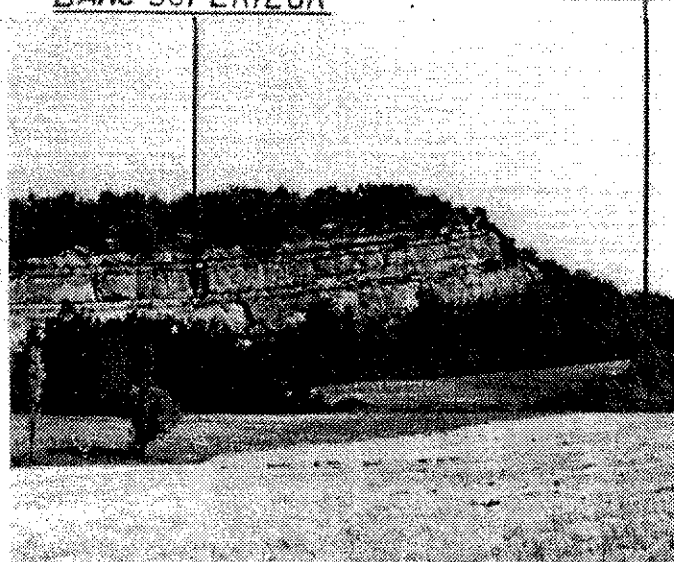
MARNE



FORMATION DE L'ALBIEN

GRES
BANC SUPERIEUR

MARNE



Cette série, riche en glauconie présente quelques figures de glissements syn-sédimentaires dits slumpings. Ces figures définissent des glissements sous-aquatiques de masses de sédiments encore gorgés d'eau au moment de leur dépôt. Nous les observons au niveau de la D 328, à proximité de la ferme d'ARRAIRE (cf. planche des formations géologiques).

REMARQUES : l'ensemble des faciés albien et gargasien sont parfois difficiles à distinguer. Ils forment un complexe marneux à intercalations gréso-sableuses, ou plus rarement calcaires, regroupées sous le terme "marnes bleues".

*** BARREMO - BEDOULIEN :**

L'épaisseur de cette formation atteint aisément 100 m.

Deux barres calcaires sont séparées par des marnes ou des marno-calcaires formant respectivement combe ou talus.

Cette formation se rencontre essentiellement dans la partie extrême Ouest de la commune (la falaise le long de la départementale D 125, la combe des Tonils).

II.2- Les formations quaternaires

- * **Alluvions fluviales récentes** : elles sont localisées le long des cours d'eau (lit majeur et de basse et très basse terrasse).
- * **Alluvions fluviales anciennes** : ces alluvions à galets, peu fréquentes, forment des lambeaux à des altitudes supérieures aux cours actuels des rivières (le ROUBION, la ROANNE, le SOUBRION), et seraient des vestiges d'anciennes terrasses ou de méandres abandonnés.
- * **Eboulis** : cette formation de pente, très souvent meuble avec une matrice sablo-argileuse, provient de la désagrégation par altération et érosion des niveaux rocheux. L'accumulation des éboulis se fait principalement au sein des ravines marneuses ainsi qu'au pied ou à proximité des falaises gréseuses ou calcaires.

III - HISTORIQUE - FAITS MARQUANTS

Située dans le DIOIS, la commune de BOURDEAUX fait partie de la fosse vocontienne. Elle présente donc des faciés marins vaseux et pélagiques (marnes, calcaires).

Dans cette zone de plus en plus instable se forme le haut fond de BEZAUDUN et CRUPIES au BARREMO - BEDOULIEN.

Au GARGASIEN, il se produit un envasement brusque (les marnes bleues). L'émersion définitive de la région a lieu au tertiaire, pendant la phase anté-santonienne.

Depuis, la région est soumise à l'érosion.

Les grands événements météorologiques et naturels de la région ne sont connus qu'à partir des années 1500.

Ces faits marquants se regroupent en quatre catégories :

- a) les inondations,
- b) les sécheresses,
- c) les tremblements de terres,
- d) les glissements de terrains.

a) Les inondations :

Les inondations les plus catastrophiques dans la région sont les suivantes :

- 1507 : inondations à NYONS,
- 1543 : 6 septembre : pluies violentes, crue du ROUBION qui creuse un fossé dans MONTELMAR,
- 1589 : 25 août : inondations à MONTELMAR, crue du ROUBION,
- 1618 : Août : inondations dans la DROME,
- 1627 : Septembre : inondations à MONTELMAR, crue du ROUBION,
- 1629 : Septembre : une plus forte inondation,
- 1691 : 8 mai : inondation - crue du ROUBION,
- 1717 : Mars : inondation à NYONS,
- 1725 : Mai et Août : pluies à VINSOBRES,
- 1739 : 19 juin : crue de l'EYGUES à VINSOBRES,
- 1765 : 26 août : crue de l'EYGUES à NYONS,
- 1840 : 18 sept., 26 sept., 3 octobre : crues du ROUBION.

- 1841 : 23 ou 26 sept. : inondation de BOURDEAUX, plusieurs maisons sont endommagées,
- 1960 : automne, crue catastrophique du ROUBION à BOURDEAUX qui depuis a été aménagé,
- 1975 : juin et septembre : crue du ROUBION à BOURDEAUX. En moins de 24 h, pour des pluies supérieures à 100 mm, les débits ont été évalués entre 50 et 80 m³/s.

b) Les sécheresses :

- 1530 : été : sécheresse,
- 1605 : 17 juillet : grande chaleur à NYONS,
- 1769 : été : sécheresse à NYONS.

c) Les tremblements de terre :

- 1549 : tremblement de terre à MONTELIMAR (le 4 mai),
- 1581 : tremblement de terre à VALENCE (le 13 mars),
- 1583 : secousses ressenties en PROVENCE, LANGUEDOC, DAUPHINE,
- 1610 : tremblement de terre à MONTELIMAR (le 3 janvier),
- 1769 : tremblement dans le ROYANNAIS (le 13 avril),
- 1772 : tremblement à St PAUL LES TROIS CHATEAUX, à MONTELIMAR, à VIVIERS (le 8 juin, le 16 et 23 janvier),
- 1852 : secousses à DIEULEFIT (le 28 novembre) : 2 maisons renversées, intensité VI et VII,
- 1901 : le 13 mai : murs lézardés à CREST, éboulement à SAOU, plafonds lézardés à MONTELIMAR.

d) Les glissements de terrains :

- 1856 : glissement de 14 maisons du village de BEZAUDUN sur 250 m,
- 1951 - 1977 : glissement à BOUVIERES,
- : glissement dans la commune de FELINES (La Chapelle de l'Hermitage).

Nous tiendrons compte de ces faits marquants pour le zonage de la commune. Ils nous aideront aussi à évaluer les risques.

IV - ELEMENTS DE TECTONIQUE REGIONALE

Le pays de BOURDEAUX sépare le grand synclinal de DIEULEFIT (crétacé supérieur), et le monoclinal de la montagne de COUSPEAU. Nous observons la succession de structures Nord-Ouest - Sud-Est suivante :

- monoclinal de COUSPEAU,
- synclinal de BOURDEAUX,
- anticlinal de ST HILAIRE,
- le bord synclinal de TRUINAS-COMPS qui appartient au grand synclinal de DIEULEFIT.

Quelques failles de direction principale Nord-Ouest - Sud-Est lament le secteur. Celles-ci sont généralement verticales, ou peu inclinées avec un rejet moyen de l'ordre de 100 à 200 m.

Des dysharmonies tectoniques réalisées à la faveur des niveaux plastiques des "marnes bleues", affectent le Barremo-Bédoulien d'une part et les grés albiens d'autre part.

V - MORPHOLOGIE

La morphologie actuelle est liée à la résistance plus ou moins élevée des formations géologiques à l'érosion. Nous observons ainsi plusieurs types de morphologie sur le terrain :

- Des reliefs calcaires ou gréseux en forme de buttes ou de falaises. Ces matériaux durs sont restés en relief car ils ont résisté à l'érosion (cf. falaise des SIBOURS, LA MONTAGNE). (cf. planche des différents types de morphologies).

- Des reliefs ravinés de type "bad-lands". Ils sont dus en partie au surpacage des chèvres freinant la régénération du couvert végétal. Les marnes ne peuvent plus résister à l'érosion. Ce type de morphologie se rencontre principalement dans le ravin de BRAMEFIN, le long du ruisseau de CHAUDIN, dans le ravin de SAUNIER. (cf. planche des différents types de morphologies).

Le restant des formations marneuses présente soit une morphologie "calme", sans indice d'instabilité, soit une morphologie "vallonée" (cultures et prés), soit une morphologie "moutonnée" (pentes herbeuses montrant à la surface des bossellements avec ou non des petites niches d'arrachement). La prédominance de l'une ou l'autre de ces morphologies dépend du degré d'instabilité des marnes, lié à la pente.

REMARQUES : les formations gréseuses peu consolidées, donnent aussi un aspect moutonné aux pentes herbeuses ou boisées. Nous observons très fréquemment quelques boules gréseuses affleurer dans ce type de morphologie (cf. LE RASTEL).

IV - HYDROLOGIE

La commune est drainée par le ROUBION et par ses affluents, les rivières de la BINE et du SOUBRION qui entaillent la zone des SERRES (Cluses).

Suite à des précipitations rapides et abondantes, les ruisseaux très nombreux, à écoulements temporaires, et empruntant les ravines, vont grossir le ROUBION. Il prend alors un caractère torrentiel avec des débits pouvant atteindre 150 m³/h comme cela s'est passé lors de la crue exceptionnelle et dévastatrice de 1960.

Plusieurs sources souterraines drainent le sous-sol de la commune (l'emplacement de plusieurs puits peuvent nous servir d'indice). Ces sources exercent une grande activité dans le secteur des MUATS et de la GRANGE, cela créant une instabilité des terrains.

B - ANALYSE PRATIQUE

Afin d'établir la carte des risques, il nous faut connaître avant tout les formations lithologiques des terrains, les indices d'une instabilité existante ou probable, la pente naturelle. Ces facteurs évoluent dans le temps sous l'effet de l'érosion, des variations hydrogéologiques et de l'évolution des formations environnantes, mais restent tout de même déterminantes pour l'appréciation de la stabilité des terrains.

De même, il est très utile de recenser si possible tous les phénomènes d'instabilité passés ou actuels observables afin de mieux appréhender le problème de stabilité.

L'analyse des pentes est indispensable pour évaluer les mouvements de terrain potentiels.

I - ENQUETE

L'enquête menée permet de recenser des événements récents concernant la nature, le comportement des terrains ou des informations de nature hydrologique : sources, zones humides.

Il nous a été ainsi déclaré les glissements de BEZAUDUN, de BOUVIERES et de LA CHAPELLE DE L'HERMITAGE, secteurs de même nature géologique que la commune de BOURDEAUX.

II - CARTE GEOLOGIQUE ET INFORMATIVE

Cette carte présente tous les renseignements pris au cours du lever de terrain : affleurements géologiques rencontrés (et interprétation), indices d'instabilité, morphologie des secteurs étudiés. C'est le document graphique intitulé "Carte géologique et informative".

- Plusieurs catégories de matériaux et de morphologies associées sont distinguées :

- des grès durs et des calcaires marneux constituant des falaises ou des buttes (falaise des SIBOURS, LA MONTAGNE, les SERRES),

- des grès non consolidés formant des boules appelées "SAPRE" ou "SAVEL" façonnant un relief plus ou moins moutonné,
- des marnes sans indice particulier,
- des marnes non recouvertes de végétation et ravinées,
- des marnes donnant un aspect moutonné au terrain,

Les indices d'instabilité notés sont les suivants :

- niches d'arrachement dans les marnes,
- moutonnement, début de fluage,
- zones humides : puits, végétation hydrophile (jonc),
- éboulis gréseux ou calcaires,
- arbres penchés et courbés vers l'aval,
- petits ressauts brutaux.

