



BRGM

D.D.E DE LA HAUTE-GARONNE

SERVICE DES GRANDS TRAVAUX 1

RN 125 - DEVIATION DE SAINT-BEAT

Projet de tunnel et de route en corniche

***ETUDE GEOLOGIQUE ET DES RISQUES
D'ÉBOULEMENT, DE CHUTES DE BLOCS ET DE PIERRES***

R 34 562 MPY 4S 92

J. GALHARAGUE

Y. TERNET

avec la collaboration de P. GUILLEMINOT

B. MARSAUD

Mars 1992

RESUME

A la demande de la D.D.E. de la Haute-Garonne, Service des Grands Travaux 1 à Toulouse, le BRGM, Agence Midi-Pyrénées, a été chargé de réaliser l'étude géotechnique de la déviation de la RN 125 dans la traversée de Saint-Béat.

L'étude a porté sur l'étude géologique et l'étude des risques (risques d'éboulements, de chutes de blocs et de pierres et d'avalanches) d'une variante mixte de tunnel de 600 m de longueur prolongé par une route en corniche et d'une variante longue de tunnel de 1040 m.

Le projet se situe en rive droite de la Garonne, à la hauteur du village de Saint-Béat, et intéresse principalement une puissante série de calcaires métamorphiques du Secondaire.

ETUDE GEOLOGIQUE

Il a été effectué l'inventaire des données géologiques existantes dont l'essentiel est consigné sur la feuille géologique à 1/50 000 d'Arreau. Cet inventaire a été complété par l'examen des photographies aériennes

La structure d'ensemble de la zone considérée est organisée autour d'un pli anticlinal d'échelle kilométrique, à axe plongeant fortement vers le Nord-Ouest, qui apparaît assez bien au sommet du Cap du Mont sur la carte d'Arreau.

Un levé géologique d'ensemble a été réalisé; à l'exception des éboulis calcaires recoupés sur quelques mètres à la tête nord du tunnel, les terrains rencontrés par le tracé s'échelonnent du Lias à l'Aptien-Albien inférieur. Il s'agit essentiellement de terrains calcaires métamorphisés.

Les informations géologiques obtenues sont présentées sur une carte géologique à 1/5000 accompagnée par une coupe à la même échelle selon le tracé et sur une carte à 1/1000 accompagnée par 6 profils géologiques en travers à 1/1000.

L'étude générale de la fracturation montre que le secteur est fortement diaclasé sauf exception locale.

Il a été également effectué une analyse détaillée des discontinuités en surface et à l'intérieur du massif en profitant notamment de deux galeries rencontrées à proximité du tracé.

Il n'était pas prévu d'essais géotechniques sur les matériaux dans le cadre de cette reconnaissance. Les résultats obtenus sur des matériaux comparables de la carrière O.M.G actuellement en activité caractérisent des calcaires très durs.

En ce qui concerne les circulations d'eau dans le massif calcaire, elles seront a priori peu abondantes avec peut-être quelques écoulements temporaires importants lors de fortes pluies.

ETUDE DES RISQUES

Il n'y a pas de risque d'avalanche dans la zone étudiée, d'après le Service RTM de la Haute-Garonne.

En ce qui concerne les éboulements et les chutes de blocs et de pierres, les principales chutes concernent la tête nord du tunnel et le secteur du cimetière. Au-delà, en allant vers le Sud, aucune chute de masses rocheuses ne nous a été signalée lors de l'enquête.

Une carte des risques à 1/1000 a été établie.

La tête nord du tunnel a été classée en zone à risque très élevé.

La route en corniche a été subdivisée en 4 parties, du Nord au Sud, en fonction des risques identifiés : *une zone à risque très élevé, une zone à risque élevé à moyen, une zone à risque moyen à faible, une zone à risque faible à nul.*

Enfin, la tête sud du tunnel sera dominée par une falaise subverticale, d'une quarantaine de mètres de hauteur. L'aspect général de la paroi est très sain, sans risque manifeste de chutes de blocs ou de pierres.

SOMMAIRE

1 - PRESENTATION

2 - ETUDE GEOLOGIQUE

2.1 - Inventaire des données géologiques existantes

2.2 - Levé géologique d'ensemble

2.2.1 - Echelle stratigraphique

2.2.2 - Structure d'ensemble et fracturation

2.3 - Analyse des discontinuités

2.3.1 - Caractéristiques générales

2.3.2 - Densité globale des discontinuités

2.3.3 - Organisation des discontinuités en familles

2.3.4 - Comportement mécanique des discontinuités

2.4 - Caractéristiques géotechniques des terrains

2.5 - Observations hydrogéologiques

2.6 - Synthèse de l'étude géologique

3 - ETUDE DES RISQUES

3.1 - Les avalanches

3.2 - Les éboulements, chutes de blocs et de pierres

3.2.1 - Enquête historique

3.2.2 - Conditions d'examen du site

3.2.3 - Définition de la nature et du niveau du risque

3.2.4 - Carte des risques et commentaires

3.3 - Synthèse de l'étude des risques

TABLE DES FIGURES, PLANCHES HORS TEXTE ET ANNEXES

FIGURES

- Fig. 1 : Carte de localisation à 1/10 000
- Fig. 1bis : Carte géologique générale à 1/50 000 (extrait)
- Fig. 2 : Carte géologique d'ensemble à 1/5000
- Fig. 3 : Coupe géologique à 1/5000 suivant le tracé du projet
- Fig 4 à 8 : Coupes géologiques à 1/1000 (profils en travers)
- Planches photographiques (3 planches).

PLANCHES HORS TEXTE

- Pl. 1 : Carte géologique détaillée à 1/1000
- Pl. 2 : Carte des risques à 1/1000

ANNEXES

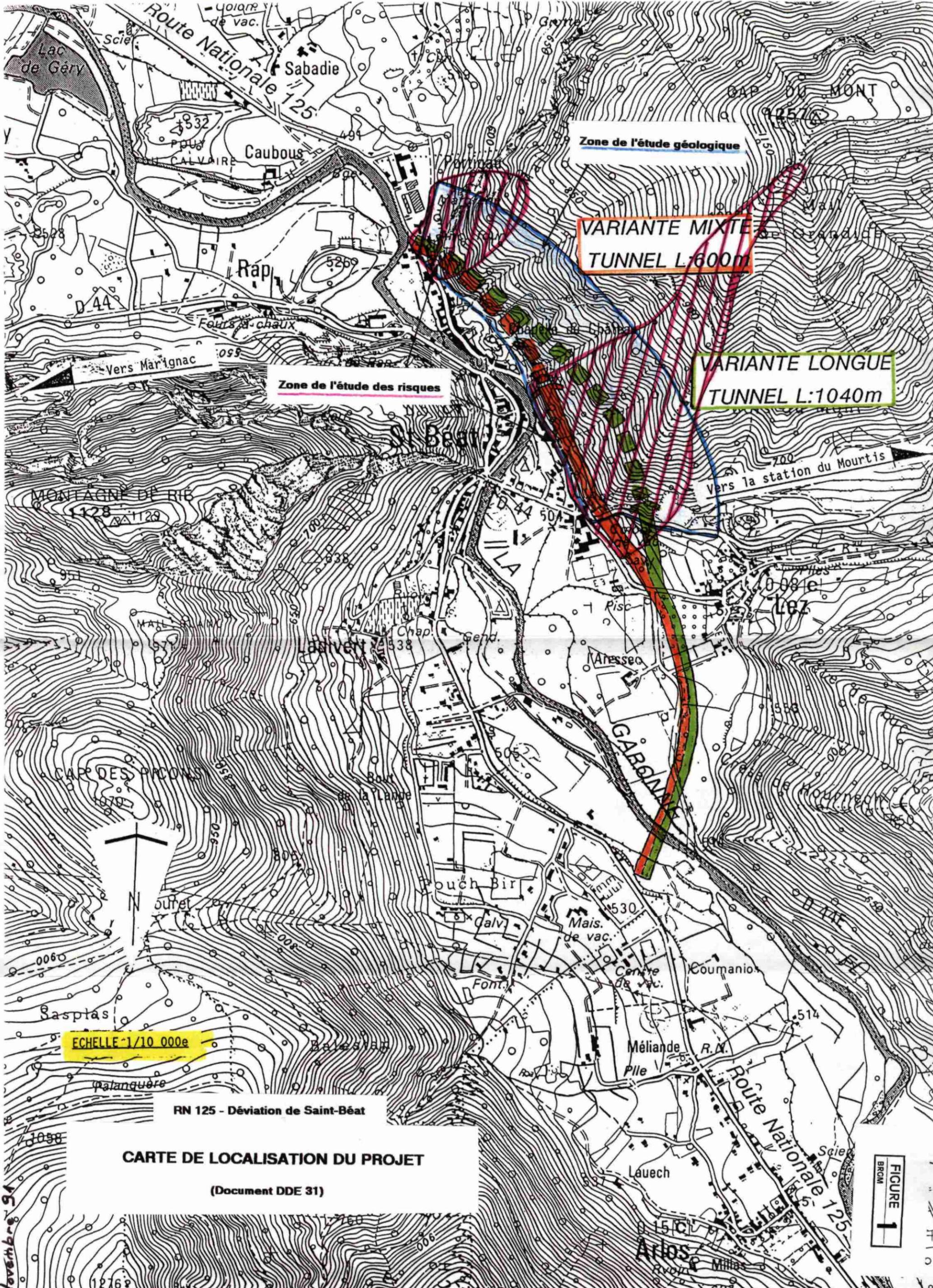
- Annexe 1 : Densité des discontinuités, (1.1 à 1.4).
- Annexe 2 : Organisation des discontinuités en familles, canevas de Schmidt (2.1 à 2.16).
- Annexe 3 : Espacement des discontinuités (3.1).
- Annexe 4 : Résultats d'essais géotechniques sur les calcaires de la carrière souterraine de O.M.G. (4.1).

1 - PRESENTATION

A la demande de la D.D.E. de la Haute-Garonne, Service des Grands Travaux 1 à Toulouse, le BRGM, Agence Midi-Pyrénées, a été chargé de réaliser l'étude géotechnique de la déviation de la RN 125 dans la traversée de Saint-Béat.

L'étude porte sur l'étude géologique et l'étude des risques (risques d'éboulements, de chutes de blocs et de pierres et d'avalanches) d'une variante mixte de tunnel de 600 m de longueur prolongé par une route en corniche et d'une variante longue de tunnel de 1040 m. Les deux tracés sont figurés sur la carte à 1/10 000 de la figure 1.

Le projet se situe en rive droite de la Garonne, à la hauteur du village de Saint-Béat, et intéresse principalement une puissante série de calcaires métamorphiques du Secondaire. La Garonne franchit en gorge le massif calcaire et en rive droite on observe d'importantes falaises qui constituent les premiers escarpements du Cap du Mont qui culmine à 1257 m, le village et la Garonne étant à environ 500 m d'altitude. L'entrée et la sortie des deux projets envisagés se font au niveau de la route actuelle et les tracés se situent entre les cotes 500 m et 520 m environ.



VARIANTE MIXTE
TUNNEL L:600m

VARIANTE LONGUE
TUNNEL L:1040m

Zone de l'étude géologique

Zone de l'étude des risques

ECHELLE 1/10 000e

RN 125 - Déviation de Saint-Béat

CARTE DE LOCALISATION DU PROJET
(Document DDE 31)

FIGURE 1

Novembre 94

2 - ETUDE GEOLOGIQUE

2-1 - INVENTAIRE DES DONNEES GEOLOGIQUES EXISTANTES

L'essentiel des connaissances est consigné sur la feuille Arreau de la Carte géologique de la France à 1/50 000 éditée en 1982 et dans sa notice explicative réalisée pour ce secteur par E.-J. Debroas. Un extrait de cette carte est présenté en figure 1 bis.

Le tracé du projet correspond exactement à la traversée de l'ensemble géologique dénommé "zone interne métamorphique" compris entre la faille nord-pyrénéenne au Sud et la faille Marignac-Eup au Nord (faille non figurée sur la carte géologique d'Arreau). Cette zone est héritée d'un ancien fossé d'effondrement où les sédiments, Trias à Albien inférieur, ont subi un métamorphisme de haute température-basse pression : par recristallisation les calcaires et les dolomies sont devenus des marbres, les marnes et les argiles des cornéennes; leurs caractères lithologiques originels (couleurs, textures, fossiles, etc) ont pratiquement disparu.

La structure d'ensemble de la zone considérée est organisée autour d'un pli anticlinal d'échelle kilométrique, à axe plongeant fortement vers le Nord-Ouest, qui apparaît assez bien au sommet du Cap du Mont sur la carte d'Arreau.

L'observation des photographies aériennes (*mission régulière de l'IGN Arreau-Saint-Girons 300, 1970, et missions spéciales SPHAIR des 6.08.1985 et 12.01.1990*) révèle :

- une morphologie relativement contrastée avec une zone nord à relief massif, à pentes raides et petites falaises, et une zone sud à modelé moins abrupt; la limite entre les deux zones passe par le ravin qui débouche au-dessus de la promenade Galliéni,

- des linéaments traduisant certains éléments de la fracturation du massif, à savoir:

- une direction N50° (*comptée dans le sens des aiguilles d'une montre*), subverticale, très fréquente dans la partie nord (ou plus visible en raison du couvert moins dense),

- une direction N120°-130° correspondant à une vire ascendante du Nord vers le Sud, prenant juste au Sud-Ouest de la tête Nord du projet, se poursuivant au pied de petits ressauts et au-dessus d'anciennes carrières jusqu'à des replats et brèches dans la crête,

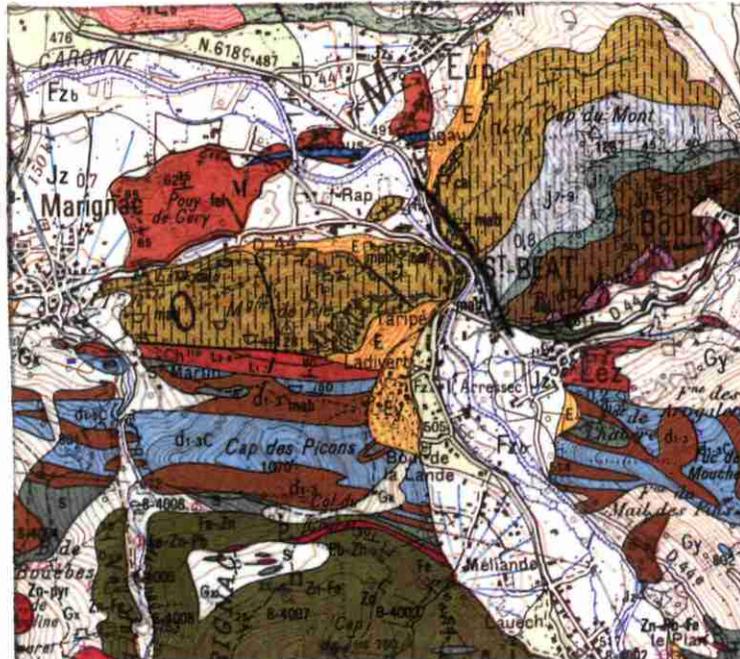
- des ressauts dans la partie sud, brisée, ayant sensiblement la même orientation que ci-dessus.

RN 125 - Déviation de Saint-Béat

CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE A 1/50 000

ARREAU

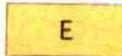
EXTRAIT



Légende partielle

TERRAINS QUATERNAIRES

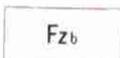
Formations de versants



E

Éboulis actuels ou très récents

Formations fluviales et formations associées



Fz_b

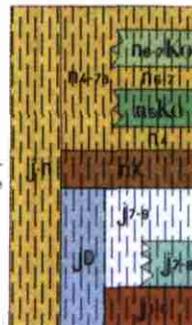
Basse terrasse inondable post-glaciaire

TERRAINS MÉTAMORPHIQUES

TERRAINS MÉSOZOÏQUES ANTÉCÉNOMANIENS MÉTAMORPHIQUES



Albien supérieur
Flysch ardoisier



- J_n - Dogger à Albien inférieur indifférenciés
- Caillaires marmoréens
- n_{1-7a} - Barrémien-Aptien-Albien inférieur
- Caillaires marmoréens indifférenciés
- n₆₋₇ - Caillaires marmoréens de l'Albo-Aptien
- n₁ - Caillaires marmoréens du Barrémien
- n₁₋₃ - « cornéennes » de l'Albo-Aptien
- n₁₋₃ - « cornéennes » du Bédoulien
- n₂ - Néocomien : quartzites
- Dogger - Malm
- J_D - Dolomies et caillaires marmoréens indifférenciés
- J_{7-a} - Dolomies et caillaires marmoréens du Kimméridgien et du Portlandien
- J_{7-a} - Caillaires marmoréens noirs du Kimméridgien
- J_{7-a} - Dolomies et caillaires marmoréens du Dogger et de l'Oxfordien



Lias moyen et supérieur - Aalénien
« Cornéennes » indifférenciés



Lias inférieur
Caillaires marmoréens

2.2 - LEVE GEOLOGIQUE D'ENSEMBLE

Vu la configuration des lieux et le couvert végétal, les observations de terrain se sont limitées essentiellement à la base des escarpements. Deux galeries ont apporté un renfort important de données lithologiques et structurales; l'une, de petite dimension (L= 35 m, l=10 m, H=4 m) se situe près de la tête nord du tunnel, l'autre, de taille assez importante (L=100 m, l=20 à 40 m, H= 8 à 10 m, et en 2 branches) est à peu près au milieu du tracé du tunnel court.

Ces deux excavations (cf. pl.1 à 1/1000, pour localisation) correspondent à des travaux anciens d'exploitation de la pierre marbrière de Saint-Béat pour la fabrication de poudres et granulés par la société OMG dont l'usine est immédiatement au Nord du projet.

2.2.1 - Echelle stratigraphique

A l'exception des terrains quaternaires représentés par les alluvions de la Garonne (qui n'intéressent pas le tracé) et par les éboulis calcaires à matrice argilo-limoneuse plus ou moins abondante recoupés sur quelques mètres à la tête nord, les terrains rencontrés par le tracé s'échelonnent, du plus ancien au plus récent, du Lias à l'Aptien-Albien inférieur. Il s'agit essentiellement de carbonates qui ont été identifiés par comparaison avec ceux de séries non métamorphiques.

On rencontre ainsi, du Sud vers le Nord (cf. carte géologique d'ensemble, fig.2, et coupe géologique à 1/5000, fig.3, et carte géologique détaillée à 1/1000, pl.1) :

1 - une brèche tectonique formée d'éléments anguleux de marbre et d'un ciment de calcite ou de marbre finement broyé. Puissante de 25 à 30 mètres, subverticale, elle matérialise ici la faille nord-pyrénéenne jalonnée par ailleurs par de l'ophite (roche éruptive du Trias);

2 - des calcaires marmoréens blancs alternant surtout vers la base avec des cornéennes sombres représentant le Lias. Ils sont visibles dans les carrières situées le long de la route de Boutx et ne seront pas recoupée par le tracé;

3 - des calcaires et dolomies saccharoïdes de teinte blanche exploités dans les mêmes carrières (Dogger et Oxfordien) qui pourront être recoupés sur quelques mètres par le tunnel long;

4 - des calcaires sombres, noirs, parfois en dalles ou en bancs, recoupés par le tracé sur 10 à 15 mètres (Kimméridgien);

5 - des calcaires marmoréens et des dolomies de teinte claire, à grain fin, fréquemment rubanés de gris. Ils constituent une grande partie du secteur sud, à relief moins raide, distingué sur les photos aériennes (Kimméridgien à Portlandien) et seront recoupés par le tracé sur près de 400m;

6 - des calcaires sombres, à rubanement ferrugineux ocre ou orangé (ancien litage) donnant par dissolution des alignements de petites cavités. Leur épaisseur apparente est d'une trentaine de mètres (au droit du jardin de M. Fernandez);

7 - vient ensuite un très puissant ensemble de calcaires marmoréens gris, massifs, largement recristallisés, parfois rubanés de blanc, recoupés sur 500 m par le projet. C'est lui qui constitue la presque totalité de la partie nord, escarpée; distinguée sur la photo aérienne. Cependant dans cet ensemble, s'individualisent sur le tracé du projet deux faciès remarquables :

7.1 - des calcaires noirs débutant au Sud, sans transition, par des dalles compactes. Ils constituent l'éperon qui surplombe la moitié nord du cimetière mais ils n'ont pas été observés au-dessus de 600 m d'altitude; ces calcaires seraient traversés sur 80 m à 90 m environ;

7.2 - des calcaires blancs, massifs, à larges cristaux, dans lesquels a été ouverte il y a quelques années une carrière souterraine (galerie du château) par la société OMG, carrière maintenant abandonnée. Ils seront recoupés sur 150 m. Faute de pouvoir en suivre matériellement la continuité vers le haut de la falaise, ces calcaires ont été arrêtés arbitrairement à la vire décrite au chapitre 2.1 (photos aériennes).

En pratique, le projet de tunnel court sera en quasi-totalité implanté dans la formation n°7.

Toutes les formations calcaires décrites ci-avant correspondent à des roches saines sans signe visible d'altération ou avec quelques légères traces superficielles.

Validité des données :

Les limites des formations indiquées sur les cartes peuvent être considérées comme sûres à la base des escarpements; leurs prolongements en altitude sont eux incertains sauf pour les calcaires noirs du Kimméridgien.

Le contour donné sur la coupe géologique à 1/5000 (fig.3) aux calcaires noirs du cimetière est hypothétique.

Sur les coupes géologiques en travers à 1/1000 (fig.4 à 8), numérotées PG1 à PG6, sont reportés les plans de discontinuité qui recoupent le profil ou, à défaut, on a ramené sur le profil des plans caractéristiques du secteur considéré avec parfois l'intersection du plan sur celui du profil en position assez arbitraire. De même, il faut bien noter que les figurés couleur qui habillent les profils ne traduisent en rien la structure du massif.

2.2.2 - Structure d'ensemble et fracturation

Comme il est indiqué plus haut, le secteur d'étude appartient à une structure anticlinale à axe plongeant très fortement

vers le Nord-Ouest. D'après ce que l'on sait de l'évolution de la zone métamorphique, cette déformation se superpose à une première déformation ayant généré des plis à axes horizontaux W.NW-E.SE et responsables d'une schistosité de flux et des plis synschisteux (=rubanement plissé que l'on observe sur les marbres de Saint-Béat). Une troisième déformation est révélée par une schistosité de fracture subhorizontale. Enfin, la tectonique récente à actuelle est responsable de fractures subverticales subméridiennes.

En conséquence, le secteur, constitué de roches particulièrement compétentes (plus aptes à se rompre qu'à se déformer) est fortement diaclasé, exception faite de la brèche (n°1).

