

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

ÉTABLISSEMENT PUBLIC RÉGIONAL
DE BRETAGNE

BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

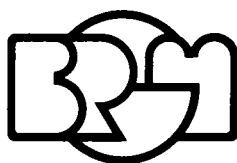
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex
Tél.: (38) 63.80.01

CONFIDENTIEL

ZONES A RÉSERVER A L'INDUSTRIE EXTRACTIVE DANS LES PRINCIPAUX MASSIFS GRANITIQUES DE BRETAGNE

par

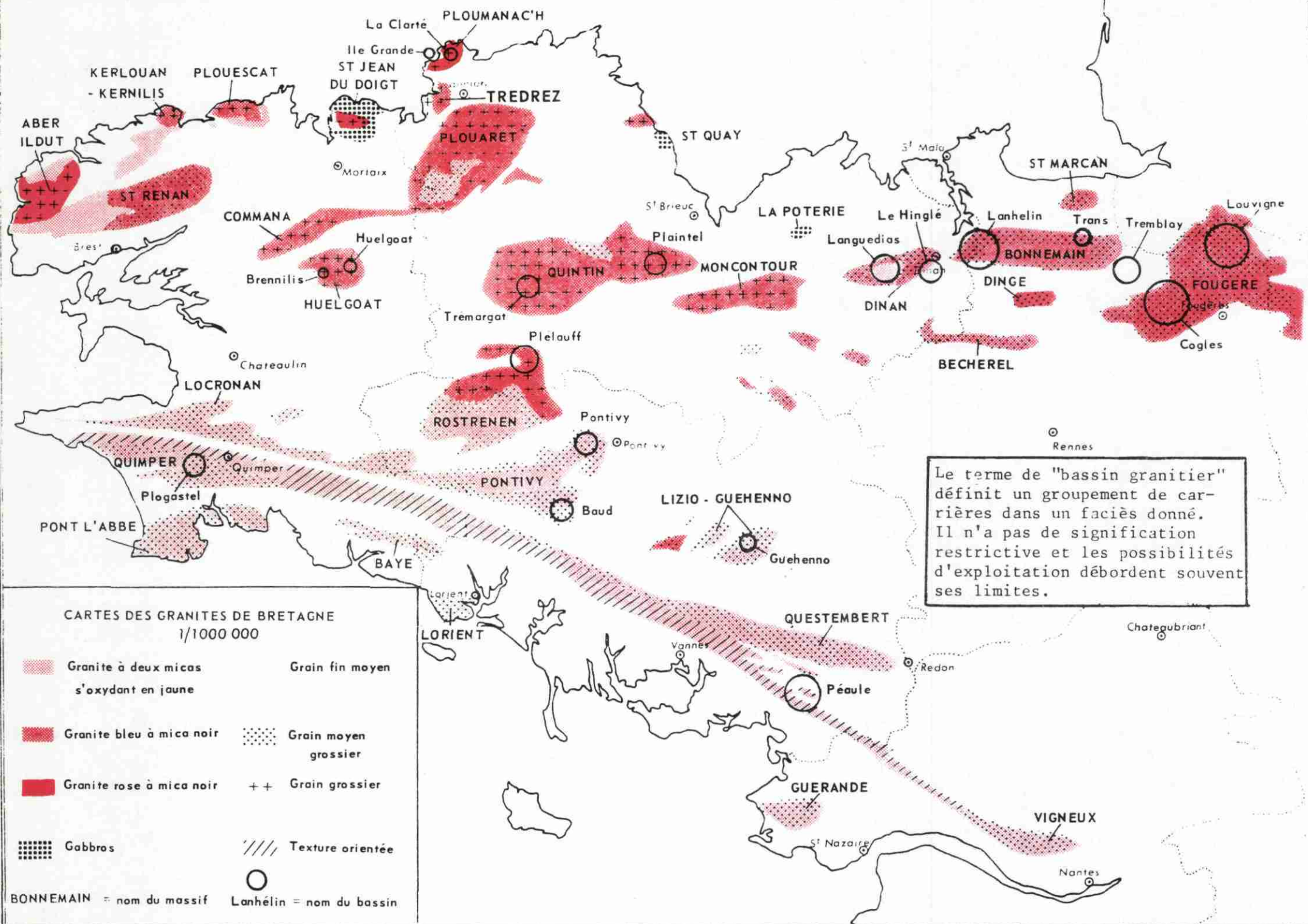
Ch. CASTAING et D. RABU



Service géologique régional BRETAGNE - PAYS-DE-LA-LOIRE
Rue Henri-Picherit, 44300 Nantes - Tél.: (40) 74.49.00 - 74.56.75 - 74.94.49