III - TYPLOGIE DES MOUVEMENTS OBSERVES

Cette étape s'élabore principalement sur le terrain car les indices d'instabilité ne sont pas visibles sur une carte topographique ou géologique.

Les principaux mouvements déclarés observés sur la commune sont par ordre d'importance d'extension :

- 1 - Les ravinements,
 - 2 - Les glissements,
 - 3 - Les chutes de blocs et de pierres,
 - 4 - Les éboulis,
- (cf. planche des différents types de mouvement)

III.1.- Les ravinements

Les ravinements dans les marnes sont provoqués par les eaux de ruissellement entraînant les matériaux plus ou moins fins, la végétation étant insuffisante pour freiner le phénomène (cf. ravine de BRAMEFIN, CHAUDIN).

- DIFFERENTS TYPES DE MOUVEMENT ET DE MORPHOLOGIE
DANS LES FORMATIONS MARNEUSES -

RAVINES PROFONDES - TYPE "BAD - LAND"

EBOULEMENT DANS LES GRES



- RAVIN DE BRAMEFIN : RAVINEMENT PROFOND -

FORMATION D'UNE CAVITE PAR LE DEPART DES PARTICULES FINES, D'OU
DESTABILISATION DU BANC SUPERIEUR



- D. 328 -

MOUTONNEMENT

NICHE D'ARRACHEMENT



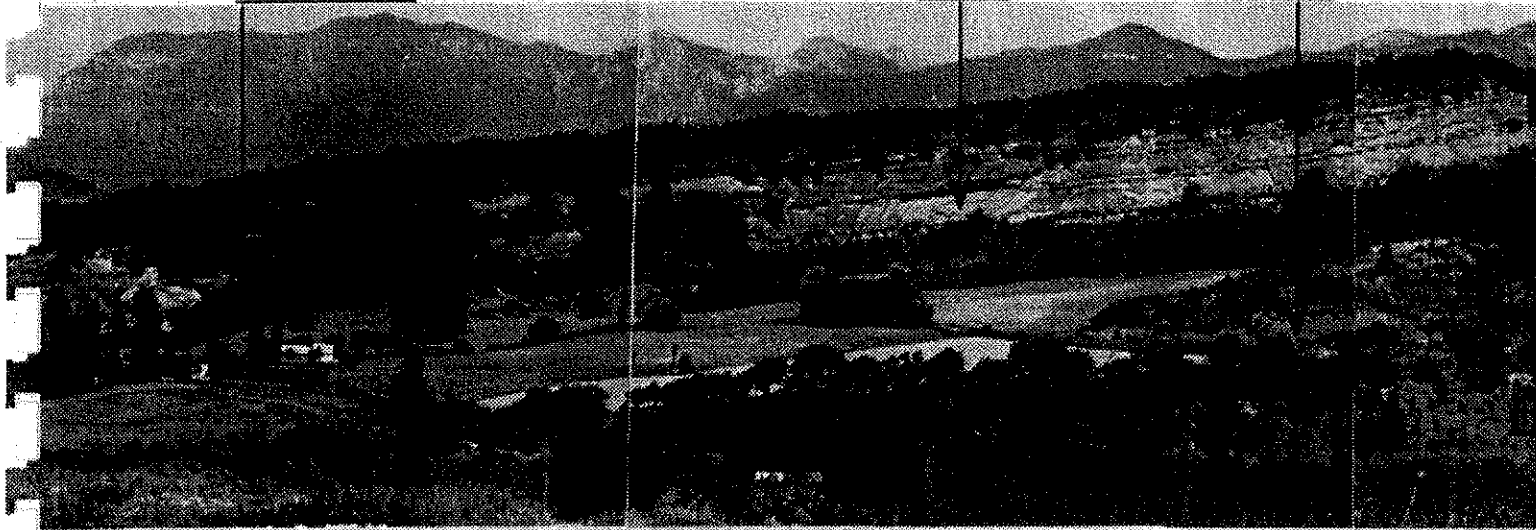
- LES MALOUSSINES : MORPHOLOGIE DITE "MOUTONNEE" -

DIFFERENTS TYPES DE MOUVEMENT ET DE MORPHOLOGIE DANS
LES FORMATIONS ROCHEUSES: GRES et CALCAIRES

EBOULEMENT

GRES

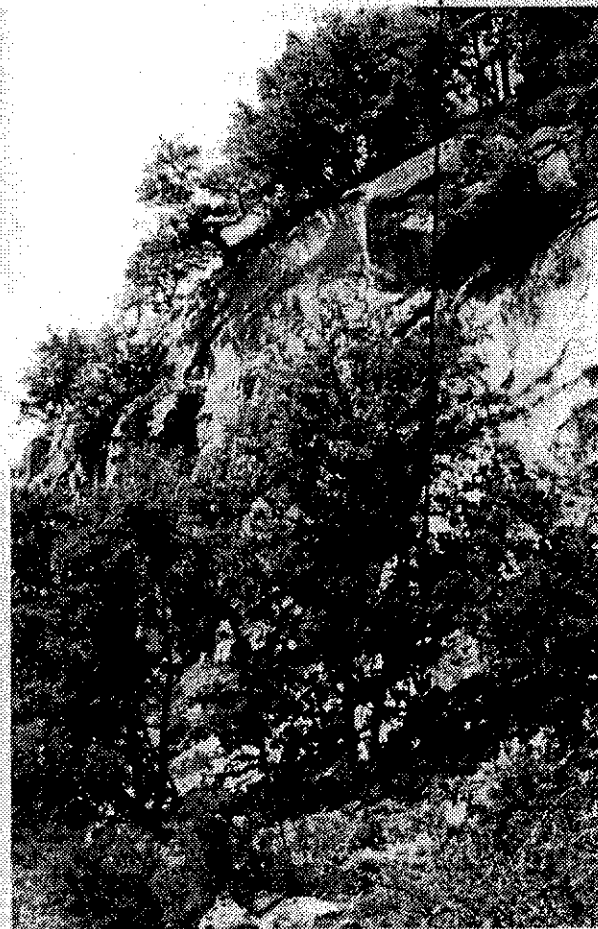
MARNE



EBOULEMENT DE BLOC DE GRES (Volume de l'ordre du m^3)



EBOULEMENT DE BLOCS (Volume
jusqu'au dm^3)



FALAISE A L'EST DES MAGNATS

EBOULEMENT DANS LES FORMATIONS MARNO-CALCAIRES
CONE D'EOULIS



FALAISE DES SIBOURS

RAVIN DE CHEYSSAS

Pendant un orage, une quantité importante de matériau (terre et débris) peut être entraînée et venir s'accumuler en aval.

III.2.- Les glissements

Le climat de type méditerranéen tempéré, les reliefs présentant fréquemment des pentes de l'ordre de 20°, la nature du sous-sol (importance des marnes) sont des éléments favorisant les glissements.

Au cours des périodes sèches, les zones marneuses sont profondément craquelées, laissant apparaître un réseau de fissures qui permet le mouillage des terrains sur une tranche assez épaisse.

Suite à une forte période pluvieuse, cette tranche peut se désolidariser de son substratum. (glissements de 1977 - 1978 après la sécheresse de 1976).

En effet, les marnes ont une faible tenue dans la frange superficielle d'érosion et d'altération, surtout lorsque leur nature est sableuse donc favorable à une perméabilité du sol plus importante.

Il existe dans le secteur étudié plusieurs types de glissements :

- Glissements a.a. : très localisés, ils n'intéressent qu'une faible masse de terrains Ils présentent une niche d'arrachement et un bourrelet à l'aval. (cf. le long de la R.N. 538).
- Glissements de versant : d'extension plus importante, les limites sont peu précises. Ils présentent une surface bosselée dans les formations (morphologie moutonnée). (cf. La MAROUSSINE).

REMARQUES : il ne faut pas confondre la morphologie moutonnée dans les formations purement marneuses et la morphologie moutonnée provoquée par les boules dans les formations gréseuses, qui correspondrait davantage à une érosion sur place avec l'entraînement des particules fines.

III.3.- Les chutes de blocs et de pierres

Ce phénomène nécessite un abrupt ou une pente suffisamment raide. Il se rencontre dans deux contextes différents :

- en milieu de falaise :

Dans les formations dures gréseuses ou marno-calcaires, des blocs rocheux de tailles variables (ordre du cm^3 ou m^3 et plus) se détachent et roulent sur la pente sur des distances plus ou moins grandes selon la pente et la présence de végétation.

Ce type d'éboulement n'affecte pas de grandes masses. Il ne se détache seulement que quelques blocs désolidarisés de la falaise par décompression et par un système de diaclases où l'eau joue un rôle prédominant. Les rochers tombés forment en bas des pentes des éboulis.

EXEMPLES : falaise des SIBOURS - Route D 195 en direction des TONILS.

- en milieu avec une alternance de barres rocheuses et de séries marneuses

Suite à des ruissellements intenses, donc au départ de particules fines, les blocs rocheux se destabilisent et se désolidarisent progressivement des talus (phénomène fréquent au niveau des talus routiers).

Dans les zones à relief peu prononcé, la désorganisation des bancs rocheux aboutit à la formation d'un amas de gros blocs (pseudo-éboulis).

III.4.- Eboulis

Cette formation peu fréquente sur la commune pose toutefois des problèmes de stabilité.

Ici, les éboulis reposent le plus fréquemment sur un substratum marneux, sur lequel ils sont susceptibles de glisser. Les marnes servent alors de couche lubrifiante.

Ces mouvements sont facilités par des ruissellements situés à l'interface marnes - éboulis.

IV - LA CARTE CLINOMETRIQUE : (CARTE DES PENTES)

Pour établir la carte clinométrique, il nous a suffi de déterminer les zones de pente uniforme. Cela permet une analyse géomorphologique du secteur plus aisée. (secteurs de plaine, falaise).

Nous avons établi plusieurs fourchettes de valeurs de pente, au nombre de 6 :

- zone plate 0° à 6°,
- de 6° à 11°,
- de 11° à 27° (stabilité limite des marnes),
- de 27° à 34°,
- de 34° à 45° (stabilité limite des éboulis),
- de 45° à pente verticale.

Les valeurs prises correspondent à des espacements entre les courbes maitresses (tous les 50 m) suivants :

Intervalle de pente	Espacement des courbes maitresses	Espacement de 2 courbes
Zone plate - 6°		
6°-11° . 6° représentant une pente de 12 %	plus de 50 m de 25 à 50 m	plus de 10 m de 5 à 10 m
11° représentant une pente de 20 %		
11°-27° . 27° représentant une pente de 50 %	de 10 à 25 m	de 2 à 5 m
27°-34°	de 7,5 à 10 m	de 1,5 à 2 m
34°-45° . 45° représentant une pente de 100 %	de 5 à 7,5 m	de 1 à 1,5 m
Au delà de 45°	moins de 5 m	moins de 1 m

Dans certains secteurs à topographie très irrégulière, il est indispensable de considérer les valeurs entre deux courbes de niveau (dont les espacements sont indiqués dans le tableau ci-dessus).

C - SYNTHESE DES DONNEES : ZONAGE DES NIVEAUX DE RISQUES

I - DETERMINATION DES CRITERES

Un risque d'instabilité est lié à la fois à :

- la formation géologique du secteur : présence de marnes, de grès ou de calcaire, ou d'alluvions,
- la morphologie du site : morphologie de falaise, vallonnée moutonnée, ravinée ou sans élément notable spécifique,
- la pente : pentes faibles à moyennes, pentes dont les valeurs sont inférieures à 26°,
 . pentes moyennes à fortes, pentes dont les valeurs sont supérieures à 26°.
- indices ponctuels, spécifiques d'une instabilité.
- fréquence, intensité et évolution estimées des phénomènes.