Rappelons qu'une faille relativement importante (en particulier par son extension) située dans la partie nord du projet a été décelée en photo aérienne et apparaît assez bien à l'observation du paysage : elle se traduit par une vire ascendante du Nord vers le Sud, dégagant de petits ressauts subparallèles à son orientation. D'après son tracé à concavité vers le Nord-Est dans la zone du tunnel, son pendage se fait dans cette direction, ce qui implique que cet accident ne doit pas en principe être recoupé par le tunnel.

Notons également que différentes familles de discontinuités ont été mises en évidence lors du levé géologique de terrain. Ce sont :

- une famille orientée N30° à N60° à fort plongement vers le Sud-Est; c'est de beaucoup la plus fréquente. Elle est rencontrée tout le long du tracé à l'exception de la brèche. Il s'agit soit de diaclases fermées ou très légèrement ouvertes soit d'une schistosité. Elle correspond à la direction N50° observée sur la photo aérienne. Dans la carrière souterraine (galerie du château), elle donne lieu à des circulations d'eau. Vu son orientation et sa fréquence, il est plausible d'accorder à cette famille un rôle non négligeable dans le drainage du massif (cf. chapitre 2.5, observations hydrogéologiques).

- une famille orientée N160° à N200°, représentée tout le long du tracé, à fort plongement à l'Est et surtout à l'Ouest (plans conjugués); elle paraît en grande partie responsable de l'ouverture de la cluse de la Garonne, débitant le massif en dalles subparallèles à la topographie actuelle. Elle donne généralement lieu à des circulations d'eau (galerie du château, carrière de la brèche de Saint-Béat). Elle recoupe, surtout à l'orientation N190-200°, la plupart des autres discontinuités.

- une famille beaucoup plus discrète que les précédentes, à pendage faible à moyen (10 à 30°) vers le Nord et le Nord-Ouest, localisée dans la moitié nord du tracé.

- enfin, il existe un système orienté à l'Est ou à l'Est-Sud-Est qui pourrait appartenir à la même famille que la faille envisagée au Nord-Est du tracé et que les failles de même orientation auxquelles pourraient correspondre des éperons rocheux d'orientation N120-130° observables dans le tiers sud du tracé.

D.D.E de la Haute-Garonne
 RN 126 - Déviation de Saint-Béat
 CARTE GEOLOGIQUE D'ENSEMBLE

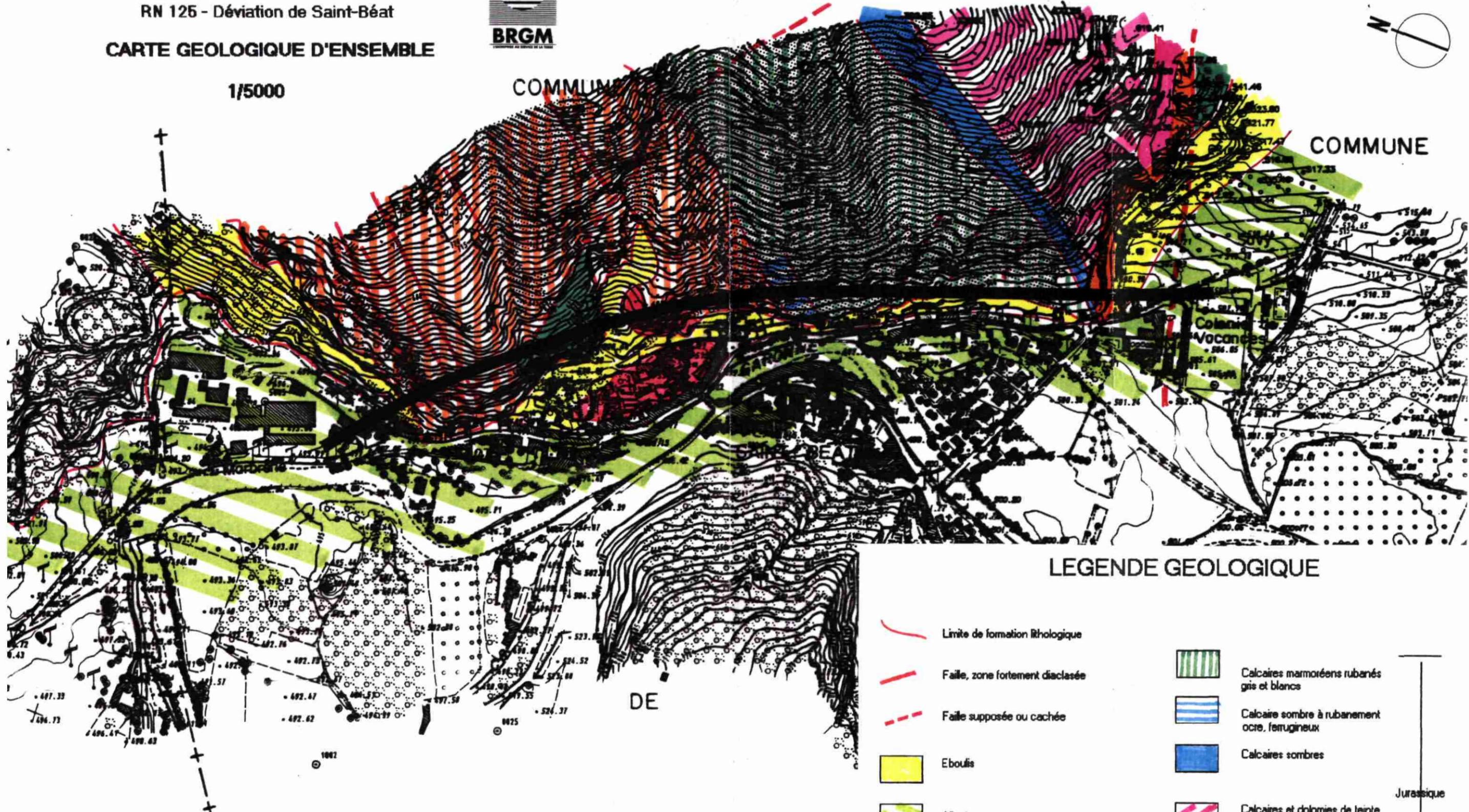


FIGURE 2
 BRGM

1/5000

COMMUNE

COMMUNE



LEGENDE GEOLOGIQUE

- | | | | |
|--|----------------------------------|--|----------------------------------------------------|
| | Limite de formation lithologique | | Calcaires marmorés rubanés gris et blancs |
| | Faïlle, zone fortement diaclasée | | Calcaire sombre à rubanement ocre, ferrugineux |
| | Faïlle supposée ou cachée | | Calcaires sombres |
| | Eboulis | | Calcaires et dolomies de teinte blanche |
| | Alluvions | | Marbres blancs et cornéennes sombres en alternance |
| | Calcaires gris marmorés | | Brèche marmoréenne |
| | Calcaires blancs marmorés | | Ophite |
| | Calcaires noirs | | |

Tracé du projet
 (tunnel court)

Albien inf.
 Aptien
 Barrémien

Jurassique
 Trias



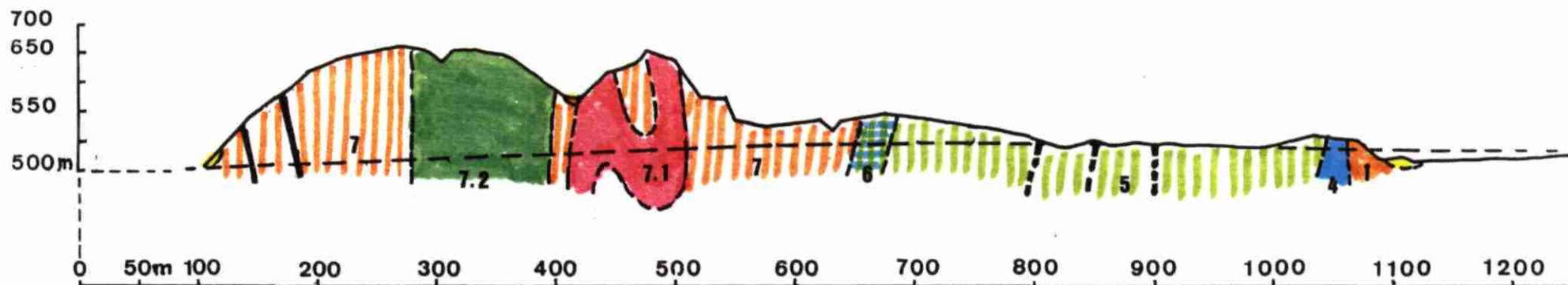
D.D.E de la Haute-Garonne

RN 125 - Déviation de Saint-Béat

COUPE GEOLOGIQUE SUIVANT LE TRACE DU PROJET

(TUNNEL COURT)

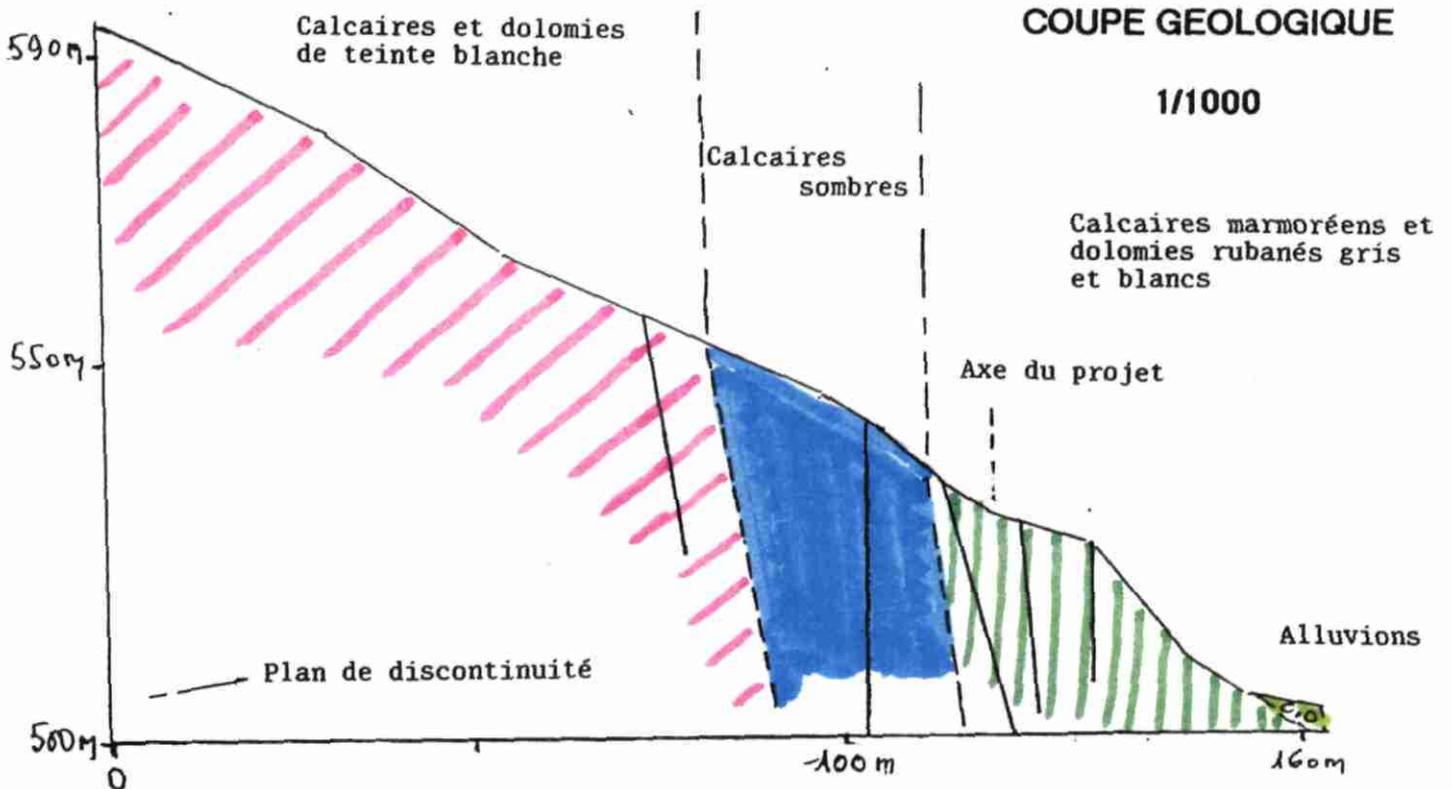
1/5000



même légende géologique que pour la carte à 1/5000

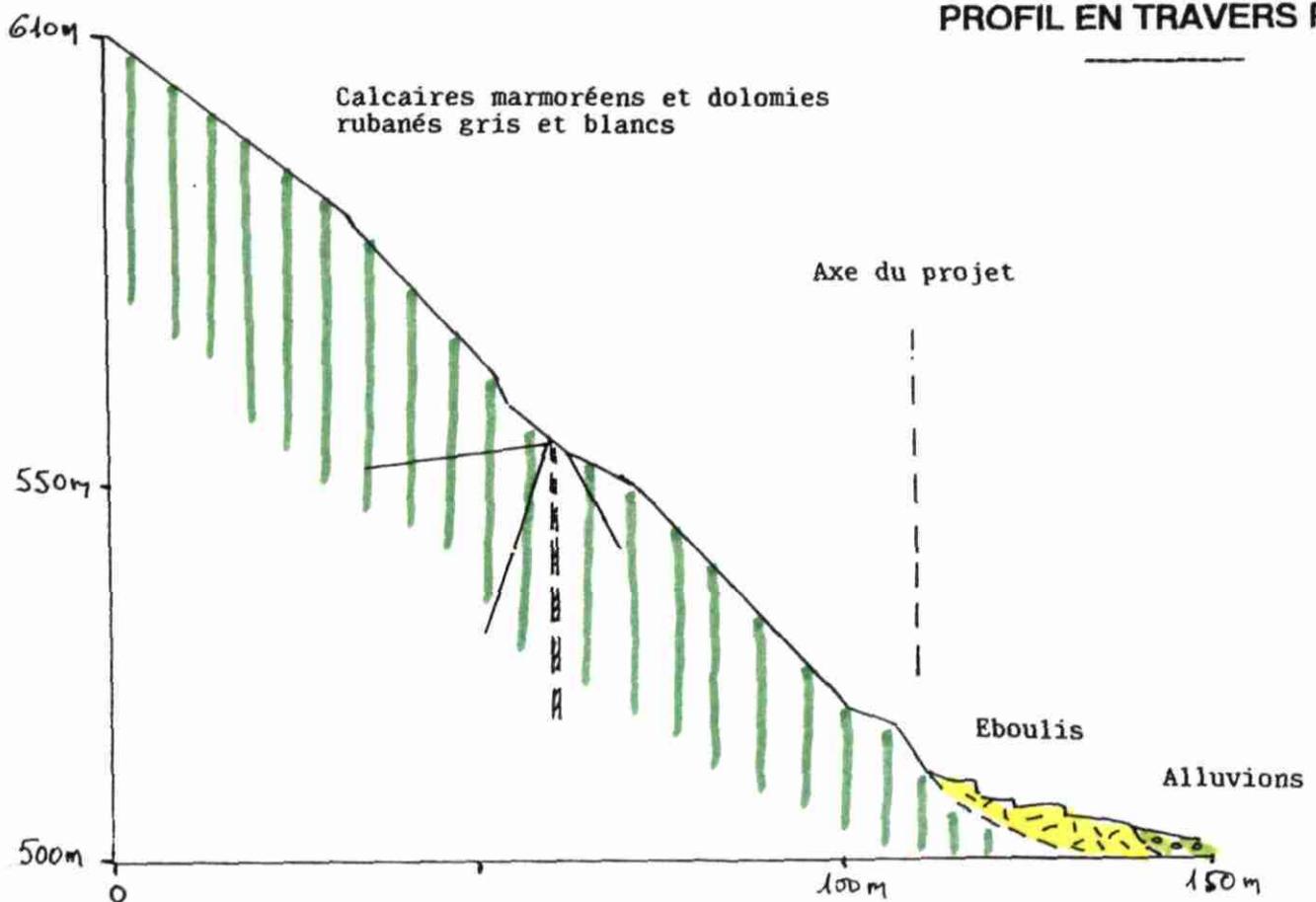
numérotation des terrains : 7, voir échelle stratigraphique, chapitre 2.2.1

PROFIL EN TRAVERS PG.1



Le figuré en couleur n'est pas un élément structural

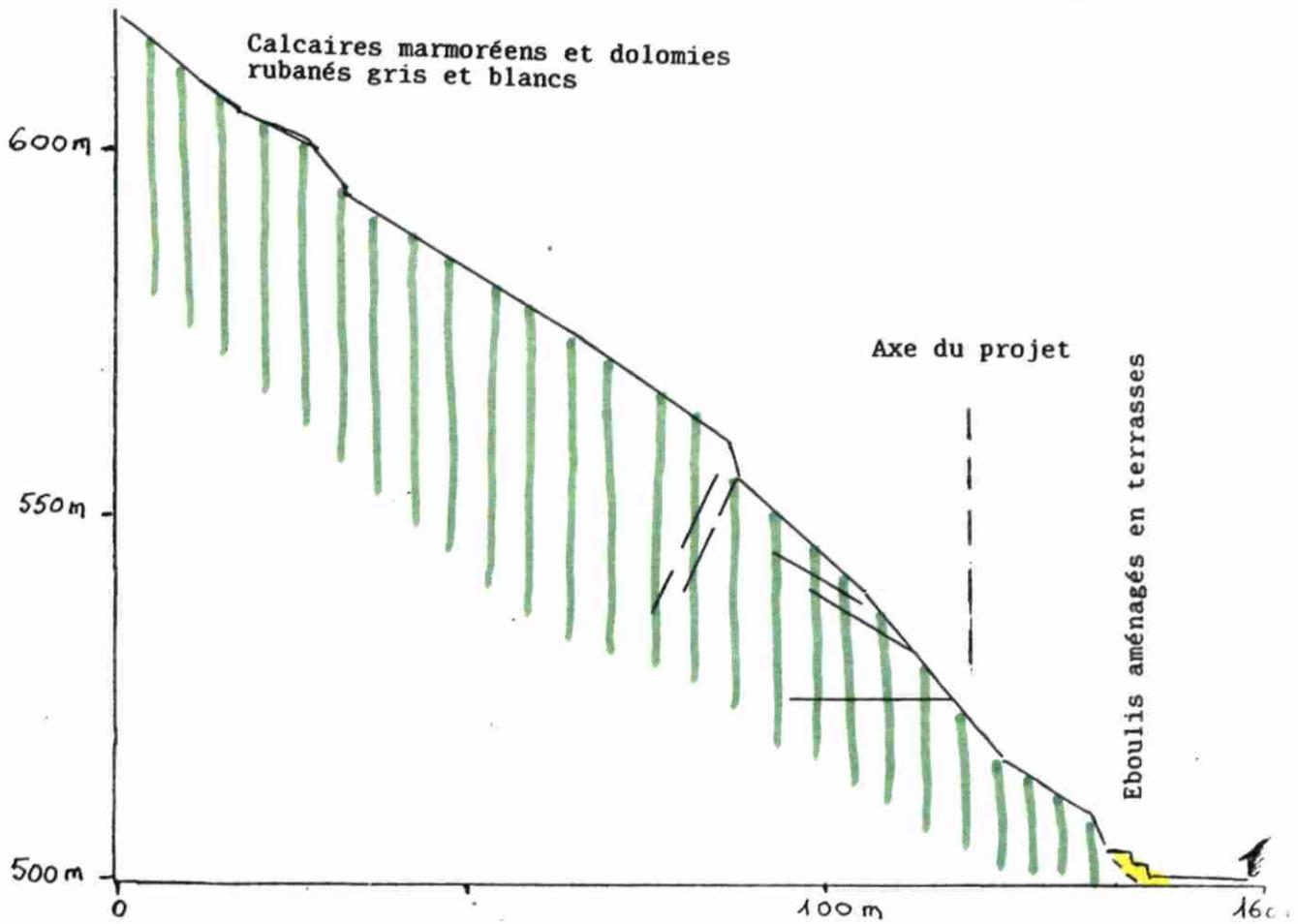
PROFIL EN TRAVERS PG.2



PROFIL EN TRAVERS PG.3

COUPE GEOLOGIQUE

1/1000



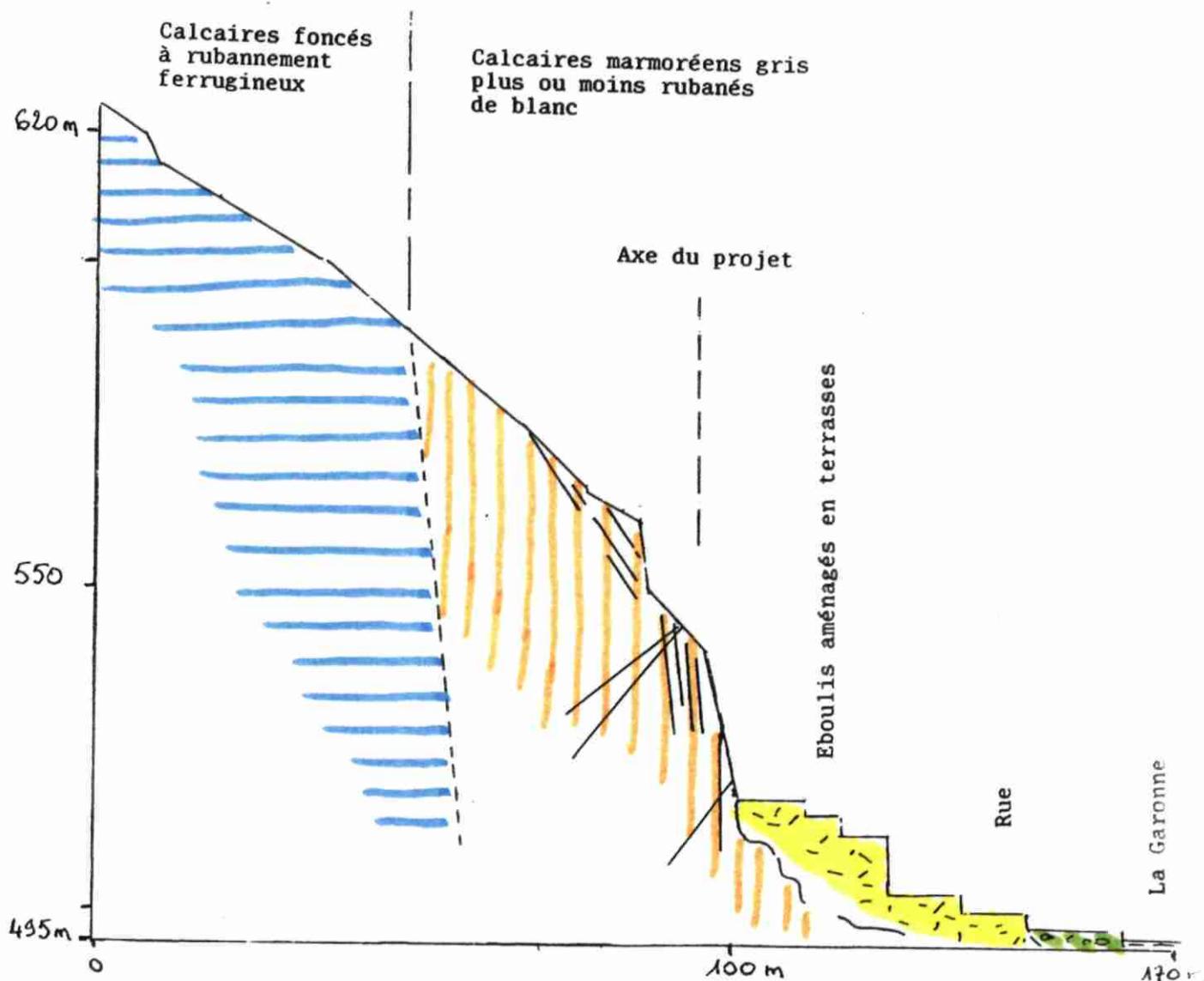
Le figuré en couleur n'est pas un élément structural