78 SGN 586 BPL

Novembre 1978



R E S U M E

Réalisé à la demande de l'Etablissement Public Régional par le Service géologique régional Bretagne-Pays de Loire, ce rapport présente sur un support cartographique à 1/25 000, les zones aptes à contenir des carrières de granite à bons rendements sur les massifs suivants :

- Fougères - Louvigné - Coglès,
- Bonnemain - Lanhélin,
- Quintin - Plaintel,
- Pontivy,
- Aber Ildut,
- Huelgoat,
- Lizio - Guéhenno - St Allouestre,
- Questembert - Allaire,
- Dinan - Languédias.

Ces documents intègrent des données morphologiques, pétrographiques et structurales obtenues sur les massifs par des analyses photogrammétriques et des levés de terrain effectués au cours de l'année 1978.

Les zones retenues guideront l'effort des professionnels dans la recherche de nouvelles carrières en focalisant la prospection sur des sites recelant les faciès espérés et affleurant dans des conditions favorables pour une exploitation rentable (faible recouvrement, matériau cohérent, peu fracturé).

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
RESUME	I
INTRODUCTION	1
<u>CHAPITRE I - MOTIVATIONS ET MOYENS - BUTS ET RESULTATS</u>	2
1 - Apport de la géologie à l'industrie extractive	3
2 - Objectifs de l'étude	4
3 - Méthodes de travail	5
4 - Présentation des résultats	6
41 - Cartes géologiques	6
42 - Cartes de cibles	6
43 - Autres renseignements	7
44 - Utilisation de ce rapport	8
<u>CHAPITRE II - MASSIF DE FOUGERES LOUVIGNE - COGLES</u>	9
1 - Introduction	10
2 - Géologie	10
3 - Caractéristiques techniques du matériau	10
4 - Exploitation - débouchés	11
5 - Cartographie des zones favorables	11
6 - Conclusions	13
<u>CHAPITRE III - MASSIF DE BONNEMAIN LANHELIN</u>	14
1 - Introduction	15
2 - Géologie	15
3 - Caractéristiques techniques du matériau	16
4 - Exploitation - débouchés	16
5 - Cartographie de zones favorables	16
6 - Conclusions	17

<u>CHAPITRE IV - MASSIF DE QUINTIN PLAINTTEL</u>	18
1 - Introduction	19
2 - Géologie	19
3 - Caractéristiques techniques du matériau	19
4 - Exploitation - débouchés	20
5 - Cartographie des zones favorables	20
6 - Conclusions	21
 <u>CHAPITRE V - MASSIF DE PONTIVY</u>	22
1 - Introduction	23
2 - Géologie	23
3 - Caractéristiques techniques du matériau	24
4 - Exploitation - débouchés	24
5 - Cartographie des zones favorables	25
6 - Conclusions	26
 <u>CHAPITRE VI - MASSIF DE L'ABER ILDUT</u>	27
1 - Introduction	28
2 - Géologie	28
3 - Caractéristiques techniques du matériau	28
4 - Exploitation - débouchés	28
5 - Cartographie des zones favorables	29
6 - Conclusions	29
 <u>CHAPITRE VII - MASSIF DE HUELGOAT</u>	30
1 - Introduction	31
2 - Géologie	31
3 - Caractéristiques techniques du matériau	32
4 - Exploitation - débouchés	32
5 - Cartographie des zones favorables	33
6 - Conclusions	33