Les niveaux de risques sont donc examinés sous le seul aspect des phénomènes physiques générateurs.

II - DEFINITION DU ZONAGE DES NIVEAUX DE RISQUE

En combinant lithologie, morphologie et valeur clinométrique, nous obtenons le découpage de la carte des risques en 4 zones qui sont déterminées d'après les critères décrits ci-dessus. Le tableau du zonage indique le découpage effectué selon les couleurs conventionnelles en vigueur (DRM juin 1985) afin de suivre plus facilement la "règle du jeu" utilisée.

1. Niveaux "Violet foncé" (Violet 3) - Risque fort :

Ces zones sont très exposées à certains risques naturels. Dans la commune de BOURDEAUX, elles sont caractérisées par les falaises gréseuses et calcaires, susceptibles aux éboulements de blocs ainsi que les zones aval pouvant être atteintes par les blocs désolidarisés (cf. falaise des SIBOURS, secteur au Sud-Est de SAINT-HILAIRE).

Quelques zones marneuses (fréquemment ravinées) dont la pente est forte (supérieure à 40°) sont classées en zone violet foncé pour un risque de glissement d'une masse de matériau (secteur au Sud-Ouest de la commune au Nord de BONGAT, secteur à l'Est de BOURDEAUX, ravin de CHEYSSAS, au Sud des RIBIERES, au Nord de BOURDEAUX au niveau du secteur de la SAUZE). L'extension plus large de ces zones se révèle être nécessaire, car un glissement se répercute toujours plus en aval de la zone présentant des indices de glissement, du fait de la pente.

Le risque d'instabilité potentielle des zones violet 3 est imprévisible alors que les conséquences peuvent être lourdes. Pour la totalité de ces secteurs, les possibilités d'aménagement sont a priori réduites (cf. chapitre G - zonage P.E.R.).

2. Niveaux "blancs" - Risque présumé nul :

Ces zones plates à peu pentues ne comportent aucun indice d'instabilité. Ces secteurs sans risque prévisible, situés à l'Est de BOURDEAUX, pourront être constructibles, sans aménagement spécial, sauf les travaux courants de drainage superficiel (cf. chapitre G - zonage P.E.R.).

3. Niveaux "Violet moyen" :

Ces zones comportent deux degrés de risques, selon l'importance et le nombre d'indices :

- Niveau "Violet 2" - Risque moyen :

Les indices importants en nombre et en qualité d'instabilité déterminent un degré de risque relativement important. Ces zones sont exposées à des glissements de terrain dans les marnes ravinées de pente moyenne (ravin de CHAUDIN, ravin de BRAMEFIN, ravin de SAUNIER, secteur CORDELIER, combe LANDON), dans les marnes de morphologie moutonnée (les MAROUSSINES), dans les grès de morphologie vallonnée et de pente moyenne à forte (CHANTE-DUC, le RASTEL, les CHAPELLES BASSES).

Des moyens de protection doivent être envisagés dans de tels secteurs (règles de terrassement, d'aménagement des accès, de drainage, d'assainissement et de construction) (cf. chapitre G - zonage P.E.R.). Le coût des réalisations peut être alors très élevé.

TABLÉAU EXPLICATIF DU ZONAGE

LITHOLOGIE	PENTE	0-6°	6°-11°	11°-26°	26°-34°	34°-45°	> 45°	RISQUES ASSOCIES
	MORPHO	P0	P1	P2	P3	P4	P5	
GRES	Calme (Gc)							éboulement
	Vallonnée (Gv)							glissement + éboulement
	Moutonnée (Gm)							glissement + éboulement
	éboulis - blocs cm ³ - dm ³ - (Eg)				selon le volume			éboulement
	éboulis - blocs a ³ (Eg)				selon le volume			éboulement
MARNE	Calme (Mc)							glissement
	Vallonnée (Mv)							glissement
	Moutonnée (Ma)							glissement de versant
	Niche d'arrachement - (Ma)				selon l'importance			glissement de versant
	Ravinée (Mr)							glissement
CALCAIRE	Calme (c)							éboulement
	éboulis (Ec)				selon la taille et volume			éboulement
MARNO-CALCAIRE	Calme (c)							éboulement + glissement
	éboulis (Ec)				selon la taille et volume			éboulement + glissement
ALLUVIONS	lit du Roubion							inondation
	Berges du Roubion							Glissement

REMARQUES : l'indice "zone humide" dans les zones marneuses peut augmenter d'un ton le zonage, selon son évaluation sur le terrain.

- Niveau "Violet 1" - Risque faible :

L'importance des indices est moindre, le risque donc plus faible. Des mesures préventives seront tout de même définies par des études usuelles, légères, destinées à définir l'importance des drainages (superficiels ou profonds) et des terrassements (cf. chapitre G - zonage P.E.R.).

Le secteur du ROUBION et de ses alentours est classé en zone violet 1 pour des risques éventuels d'inondation *. Bien que le ROUBION soit actuellement aménagé, il ne faut pas exclure une rupture de digue, suite à une crue importante. La délimitation de cette zone s'est faite à partir des cotes d'alerte recensées ces dernières années.

* Les risques d'inondation ne font pas partie, théoriquement du présent P.E.R.

D - PRISE EN COMPTE DE L'ALEA SISMIQUE

Ce risque spécifique au même titre que : mouvements de terrain, inondations et avalanches, doit être étudié dans les secteurs qui ont fait l'objet de tremblements de terre ou qui sont susceptibles d'être affectés de secousses dans le futur.

Il sort du cadre de la présente étude destinée au "P.E.R. Mouvements de terrain" ; toutefois l'on donnera ci-après, à titre d'information, les principaux éléments d'analyse théorique ainsi que les conclusions pratiques à utiliser pour la commune de BOURDEAUX.

Ainsi, l'évaluation de l'aléa sismique s'établit à partir :

- des données historiques et microsismiques,
- de la carte sismotectonique,
- de l'identification des zones sismiques.

Les effets induits sont :

- la liquéfaction de certains sols,
- les éboulements,
- les glissements de terrain,
- les inondations.

A partir de toutes ces données, le microzonage, basé essentiellement sur la propagation d'ondes et sur la vulnérabilité à la liquéfaction des formations géologiques, aboutira à un besoin de protections parasismiques.

I - ALEA SISMIQUE REGIONAL

I.1.- Historique

Les données historiques recueillies permettent d'évaluer la probabilité d'apparition d'un séisme dans une région déterminée.

Dans le secteur de la Drôme, l'activité sismique n'a pas été négligeable comme nous l'avons vu précédemment (cf. A.III).

Les emplacements des épicentres (points des surfaces, à la verticale des foyers) dans la région se concentrent au Sud de Montélimar, de Nyons (cf. ANNEXE.1 carte sismotectonique).

L'intensité de ces séismes n'aurait pas dépassé le degré VII à Dieulefit (en 1852). D'après l'échelle macrosismique (cf. ANNEXE.2), il s'agit d'une intensité moyennement faible.

A partir des intensités maximales recensées, la commune de Bourdeaux est classée en Zone 1, zone d'intensité V (intensité faible) (cf. ANNEXES.3, 4, 5).

REMARQUES : Il ne faut pas confondre l'intensité et la magnitude. Cette dernière caractérisant un séisme est définie par le logarithme de l'amplitude (en μm) de l'inscription sur un sismographe étalonné, compte tenu de sa distance à l'épicentre.

I.2.- Provinces sismotectoniques

La définition de provinces sismotectoniques dans le Sud-Est de la France permet d'évaluer l'aléa sismique sous forme probabiliste.

Dans chacune des zones sismogènes, l'activité sismique est définie par une intensité épicentrale MSK \geq VI. (cf. ANNEXE.6).

Bourdeaux se situe à proximité de failles de direction générale Nord-Sud.

Un séisme associé à des rejeux en faille inverse conduit à des accélérations maximales plus élevées que pour les autres types de mouvement à la source.

I.3.- Interprétation des données

A partir de toutes les données sur les faits historiques et les intensités des séismes, des cartes probabilistes de l'aléa sismique permettent une meilleure approche du futur (cf. ANNEXES.7, 8).

Les intensités prévues pour une période de 100 ans ne sont plausibles qu'avec une probabilité de l'aléa sismique (PA) de 10^{-2} , pour une période millénaire avec une PA : 10^{-3} .

Il est ainsi bien confirmé que l'intensité des séismes potentiels dans la région de Bourdeaux ne dépasserait pas 6,8°, intensité moyennement faible.

II - ALEA SISMIQUE LOCAL

Pour la détermination de cet aléa, nous devons prendre en compte les phénomènes induits et les modifications du signal vibratoire.

II.1.- Les phénomènes induits

a) Liquéfaction :

La liquéfaction est un phénomène qui se produit essentiellement dans les sols granulaires dont la cohésion est nulle. La montée de la pression interstitielle dans les sols sableux saturés, soumis à des vibrations, s'accompagne d'une diminution de la résistance au cisaillement du sol, qui se comporte alors comme un fluide. Il faut noter que les méthodes de détection des sols liquéfiables exigent des sondages et éventuellement des essais en laboratoire qui mettent en oeuvre des procédés relativement coûteux et prohibitifs pour la réalisation de microzonage simplifié.

b) Eboulement rocheux :

La stabilité des masses rocheuses dépend des rapports géométriques entre les discontinuités et la falaise, et de la résistance au cisaillement le long de ces discontinuités. L'équilibre est donc établi par les forces de gravité. La résultante sera alors modifiée par l'adjonction d'une force supplémentaire (accélération horizontale par exemple). Il faut donc tenir compte de l'état de fracturation des falaises pour l'évaluation, de la probabilité de chute de blocs, qui nous donne trois découpages :

1. Pas de possibilité de chute de blocs si il y a absence de discontinuité et si les volumes isolés par les discontinuités existantes n'ont pas de possibilités de déplacement.

2. Faible probabilité de chute de blocs si la disposition des surfaces limitant les polyèdres est telle qu'aucune butée ne fasse obstacle au déplacement sous l'effet de la pesanteur, et si la force supplémentaire est égale ou excède légèrement la valeur de la composante de la pesanteur.

3. Forte probabilité de chute de blocs si les discontinuités isolant des volumes sont parfaitement continues, et si les surfaces de glissement sont lisses, ou bien si le centre de gravité du polyèdre tombe à l'extérieur de la falaise.

La trajectoire des éboulis est généralement allongée.

La zone de réception des blocs est bien évidemment la zone la plus atteinte.

c) Les glissements :

Le séisme augmente la probabilité de survenance des mouvements de terrain.

A partir de la carte "risque de mouvement en statique", nous pouvons fixer les bornes raisonnables du coefficient de sécurité moyen en condition statique, F_s , pour chacune des zones exposées à un glissement. $F_s = 1,5$ est le seuil couramment admis au delà duquel il n'y a pas de risque de glissement en statique.

Pour une forte apparition du risque de glissement, il est affecté à F_s la valeur 1,2 (F_s varie de 1,8 à 1,2).

Les bornes du coefficient de sécurité moyen en condition dynamique, F_d varient de 1,55 à 1,1 (et moins).

$F_d = 1,3$ est le seuil couramment admis au delà duquel il n'y a pas de risque de glissement en dynamique.