— — — — — Plan de discontinuité

PROFIL EN TRAVERS PG.4

COUPE GEOLOGIQUE

1/1000



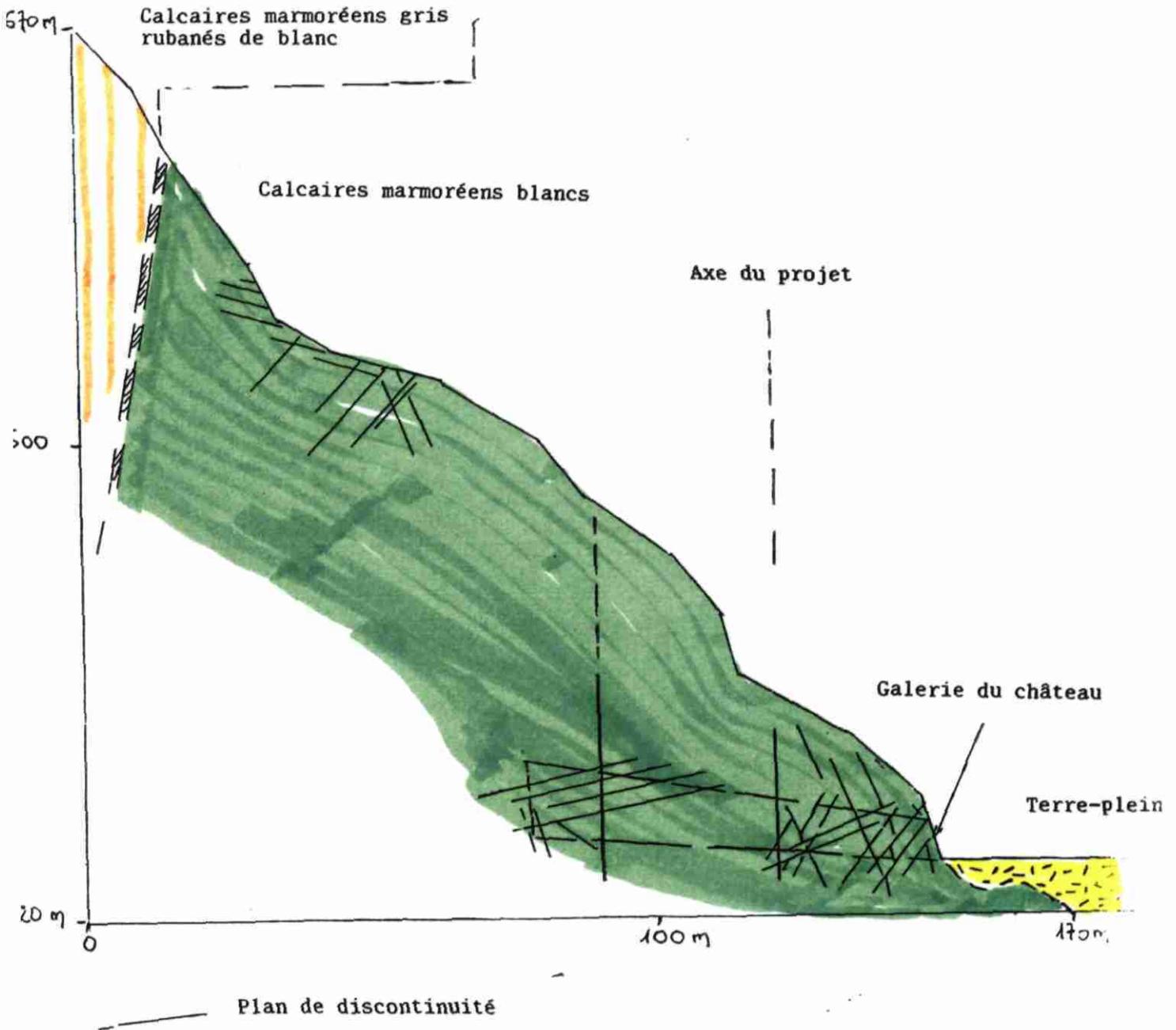
Le figuré en couleur n'est pas un élément structural

— — — — — Plan de discontinuité

PROFIL EN TRAVERS PG.5

COUPE GEOLOGIQUE

1/1000



Le figuré en couleur n'est pas un élément structural

PROFIL EN TRAVERS PG.6

COUPE GEOLOGIQUE

1/1000

Axe du projet



Calcaires marmoréens plus ou moins rubanés de blanc

600

Le figuré en couleur n'est pas un élément structural

Faïlle possible

Plan de discontinuité

Eboulis

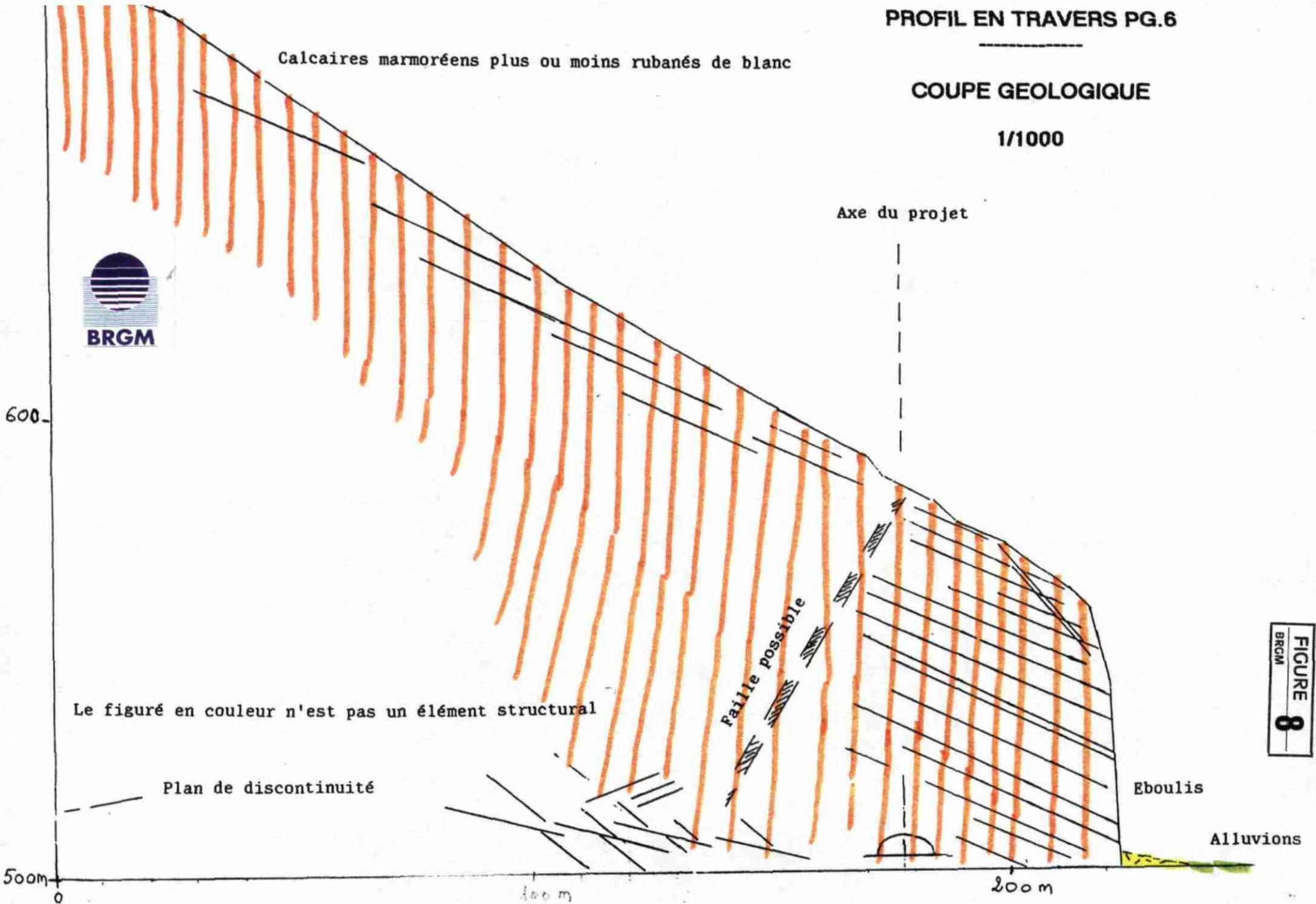
Alluvions

500m

100 m

200 m

FIGURE 8
BRGM



2.3 - ANALYSE DETAILLEE DES DISCONTINUITES

2.3.1 Caractéristiques générales

En complément du levé géologique d'ensemble, il a été décidé d'effectuer une analyse détaillée des discontinuités en surface et à l'intérieur du massif en profitant des deux galeries déjà signalées.

Le terme de "discontinuité" est utilisé pour désigner toute interruption physique de la continuité du massif rocheux; dans notre cas, il inclut essentiellement les failles et les diaclases, les plans de stratification n'étant plus visibles par suite du métamorphisme des terrains.

Par référence aux recommandations de l'Association Française des Travaux en Souterrain (A.F.T.E.S.) et par convention, l'orientation du plan de discontinuité sera donnée par le vecteur pendage P de ce plan. Ce vecteur est porté par la ligne de plus grande pente du plan et orienté dans le sens descendant. Il est repéré par le couple (α et β) :

α = azimut de l'horizontale de même direction que P,
 β = plongement de P.

En fonction de la qualité des affleurements rocheux et des possibilités d'accès, huit stations de mesures structurales ont été effectuées le long du tracé. Elles sont numérotées de 1 à 8 et figurées sur la planche 2 hors texte (carte des risques). Trois d'entre elles ont été réalisées en galerie, l'une dans la galerie Nord, les deux autres dans la galerie du château.

2.3.2 - Densité globale des discontinuités

L'analyse de la densité globale des discontinuités affectant le massif est présentée en annexe 1-1 à 1-4; l'indice global de fracturation ID déterminé est une caractéristique de l'état de fracturation du massif.

La station 8 n'est pas présentée car aucune ligne de mesure de direction constante, suffisamment longue, n'a pu être rencontrée en raison des caractéristiques topographiques de l'affleurement.

Les classes de fracturation obtenues pour les différentes stations vont de ID4 (fracturation forte à moyenne) à ID2 (fracturation faible à moyenne).

2.3.3 - Organisation des discontinuités en familles

L'analyse statistique de l'organisation des discontinuités en familles est présentée en annexes 2.1 à 2.16 pour les 8 stations de mesure.

Pour chaque zone étudiée, il est représenté sur canevas de Schmidt (projection sur l'hémisphère supérieur):

- les courbes d'iso-densités de pôles de discontinuités avec notation du pôle principal de chaque famille caractéristique de la zone,

- la totalité des mesures effectuées par station avec le n° d'ordre de la mesure.

On retrouve et on confirme dans le cadre de cette analyse détaillée les principales familles mises en évidence lors de l'étude géologique d'ensemble (cf.paragraphe 2.2.2).

Les 3 familles les plus représentées sont dans un ordre décroissant:

F.1 : 120°-150° 70°-85°

F.2 : 250°- 270° 50°-75°

F.3 : 275°-330° 15°-30°

Une 4ème famille, moins bien représentée, est notée en :

F.4 : 170°-195° 75°

L'espacement des discontinuités dans chaque famille n'a été traité statistiquement que dans le cas des stations 3 et 4 (Galerie du château), là où il y avait un nombre suffisant de points de mesures.

Les résultats sont donnés en annexe 3.1 et correspondent à des discontinuités moyennement espacées (classe: espacement S.3)

L'orientation des familles de discontinuités par rapport à la direction de l'avancement du tracé du tunnel (défini dans le sens Nord-Sud) implique les conditions suivantes de creusement :

pour F.1 : en travers bancs et contre le pendage,

pour F.2 : en direction, pendage moyen à fort à droite,

pour F.3 : en conditions intermédiaires.

2.3.4 - Comportement mécanique des discontinuités

Dans la majorité des cas, les discontinuités sont planes, lisses et fermées.

En quelques points, ont été observées des fissures de quelques mm à 1 cm d'ouverture au maximum (stations 1,3,4,7) avec des suintements ou de très légères venues d'eau associées à des oxydes de fer sur les plans de discontinuité.

2.4 - CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES TERRAINS

Nous avons indiqué plus haut que les terrains qui seront recoupés par le tracé étaient des calcaires sains, durs, avec peu ou pas d'altération et une fracturation moyenne à forte en général.

Il n'y a pas eu d'essais géotechniques réalisés sur les matériaux dans le cadre de cette reconnaissance.

Nous présentons en annexe 4 des résultats d'essais géotechniques qui nous ont été aimablement communiqués par M. Dabos, directeur de la Marbrerie de Saint-Béat (Société O.M.G.).

Il s'agit d'essais concernant des calcaires de la carrière souterraine de O.M.G., actuellement exploitée, située en rive gauche de la Garonne, au droit du village. Ces essais ont été réalisés tout récemment par l'INERIS dans le cadre de l'étude du projet d'agrandissement de la carrière souterraine. On peut considérer que les matériaux testés sont comparables à ceux de la galerie du château que nous avons étudiée.

Les essais fournissent le module de Young, la limite élastique, la résistance uniaxiale et la résistance à la traction de multiples échantillons. Les résultats obtenus caractérisent des calcaires très durs.

2.5 - OBSERVATIONS HYDROGEOLOGIQUES

Les circulations d'eau observées dans le massif calcaire qui concerne le projet sont peu abondantes.

On a noté quelques suintements ou de faibles venues d'eau (gouttes de pluie) dans la galerie du château et dans la carrière de la brèche romaine (tête sud du projet) liés à des diaclases ouvertes ou de petites fractures, mais en dehors de cela, le massif ne présente pas de karstification caractéristique visible.

Deux sources à écoulement temporaire ont été reconnues: l'une près de la tête nord du tunnel, où elle se manifeste par d'importantes concrétions (tufs) en pied de falaise, l'autre, un peu au Nord de l'entrée de la galerie du château, dans et au bas de la

falaise. Ces deux sources sont reportées sur la planche 1. Elles étaient sans écoulement pendant la période de notre étude (décembre 91 à février 92). Elles auraient des débits importants (?) à la suite de fortes pluies.

Une venue d'eau soudaine dans le parking Galliéni (avec percement ponctuel et affaissement localisé du revêtement du parking) est apparue au printemps 1991. Nous n'avons pas d'explication pour cette manifestation d'eau.

Enfin notons que lors de notre enquête, on ne nous a pas signalé de puits en rive droite de la Garonne, au droit du village, et que l'alimentation en eau du village provient de la commune voisine de Lez.

2.6 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE GÉOLOGIQUE

Il a été effectué l'inventaire des données géologiques existantes dont l'essentiel est consigné sur la feuille géologique à 1/50 000 d'Arreau. Cet inventaire a été complété par l'examen des photographies aériennes (mission régulière de l'IGN et missions spéciales pour le projet).

La structure d'ensemble de la zone considérée est organisée autour d'un pli anticlinal d'échelle kilométrique, à axe plongeant fortement vers le Nord-Ouest, qui apparaît assez bien au sommet du Cap du Mont sur la carte d'Arreau.

Un levé géologique d'ensemble a été réalisé; à l'exception des éboulis calcaires recoupés sur quelques mètres à la tête nord du tunnel, les terrains rencontrés par le tracé s'échelonnent, du plus ancien au plus récent, du Lias à l'Aptien-Albien inférieur. Il s'agit essentiellement de terrains calcaires métamorphisés qui ont été identifiés par comparaison avec ceux de séries non métamorphiques. Toutes les formations observées correspondent à des roches saines.

Les informations géologiques obtenues sont présentées sur une carte géologique à 1/5000 accompagnée par une coupe à la même échelle selon le tracé et sur une carte à 1/1000 accompagnée par 6 profils géologiques en travers à 1/1000.

L'étude générale de la fracturation montre que le secteur est souvent très diaclasé sauf exception (la brèche de la tête sud).

En complément du levé géologique d'ensemble, il a été effectué une analyse détaillée des discontinuités en surface et à l'intérieur du massif en profitant notamment de deux galeries rencontrées à proximité du tracé. L'analyse a porté essentiellement sur la densité globale des discontinuités (les classes de fracturation obtenues pour les différentes stations vont de ID4, fracturation forte à moyenne, à ID2, fracturation faible à moyenne et sur l'organisation des discontinuités en familles (les 4 familles les plus représentées sont dans un ordre décroissant: F.1 : 120°-150° 70°-85°, F.2 : 250°-270° 50°-75°, F.3 : 275°-330° 15°-30° et, moins bien représentée, F.4 : 170°-195° 75°).

Il n'était pas prévu d'essais géotechniques sur les matériaux dans le cadre de cette reconnaissance. Les résultats obtenus sur des matériaux comparables de la carrière O.M.G actuellement en activité caractérisent des calcaires très durs.

Enfin, en ce qui concerne les circulations d'eau dans le massif calcaire, elles seront a priori peu abondantes avec peut-être quelques écoulements temporaires importants lors de fortes pluies.

3 - ETUDE DES RISQUES

Il nous a été demandé d'étudier les risques d'avalanches et d'éboulements rocheux pour les deux têtes des tunnels et pour le tracé de la route en corniche (cf. planches photos 1 à 3).

3.1 - LES AVALANCHES

Le Service RTM de la Haute-Garonne, chargé de l'élaboration du Plan d'Exposition aux Risques de la commune de Saint-Béat, nous a indiqué qu'il n'y avait pas de risque d'avalanche dans notre zone d'étude.

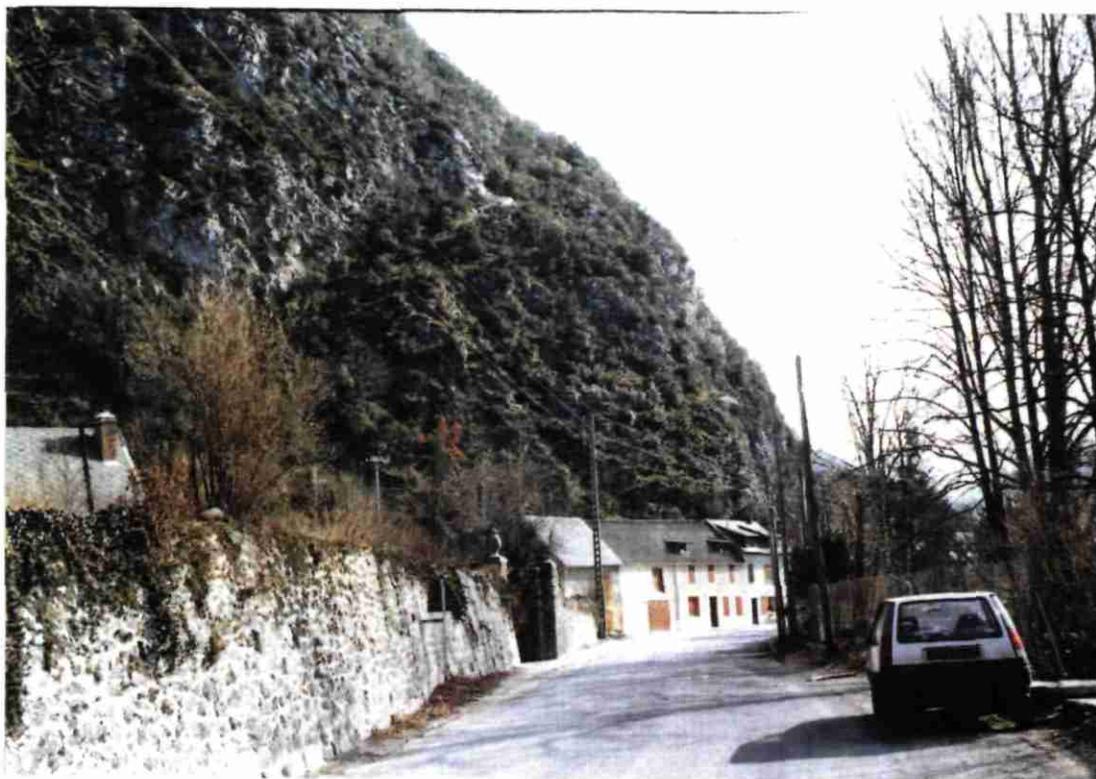
3.2 - LES EBOULEMENTS - CHUTES DE BLOCS ET DE PIERRES

3.2.1 - Enquête historique

M. Recizac, maire de Saint-Béat et son adjoint, M. Fernandez, nous ont indiqué les principales chutes de masses rocheuses, connues par les archives ou de mémoire d'homme, survenues dans le secteur de Saint-Béat concerné par le projet. Des compléments à ces informations ont été recueillis auprès du Service RTM de la Haute-Garonne.

Les principales chutes concernent la tête nord du tunnel et le secteur du cimetière.

Au-delà du cimetière et allant vers le sud jusqu'à la route de Boutx-le Mourtis, il n'est pas signalé le long de la rue de la Tignère et dans les habitations ou les jardins riverains, des éboulements ou des chutes de blocs (à l'exception du bloc dit du "sanglier" qui serait tombé dans le jardin Dilhan ou dans un jardin plus au Nord de celui-ci). Ceci est un élément d'appréciation pour le niveau de risque, mais il faut garder en tête que les archives ou la mémoire humaine n'ont peut-être pas conservé la trace d'incidents n'ayant pas provoqué de dommages aux biens ou aux personnes, dans la mesure où les masses rocheuses ont pu être arrêtées par les jardins en terrasses.