<u>CHAPITRE VIII - MASSIF DE LIZIO - GUEHENNO - ST ALLOUESTRE</u>	34
1 - Introduction	35
2 - Géologie	35
21 - Pétrographie des granites de Lizio et Guéhenno	35
22 - Pétrographie du massif de St Allouestre	36
23 - Texture des granites dans les massifs de Lizio et Guéhenno	36
24 - Altération du matériau granitique	36
25 - Fracturation du massif	37
3 - Caractéristiques techniques des granites de Lizio-Guéhenno	37
4 - Exploitation - débouchés	37
5 - Cartographie des zones favorables - conclusions	38
 <u>CHAFITRE IX - MASSIF DE QUESTEMBERT - ALLAIRE</u>	 39
1 - Introduction	40
2 - Géologie	40
21 - Pétrographie du granite à deux micas	41
22 - Texture du granite à deux micas	41
23 - Altération	41
24 - Fracturation du massif	42
3 - Caractéristiques techniques du matériau	42
4 - Exploitation - débouchés	43
5 - Cartographie des cibles - Conclusions	43
 <u>CHAFITRE X - MASSIF DE DINAN - LANGUEDIAS</u>	 44
1 - Introduction	45
2 - Caractéristiques techniques du matériau	45
3 - Etude morphologique	47
31 - Carte topographique et photographies aériennes	47
32 - Examen sur le terrain	47
33 - Conclusions	48

4 - Etude géologique	48
41 - Granite à biotite	49
42 - Granite à biotite-muscovite	49
421 - Leucogranite à grain moyen ou gros	49
422 - Leucogranite à grain fin ou très fin	50
43 - Relations entre les différents faciès	50
5 - Cartographie des zones favorables	51
6 - Conclusions	52
 <u>CHAPITRE XI - CONCLUSIONS GENERALES - PERSPECTIVES</u>	 53
1 - Résultats obtenus	54
2 - Exploitation des résultats	55
3 - Perspectives	55

A N N E X E S

ANNEXE 1 : SITUATION ECONOMIQUE DE L'INDUSTRIE GRANITIERE BRETONNE

ANNEXE 2 : MASSIF DE FOUGERES - LOUVIGNE - COGLES

ANNEXE 3 : MASSIF DE BONNEMAIN - LANHELIN

ANNEXE 4 : MASSIF DE QUINTIN - PLAINTEL

ANNEXE 5 : MASSIF DE PONTIVY

ANNEXE 6 : MASSIF DE L'ABER ILDUT

ANNEXE 7 : MASSIF DE HUELGOAT

ANNEXE 8 : MASSIF DE LIZIO - GUEHENNO - ST ALLOUESTRE

ANNEXE 9 : MASSIF DE QUESTEMBERT - ALLAIRE

ANNEXE 10 : MASSIF DE DINAN - LANGUEDIAS

ANNEXE 11 : EXEMPLE DE STANDARDISATION DES METHODES DE FIXATION DES REVETEMENTS
DE GRANITES AU QUEBEC

INTRODUCTION

Réalisée dans le cadre de la convention passée avec l'EPR de Bretagne le 26 avril 1977, cette étude fait suite à celle effectuée en 1977* qui débouchait sur la mise au point de méthodes d'analyses des gisements de granite. Au cours de cette seconde phase, neuf massifs bretons producteurs de pierre de taille ont été examinés (cf. résumé). Ce travail répond à un besoin croissant de la profession qui doit faire face, sur certains massifs, à un épuisement des réserves, ou à une multiplication très anarchique de nouvelles exploitations.

L'étude aboutit à la sélection sur un support cartographique à 1/25 000, de zones aptes à contenir des sites à bons rendements, et à la détermination du type de matériau qui y serait exploité.

Après quelques rappels sur les granites et les méthodes d'investigation, une clef de lecture des résultats est présentée (Ch. I).

Nous incitons le lecteur à prendre connaissance de la plaquette "Granites de Bretagne" ci-jointe, avant d'entreprendre la lecture détaillée de ce rapport et de ses annexes.