Une méthode pseudo-statique est utilisée pour les glissements plans, parallèles à la pente du talus. Selon une accélération parallèle à la pente ou horizontale, nous avons les formules suivantes :

* Accélération parallèle à la pente :

SOLS COHERENTS		SOLS GRANULAIRES	
F	$= \frac{1}{\cos \beta (K + \sin \beta)}$	F	$= \frac{\cos \beta (1 - \frac{W \cdot hW}{H})}{\operatorname{tg} \varphi' (K + \sin \beta)}$
Cu			
H			

Avec F : coefficient de sécurité en statique ou "dynamique"

β : angle du talus

H : épaisseur de la zone de glissement

hW : hauteur de la nappe à partir du plan de glissement

W : poids spécifique de l'eau

γ : poids spécifique humide du sol

Cu : cohésion non drainée

φ' : angle de frottement intergranulaire

K : coefficient sismique

* Accélération horizontale :

SOLS COHERENTS		SOLS GRANULAIRES	
F	$= \frac{1}{\cos \beta (K \cos \beta + \sin \beta)}$	F	$= \frac{1 - K \operatorname{tg} \beta (1 - \frac{W \cdot hW}{H})}{\operatorname{tg} \varphi' (K + \sin \beta)}$
Cu			
H			

Les notations sont les mêmes que ci-dessus.

III - PROTECTION

. La protection nominale est la protection d'une construction pour une intensité sismique I_n . I_n est appelée intensité nominale.

Les dispositions minimales prescrites par les Règles Parasismiques dépendent de l'intensité I_n en prévision de laquelle la construction est projetée.

. Coefficient d'intensité : α

Ce coefficient a pour but de permettre l'ajustement de la résistance sismique choisie.

Les valeurs de α correspondent à des intensités nominales.

α	0,5		1	2	4
Intensité nominale	6	7	8	9	10
Degré macrosismique	VI	VIII	IX	X	XI

. Coefficient de réponse : β

Le coefficient de réponse β caractérise l'importance de la réponse de la structure à une secousse d'intensité égale à l'intensité de référence. Les valeurs de β dépendent :

- de la période T du mode fondamental de vibration de la construction dans la direction étudiée,
- du degré d'amortissement de l'ouvrage,
- de la nature du sol de fondation (ANNEXE.9).

. Coefficient de fondation : δ

Ce coefficient, indépendant des propriétés dynamiques de la construction est un facteur correcteur sur le comportement de l'ouvrage.

Ce coefficient a les valeurs suivantes : voir tableau ANNEXE.10.

. Coefficient de distribution : γ

Il ne dépend que de la structure et γ caractérise le comportement de la masse à laquelle il se rapporte.

. Coefficient sismique :

Ce coefficient pour une direction horizontale, est égal au produit des 4 facteurs : $\alpha = \alpha . \beta . \gamma . \delta$.

La protection minimale dans les différentes zones prend en compte les coefficients d'intensité minimaux : cf. tableau ANNEXE.11.

In = 7 , en zone de faible sismicité : $\alpha = 0,5$
 In = 8 , en zone de moyenne sismicité : $\alpha = 1$
 In = 8,6, en zone de forte sismicité : $\alpha = 1,5$

Les règles de construction doivent être suivies pour les régions de France considérées comme de "moyenne sismicité". Dans ce cas, les règles sont obligatoires pour les bâtiments collectifs et incitatives pour les maisons individuelles.

La réglementation concerne essentiellement les fondations (ancrées et chaînées), les structures des bâtiments (en T, L ou U, doivent être découpés en rectangle, reliés entre eux par des joints plans), les escaliers (un ensemble rigide lié à l'ossature ou des chainages), les baies, les planchers, les canalisations ...

IV - RECAPITULATION

La commune de Bourdeaux est classée en zone de sismicité faible (intensité sismique inférieure à VI).

L'aléa sismique n'est tout de même pas négligeable, mais les mesures de protection au niveau des constructions n'est pas obligatoire.

Le seul risque important sur la commune serait le déclenchement de certains glissements à la suite des secousses sismiques dont les intensités devraient dépasser le degré VII, ce qui semble peut probable pour les 200 années à venir. Les limites des zones de glissements ne sont donc pas modifiées. Seule leur provocation pourra être accélérée.

E - CONCLUSIONS SUR LA CARTE DE RISQUES "MOUVEMENTS DE TERRAINS"

L'étude des divers mouvements de terrain effectuée a permis de définir un zonage prenant en compte l'importance du risque des phénomènes considérés ; l'étude complémentaire relative à l'aléa sismique a montré que le microzonage sismique ne semblait pas indispensable vu la faible probabilité de secousses sismiques de moyenne intensité dans le secteur étudié.

La carte élaborée (zonage des niveaux de risques en violet 1.2.3.) constitue une première étape du zonage P.E.R. Le document définitif (zones "bleu - blanc - rouge") prendra encore en compte le zonage de vulnérabilité susceptible de pondérer pour la commune, la carte synthétique des niveaux de risques (cf. chapitre suivant).

L'élaboration de cette phase d'étude s'est effectuée selon la méthodologie actuelle des P.E.R. qui portera certainement quelques modifications avec le temps.

F - ETABLISSEMENT D'UNE CARTE DE VULNERABILITE (cf. carte n° 4 hors texte)

I - PRINCIPE ET METHODE

Le plan de vulnérabilité permet d'apprécier les valeurs économiques d l'ensemble de la commune. Il établit pour les occupations et utilisations du sol une hiérarchie des dommages prévisibles tant corporels que matériels, compte tenu de leur nature, de leurs structures et de leur implantation.

Il intéresse donc particulièrement les zones construites et les zones futures à construire que l'on cherchera à protéger.

A cet effet, les différentes étapes de l'établissement de ce plan sont les suivantes :

- 1)- A partir du P.O.S. : délimitation des habitations et des bâtiments par des unités égales de surface (40 000m² correspondant à un carré de 2 cm de côté sur le 1/10 000è) afin de procéder à un comptage des constructions plus aisé.
- 2)- Regroupement des unités de surface proches pour un découpage de la commune en plusieurs secteurs.
- 3)- Pour chaque zone, il est mentionné :
 - le nombre d'habitations,
 - le nombre de bâtiments (agricoles ou industriels),
 - la nature du secteur :
 - . s1 pour les habitations isolées
 - . s2 pour les habitations individuelles regroupées, ou collectives, pour les bâtiments agricoles ou industriels.
 - . s3 pour les constructions techniques ou d'utilité publique

- la nature du risque (glissement, ravinement, éboulement) ainsi que le degré d'intensité du risque (fort, moyen, faible, nul).

REMARQUE : Les zones futures urbanisées sont reportées sur le plan afin de mieux étudier leurs possibilités d'aménagements.

II - HIERARCHISATION DE LA VULNERABILITE

Afin d'apprécier la vulnérabilité de chaque zone, il nous faut la replacer dans le contexte économique de la commune.

Les activités principales de la commune se résument à l'agriculture et au tourisme.

Un quart des constructions sont des résidences principales contre un tiers de résidences secondaires. Depuis 1975, le nombre de résidences secondaires augmente rapidement :

	1975	1982
Résidences principales	207	230
Résidences secondaires	95	120
Logements vacants	28	11

Bien qu'il existe une reprise des exploitations agricoles, le nombre des constructions agricoles diminue.

La tendance à l'installation des retraités dans la région est très marquante.

Ainsi, l'économie de la commune dépend principalement des exploitations agricoles, des résidences secondaires, du tourisme. Les constructions rattachées à ces trois types de fonctions se classent dans la catégorie "importance économique forte". (ex : maison de vacances, camping, hôtels, bâtiments agricoles importants soit à tendance industrielle).

Les constructions intervenant secondairement pour l'économie de la commune se classent dans "importance économique moyenne". Les constructions n'intervenant pas ou très peu dans l'économie font partie de la catégorie "vulnérabilité faible à nulle".

Les diverses "importances économiques" sont ensuite confrontées aux types et degrés de risque pour obtenir le "degré de vulnérabilité".

D'après ces critères, nous obtenons le tableau suivant : (cf. légende sur carte hors texte n° 4).

N° SECTEUR	CARACTERISTIQUES ECONOMIQUES (patrimoine)	IMPORTANCE ECONOMIQUE	TYPE ET DEGRE DE RISQUE	DEGRES DE VULNERABILITE
1	17 hab. - 5 bât. site touristique	forte	GE (f,m)	Fort
2	2 hab. - 1 bât.	moyenne	G (n)	Faible
3	5 hab. - 4 bât.	moyenne	G (f)	Faible
4	17 hab. - 5 bât. - 1 caeping	forte	G (nf)	Moyen
5	10 hab. - 1 bât. (dont 1 bât. agricole important)	moyenne à forte	GE (nfa)	Fort
6	1 hab.	faible à nulle	GR (f)	Faible
7	2 hab. - 3 bât. (2 élevages)	forte	GR (f)	Moyen
8	6 hab. - 6 bât.	moyenne	GS (nf)	Faible
9	1 hab. - 1 bât.	faible à nulle	G (f)	Faible
10	6 hab. - 2 bât. (1 auberge)	forte	E (a,f)	Fort
11	46 hab. - 14 bât. + 1 camping, piscine, maison enfant, 1 lotissement dont la zone future à urbaniser.	forte	G (n,f,a)	Fort
12	2 hab. - 1 bât.	moyenne	G (f)	Faible
13	7 hab. - 1 bât.	moyenne	GE (n,f)	Faible
14	1 hab.	faible à nulle	G (f)	Faible
15	6 hab. - 4 bât.	faible à nulle	G (n,f,n)	Moyen
16	2 hab.	faible à nulle	GR (f)	Faible
17	2 hab.	faible à nulle	GR (f)	Faible
18	3 hab.	faible à nulle	G (f)	Faible
19	3 hab.	faible à nulle	GR (f)	Faible
20	14 hab. diffuses - 1 bât.	moyenne	G (f,a)	Moyen
21	2 hab. - 1 bât.	faible à nulle	G (f)	Faible
22	6 hab. - 2 bât.	faible à nulle	G (n,f)	Faible
23	296 hab. - 18 bât. : gendarmerie, mairie, église ... dont la zone future à urbaniser	forte	G (n,f)	Moyen
24	17 hab. - 3 bât. dont la zone future à urbaniser	forte	GE (n,f)	Moyen
25	9 hab. - 4 bât. (forte activité)	forte	G (n,f)	Moyen
26	2 hab. - 1 bât. (activité industrielle)	forte	G (f)	Moyen
27	5 hab. - 3 bât. (camping à la ferre)	forte	G (f)	Moyen

6 - PROJET DE ZONAGE P.E.R.

(cf. également PIECE C - Règlement)

Le zonage s'effectue à partir, essentiellement, d'une confrontation de la carte des niveaux de risques, de la carte de vulnérabilité, et d'une manière générale de l'ensemble des documents graphiques élaborés.

Le plan de zonage P.E.R. (PIECE B) définit graphiquement les trois zones prévues en application du décret n° 84-328 du 3 mai 1984 :

- une zone rouge : réputée très exposée ; la probabilité d'occurrence du risque et son intensité y sont fortes. Il n'existe pas de mesures habituelles de protection efficaces pour y permettre d'implantation de constructions,
- une zone blanche : dépourvue de risque prévisibles ou pour laquelle le risque est jugé acceptable, sa probabilité d'occurrence et les dommages éventuels étant négligeables,
- une zone bleue : exposée à des risques intermédiaires, complémentaires de deux zones définies ci-dessus.

Le règlement définira pour chaque zone ou sous-zone, les conditions dans lesquelles il sera possible d'occuper ou d'utiliser le sol.