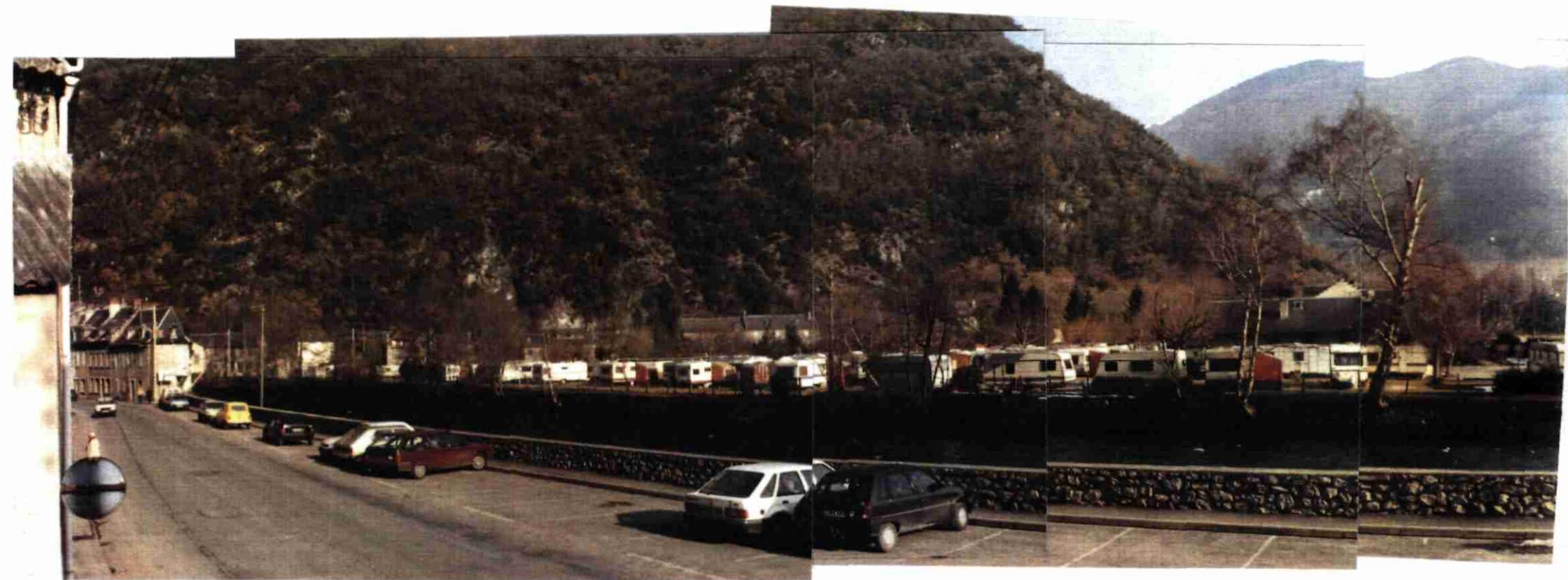
La tête nord du tunnel

au centre, en bas, la maison Auban-Filoche.
au centre, en haut, la vire et l'éboulement du 14.09.1991.

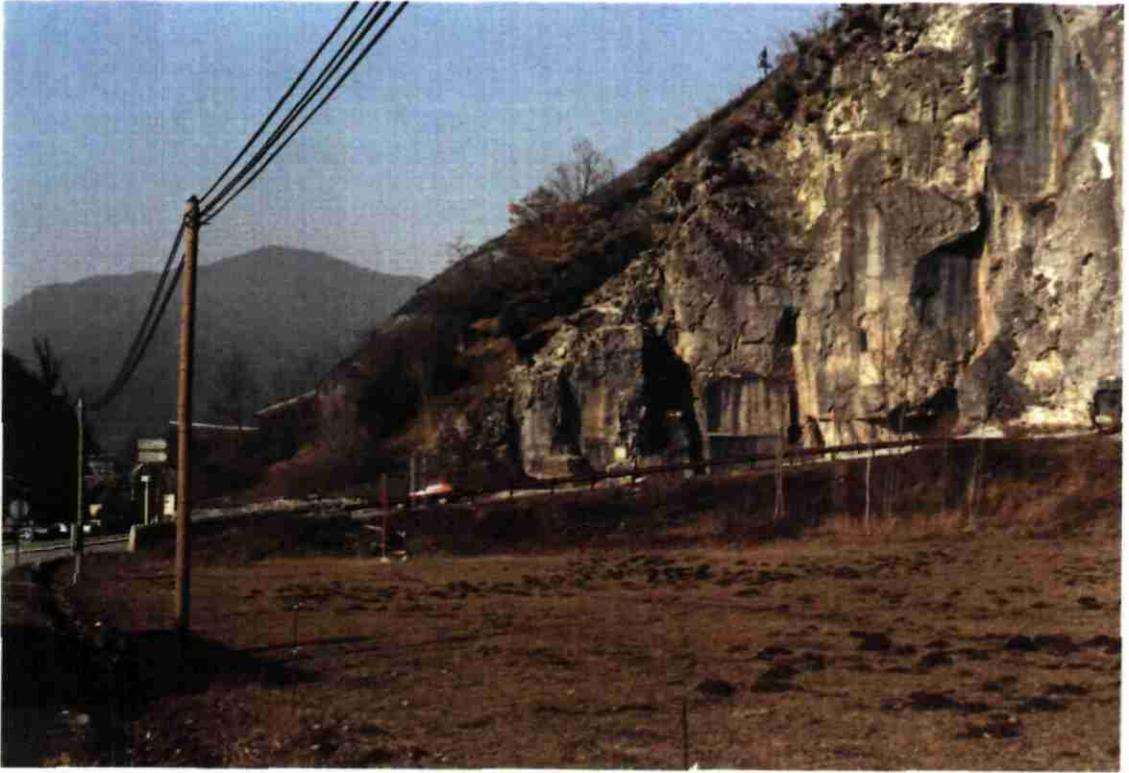


La zone du cimetière et le début de la route en corniche

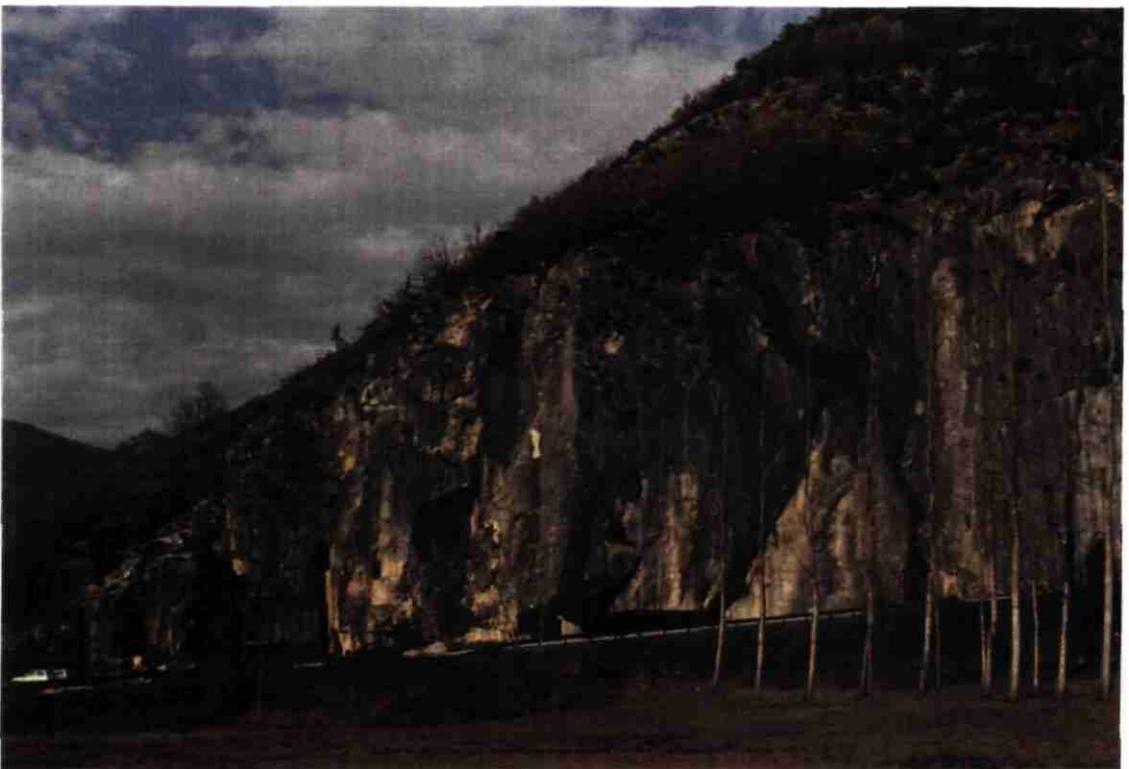
au centre, le thalweg.



Vue générale du versant pour la partie route en corniche



L'arrivée sud de la route en corniche et la tête sud du tunnel.
en bas de la falaise, la route de Boutx-le Mourtis.



3.2.2 - Conditions d'examen du site

Le relief du site composé pour une part de falaises subverticales de grande hauteur ou d'escarpements rocheux abrupts et d'autre part d'un couvert végétal dense (buis et chênes notamment), là où l'accessibilité était plus aisée, a rendu difficile les observations permettant d'apprécier la stabilité des masses rocheuses concernées.

A défaut d'avoir pu approcher certains secteurs à l'aide de techniques alpines ou par une mission hélicoptérée et à défaut d'avoir pu observer d'autres secteurs après déboisement ou débroussaillage, on admettra que les observations et les choix de zonage du risque effectués sont des tendances fortes qui pourront être modulées lors d'études spécifiques ultérieures, au cas par cas.

3.2.3 - Définition de la nature et du niveau du risque

Pour définir la nature et le niveau du risque, nous avons suivi les recommandations de la Commission "Cartographie" du Groupe d'Etudes des Falaises (GEF) du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées.

On distingue :

- les éboulements (masse rocheuse supérieure à 1 m³),
- les chutes de blocs (masse comprise entre 1 m³ et 1 dm³),
- les chutes de pierres (masse inférieure à 1 dm³).

On reconnaît 4 niveaux de risque :

- risque faible,
- risque moyen,
- risque élevé,
- risque très élevé.

3.2.4 - Carte des risques et commentaires

La carte des risques est présentée en planche 2, hors texte, à 1/1000.

La tête nord du tunnel

Elle est dominée par une première paroi abrupte d'une trentaine de mètres de hauteur, puis on observe une vire de dix à vingt mètres de largeur, de direction sensiblement Nord-Sud, fortement ascendante dans cette direction.

Au-dessus de la vire, on note une haute falaise de 40 m à plus de 100 m de hauteur en se déplaçant du Sud vers le Nord.

Le 14 septembre 1991, un éboulement important s'est produit dans la zone qui vient d'être décrite.

Le point de départ de l'éboulement est au pied de la grande paroi à quelques mètres au-dessus de la vire, vers les cotes 555 m - 560 m. Ce point de départ ainsi que les principaux points d'arrivée des masses rocheuses dans les jardins et contre les habitations Auban et Filoche sont figurés sur la carte à 1/1000, en pl.2.

Le volume global en jeu peut être estimé à une dizaine de m³, la masse rocheuse initiale ayant lors de sa chute éclaté en plusieurs morceaux dont l'un a été estimé à 4,5 tonnes dans le jardin Auban (informations de la Mairie).

Lors de notre passage sur les lieux en janvier 1992, nous avons constaté qu'il restait sur la vire, en position stable, une masse monolithique de 2 m x 1,5 m x 1 m et une 2ème masse de 1 m x 0,5 m x 0,5 m.

De plus, nous avons observé une petite rangée de gabions sur le bord aval de la vire, gabions dont la mise en place remontait manifestement à plusieurs années et qui ont partiellement joué un rôle protecteur lors de l'événement de septembre 1991.

On peut évidemment en déduire que ce n'est pas la première fois que des éboulements se produisent dans le secteur et à ce sujet, M. le Maire nous a signalé l'incident dit du Tour de France où des rochers auraient bloqué la route quelques heures avant le passage du tour (année non précisée).

Devant un tel risque, on peut se demander s'il ne serait pas opportun de déplacer la tête du tunnel de 15 m à 30 m vers le Nord. Cette solution ne nous paraît pas recommandable car, dans ces conditions, la tête de l'ouvrage serait directement sous la grande falaise, avec là aussi des risques élevés vu l'état de la paroi, et l'on ne pourrait profiter de la vire pour mettre en place par exemple une défense de type filets pare-blocs.

En fonction des constats effectués et de l'état général de la falaise où l'on peut distinguer de multiples masses rocheuses "suspectes", la tête nord du tunnel a donc été classée en zone à risque très élevé.

la route en corniche

Elle débutera au Nord, à la hauteur du cimetière, sans qu'on puisse à l'heure actuelle définir avec précision son point de départ, et finira, au Sud, à l'intersection de la route de Boutx-le Mourtis, soit sur un tracé de 470 m à 520 m de longueur environ. Elle sera placée altimétriquement entre les cotes 518 m et 515 m du Nord au Sud avec un point haut à 521 m.

Nous avons subdivisé son tracé en 4 parties en fonction des risques identifiés.

1 - Zone à risque très élevé

Elle correspond à la falaise de 60 m à 100 m de hauteur qui domine l'ancien cimetière de Saint-Béat. Sa limite sud correspond à un thalweg étroit et à pente très forte, bien individualisé dans la topographie. De nombreuses masses rocheuses sont déjà tombées dans le cimetière, où l'on peut voir de gros rochers de plusieurs m³ recouvrant certaines tombes.

La paroi examinée présente une fracturation dense liée à plusieurs familles de discontinuités, avec des volumes de 0,5 à plusieurs m³ qui paraissent en partie décollés de la paroi ou en léger surplomb. Il y a ainsi sur les parois de multiples points qui présentent un risque réel ou potentiel et nous pensons qu'une protection globale de la route devra être étudiée. Des grillages plaqués à la paroi seraient une solution envisageable.

2 - Zone à risque élevé à moyen

Elle débute au sud du thalweg du cimetière et s'étend sur 165 m de tracé. Dans cette zone, la falaise subverticale de grande hauteur a disparu et a fait place à une falaise inférieure de 25 à 35 m de hauteur jusqu'à la cote 540 m environ suivie par un versant boisé (chênes et buis dominants) à pente forte entre 40° et 60° en général.

D'après l'enquête historique effectuée, aucune chute de masses rocheuses n'a été signalée dans le secteur.

Dans cette zone, on observe des éperons ou des masses rocheuses escarpées, sans végétation, qui montrent des rochers découpés par plusieurs familles de discontinuités. Certains, signalés sur la carte des risques, représentant des volumes estimés entre 0,5 et 2 m³, paraissent en équilibre précaire, mais aucune cicatrice vive dans les escarpements n'indique des éboulements ou des chutes de blocs récents.

La partie supérieure de la zone à risque est délimitée vers la cote 600 m; au-delà on n'observe pas de pointements rocheux dans le versant boisé.

Dans le cadre de l'élaboration du P.E.R de Saint-Béat, le service RTM de la Haute-Garonne a fait effectuer une étude de simulation de chutes de blocs par la Société Alpine de Géotechnique (SAGE) de Grenoble. L'un des profils étudiés (profil n°8) est situé au droit de l'éperon rocheux qui est entre les profils topographiques P.7 et P.8 indiqués sur la carte des risques. Les résultats des profils trajectographiques de propagation, qui nous ont été remis par RTM, montrent que des blocs de 0,5 à 3 m³ peuvent atteindre et largement dépasser la route actuelle, pour aller jusqu'à la Garonne.

En pratique, cette zone demandera une protection plus ou moins complète de la route qui devra être précisément définie à la

suite de reconnaissances spécifiques sur le terrain, appuyées éventuellement par des études de trajectographie de chutes de blocs.

3 - Zone à risque moyen à faible

Elle fait suite à la zone à risque élevé et s'étend sur 160 ml de tracé. Cette zone ressemble topographiquement à la moitié sud de la zone précédente, avec le même type de relief et de couvert végétal, mais les escarpements rocheux qui apparaissent hors végétation montrent a priori un aspect "sain", sans que l'on puisse réellement localiser des points où la fracturation individualiserait des blocs potentiellement en équilibre précaire.

A notre avis, cette zone demandera éventuellement une protection partielle de la route qui ne pourra être définie, comme pour la zone précédente, qu'après des reconnaissances spécifiques sur le terrain, appuyées éventuellement par des études de trajectographie de chutes de blocs.

4 - Zone à risque faible à nul

Elle correspond à la fin du tracé de la route, sur 170 ml, jusqu' à l'intersection avec la route de Boutx-le Mourtis. Le versant voit sa pente diminuer progressivement, les parties rocheuses s'amenuisent et font place à de la pelouse ou de la végétation dense qui masque le rocher; les rochers qui apparaissent encore constituent des barres rocheuses compactes ou peu diaclasées.

Cette zone ne devrait nécessiter aucune protection particulière.

La tête sud du tunnel

Elle correspond à la tête sud de la variante longue étudiée.

Cette tête sera dominée par une falaise subverticale, d'une quarantaine de mètres de hauteur. L'aspect général de la paroi est très sain, sans risque manifeste de chutes de blocs ou de pierres.

Les seuls risques à craindre pourraient provenir de la crête de la falaise où on a observé un mince placage discontinu d'éboulis calcaires en plaquettes ou en fragments plus ramassés qui pourraient glisser lors de forts épisodes pluvieux. Les volumes en jeu seraient rarement supérieurs au dm³ (pierres à petits blocs). Une protection d'arrêt minimale en sommet de falaise suffira pour enlever tout risque.

3.3 - SYNTHÈSE DE L'ÉTUDE DES RISQUES

Il n'y a pas de risque d'avalanche dans la zone étudiée, d'après le Service RTM de la Haute-Garonne.

En ce qui concerne les éboulements et les chutes de blocs et de pierres, les principales chutes concernent la tête nord du tunnel et le secteur du cimetière. Au-delà, en allant vers le Sud, aucune chute de masses rocheuses ne nous a été signalée lors de l'enquête.

La carte des risques est présentée en planche 2, hors texte, à 1/1000.

La tête nord du tunnel a été classée en zone à risque très élevé en raison de plusieurs éboulements survenus dans le secteur et notamment celui, tout récent, du 14 septembre 1991, dont le volume global a été estimé à une dizaine de m³.

La route en corniche a été subdivisée en 4 parties en fonction des risques identifiés :

- *une zone à risque très élevé* qui correspond à la falaise de 60 m à 100 m de hauteur qui domine l'ancien cimetière de Saint-Béat. De nombreuses masses rocheuses sont déjà tombées dans le cimetière.

- *une zone à risque élevé à moyen* qui débute au sud du thalweg du cimetière et s'étend sur 165 ml de tracé. Dans cette zone, la falaise subverticale de grande hauteur a disparu et a fait place à une falaise inférieure de 25 à 35 m de hauteur suivie par un versant boisé à pente forte. D'après l'enquête historique effectuée, aucune chute de masses rocheuses n'a été signalée dans le secteur. Toutefois, dans cette zone, on observe des éperons ou des masses rocheuses escarpées, sans végétation, qui montrent des rochers découpés dont certains représentent des volumes estimés entre 0,5 et 2 m³ et qui paraissent en équilibre précaire.

- *une zone à risque moyen à faible* qui fait suite à la zone à risque élevé et s'étend sur 160 ml de tracé. Cette zone ressemble topographiquement à la moitié sud de la zone précédente mais les escarpements rocheux qui apparaissent montrent a priori un aspect plus "sain".

- *une zone à risque faible à nul* qui correspond à la fin du tracé de la route, sur 170 ml, jusqu'à l'intersection avec la route de Boutx-le Mourtis.

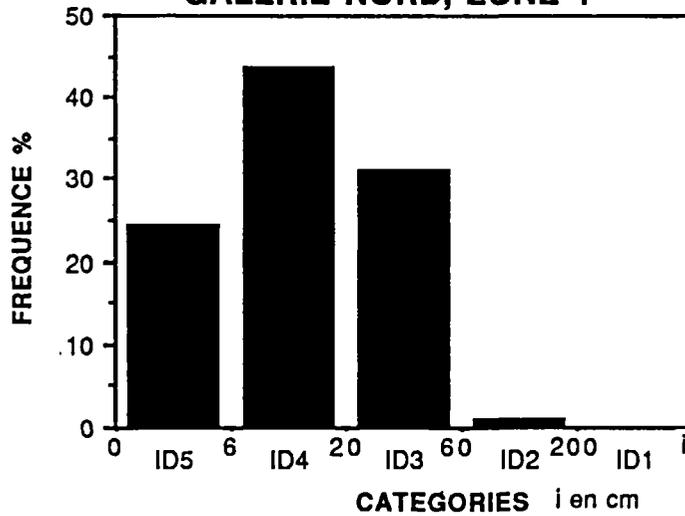
La tête sud du tunnel sera dominée par une falaise subverticale, d'une quarantaine de mètres de hauteur. L'aspect général de la paroi est très sain, sans risque manifeste de chutes de blocs ou de pierres. Les seuls risques à craindre pourraient provenir de la crête de la falaise où on a observé un mince placage discontinu d'éboulis. Les volumes en jeu seraient rarement supérieurs au dm³ (pierres à petits blocs).