* Méthodologie de la recherche des granites exploitables en Bretagne :
77 SGN 566 BPL

C H A P I T R E I

MOTIVATIONS ET MOYENS

BUTS ET RESULTATS

1 - APPORT DE LA GEOLOGIE A L'INDUSTRIE EXTRACTIVE

L'ouverture d'une carrière nécessite de tels investissements qu'il n'est pas pensable aujourd'hui de se fonder sur des intuitions pour en choisir le site. L'analyse méthodique des gisements, leur cartographie et l'analyse structurale permettent d'abaisser considérablement le risque d'échec lors du fonçage d'une exploitation. Une recherche géologique préalable permettra d'éviter les erreurs classiques qui font échouer une carrière :

- absence du matériau recherché : les cartes présentées en annexe précisent la nature pétrographique (composition, grain, couleur) des matériaux affleurants et leur mode de gisement (massif, filon),
- Pierre de mauvaise qualité : ce caractère doit être examiné à toutes les échelles, du massif au site lui-même, au cours de la prospection. Les facteurs responsables de cette mauvaise qualité ont été examinés : forte altération, texture cataclastique, minéraux altérables. Ils resteront à préciser à l'échelle des sites,
- réserves insuffisantes : le problème des réserves se pose essentiellement pour les "granites jaunes", ceci est en relation avec leur mode de genèse (cf "Granites de Bretagne" p. 19). Les cibles retenues et présentées en annexe l'ont été en fonction des facteurs induisant le jaunissement (morphologie, pétrographie),
- dimensions des blocs extraits : la prévision de ce facteur doit se faire en trois temps :
 - . inventaire des structures
 - . élaboration d'un modèle de fracturation,
 - . évaluation du rendement - blocs d'un front de taille.

Les deux premiers points de cette analyse réalisés sur des fractions de massifs au cours des travaux 1977 et 1978, sont toujours tributaires des conditions d'affleurement souvent mauvaises dans le Massif armoricain. Le troisième point en cours d'étude (cf. "Granites de Bretagne" p. 25) peut laisser espérer des résultats dans les années à venir. Cependant, il faut garder à l'esprit que toute évaluation de la dimension des blocs ne pourra se faire valablement que si le géologue a accès à l'information brute, par des fouilles et sondages carottés.

2 - OBJECTIF DE L'ETUDE

Après avoir résumé quelques données essentielles sur la géologie du granite et sur les méthodes d'investigation des gisements de granites ornementaux et de construction dans la plaquette jointe "Granites de Bretagne", la présente étude avait pour but la cartographie des zones favorables à l'extraction de ces granites dans les principaux massifs bretons.

La convention passée avec l'EPR précisait que ces massifs seraient ceux de :

- Fougères - Louvigné - Coglès
- Bonnemain - Lanhélin
- Quintin - Plaintel
- Pontivy
- Huelgoat
- Lizio - Guéhenno
- Questembert - Allaire
- Dinan - Languédias

A ces huit massifs nous avons ajouté :

- le pointement de St Allouestre qui géologiquement appartient à l'unité Lizio-Guéhenno et présentait quelques chances de contenir des sites exploitables
 - le massif de l'Aber Ildut qui exploité de longue date (figure au répertoire de 1889) est aujourd'hui abandonné alors qu'il présente les critères d'un matériau aux qualités esthétiques indé-
- niables.

Il est fondamental de séparer les notions de zone favorable et de site de carrière. Les zones favorables résultent de l'élimination des secteurs les plus mauvais (faille, altération...) puis de la sélection en fonction des caractères propres à chaque granite (pétrographie, grain, couleur) ou acquis après leur mise en place (texture orientée, fracturation, minéralisation), et des possibilités d'excavation (morphologie), des secteurs favorables. Une zone ainsi déterminée peut couvrir quelques km² et contient plusieurs sites de carrières séparés par des bandes non exploitables. La détermination du site dans une zone favorable demande une étude de gisement à grande échelle (1/1 000 à 1/5 000) avec des moyens d'investigation qui n'ont pu être utilisés dans le cadre de cette étude (décapage, fouille, sondages).

3 - METHODES DE TRAVAIL

Les méthodes d'investigation déployées au cours de l'étude sont celles présentées dans le rapport "Méthodologie de la recherche des granites exploitables en Bretagne" (77 SGN 566 BPL) résumées dans la plaquette "Granites de Bretagne".