BIBLIOGRAPHIE / SOMMAIRE

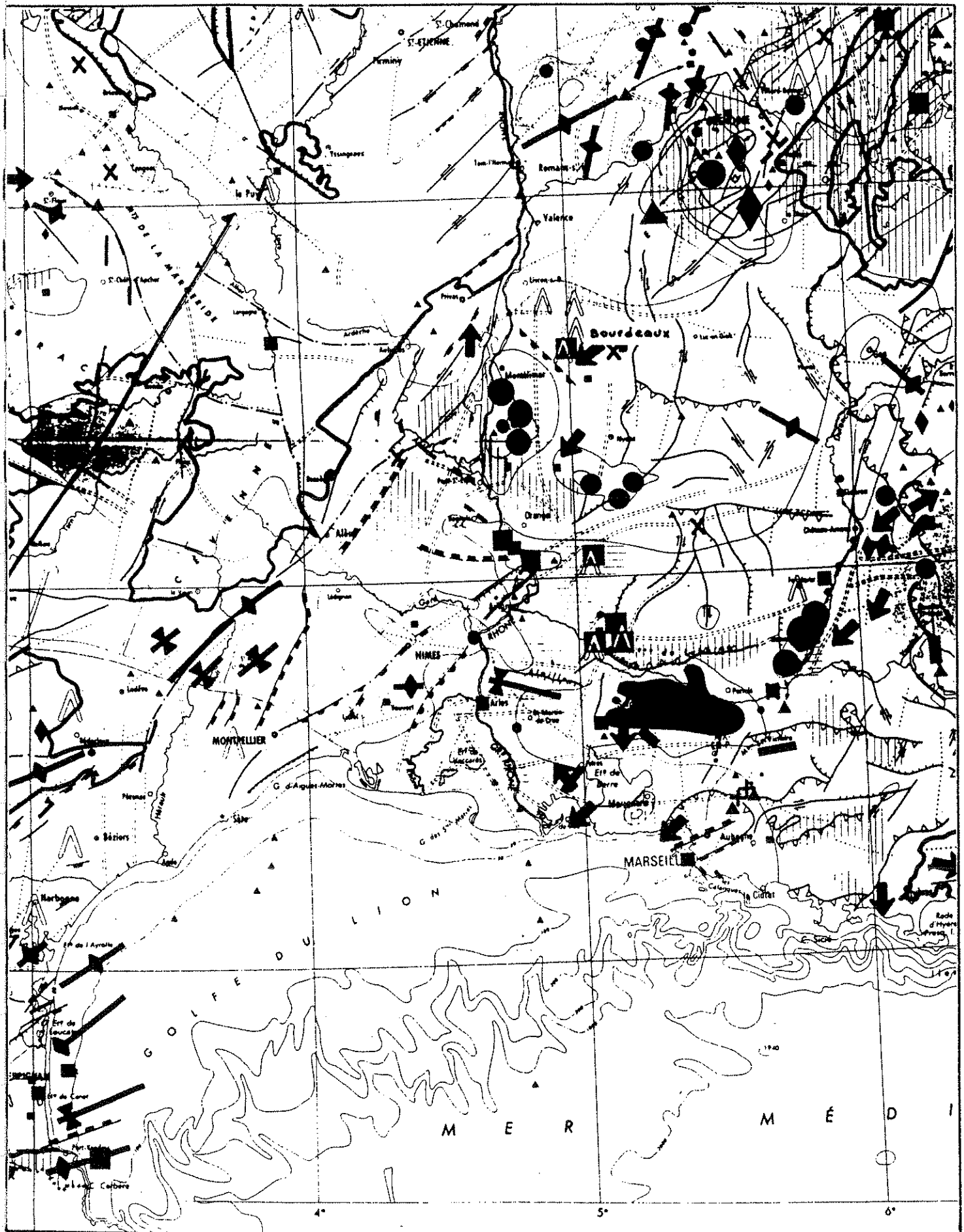
* * *

- DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS : "Plan d'Exposition au risque Mouvement de Terrain". Catalogue de mesures de prévention - Edition provisoire de Mai 1985.
- DELEGATION AUX RISQUES MAJEURS : "Mise en oeuvre des plans d'exposition aux risques naturels prévisibles". Rapport administratif et technique provisoire.
- COMMISSION METEOROLOGIQUE DEPARTEMENTALE : "Recueil d'Observations météorologiques de l'An 359 à l'an 1900".
- MENEROUD : "Etude méthodologique de microzonage sismique simplifié - compte rendu de recherche". Document interne L.P.C.
- GROUPE DE COORDINATION DES TEXTES TECHNIQUES : "Règles parasismiques 1969 révisées 1982".
- VICTOR DAVIDOVICI : "Génie parasismique".
- S.R.G.M. : "Carte sismotectonique de la France.
- S.T.U. : Délégation aux risques majeurs. Guide méthodologique cartographique - Edition provisoire de Juin 1985.
- Photos aériennes : IGN - F 85 - Echelle 1/30 000è.
- Carte géologique à 1/500000è de Dieulefit

ANNEXES / ALEA SISMIQUE

* * * * *

CARTE SISMOTECHNIQUE



- epicentre certain
- epicentre incertain

I. — ÉCHELLE MACROSISMIQUE INTERNATIONALE D'INTENSITÉ

(à rapprocher de l'ÉCHELLE DE MERCALLI modifiée
ou de l'ÉCHELLE DE MERCALLI-CANANI-SIESSAC)

- Degré I. — Secousse imperceptible à l'homme, inscrite seulement par les sismographes.
- Degré II. — Secousse ressentie par un petit nombre d'observateurs et surtout, par ceux situés aux étages supérieurs des maisons.
- Degré III. — Secousse ressentie par un certain nombre d'habitants, comme le serait l'ébranlement produit par une voiture lancée à grande vitesse; la direction et la durée de la secousse peuvent parfois être appréciées.
- Degré IV. — Ébranlement constaté par quelques personnes en plein air, par beaucoup à l'intérieur des maisons; vibration de vaisselle, craquements des planchers et des plafonds.
- Degré V. — Ébranlement constaté par toute la population; réveil des dormeurs; ébranlement de meubles et de lits.
- Degré VI. — Des personnes effrayées sortent des habitations; tintement général des sonnettes, arrêt des pendules; crêpis fendillés, vaisselle brisée; cloches mises en branle, chute de plâtres.

Degré VII. — Maisons légèrement endommagées, lézardes dans les murs; chute de cheminées isolées en mauvais état; éroulement de minarets ou de mosquées ou d'églises mal construites.

Degré VIII. — Sévères dommages, fentes béantes dans les murs, chute de la plupart des cheminées, chute de clochers d'église; renversement ou rotation des statues, des monuments funéraires; fissures dans les pentes raides ou dans les terrains humides; chute de rochers en montagne.

Degré IX. — Des solides maisons de construction européenne sont sérieusement endommagées, un grand nombre rendues inhabitables; d'autres s'écroulent plus ou moins complètement.

Degré X. — La plupart des bâtiments en pierre et en charpente sont détruits avec leurs fondations; fentes dans les murs en briques; rails de chemin de fer légèrement recourbés; dommages aux ponts; tuyaux de conduit brisés ou refoulés les uns dans les autres; fentes et plis ondulés dans les rues; éboulements; l'eau des rivières et des lacs est projetée sur le rivage.

Degré XI. — Destruction totale des bâtiments de pierre, des ponts, des digues; larges déchirures et crevasses dans le sol; grands éboulements de terrain.

Degré XII. — Rien ne demeure plus des œuvres humaines; changements dans la topographie; formation de grandes failles; dislocations horizontales et cisaillements du sol; rivières détournées de leur cours.

II. — ÉCHELLE MACROSISMIQUE MSK 1964

TERMINOLOGIE ET CLASSIFICATION DES TERMES UTILISÉS DANS L'ÉCHELLE.

I. Classification des constructions (constructions non antisismiques)

Type A : Maisons en argile, pisé, briques crues; maisons rurales; constructions en pierres tout venant.

Type B : Constructions en briques ordinaires, ou en blocs de béton; constructions mixtes maçonnerie-bois; constructions en pierres taillées.

Type C : Constructions armées, constructions de qualité en bois.

II. Définition des termes de quantités

Quelques : 5 %, environ

Beaucoup, nombreux : 50 %,

La plupart : 75 %

III. Degrés d'endommagement des constructions

1^{er} Degré : DOMMAGES LEGERS : fissurations des plâtres; chutes de petits débris de plâtre.

2^e Degré : DOMMAGES MODÉRÉS : fissurations des murs; chutes d'assez gros débris de plâtre, chutes de tuiles; fissurations de cheminées ou chutes de parties de cheminées.

3^e Degré : SÉVÈRES DOMMAGES : lézardes larges et profondes dans les murs; chutes de cheminées.

4^e Degré : DESTRUCTION : brèches dans les murs; effondrements partiels éventuels; destruction de la solidité entre parties différentes d'une construction; destruction de remplissages ou de cloisons intérieures.

5^e Degré : DOMMAGE TOTAL : effondrement total de la construction.

IV. Effets considérés dans l'échelle

a. Effets sur les personnes et leur environnement;

b. Effets sur les structures de toute nature;

c. Effets sur les sites naturels.

2. DEGRÉS DE L'ÉCHELLE D'INTENSITÉ

I. Secousse non perceptible

a. L'intensité de la vibration se situe en dessous du seuil de perception humaine; la secousse est détectée et enregistrée seulement par les sismographes.

II. Secousse à peine perceptible

a) La secousse est ressentie seulement par quelques individus au repos dans leur habitation, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments.

III. Secousse faible ressentie seulement de façon partielle

a) La secousse est ressentie par quelques personnes à l'intérieur des constructions et n'est ressentie à l'extérieur qu'en cas de circonstances favorables. La vibration ressemble à celle causée par le passage d'un camion léger. Des observateurs attentifs notent un léger balancement des objets suspendus, balancement plus accentué dans les étages supérieurs.

IV. Secousse largement ressentie

a) Le séisme est ressenti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes, et par quelques personnes à l'extérieur. Des dormeurs isolés sont réveillés mais personne n'est effrayé. La vibration est comparable à celle due au passage d'un camion lourdement chargé. Les fenêtres, les portes et les assiettes tremblent. Les planchers et les murs font entendre des craquements. Le mobilier commence à être secoué. Les liquides contenus dans des récipients ouverts s'agitent légèrement. Les objets suspendus se balancent légèrement.

V. Réveil des dormeurs

a) Le séisme est ressenti à l'intérieur par tout le monde et à l'extérieur par de nombreuses personnes. De nombreux dormeurs s'éveillent, quelques-uns sortent en courant. Les animaux sont nerveux. Les constructions sont agitées d'un tremblement général. Les objets suspendus sont animés d'un large balancement. Les tableaux cognent sur les murs ou sont projetés hors de leur emplacement. En certains cas, les pendules à balancier s'arrêtent. Les objets peu stables peuvent être renversés ou déplacés. Les portes ou les fenêtres ouvertes battent avec violence. Les liquides contenus dans des récipients bien remplis se répandent en petite quantité. La vibration est ressentie comme celle due à un objet lourd dégringolant dans le bâtiment.

b) De légers dommages du 1^{er} degré sont possibles dans les bâtiments de type A.

c) Modification en certains cas du débit des sources.

VI. Frayeur

a) Le séisme est ressenti par la plupart des personnes aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent vers l'extérieur. Quelques personnes perdent l'équilibre. Les animaux domestiques s'échappent de leur stalle. Dans quelques cas, les assiettes et les verres peuvent se briser; les livres tomber. Le mobilier lourd peut se déplacer et dans les clochers les petites cloches peuvent tinter spontanément.

b) Dommages du 1^{er} degré dans quelques constructions du type B et dans de nombreuses constructions du type A. Dans quelques bâtiments de type A, dommages du 2^e degré.

c) En certains cas, des crevasses de l'ordre du centimètre peuvent se produire dans les sols détrempés; des glissements de terrain peuvent se produire en montagne; on peut observer des changements dans le débit des sources et le niveau des puits.