Toulouse, le 3 mars 1992

ANNEXE 1

DENSITE DES DISCONTINUITES

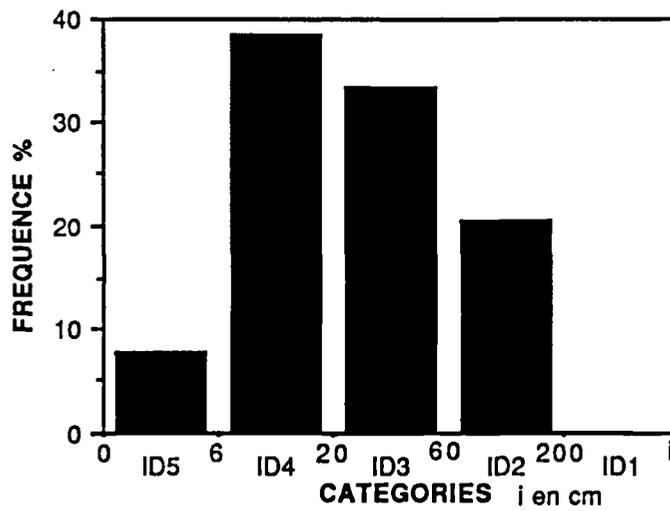
DENSITE DE DISCONTINUITES GALERIE NORD, ZONE 1



ORIENTATION
LIGNE DE MESURE : N125
TUNNEL : N125

■ FREQUENCE %
213 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 34 M
MOYENNE ID = 15,9 CM
ECART TYPE = 12,6 CM
CV = 79 %
CLASSE ID 4
DENSITE DE FRACTURATION
FORTE A MOYENNE

TETE NORD, ZONE 2

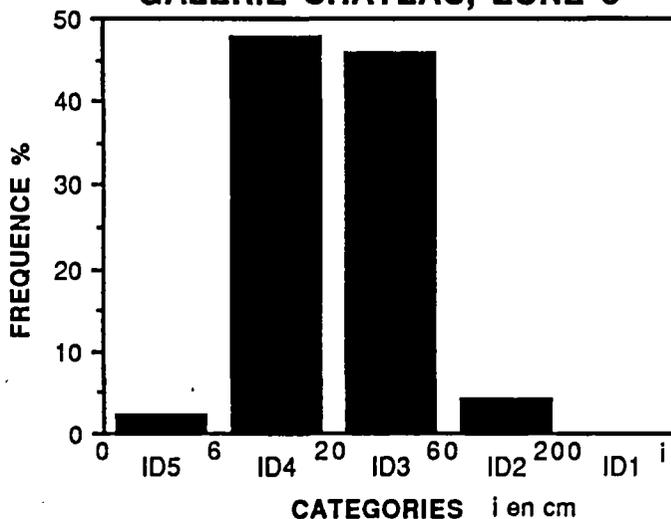


ORIENTATION
LIGNE DE MESURE : N20
TUNNEL : N125

■ FREQUENCE %
39 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 14 M
MOYENNE ID = 35,4 CM
ECART TYPE = 27,9 CM
CV = 79 %
CLASSE ID 3
DENSITE DE FRACTURATION
MOYENNE A FORTE

i = longueur de l'intervalle entre deux discontinuités

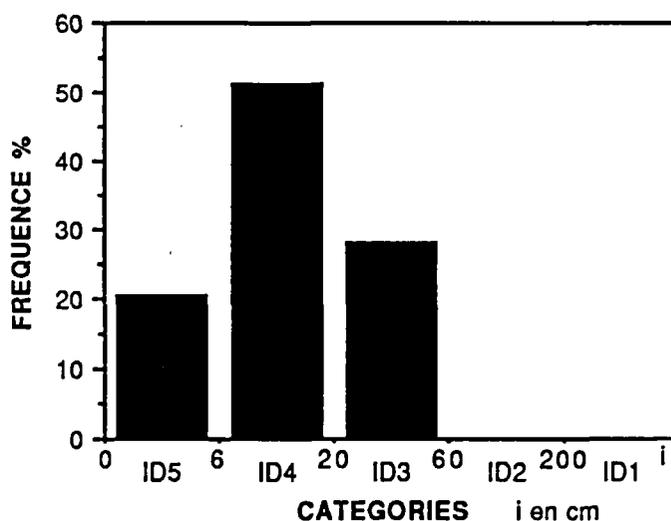
**DENSITE DE DISCONTINUITES
GALERIE CHATEAU, ZONE 3**



ORIENTATION
LIGNE DE MESURE : N10
TUNNEL : N142

■ FREQUENCE%

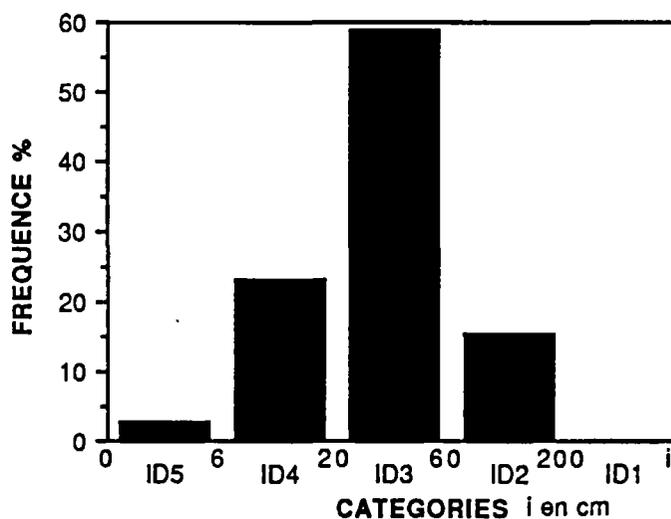
95 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 23 M
MOYENNE ID = 24,5 CM
ECART TYPE = 17,5 CM
CV = 71 %
CLASSE ID 4
DENSITE DE FRACTURATION
FORTE A MOYENNE



ORIENTATION
LIGNE DE MESURE : N140
TUNNEL : N 142

■ FREQUENCE%

43 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 8 M
MOYENNE ID = 17,8 CM
ECART TYPE = 12,9 CM
CV = 72 %
CLASSE ID 4
DENSITE DE FRACTURATION
FORTE A MOYENNE

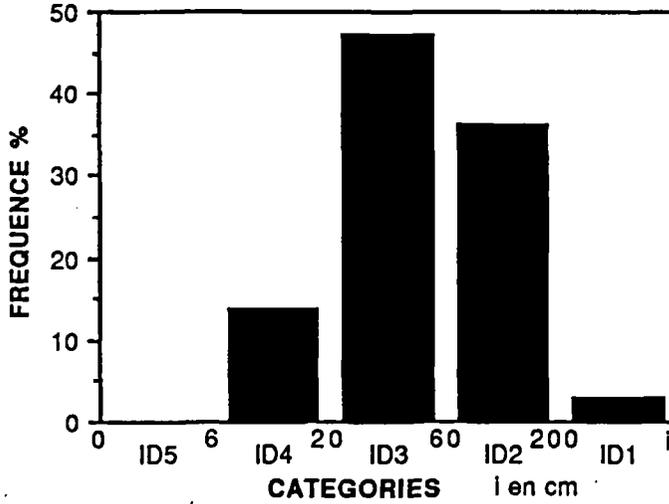


ORIENTATION
LIGNE DE MESURE : N40
TUNNEL : N142

■ FREQUENCE%

39 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 14 M
MOYENNE ID = 34,7 CM
ECART TYPE = 24,2 CM
CV = 70 %
CLASSE ID 3
DENSITE DE FRACTURATION
MOYENNE A FORTE

**DENSITE DE DISCONTINUITES
GALERIE CHATEAU , ZONE 4**

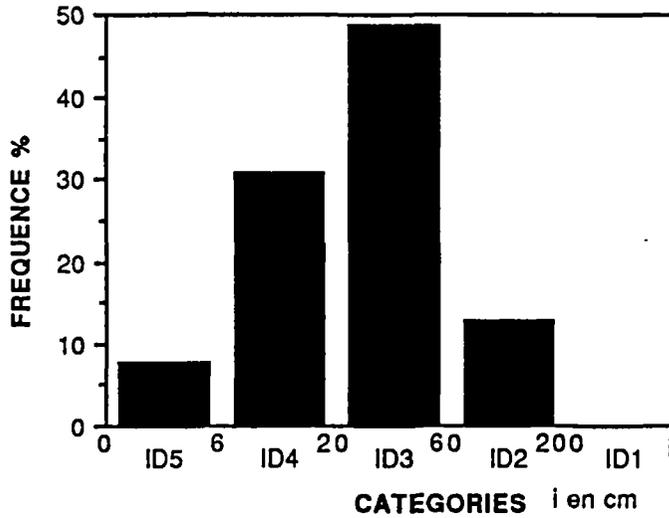


ORIENTATION

LIGNE DE MESURE : N65
TUNNEL : N142

■ FREQUENCE %

36 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 23 M
MOYENNE ID = 62,4 CM
ECART TYPE = 54,3 CM
CV = 87 %
CLASSE ID 2
DENSITE DE FRACTURATION
FAIBLE A MOYENNE



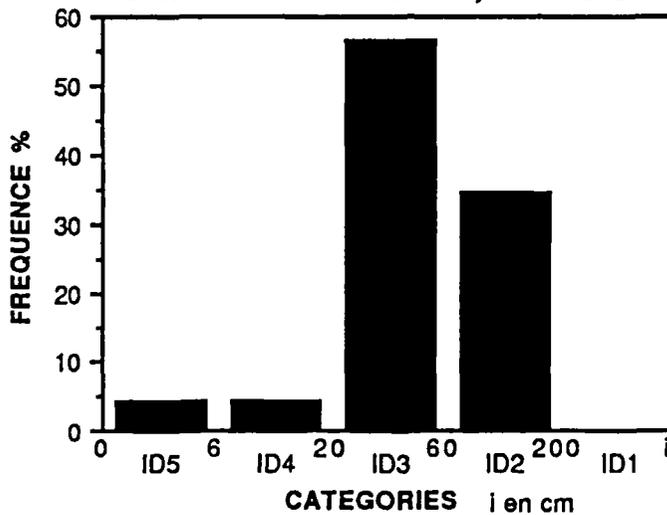
ORIENTATION

LIGNE DE MESURE : N110
TUNNEL : N142

■ FREQUENCE %

39 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 14 M
MOYENNE ID = 35,4 CM
ECART TYPE = 29,6 CM
CV = 84 %
CLASSE ID 3
DENSITE DE FRACTURATION
MOYENNE A FORTE

**DENSITE DE DISCONTINUITES
CARRIERE CHATEAU, ZONE 5**



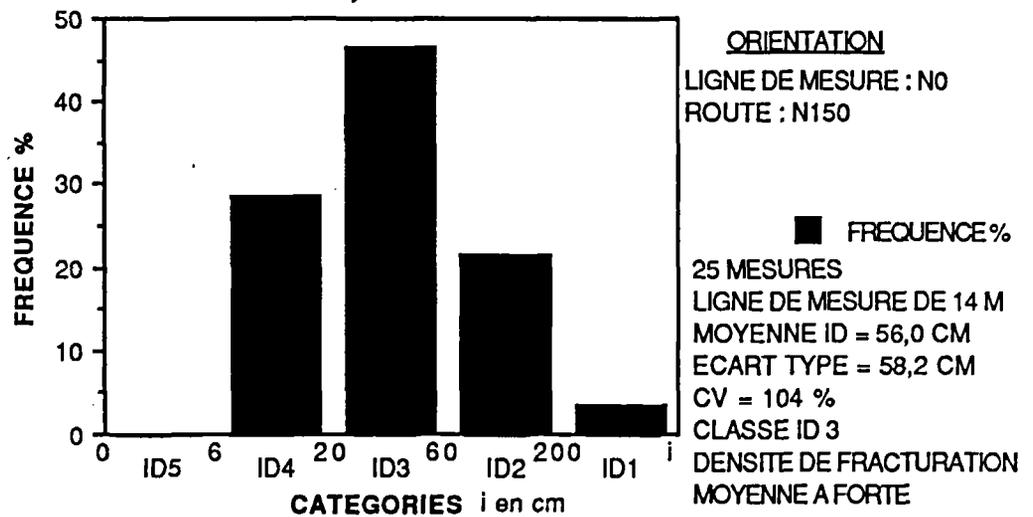
ORIENTATION

LIGNE DE MESURE : N60
TUNNEL : N150

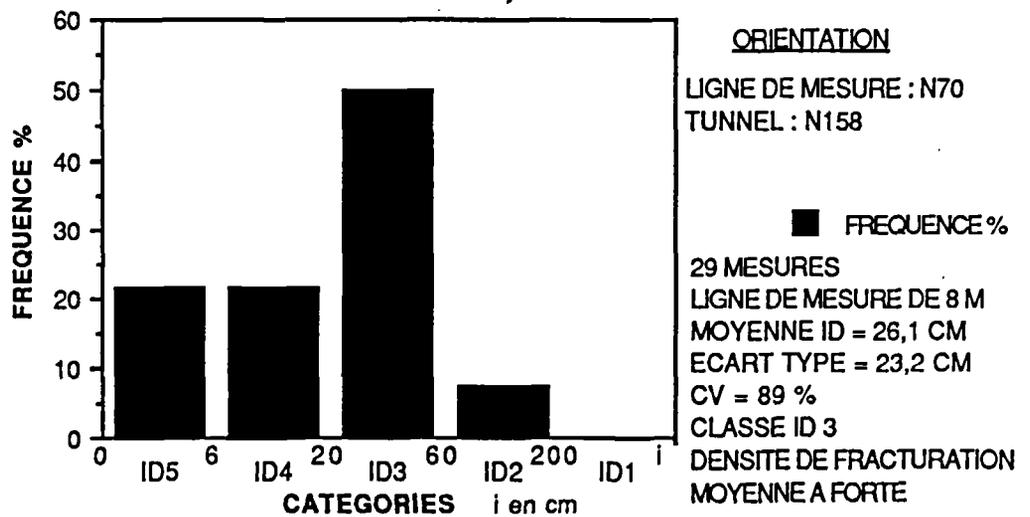
■ FREQUENCE %

23 MESURES
LIGNE DE MESURE DE 14 M
MOYENNE ID = 60,7 CM
ECART TYPE = 42,3 CM
CV = 70 %
CLASSE ID 2
DENSITE DE FRACTURATION
FAIBLE A MOYENNE

DENSITE DE DISCONTINUITE JARDIN, ZONE 6



DENSITE DE DISCONTINUITE ROUTE DU MOURTIS, ZONE 7

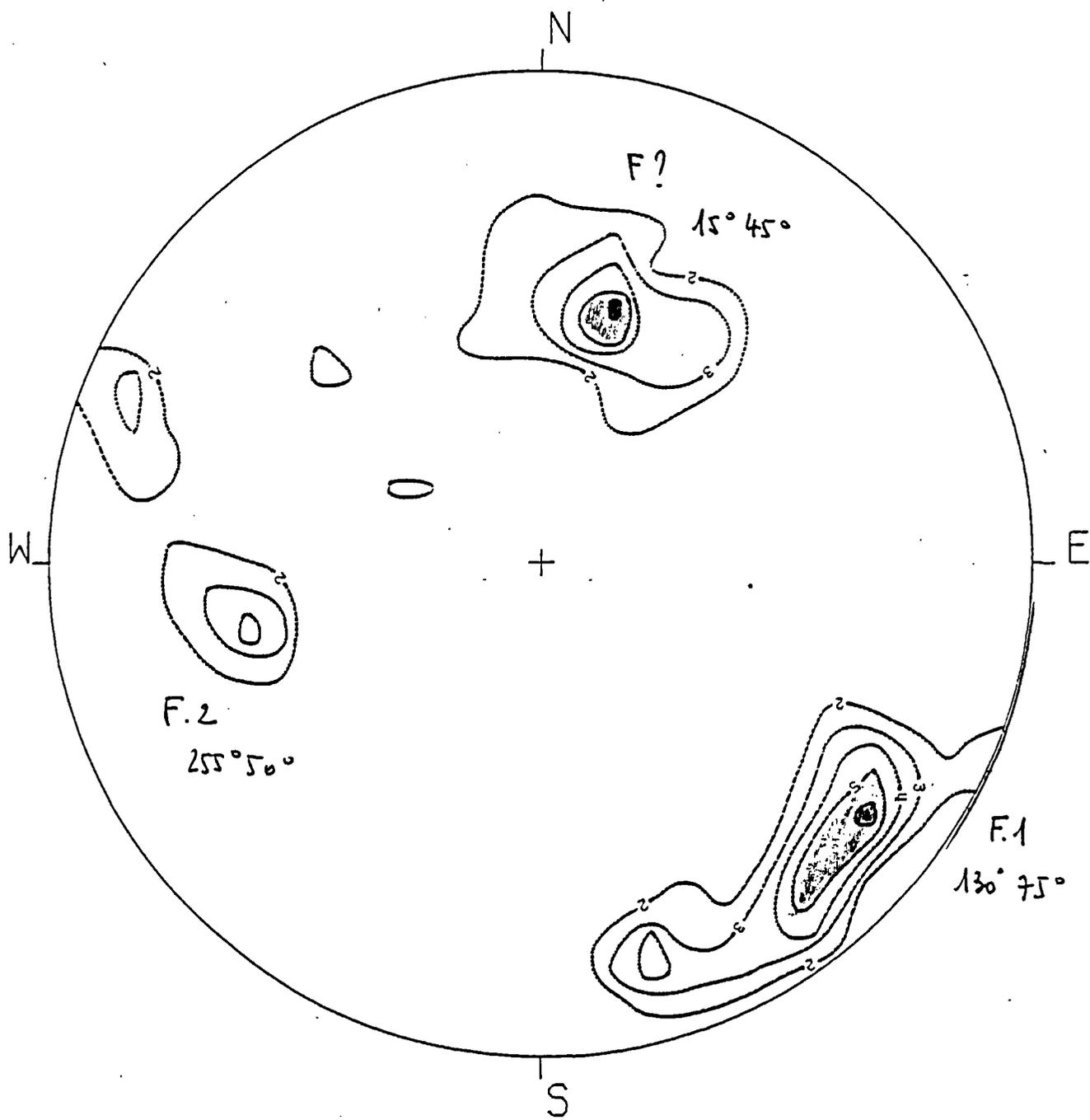


ANNEXE 2

**ORGANISATION DES DISCONTINUITES
EN FAMILLES**

CANEVAS DE SCHMIDT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 1

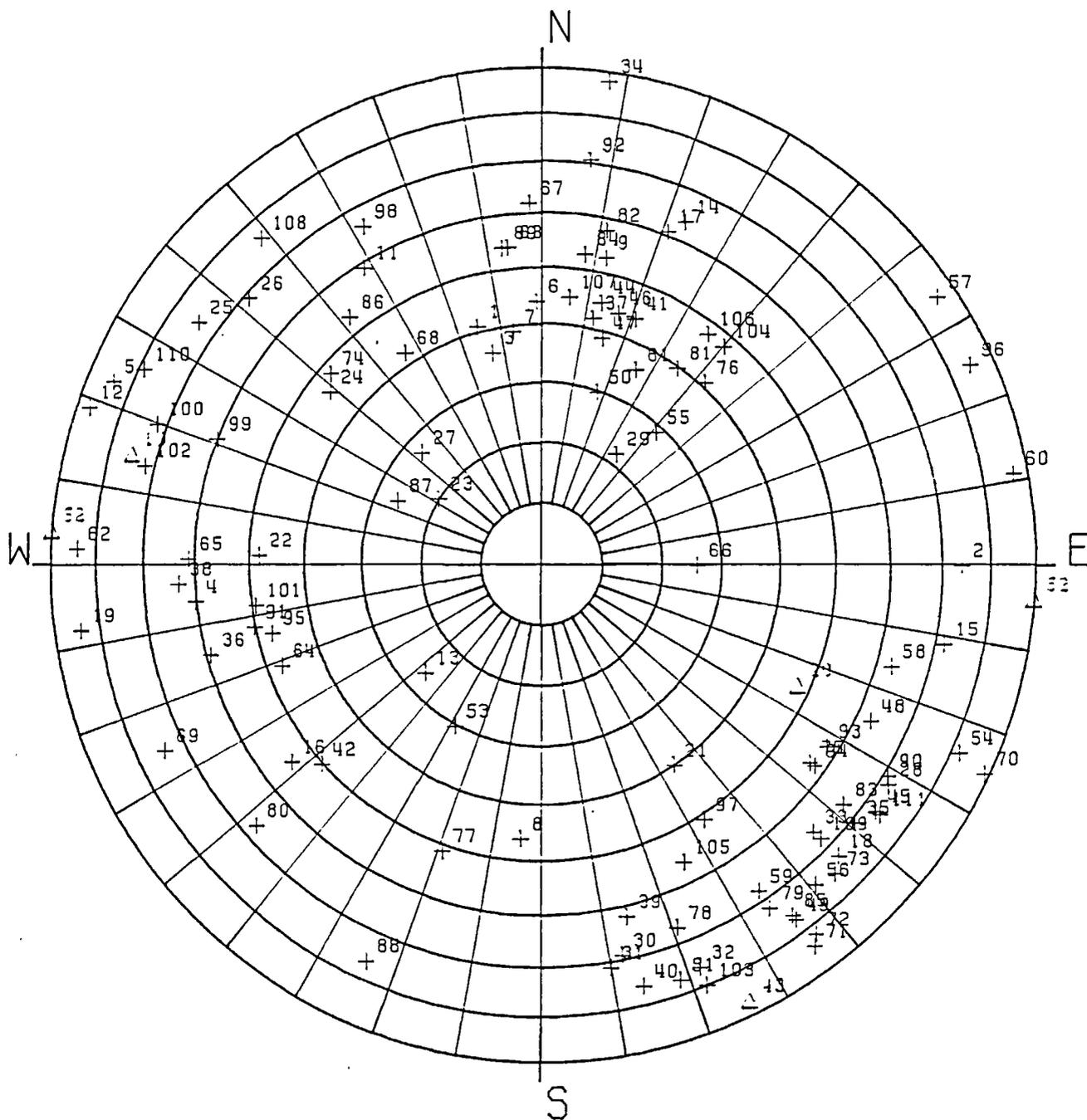
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