Elles consistent essentiellement en :

- une analyse bibliographique permettant de replacer un massif ou un faciès dans son environnement,
- une recherche photogrammétrique analysant le modelé du paysage (cf "Granite de Dinan" annexe 10), et cernant les zones morphologiquement aptes à être exploitées (tertre), et éliminant les secteurs déprimés, les vallées. Il est possible à ce stade de l'analyse d'établir les grandes lignes de failles et de les éliminer.
- un travail au sol qui cherchera les liens unissant géologie et morphologie (cf "Granite de Languédias, chapitre X, page 44), cerner les zones subaffleurantes et précisera nature des faciès (pétrographie). Dans le même temps, les excavations accessibles et inaccessibles sont repérées, l'inventaire des structures cassantes est effectué et si les affleurements le permettent, une évaluation de la densité de fracturation.

L'analyse géomorphologique, complétée par des données de terrain revêt une importance capitale dans la recherche de "granite jaune". En effet, ces faciès dérivent d'un matériau leucocrate sain, gris ou bleu par altération superficielle ménagée des biotites. Cependant, si ce processus supergène s'accroît pour des raisons quelconques (topographie, mauvais drainage, faille, action hydrothermale) une formation non cohérente (arène granitique) se développe, il y a donc nécessité pour l'exploitation future de bien cerner ces zones. Celles-ci sont repérées par l'analyse photogrammétrique (zones déprimées, failles) et par des levés au sol (épaisseur d'altération, zones mal drainées).

La synthèse de ces données aboutit à la confection des documents présentés en annexe pour chaque massif.

4 - PRESENTATION DES RESULTATS

Afin de donner le maximum de précision dans le repérage et le dessin des zones favorables tout en gardant des documents maniables, les résultats sont présentés (annexe 2 à 10) sur des demi feuilles à 1/25 000 (Fougères 1, St Hilaire du Harcouët 2...) situées sur un tableau d'assemblage à 1/200 000 ou 1/100 000 selon le massif.

41 - Cartes géologiques

Sur ces fonds topographiques ont été dessinés les contours des massifs, des faciès existant dans le massif et des filons, si ceux-ci présentaient un intérêt pour l'exploitation. C'est ainsi que sur le massif de Quintin, ce sont essentiellement les filons de granite fin qui sont représentés car ils constituent la quasi totalité de l'exploitation, alors que sur le massif de Guéhenno les filons de pegmatite ou d'aplite à tourmaline entraîneront le classement du site en zone défavorable, car ces matériaux accidentels perturbent le faciès principal exploité. La carte géologique a été obtenue à partir de documents à 1/80 000 malheureusement imprécis, à partir d'analyses bibliographiques de documents récents, ou de levés inédits.

42 - Cartes de cibles

Les zones favorables ainsi dessinées se partagent en trois groupes de cibles :

- les cibles de 1er intérêt qui doivent rapidement faire l'objet d'études de gisements car elles présentent les meilleures probabilités de succès, soit en fonction de leur morphologie, de leur exposition et des faciès qui y affleurent. Elles devraient permettre à certains bassins confrontés actuellement à des problèmes de réserves, de prendre un nouvel essor.
- les cibles de 2ème intérêt moins bien exposées, souvent plus couvertes (végétation, bois) et demandant des travaux annexes plus importants.
- les cibles de 3ème intérêt regroupant des zones où l'information fait défaut mais présentant cependant un caractère de sélection (bonne morphologie) sans avoir de caractère d'élimination. Ces zones sont toujours couvertes (paturages, bois).

Cette classification n'a pas partout été reconnue. Quand l'indication fait défaut, les cibles doivent être assimilées à des cibles de 2ème intérêt.