VII. Dommages aux constructions

a) La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent au dehors. Beaucoup ont de la difficulté à rester debout. La vibration est ressentie par des personnes conduisant des voitures automobiles. De grosses cloches se mettent à sonner.

b) Dans de nombreux bâtiments du type C, dommages du 1^{er} degré; dans de nombreux bâtiments de type B, dommages du 2^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. Dans quelques cas glissement des routes le long des pentes raides; fissures en travers des routes; joints de canalisations endommagés; fissures dans les murs de pierres.

c) Des vagues se forment sur l'eau et celle-ci est troublée par la boue mise en mouvement. Les niveaux d'eau dans les puits et le débit des sources changent. Dans quelques cas des sources tarées se remettent à couler et des sources existantes se tarissent. Dans des cas isolés des talus de sable ou de gravier s'écroulent partiellement.

VIII. Destruction de bâtiments

- a) Frayeur et panique; même les personnes conduisant des voitures automobiles sont effrayées. Dans quelques cas des branches d'arbres cassent. Le mobilier, même lourd, se déplace ou se renverse. Les lampes suspendues sont endommagées en partie.
- b) De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 1^{er} degré et quelques-uns du 3^e degré; quelques bâtiments de type B sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 4^e degré et quelques-uns au 5^e degré. Ruptures occasionnelles de joints de canalisations. Les monuments et les statues se déplacent ou tournent sur eux-mêmes. Les stèles funéraires se renversent. Les murs de pierre s'effondrent.
- c) Petits glissements de terrain dans les ravins et dans les routes en talus sur de fortes pentes; les crevasses dans le sol atteignent plusieurs centimètres de largeur. L'eau des lacs devient trouble. De nouvelles retenues d'eau se créent dans les vallées. Des puits asséchés se remplissent et des puits existants se tarissent. Dans de nombreux cas changement dans le débit et le niveau de l'eau.

IX. Dommages généralisés aux constructions

- a) Panique générale; dégâts considérables au mobilier. Les animaux affolés courent dans toutes les directions et poussent des cris.
- b) De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 3^e degré, quelques-uns du 4^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 5^e degré. Les monuments et les colonnes tombent. Dommages considérables aux réservoirs au sol; rupture partielle des canalisations souterraines. Dans quelques cas, des rails de chemins de fer sont pliés, des routes endommagées.
- c) Des projections d'eau, de sable et de boue sur les plages sont souvent observées. Les crevasses dans le sol atteignent 10 cm; elles dépassent 10 cm sur les pentes et les berges des rivières. En outre, un grand nombre de petites crevasses s'observent dans le sol; chutes de rochers; nombreux glissements de terrain; grandes vagues sur l'eau; des puits asséchés peuvent retrouver leur débit et des puits existants peuvent s'assécher.

X. Destruction générale des bâtiments

- b) De nombreux bâtiments de type C subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 5^e degré; la plupart des bâtiments du type A subissent des destructions du 5^e degré; dommages dangereux aux barrages et aux digues; dommages sévères aux ponts. Les lignes de chemins de fer sont légèrement tordues. Les canalisations souterraines sont tordues ou rompues. Le pavage des rues et l'asphalte forment de grandes ondulations.
- c) Les crevasses du sol présentent des largeurs de plusieurs centimètres et peuvent atteindre 1 m. Il se produit de larges crevasses parallèlement aux cours d'eau. Les terres meubles s'écroulent le long des pentes raides. De considérables glissements de terrain peuvent se produire dans les berges des rivières et le long des rivages escarpés. Dans les zones littorales, déplacements de sable et de boue; changement des niveaux d'eau dans les puits, l'eau des canaux, des lacs, des rivières est projetée sur la terre. De nouveaux lacs se créent.

XI. Catastrophes

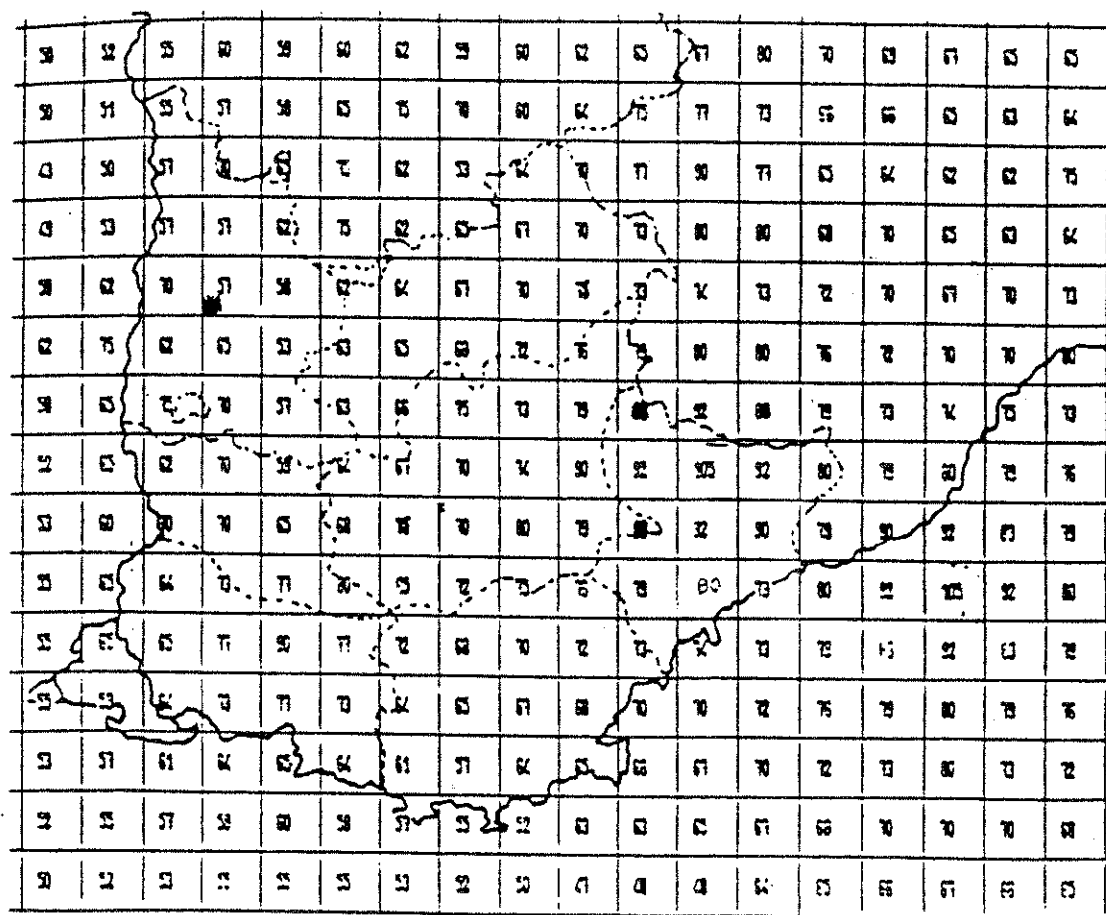
- b) Dommages sévères même aux bâtiments bien construits, aux ponts, aux barrages et aux lignes de chemins de fer; les grandes routes deviennent inutilisables; les canalisations souterraines sont détruites.
- c) Le terrain est considérablement déformé aussi bien par des mouvements dans les directions horizontales et verticales que par de larges crevasses; nombreux glissements de terrain et chutes de rochers. La détermination de l'intensité de la secousse nécessite des investigations spéciales.

XII. Changement du paysage

- b) Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites.
- c) La topographie est bouleversée. D'énormes crevasses accompagnées d'importants déplacements horizontaux et verticaux sont observées. Des chutes de rochers et des affaissements de berges de rivières s'observent sur de vastes étendues. Des vallées sont barrées et transformées en lacs; des cascades apparaissent et des rivières sont déviées. La détermination de l'intensité nécessite des investigations spéciales.

ANNEXE 3

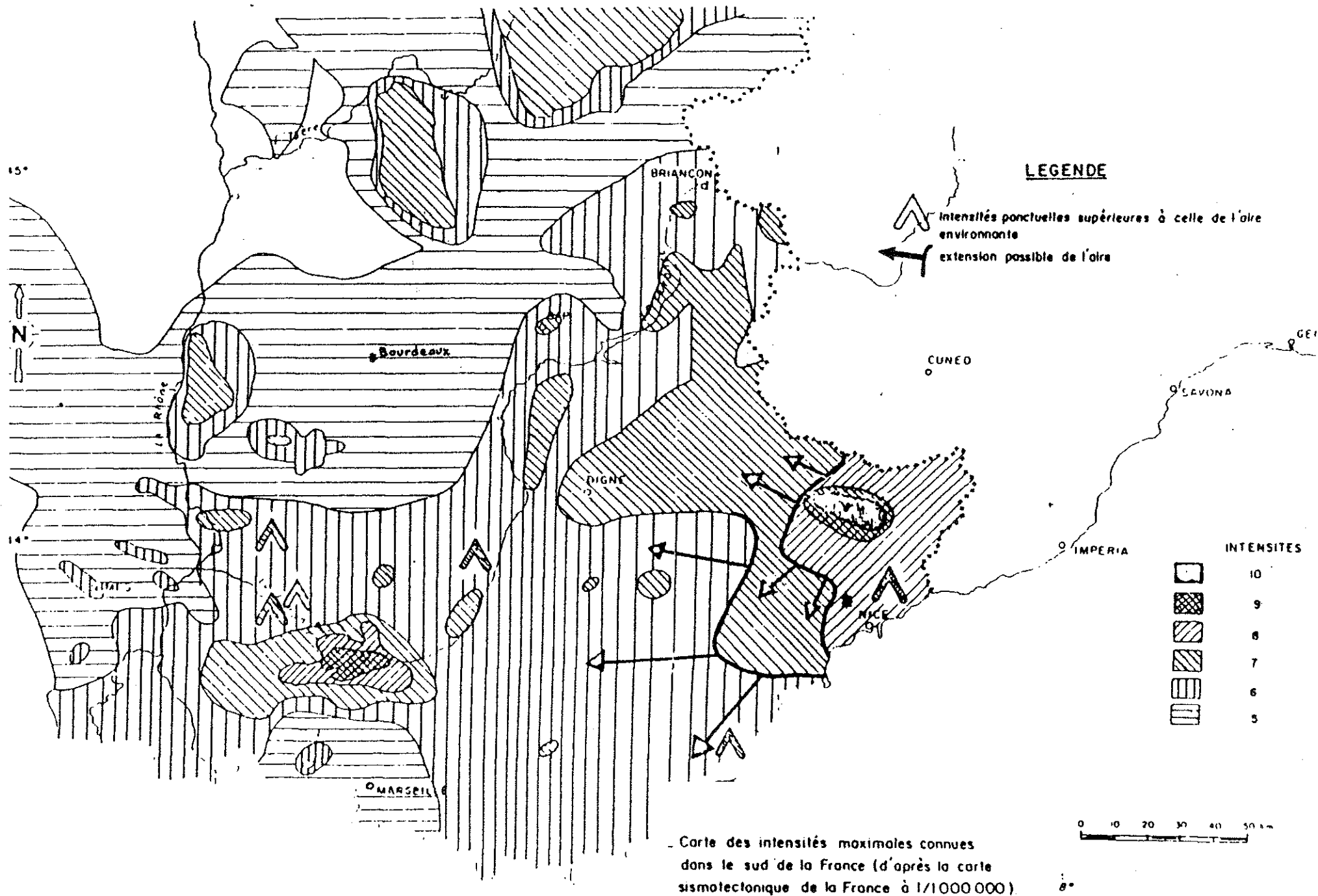
EXTRAIT DE LA CARTE AUTOMATIQUE DES INTENSITES VRAISEMABLEMENT ATTEINTES
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE A 1/2 500 000



Légende :

96-105	:	intensité X	M.S.K.
86-95	:	intensité IX	M.S.K.
76-85	:	intensité VIII	M.S.K.
66-75	:	intensité VII	M.S.K.
56-65	:	intensité VI	M.S.K.