111 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 1

PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

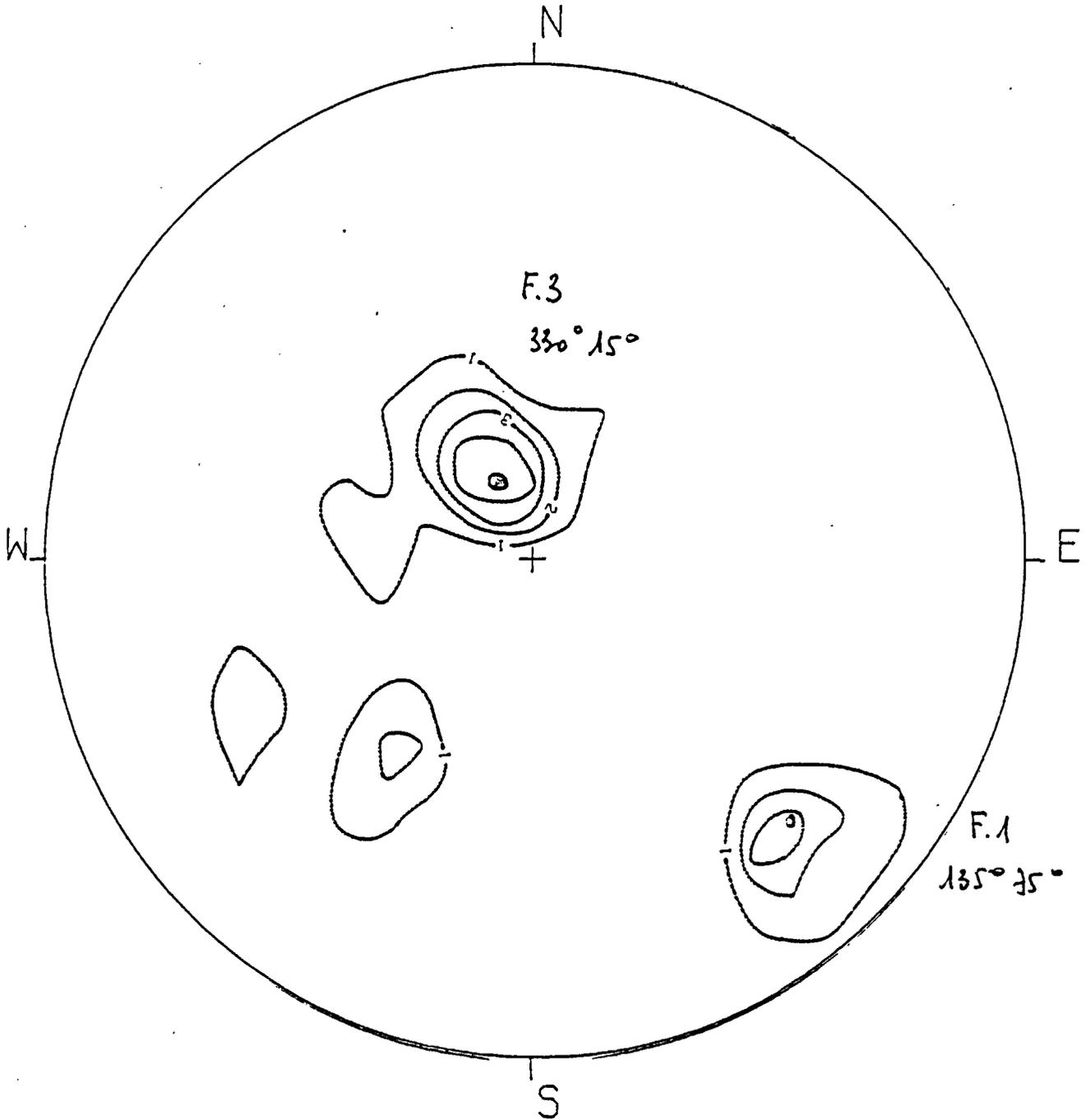
111 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

Δ FAILLE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 2

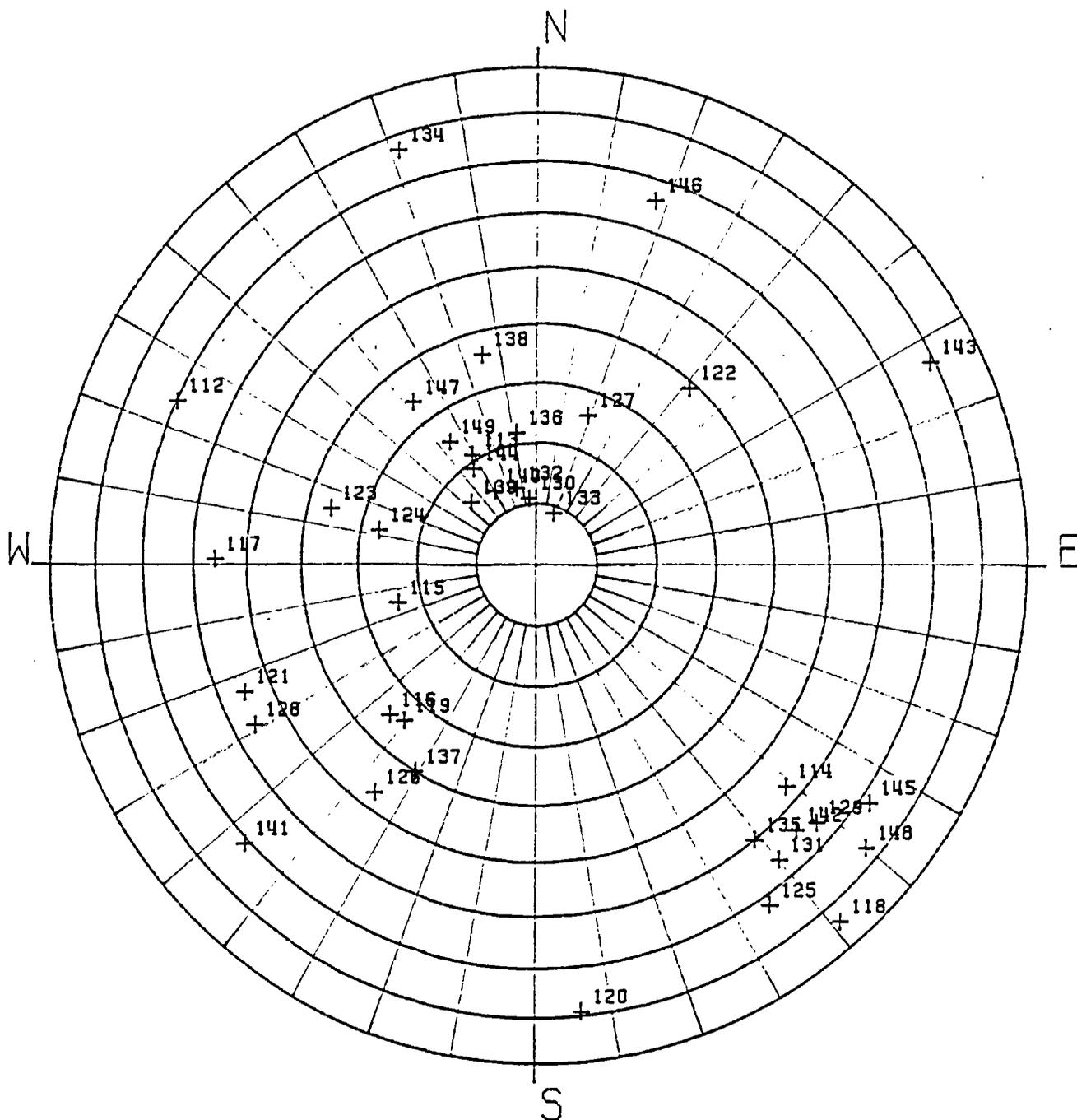
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

38 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 2

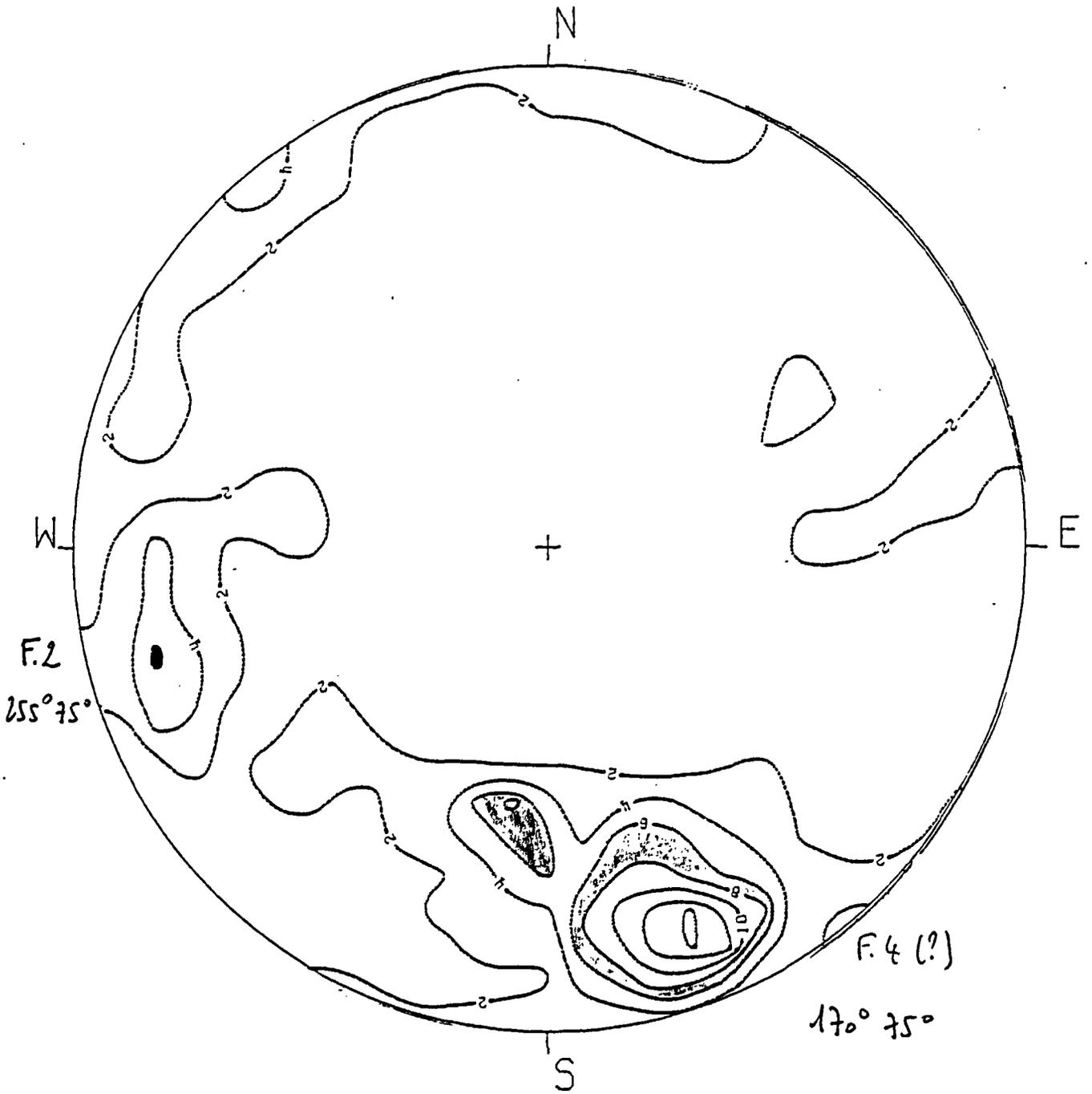
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

38 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 3

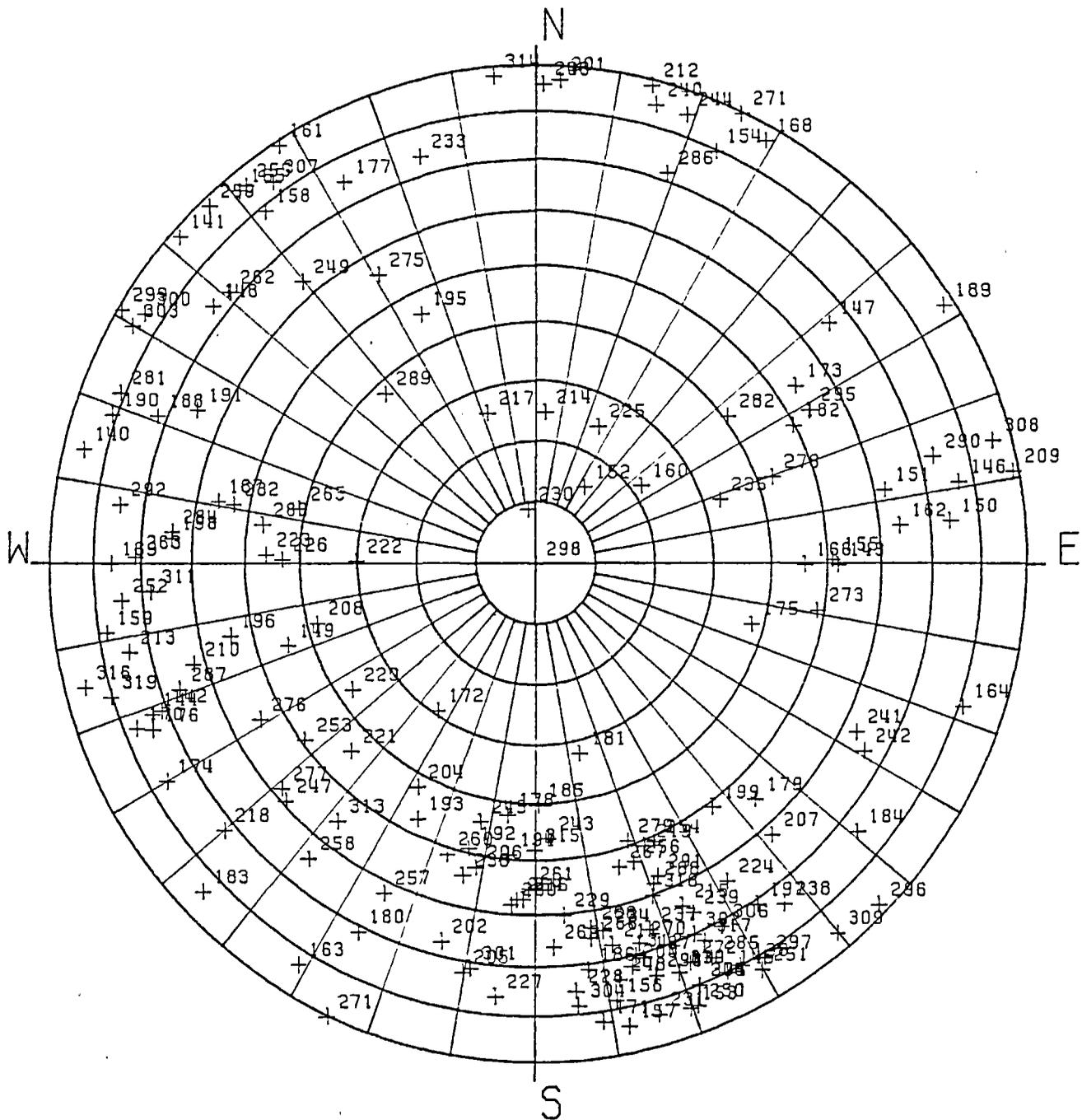
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

182 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



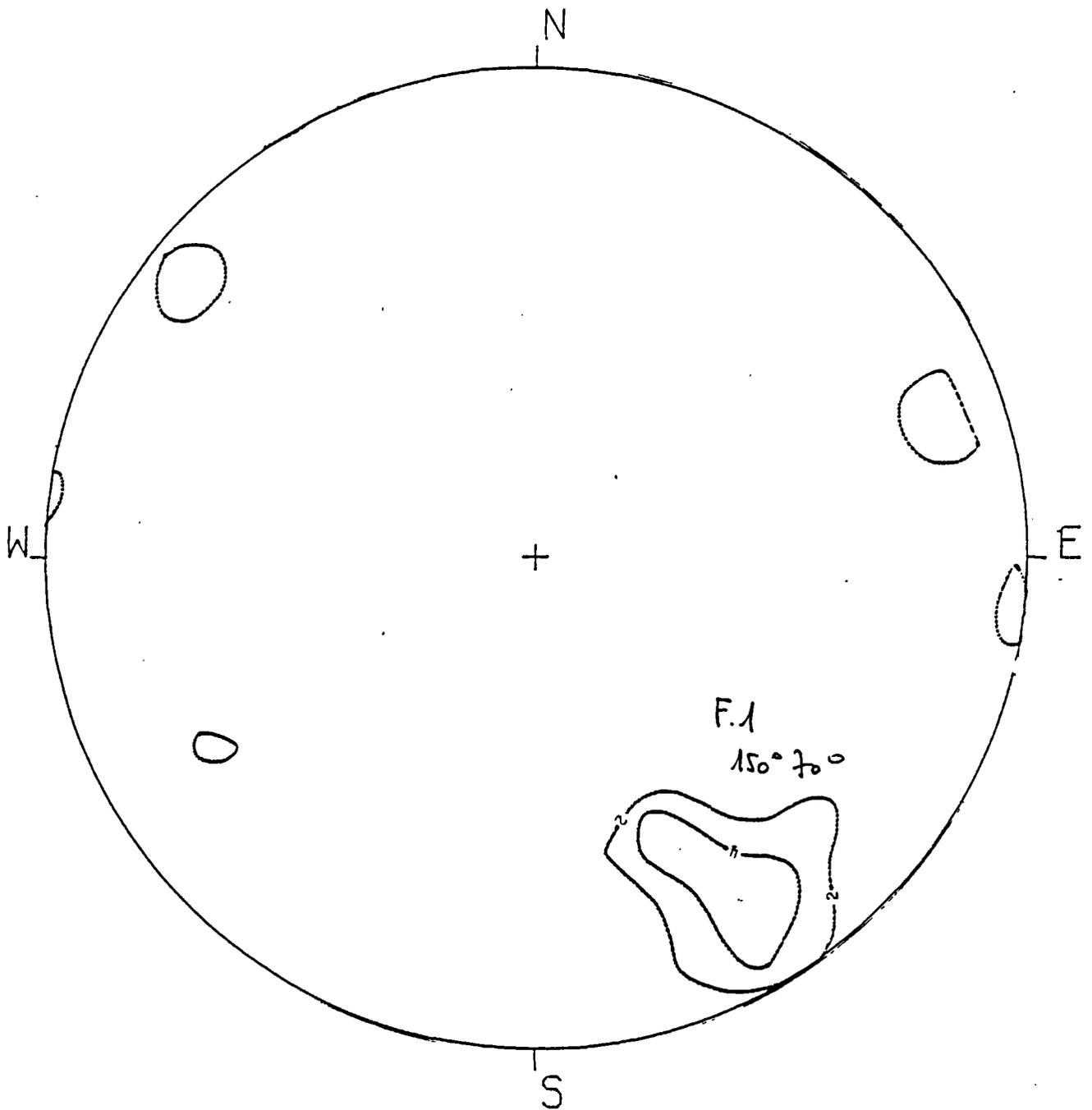
ZONE 3

PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR 182 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 4

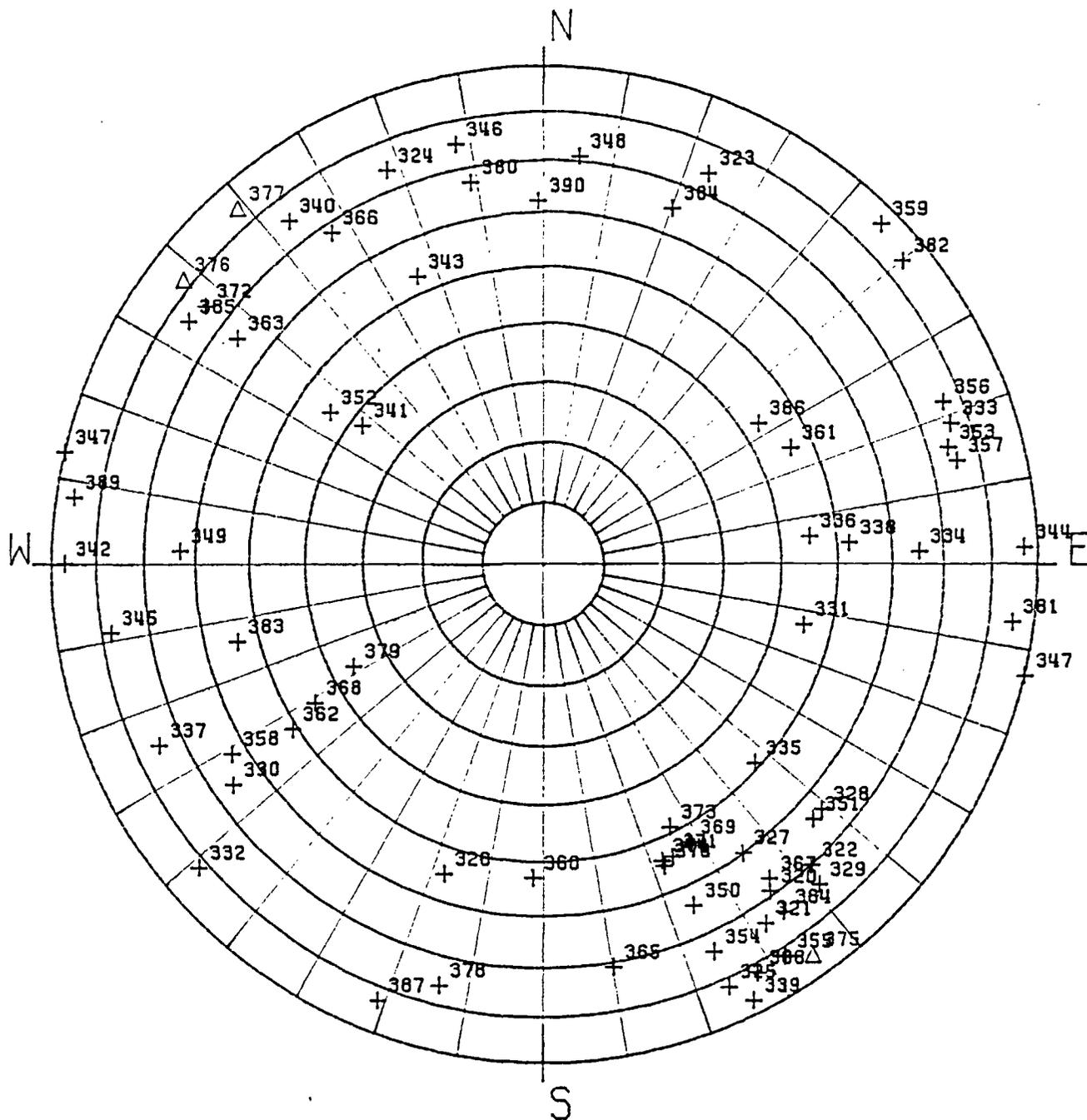
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