Mis à part le bassin de Languédias où carte géologique et carte de cibles sont séparées, les documents présentés pour les autres massifs sont un combiné des cartes géomorphologique, géologique et de cibles. Le lecteur pourra donc connaître directement les cibles retenues et le matériau qui les constitue. De plus, ces cartes intègrent les documents obtenus sur la fracturation des massifs

L'analyse de la fracturation est restée très souvent au stade de l'inventaire des structures ; la médiocrité des affleurements rend difficile l'élaboration du modèle de fracturation sur tous les massifs, et les anciennes excavations ne sont pas abordables sans travaux de débroussaillage. La densité de fracturation s'exprime différemment selon la qualité des informations recueillies :

- en densité volumique, soit la longueur cumulée de fracture par m³ de roche (ex: 0,3 de densité volumique de fracturation signifie qu'il existe en moyenne 0,3 m de fracture au m³ de granite) si l'information est bonne.

- en densité linéaire, soit le nombre de fractures au mètre (ex : 3 de densité linéaire de fracturation signifie qu'en parcourant le front de taille d'une carrière, on recoupe en moyenne 3 fractures par mètre), si l'information est de qualité bonne à moyenne. En effet, un tel calcul nécessite de bons affleurements sur d'importantes surfaces. Ces informations sont présentées dans l'étude de 1977.

- en écart moyen entre deux fractures consécutives si les affleurements sont médiocres et de petites dimensions. Ces données non extrapolables ne sont pas fournies numériquement dans le présent rapport bien qu'elles aient participé dans la décision de sélection des sites, elles serviront de base aux études ponctuelles.

43 - Autres renseignements

L'établissement de ces documents cartographiques qui reste un travail de base est complété par des données techniques sur la densité et la résistance à l'écrasement du matériau (in "Essai de Nomenclature des Carrières Françaises de roches de construction et de décoration - le Mausolée - 1976). Sans en présenter une liste exhaustive, le plus grand nombre possible

d'excavations ont été repérées sur les fonds à 1/25 000 ; les grandes concentrations de carrières en activité ainsi que les débouchés actuels ou possible sont évoqués.

44 - Utilisation de ce rapport

Les documents présentés dans cette étude doivent permettre aux granitiers bretons de focaliser leurs efforts sur des zones restreintes aptes à fournir des sites à bons rendements dans un matériau déterminé. Cependant, il ne peut être envisagé d'ouvrir des exploitations en n'importe quel point d'une cible sans études de détail, menées conjointement par le géologue et l'exploitant, à partir de travaux de surface. C'est à cette seule condition que cette étude pourra porter ses fruits.

C H A P I T R E I I

MASSIF DE

FOUGERES LOUVIGNE-COGLES

(cf. annexe 2)

1 - INTRODUCTION

Le granite de Fougères situé dans le Nord-Est du département d'Ille-et-Vilaine est le lieu d'une vieille tradition granitière dans les bassins de Coglès et Louvigné-du-Désert.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et les cartes à 1/25 000 ; FOUGERES 1, 2, 3 et ST HILAIRE DU HARCQUET 3, 4, 6, 7, 8 (cf. annexe 2).

2 - GEOLOGIE

Le massif de Fougères se présente comme un massif relativement homogène composé dans sa masse de granite à biotite à grain moyen recoupé par des filons d'aplites et de dolérites.

Une étude microscopique de lames minces permet de distinguer deux sous-faciès au sein du faciès à biotite

la granodiorite à biotite et la granodiorite à biotite-cordiélite localisée sur le pourtour et dans le centre du massif.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

Gris bleuté de Coglès

densité apparente	: 2,690
densité réelle	: 2,710
résistance à l'écrasement	: 1 642 kg/cm ²
porosité	: 0,50 %
abrasion	: longueur de l'empreinte 21 mm

Louvigné-du-Désert

densité : 2,651

résistance à l'écrasement : de 989 et 1 440 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Le massif de Fougères, avec ses deux bassins de Coglès et Louvigné-du-Désert, a fait l'objet d'une exploitation intensive actuellement en régression, débouchant sur la production de matériaux de viabilité (pavés, bordures de trottoir), de monuments funéraires et de produits de construction.

L'abandon du pavé pour la voirie et la préférence par la clientèle de granites à teintes plus chaudes en construction, interviennent pour une grande part dans la fermeture des exploitations.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Nous avons différencié sur les cartes à 1/25 000 la granodiorite à biotite, la granodiorite à biotite-cordiérinite, les principaux filons d'aplite et de dolérite ainsi que les grands accidents affectant le massif.