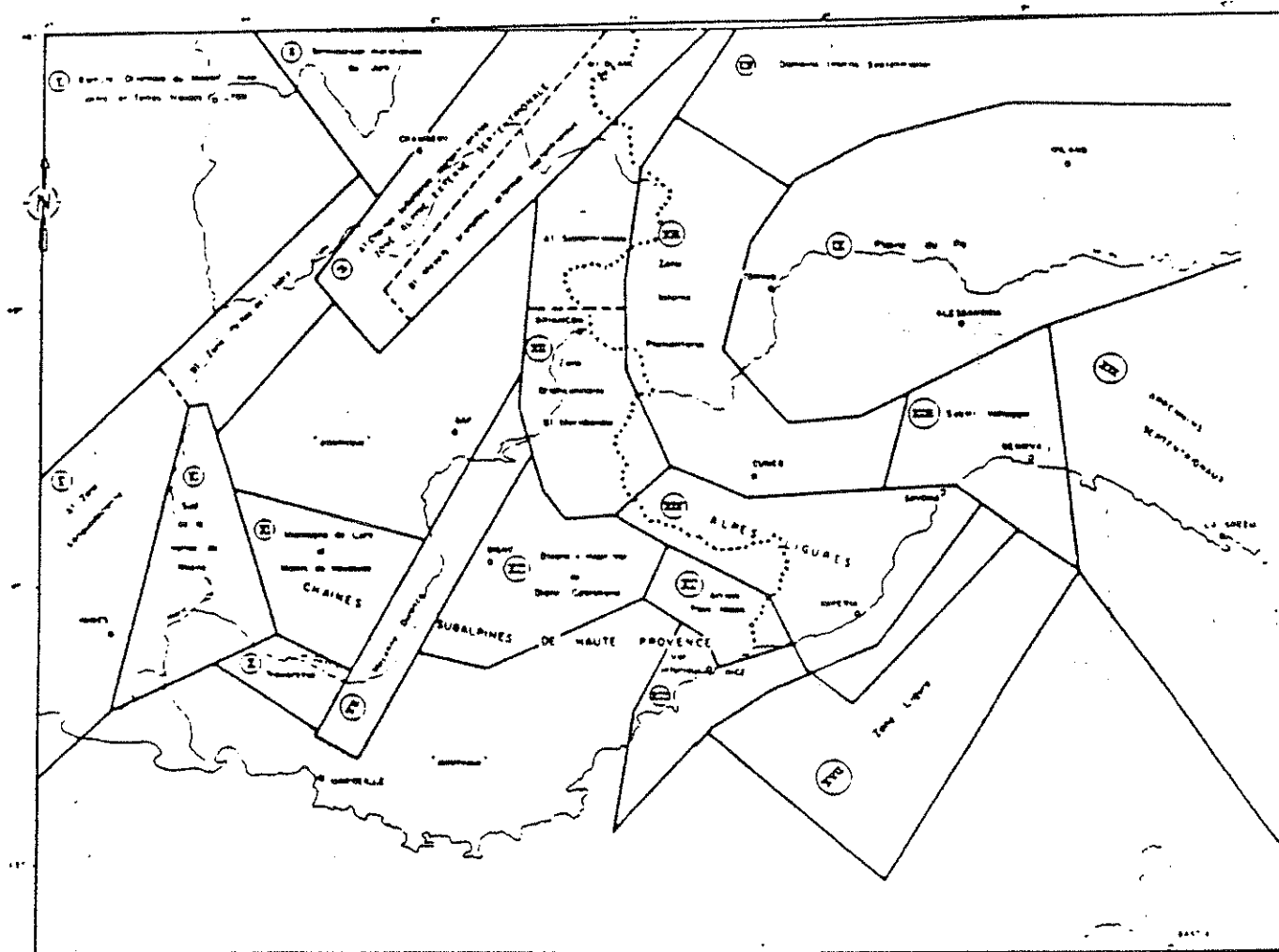
* Bourdeaux



ANNEXE 5

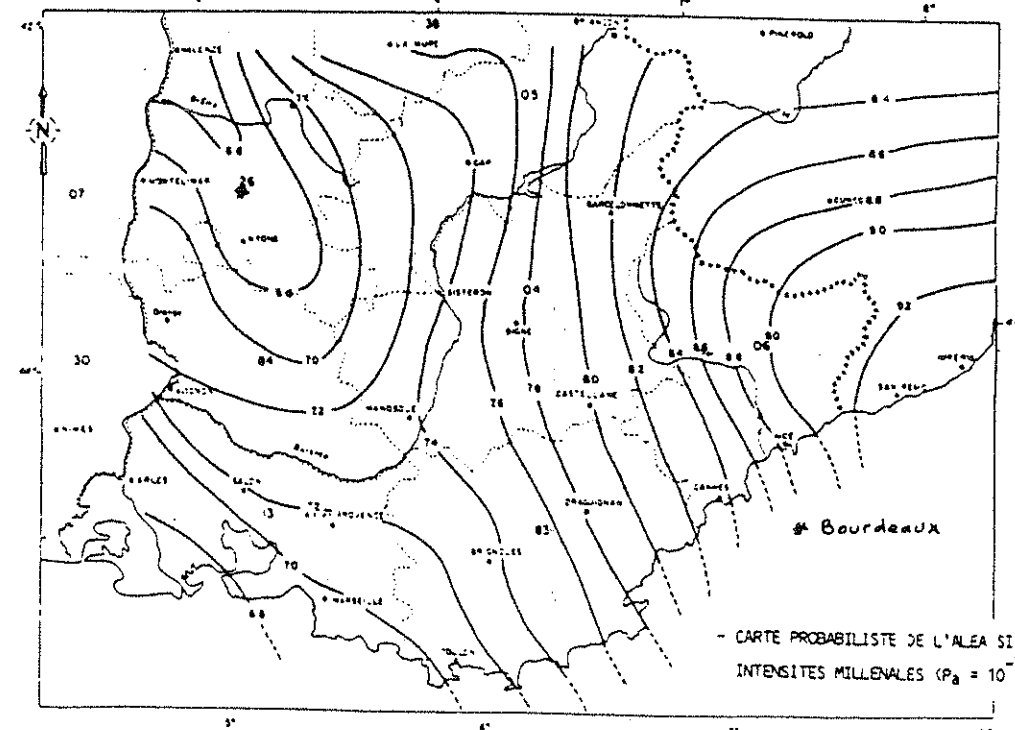
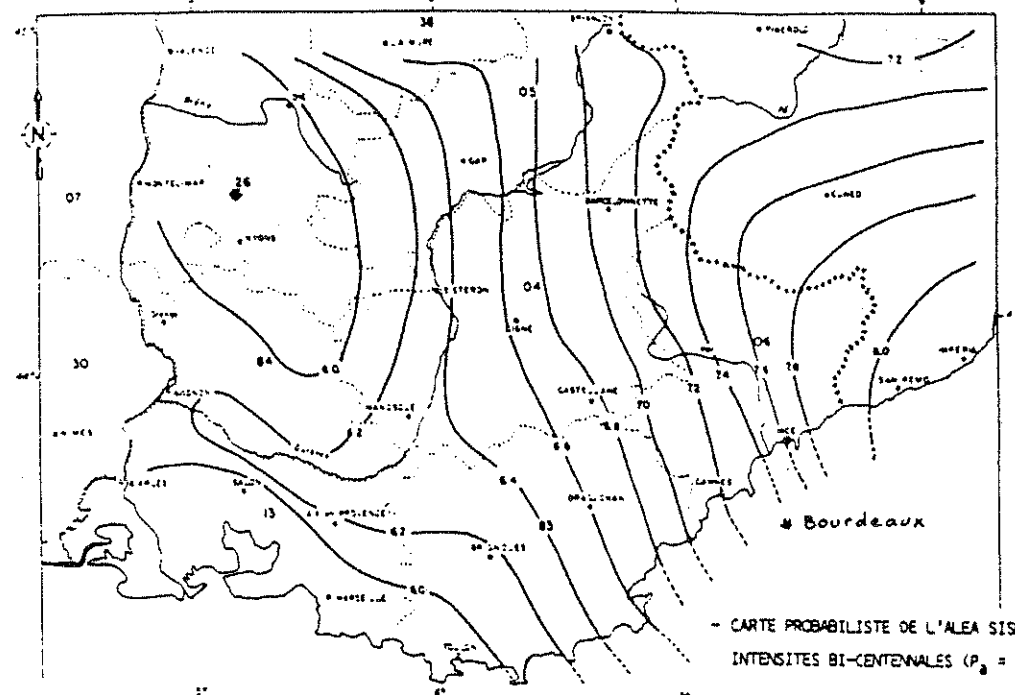
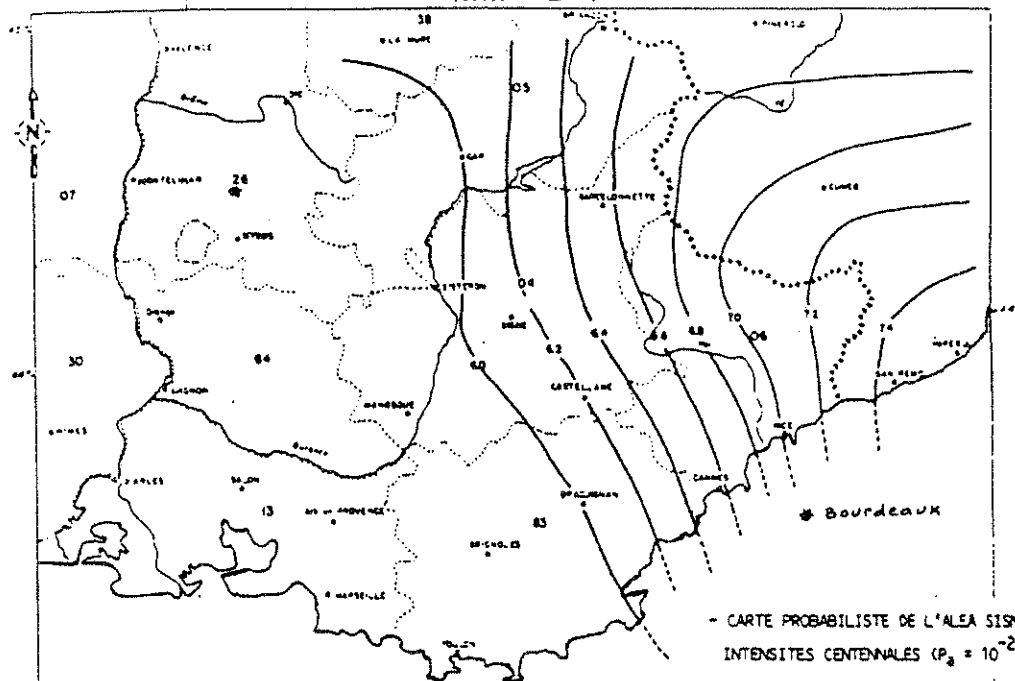
DÉPARTEMENTS			
ARRONDISSEMENTS			
CANTONS de Séismicité			
Nulle ou négligeable	Faible (Zone 1)	Moyenne (Zone 2)	Forte (Zone 3)
Arr ^t de NARBONNE (suite) Lézignan-Corbières Narbonne	Tuchan *		
13 - BOUCHES DU RHONE			
Arr ^t d'AIX-EN-PROVENCE Martigues Marignane	Berre-l'Etang Gardanne Istres * Trets	Aix-en-Provence Lambesc Peyrolles-en-Provence Salon-de-Provence	
Arr ^t d'ARLES Arles (ouest) Port-Saint-Louis-du-Rhône Saintes-Maries-de-la-Mer	Arles (est) * Saint-Rémy-de-Provence Tarascon-sur-Rhône	Chateaurenard Eyguières Orgon	
Arr ^t de MARSEILLE (en totalité)			
25 - DOUBS			
Arr ^t de BESANÇON (en totalité)			
Arr ^t de MONTBELIARD			
Arr ^t de PONTARLIER (en totalité)	(en totalité) *		
26 - DROME			
Arr ^t de DIE Chatilions-en-Diois Crest (Nord) Dié La-Motte-Chalençon Luc-en-Diois Saillans	Bourdeaux Crest (Sud) La-Chapelle-en-Vercors		
Arr ^t de NYONS Remuzat Sédéron	Burs-Les-Baronnes Grignan Nyons Pierrelatte Saint-Paul-Trois-Châteaux		
Arr ^t de VALENCE Bourg-de-Péage Chabeuil Le-Grand-Serre Loriol-sur-Drôme Marsanne Romans Saint-Donnat-sur-l'Her- basse Saint-Vallier-sur-Rhône Tain-l'Hermitage Valence	Dieulefit Montélimar * Saint-Jean-en-Royans		