71 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 4

PROJECTION DE SCHMIDT HEMISHERE SUPERIEUR

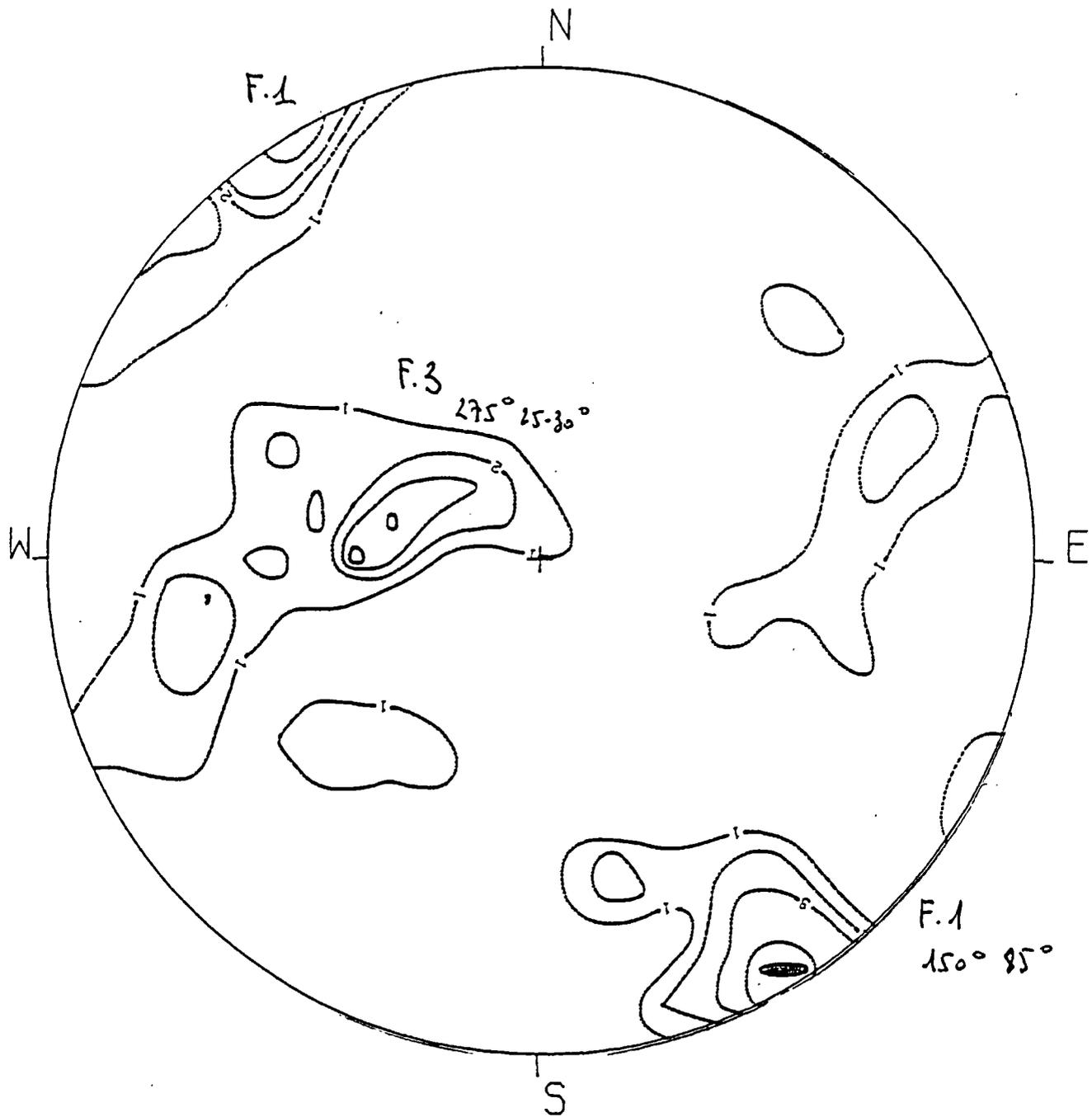
71 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

△ FAILLE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 5

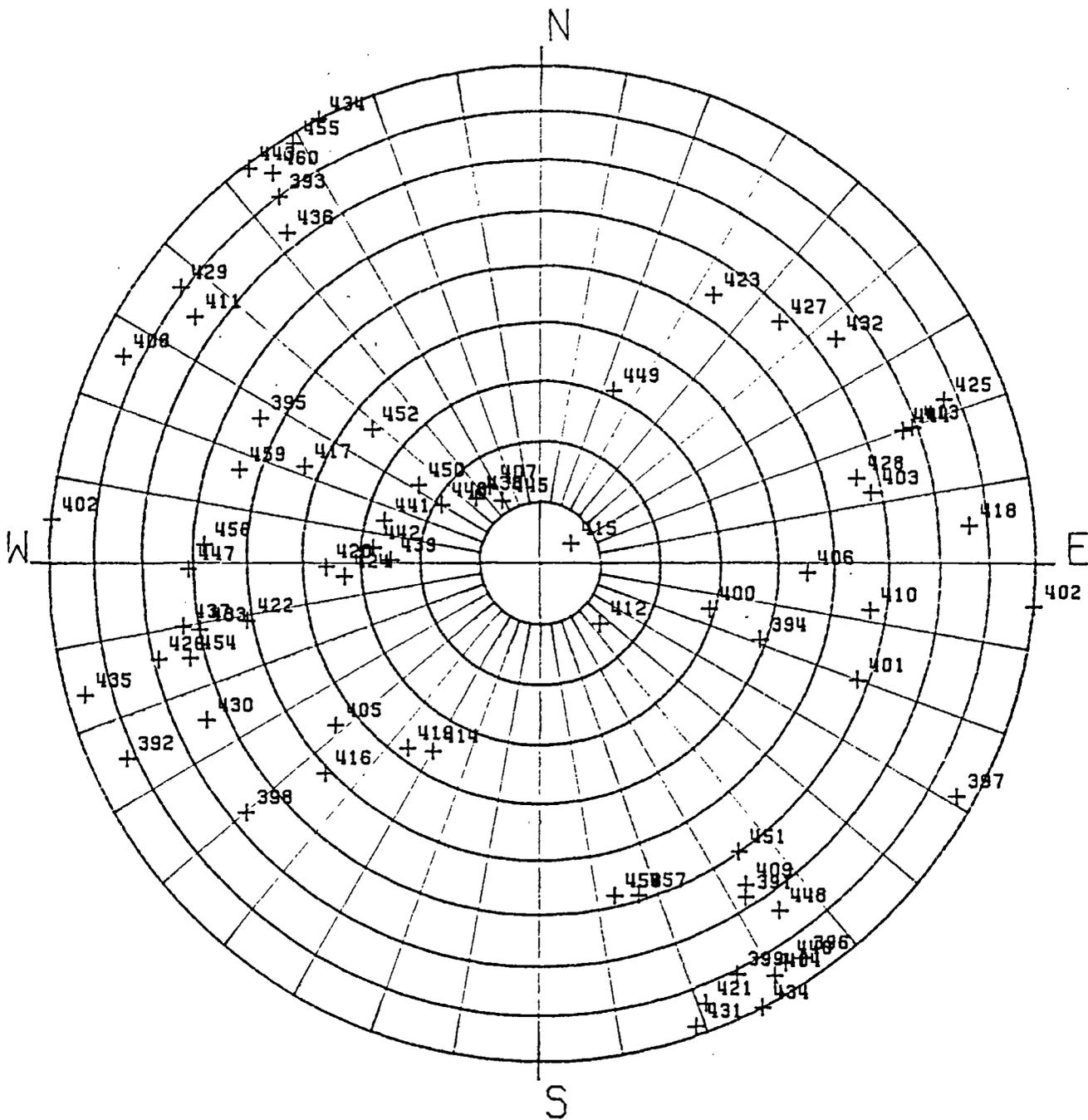
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

70 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 5

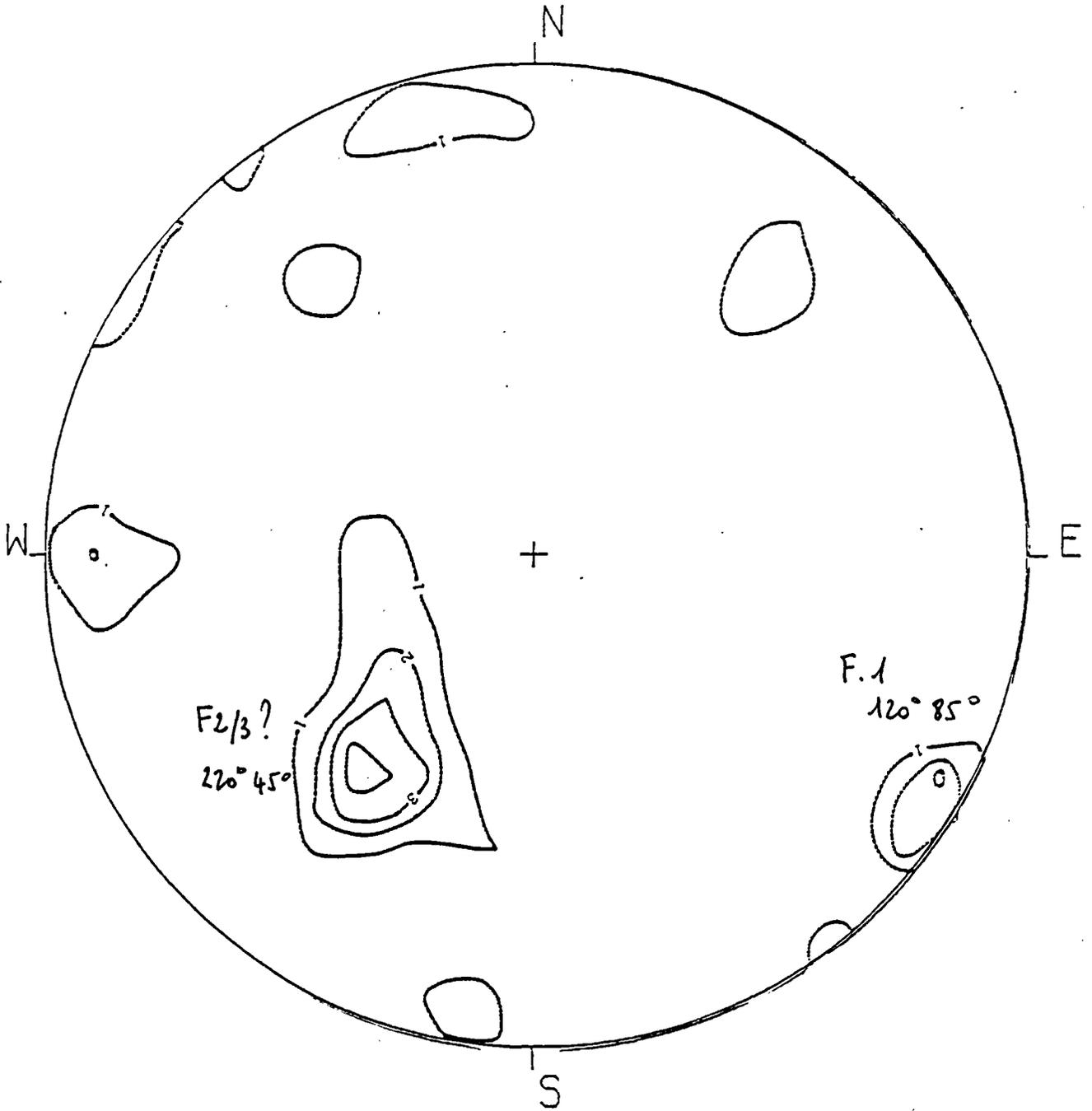
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

70 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 6

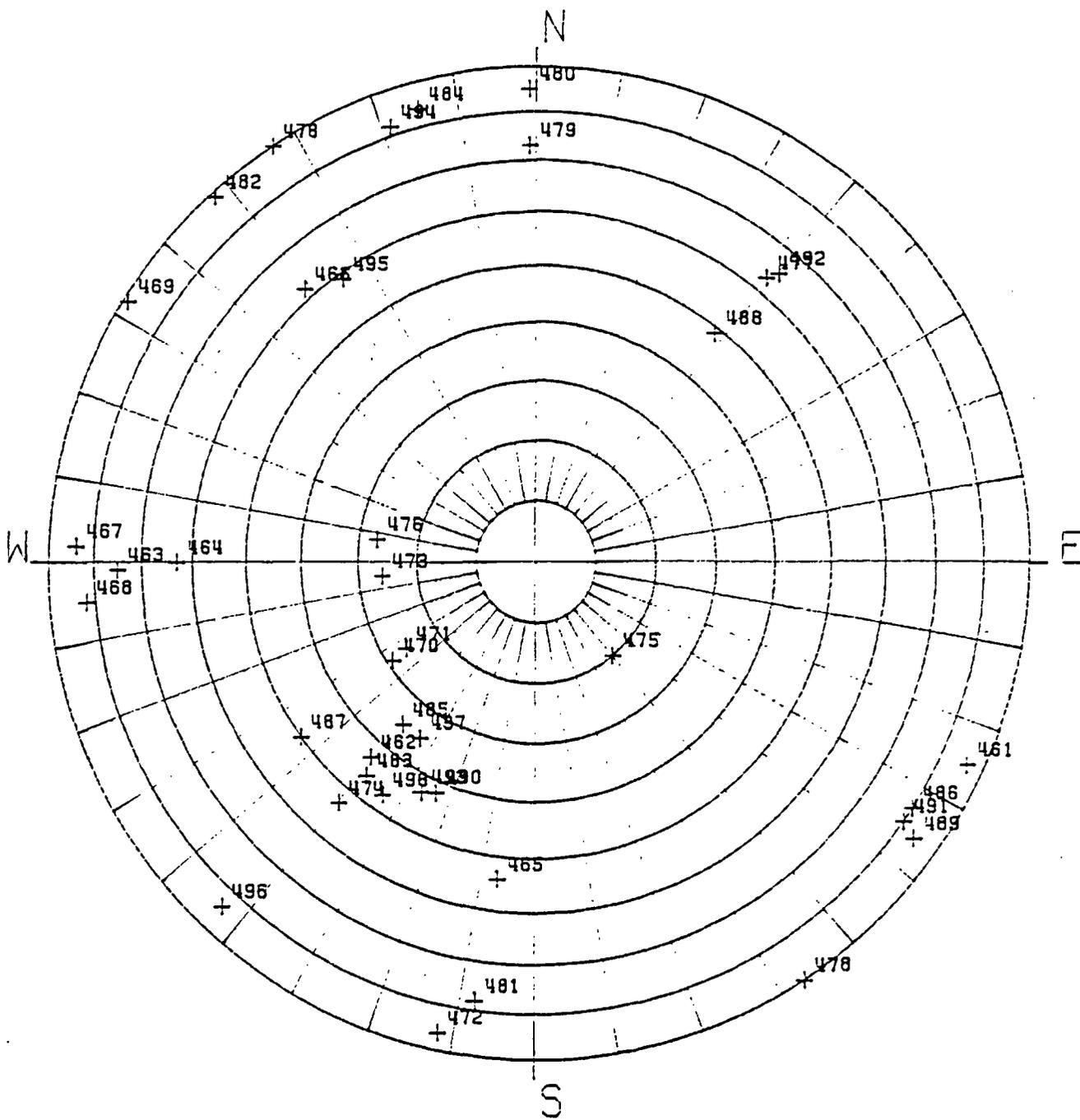
PROJECTION DE SCHMIOT HEMISPHERE SUPERIEUR

38 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 6

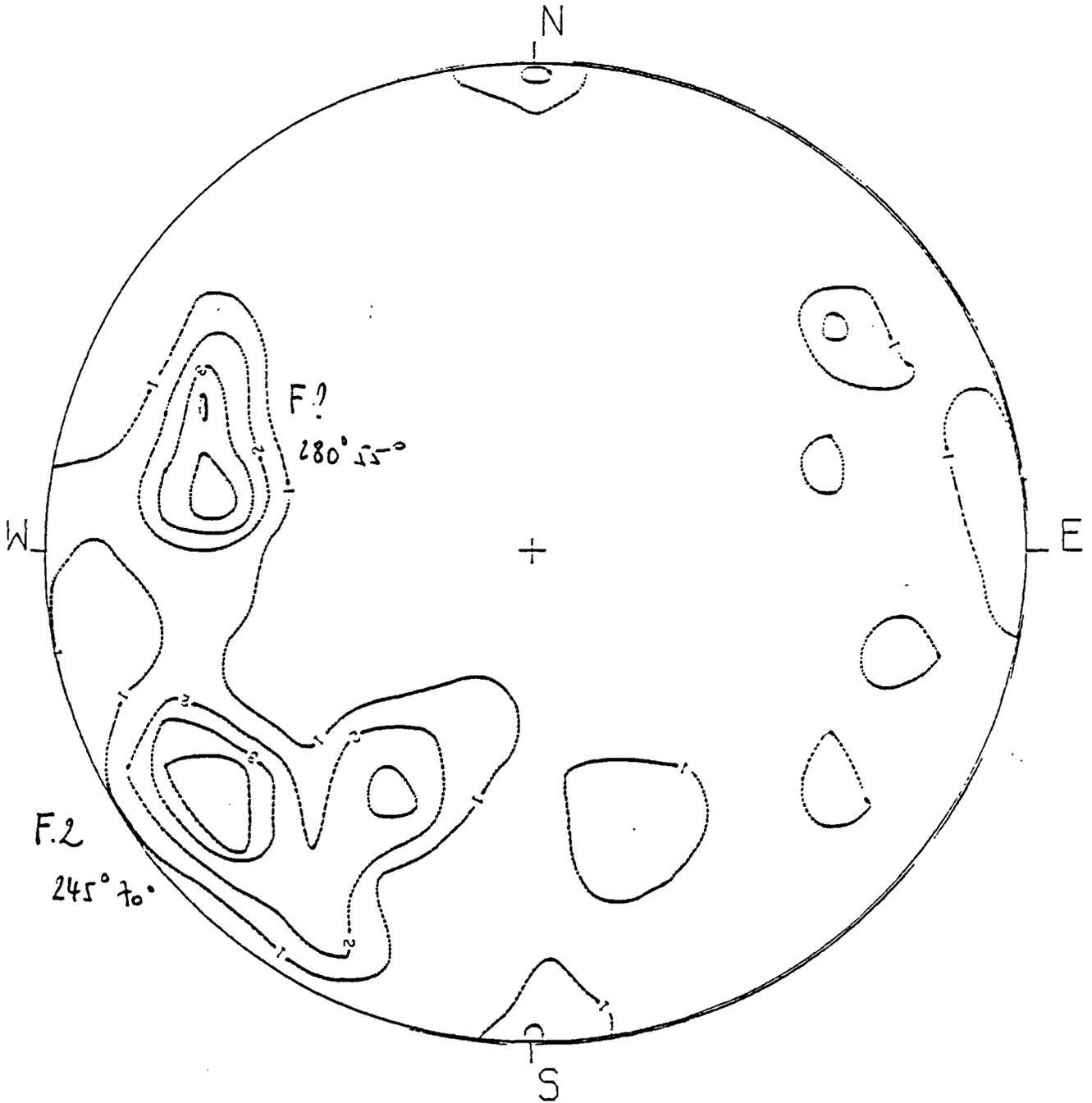
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

38 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 7

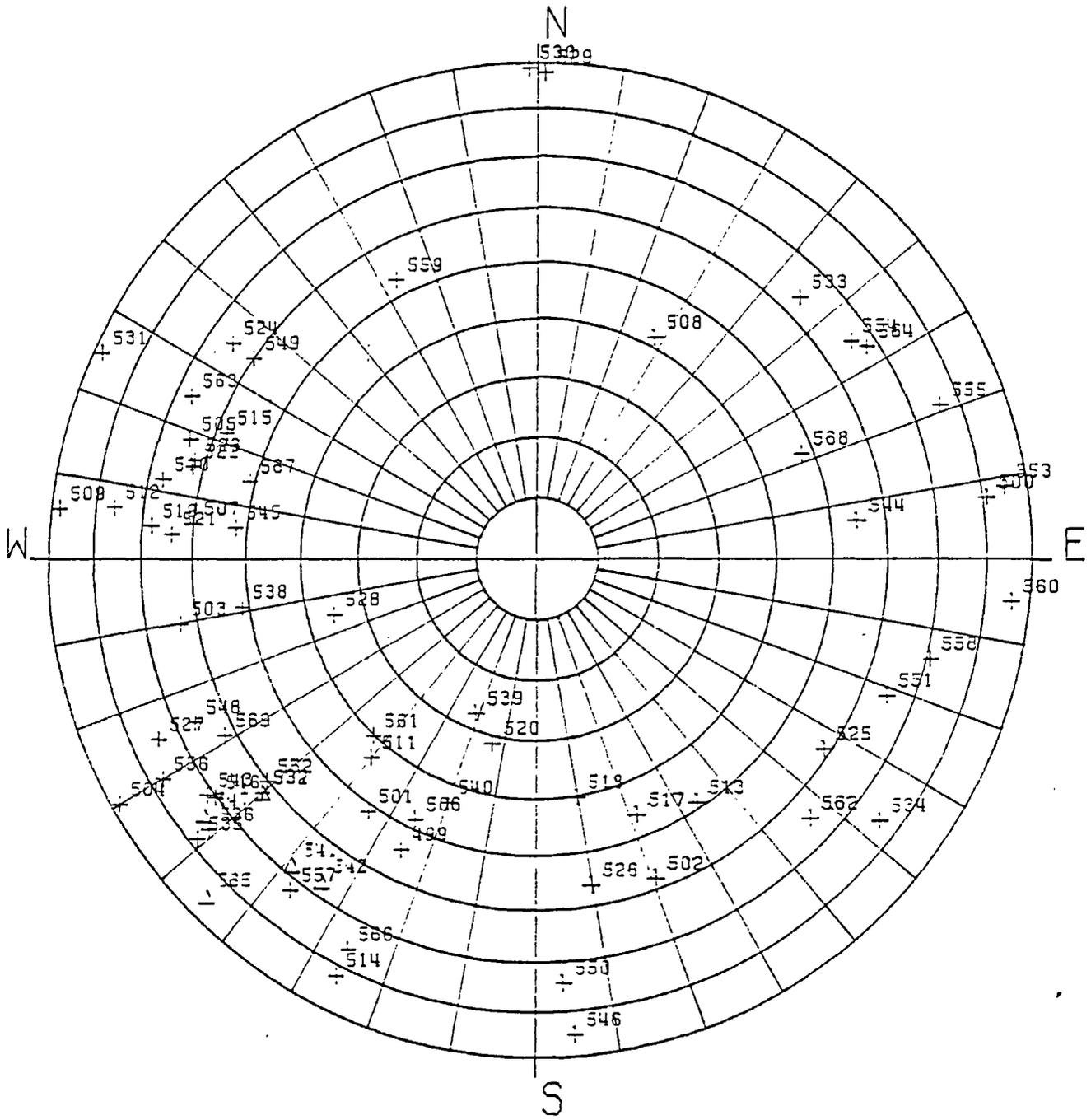
PROJECTION DE SCHMIOT HEMISPHERE SUPERIEUR

71 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 7

PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

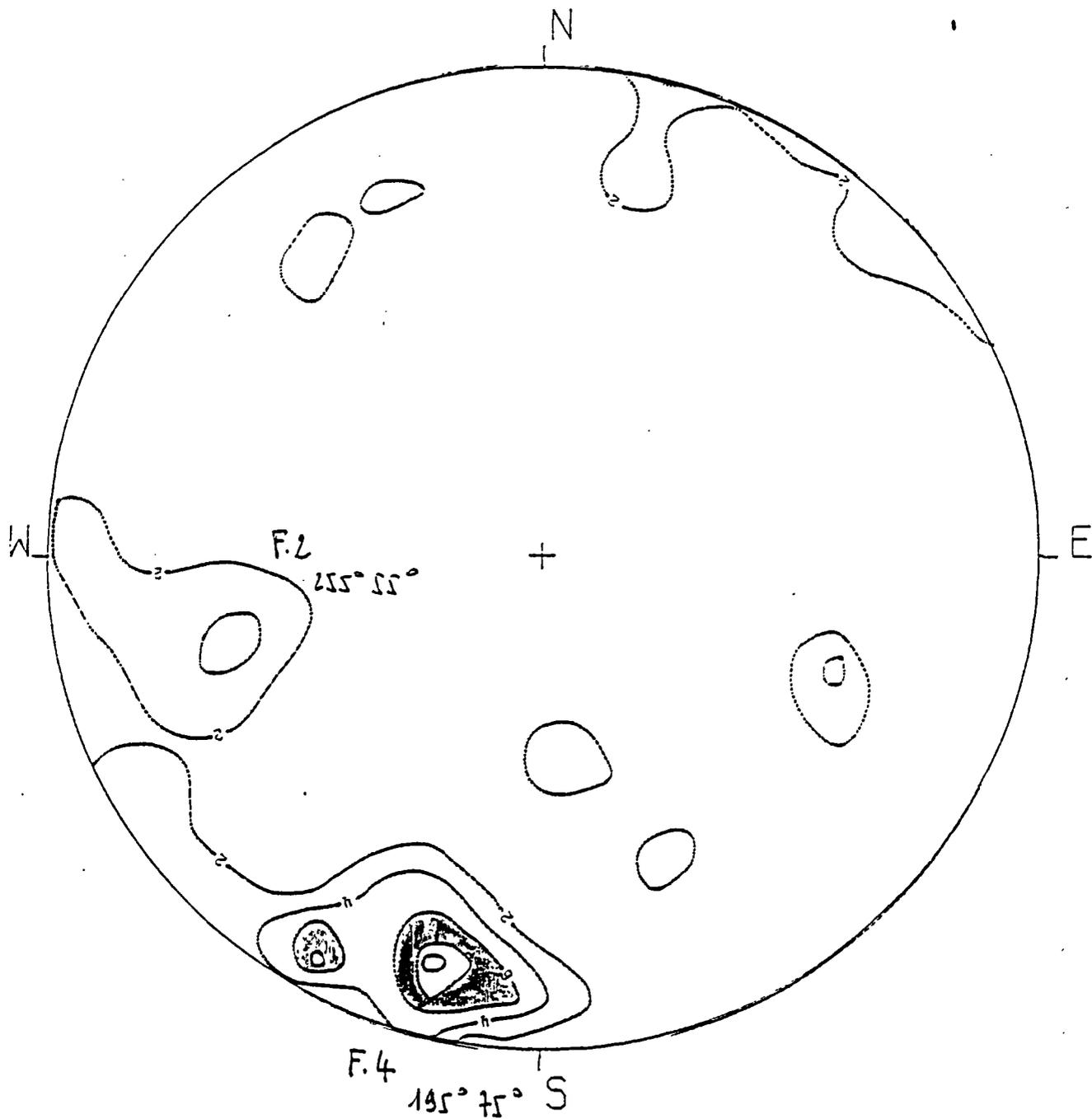
71 points

LEGENDE :