La granodiorite à biotite-cordiérinite étant moins favorable à l'exploitation, nous l'avons éliminée dans sa totalité de manière à ne sélectionner les zones favorables que dans la granodiorite à biotite.

Cette sélection a tenu compte des grands accidents, de l'épaisseur de recouvrement et dans certains cas d'études structurales de terrain.

Si l'on se réfère à la cartographie à 1/25 000 des zones favorables, certaines d'entre elles portent un ou plusieurs chiffres représentant la densité volumique de fracturation mesurée dans certaines carrières.

Un chiffre de 0,3 signifie qu'il y a 0,3 m de fracture par m³ de granite. Donc, plus le chiffre est faible et moins le granite est fracturé.

Il y aura donc intérêt, lors d'une ouverture de carrière, à choisir les zones où la densité volumique de fracturation est la plus faible possible sans toutefois perdre de vue que cette densité est mesurée ponctuellement (échelle d'une carrière) et peut varier dans le périmètre d'une zone favorable (nécessité de travaux de découverte dans le choix d'un site de carrière).

ST HILAIRE DU HARCOUET 3

Les secteurs à plus faible densité volumique de fracturation ($= 0,2$) sont au nombre de trois : Mont-Davy-Nord, Vaucéré-Ouest et la Renaisière-Nord qui se trouve exceptionnellement dans la granodiorite à cordiérite.

ST HILAIRE DU HARCOUET 4

Le site de la carrière de la Fleurinais bien qu'en bordure du massif, présente une densité volumique de fracturation très faible de l'ordre de $0,1$.

ST HILAIRE DU HARCOUET 6

La carrière du Rocher d'Atré a une densité volumique de fracturation de $0,15$. La zone de Grand Cour - la Gaudinière présente deux sites de $0,2$ et $0,3$.

ST HILAIRE DU HARCOUET 7

Les zones les plus favorables correspondent aux secteurs de la Malice-Nord (densité volumique de fracturation $0,2$), du Moulin du Gué Husson ($0,2$) et de la Beurrière ($0,1$).

ST HILAIRE DU HARCOUET 8

Les carrières de l'Avenir-Ouest, de la Cléménçais et des Grettes-Nord montrent les meilleures densités volumiques de fracturation du bassin de Louvigné du Désert, respectivement $0,1 - 0,2 - 0,1$.

FOUGERES 1

La sélection des sites favorables de la région de St Marc le Blanc repose sur des critères purement morphologiques et la fracturation au sol n'a pas été abordée.

FOUGERES 2

Les secteurs présentant la plus faible densité volumique de fracturation sont les secteurs de Guilhard au Nord de Monthierry (0,1) et de la Massuère au Nord-Ouest de St Etienne en Coglès (0,3).

FOUGERES 3

Le site de la carrière du Rocher d'Hirondelle présente une densité volumique de fracturation de 0,3.

6 - CONCLUSIONS

Dans l'avenir, il pourrait y avoir une concentration des carrières, dans les secteurs susceptibles de fournir de meilleurs rendements, c'est-à-dire présentant dans le cas de ce massif des densités volumiques de fracturation voisines de 0,1 ; densités qu'il faudra évaluer à l'endroit des futures carrières.

C H A P I T R E I I I

MASSIF DE

BONNEMAIN LANHELIN

(cf. annexe 3)

1 - INTRODUCTION

Situé dans le Nord du département, il est comme le granite de Fougères intensivement exploité dans le bassin de Lanhélin.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et les cartes à 1/25 000 : DINAN 8 et DOL DE BRETAGNE 7 - 8 (cf. annexe 3).

2 - GEOLOGIE

Le massif de Bonnemain est constitué de quatre faciès différents qui sont :

- le granite bleu type Lanhélin : c'est un granite à biotite isogranulaire à grain moyen classé d'après sa composition minéralogique dans la catégorie des granodiorites leucocrates. Il contient comme minéral accessoire de la pyrite, néfaste à l'exploitation du fait des traînées de rouille qu'elle libère lors de son altération rapide par les agents atmosphériques.