ANNEXE 6

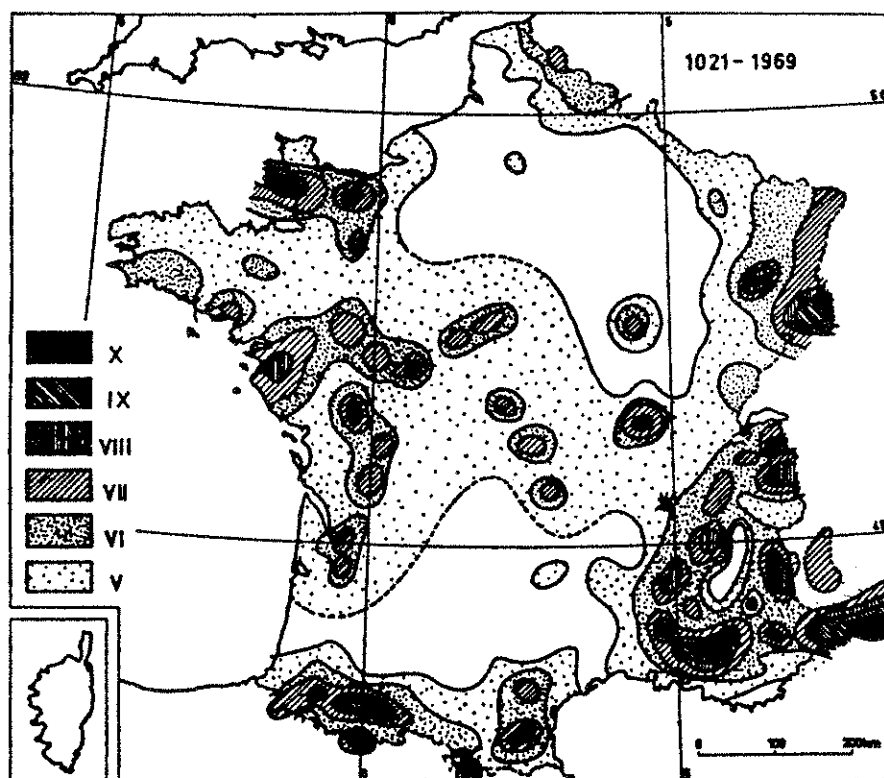


- DEFINITION DE PROVINCES SISMOTECTONIQUES DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

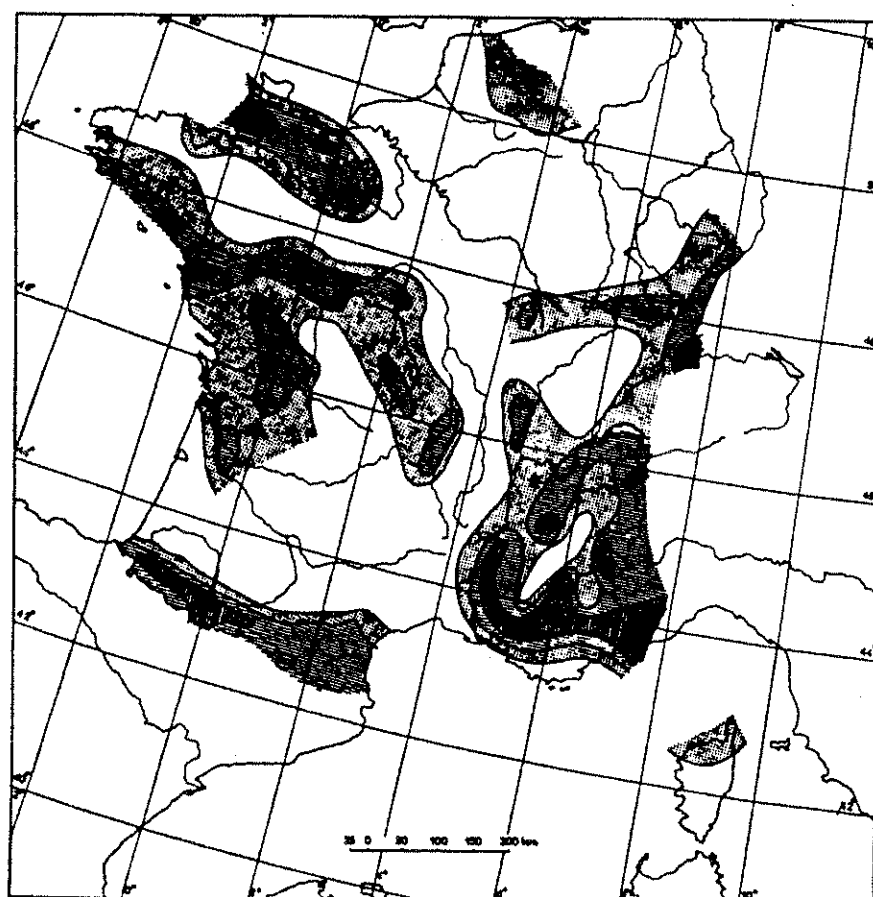
ANNEXE 7



ANNEXE 8



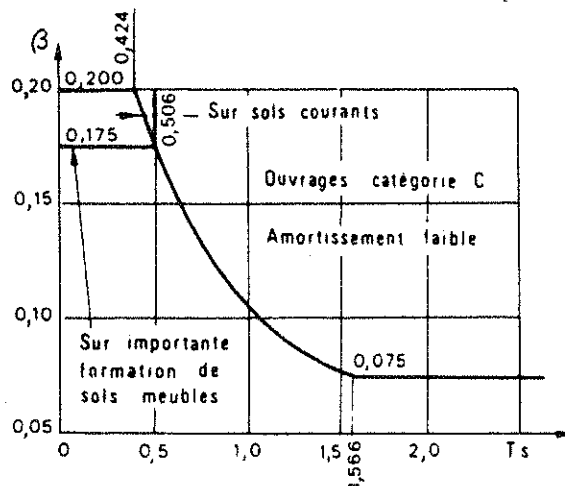
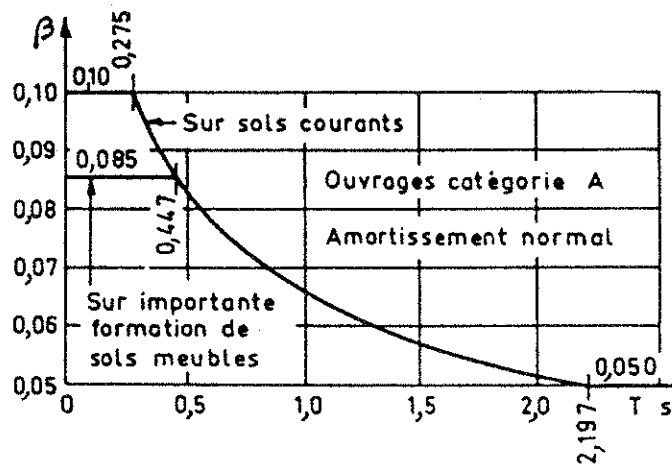
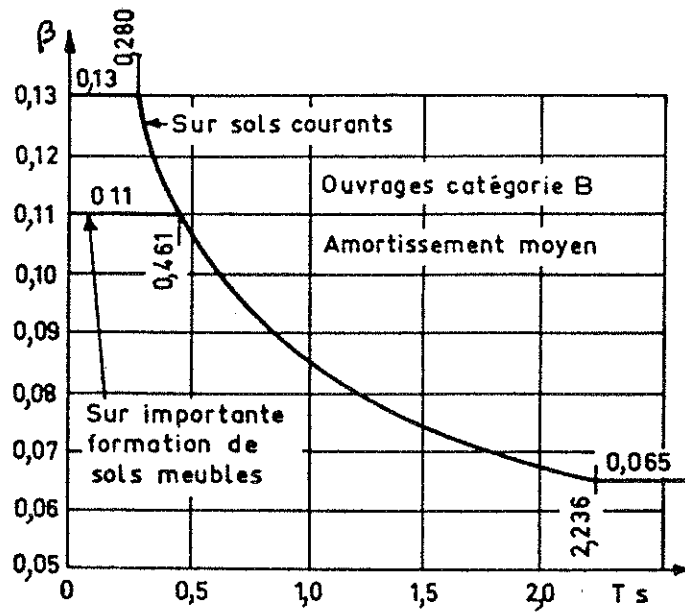
— Carte des intensités maximales observées.



— Carte des intensités maximales probables.

* Boule...

ANNEXE 9



Les courbes $\beta(T)$ ont été déduites des enveloppes de spectres de réponse, mais ne constituent pas des enveloppes de spectres à l'état pur. Elles résultent d'adaptations tenant compte, dans une certaine mesure, d'incursions possibles dans le domaine plastique, et de l'intervention des modes supérieurs.

ANNEXE 10

EXEMPLES DE VALEURS DE δ

Mode de fondation	SOL			
	A Terrains de consistance rocheuse	B Terrains de consistance moyenne	C Terrains meubles, assez forte teneur en eau	D Limens et vases gorgés d'eau
1) Semelles superficielles	1,00	1,15	1,25	
2) Semelles sur puits	0,90	1,00	1,15	
3) Radier		1,00	1,10	1,20
4) Pieux appuyés en pointe à travers les sols B, C ou D		1,10	1,15	1,30
5) Pieux flottants		1,10	1,30	

ANNEXE 11

CONSTRUCTIONS			INTENSITÉ NOMINALE		
Groupe	Définition	Exemples	Zone 1	Zone 2	Zone 3
I	Édifices offrant un risque dit normal pour la population	Habitations, bureaux, usines, ateliers	7 ($\alpha = 0,5$)	8 ($\alpha = 1$)	8,6 ($\alpha = 1,5$)
H	Édifices offrant un risque spécial du fait de leur fréquentation, ou de l'importance primordiale pour la vie de la région	Écoles, stades, salles de spectacle, halls de voyageurs, centrales thermiques, etc...	7,6 ($\alpha = 0,75$)	8,3 ($\alpha = 1,2$)	8,8 ($\alpha = 1,7$)
HI	Ouvrages dont la sécurité est primordiale pour les besoins de la Protection Civile.	Hôpitaux, casernes	8 ($\alpha = 1$)	8,6 ($\alpha = 1,5$)	9 ($\alpha = 2$)
IV	Ouvrages dont la désorganisation présente un risque particulièrement grave	Certaines installations ayant trait à l'utilisation de l'énergie atomique	à examiner dans chaque cas		