+ DIACLASE

Δ FAULLE

TUNNEL DE SAINT BEAT



ZONE 8

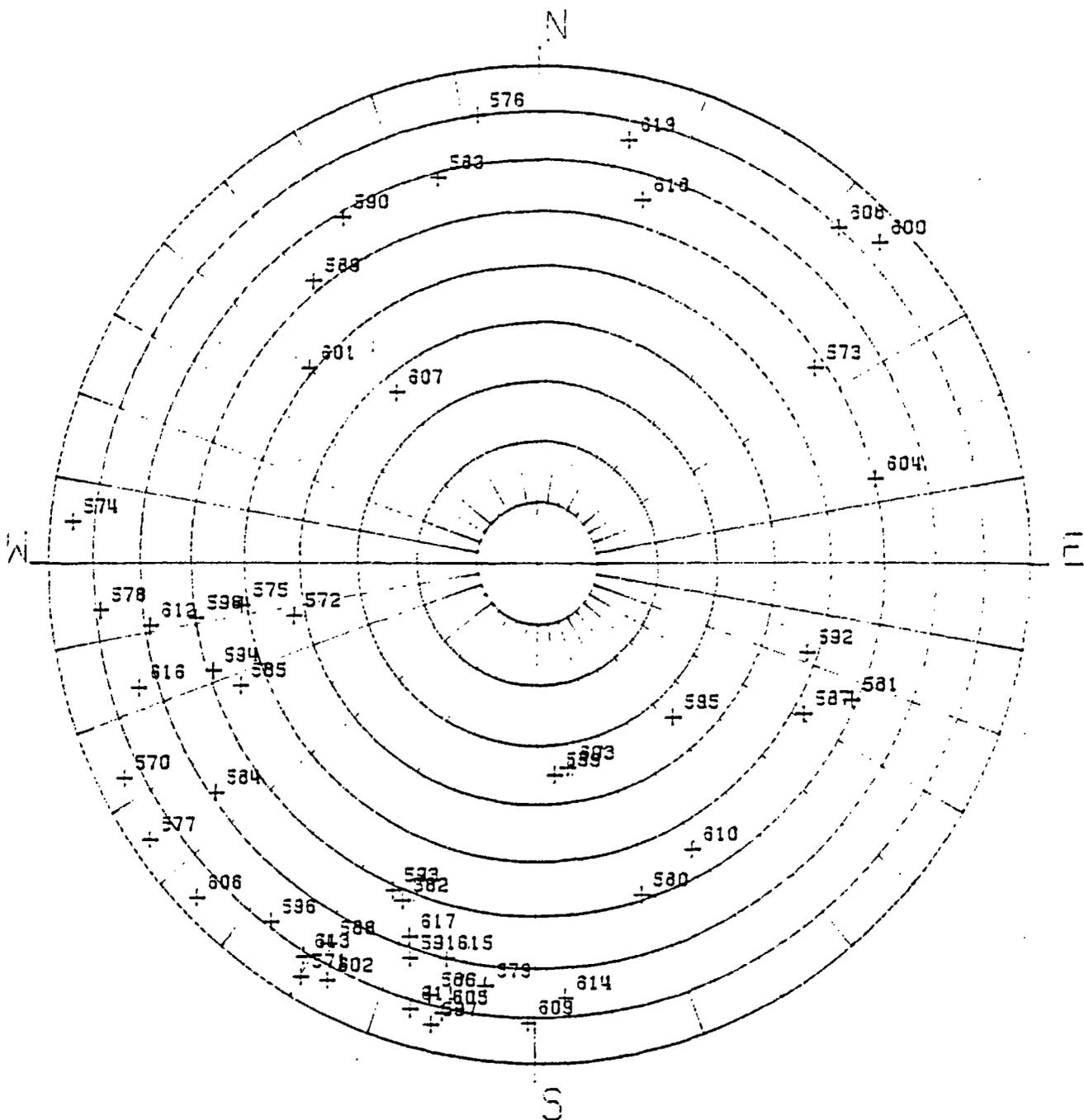
PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

50 points

DENSITES

COMPTAGE BRUT

TUNNEL DE SAINT SEPT



ZONE 8

PROJECTION DE SCHMIDT HEMISPHERE SUPERIEUR

50 points

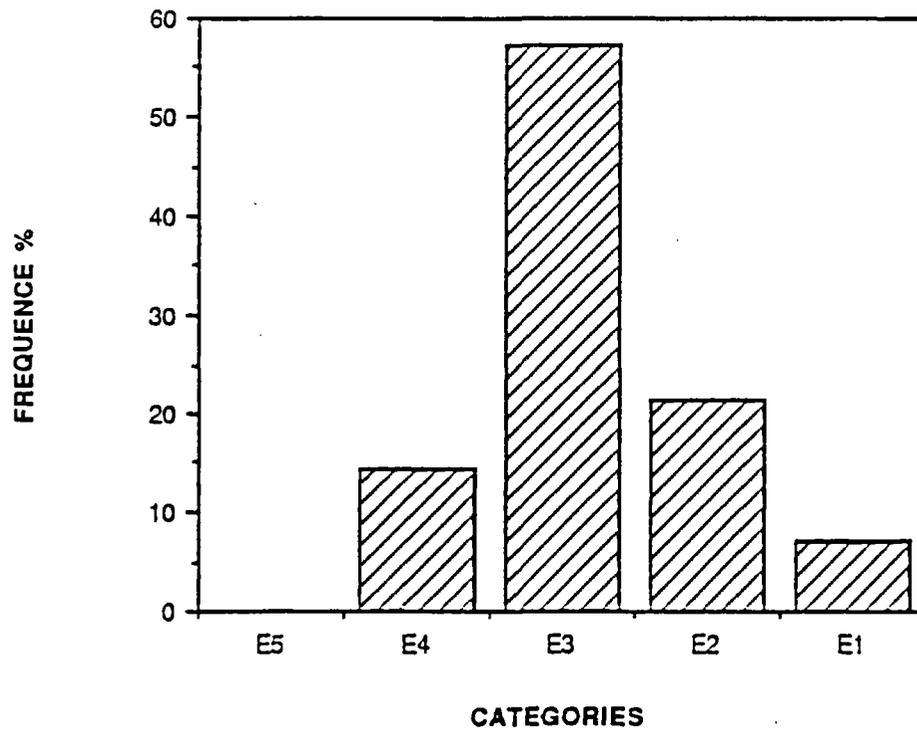
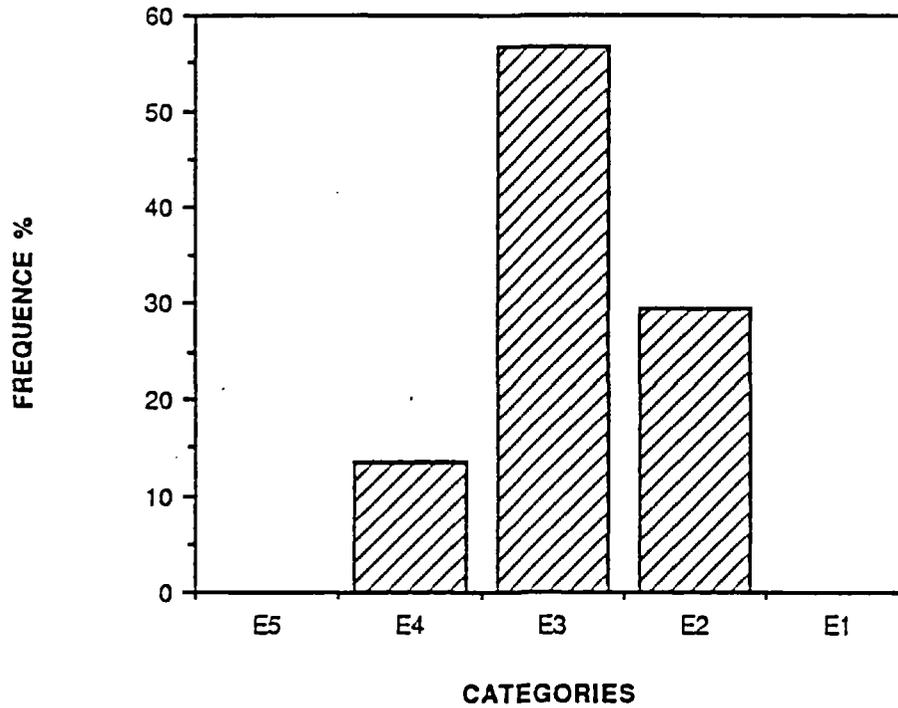
LEGENDE :

+ DIACLASE

ANNEXE 3

ESPACEMENT DES DISCONTINUITES

ESPACEMENT DES DISCONTINUITES ZONES 3 ET 4



ANNEXE 4

**RESULTATS D'ESSAIS GEOTECHNIQUES
SUR LES CALCAIRES
DE LA CARRIERE SOUTERRAINE DE O.M.G.**

TABLEAU I - NIVEAU SUPERIEUR			
Référence Echantillons	Module d'Young E en MPa	Limite élastique Re en MPa	Résistance uniaxiale Rc en MPa
1	34390	57	68.2
1	39790	71	85.2
1	25540	57.5	64.3
1	30950	80	87.9
2	25540	40	43.7
2	36350	70	76.6
2	34880	53	61.8
2	34880	56.5	64.0
3	30460	43.5	48.1
3	35860	60	67.7
3	22100	52.5	55.9
3	26030	53.5	65.3
Moyenne	31398	57.9	67.8
Ecart type (σ)	5502	11.3	11.7

TRACTION INDIRECTE	
Référence Echantillons	RT en MPa
1	4.8
1	5.3
1	3.8
2	5.2
2	4.4
2	4.2
3	2.4
3	2.1

Moyenne	4
---------	---

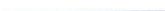
TABLEAU II - NIVEAU INFÉRIEUR			
Référence Echantillons	Module d'Young E en MPa	Limite élastique Re en MPa	Résistance uniaxiale Rc en MPa
4	28000	78.5	85.9
4	32420	70	85.9
4	25050	57.5	70.7
4	24560	62.5	69.2
5	35860	73.5	83.5
5	37330	77.5	89.8
5	32910	81.5	92.3
5	36350	81.5	92.8
6	27510	77.5	88.9
6	34880	72.5	84.4
6	32910	64	73.1
6	34880	67.5	85.4
7a	35860	80	91.3
7a	34390	83.5	94.8
7a	39790	86.5	95.2
7a	36810	85	94.3
7b	41260	82.5	93.3
7b	19850	21	36.3
7b	39790	77.5	88.4
7b	38310	80	90.3
8	39790	75	86.2
8	36350	70	69.4
8	47160	75	95.2
8	51580	72.5	93.3
Moyenne	38562	73.0	88.0
Ecart type (σ)	7643	13.3	7.7

TABLEAU III - MOYENNE GÉNÉRALE			
Moyenne	33979	68.0	79.1
Ecart type (σ)		14.4	16.0

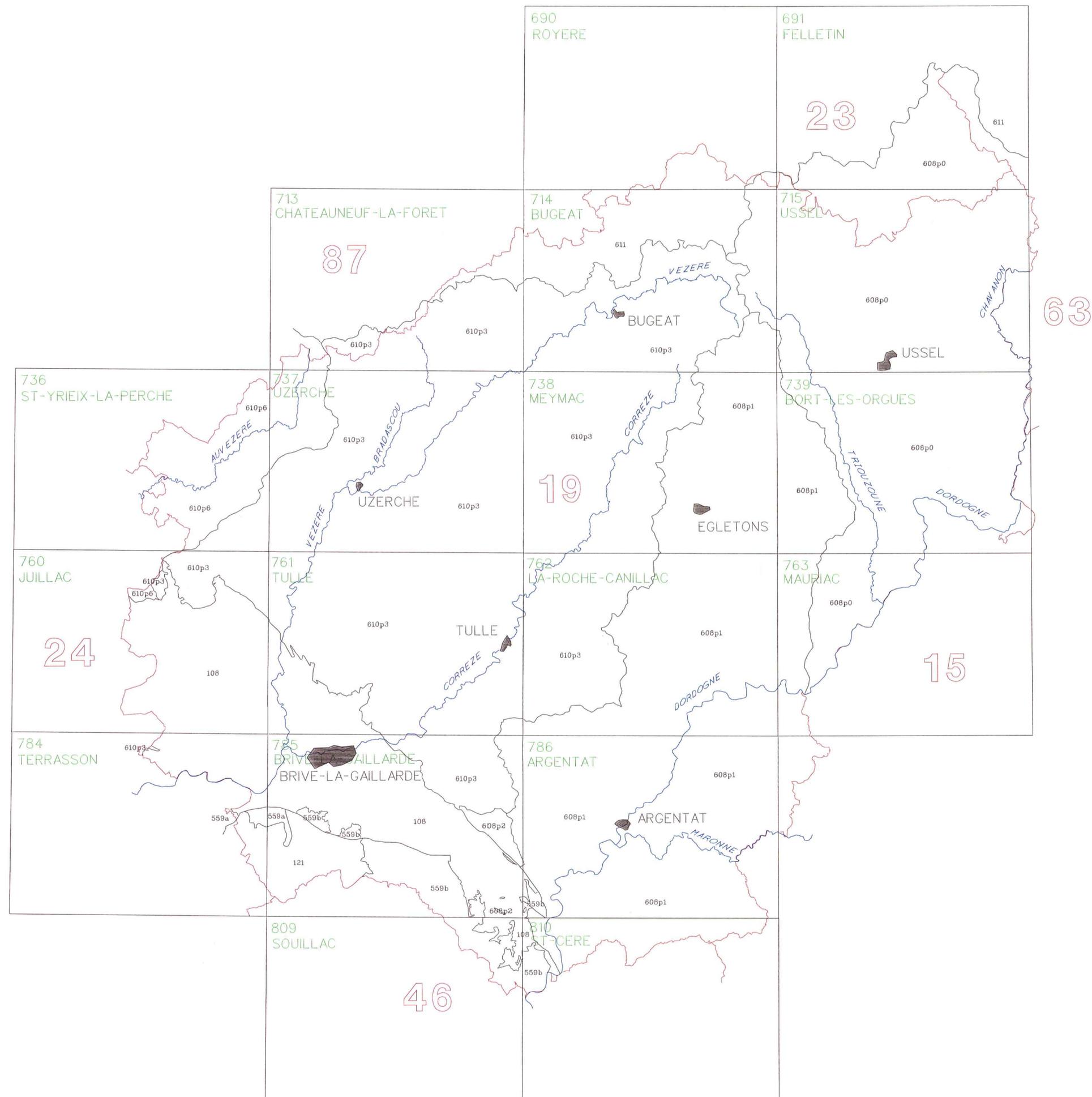
Agence de l'Eau ADOUR-GARONNE
 SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE
 DU DEPARTEMENT DE LA CORREZE
 CARTE DES SYSTEMES AQUIFERES

Echelle 1:250 000

LEGENDE

-  limite de departement
-  cours d'eau principal
-  limite de systeme aquifere
ou de domaine hydrogeologique
-  numero de systeme aquifere
ou de domaine hydrogeologique
-  limite, nom et numero
de carte geologique
-  numero du departement

BRGM - Agence Regionale Limousin





BRGM

PL.1

D D E de la Haute Garonne

RN 125 - Déviation de Saint-Béat

CARTE GEOLOGIQUE DETAILLEE

1/1000

Calcaires marmoréens gris plus ou moins rubanés de blanc

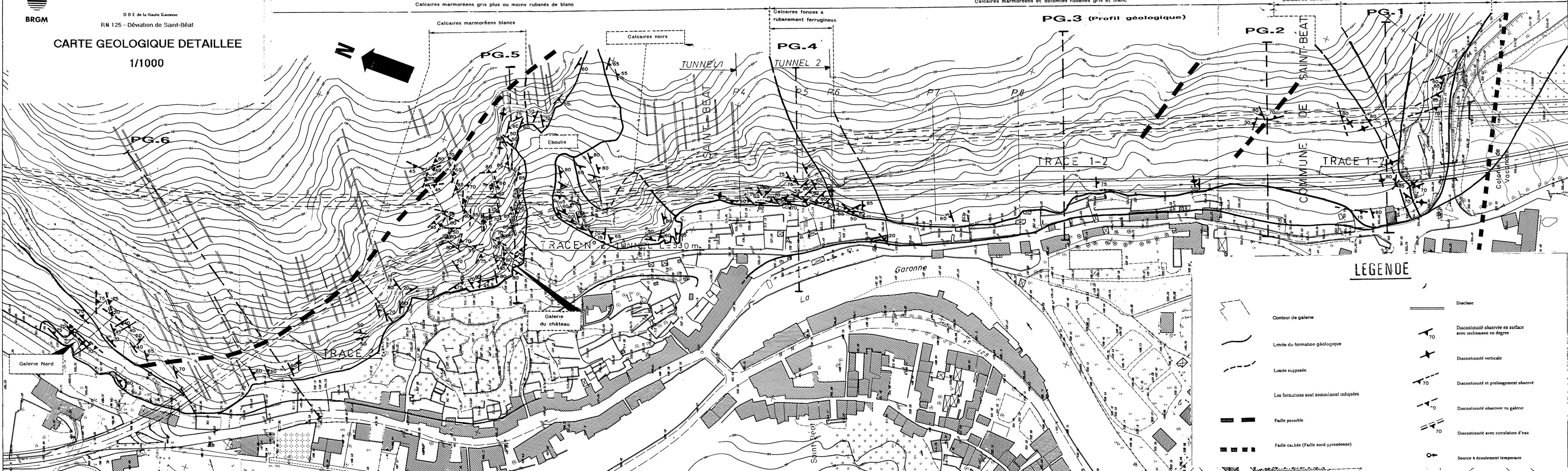
Calcaires marmoréens et dolomies rubanés gris et blanc

Calcaires sombres de teinte blanche Breche marmoréenne Eboulis

Calcaires marmoréens blancs

Calcaires noirs

Calcaires foncés à rubanement ferrugineux



LEGENDE

- Diapase
- Contour de galerie
- Limite de formation géologique
- Limite supposée
- Les formations sont nommément indiquées
- Faille possible
- Faille cachée (Faille nord-pyrénéenne)
- Discontinuité observée en surface avec inclinaison en degrés
- Discontinuité verticale
- Discontinuité et prolongement observé
- Discontinuité observée en galerie
- Discontinuité avec circulation d'eau
- Source à écoulement temporaire



PL.2

D D E de la Haute-Garonne

RN 125 - Déviation de Saint-Béat

CARTE DES RISQUES

EBOULEMENTS - CHUTES DE BLOCS ET DE PIERRES

1/1000

S C P LEBEL-T
1/74 avenue SAINT EXUP
TEL 61 2
SAINT-BÉAT

TRACE N°3 TUNNEL L=1010 m

TRACE N°1 TUNNEL L=670 m

TUNNEL 1

TUNNEL 2

TRACE N°2 TUNNEL L=530 m

TRACE 1-2

TRACE N°3

TRACE 1-2

SAINT-BÉAT

SAINT-BÉAT

COMMUNE DE SAINT-BÉAT

Collette de Vaccines

Garonne

La

Saint-Béat

LEGENDE

INDICES MORPHOLOGIQUES

- Crête de falaise
- Escarpelement ou éperon rocheux

NATURE DU RISQUE

- Eboulement (volume supérieur à 1 m³)
- Chutes de blocs et de pierres (volumes inférieurs à 1 m³)
- Eboulement du 14 09 1991
- Point d'impact des rochers
- Secteur à risque ponctuel
- Limite supérieure (supposée) de la zone à risque

NIVEAU DU RISQUE

- Faible à nul
- Moyen à faible
- Élevé à moyen
- Très élevé

ANALYSE DES DISCONTINUITÉS

- Station de mesure avec n° d'ordre