- le granite gris type La Ferrière : il se différencie du granite bleu par sa teinte grise et un grain légèrement plus fin. La densité considérable d'enclaves a été certainement une des causes de l'abandon des exploitations. La composition minéralogique correspond à une granodiorite leucocrate à cordiérite.

- le granite blanc type La Porte : à la périphérie du faciès "granite gris", on observe un granite plus clair à biotite, isogranulaire, de grain moyen et texture équante. Il s'agit également d'une granodiorite leucocrate.

- les leucogranites : ils affleurent au Sud de Trans et au Tremblay. Ce sont des granites isogranulaires, de grain moyen, à texture équante, à biotite-muscovite, s'oxydant en jaune-beige-roux. La composition minéralogique en fait des leucogranites typiques à andalousite et cordiérite.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

Granite de Lanhélin :

densité : 2 650 à 2 700

résistance à l'écrasement : 1 330 à 2 075 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Les exploitations actuelles se concentrent dans le bassin de Lanhélin et sur les leucogranites de Trans et du Tremblay.

Le bleu de Lanhélin est exploité dans des carrières profondes dont les deux plus importantes sont celles de l'Avenir dans le bassin de Bécanne et la carrière dite Orientale au Nord du Rocher Abraham. Ce granit est surtout employé pour les monuments, le funéraire, la décoration (cheminées, sculptures)...

A l'inverse, les leucogranites de Trans et du Tremblay sont exploités superficiellement, pour leur faciès oxydé (coloré en jaune-rose) utilisé en construction (moellons taillés).

5 - CARTOGRAPHIE DE ZONES FAVORABLES

Etant donné l'engouement de la clientèle pour les granites aux teintes chaudes destinés à la construction, nous avons cartographié les pointements de leucogranites de Trans et du Tremblay dans leur totalité (DOL DE BRETAGNE 7 - 8 à 1/25 000).

Pour le bassin de Lanhélin (DINAN 8 à 1/25 000) l'analyse structurale des carrières montre que les secteurs les plus favorables correspondent à trois zones : zone au Nord du Rocher Abraham comprenant la carrière Orientale (Paramètre structural* 0,7 - 2), zone au Nord de

* Un paramètre structural de 0,7 - 2 signifie qu'il y a 0,7 fractures au mètre et que ces fractures se répartissent en 2 familles (cf. plaquette "Granites de Bretagne" ci-jointe).

Lanhélin (Bécanne) comprenant la carrière de l'Avenir (paramètre structural 0,6-2), zone au Sud de Lanhélin (Chênedé).

Les zones de second intérêt correspondent à des secteurs topographiquement favorables (photo aériennes) et nous y avons également englobé tous les sites de carrières existantes sauf le bassin du Rouvre dont le matériau présente le phénomène de "forte-feuille"* et la région de la Ville Pion-Sud où les carrières sont très fracturées.

6 - CONCLUSIONS

Plutôt que de persister à exploiter des carrières dont la densité de fracturation est trop importante, il y aurait peut-être intérêt à regrouper les exploitations sur les zones les plus favorables. Beaucoup de granitiers du bassin de Lanhélin pensent qu'il n'y a plus de place pour de nouvelles carrières, or ce n'est pas le cas, surtout si l'on tient compte du fait que des carrières doivent être regroupées sur les gisements de meilleure qualité possible.

* La "forte-feuille" est une microfissuration de la roche dans sa masse lui conférant un mauvais poli.

C H A P I T R E I V

MASSIF DE

QUINTIN PLAINTEL

(cf. annexe 4)

1 - INTRODUCTION

Surtout exploité au début dans sa partie Est (bassin de Plaintel) le granite de Quintin-Plaintel est aujourd'hui le lieu de nouvelles industries dans les régions de St Nicolas du Pélem et Trémargat.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et les cartes à 1/25 000 : CARHAIX 4 - 8, QUINTIN 1 - 2 - 5, MONCONTOUR 1 - 2 (cf. annexe 4).

2 - GEOLOGIE

Bien que cartographié uniformément sur les anciennes cartes géologiques, le massif de Quintin est un massif composite constitué dans sa masse d'un granite à biotite à gros grains, souvent porphyrique, recoupé par des pointements de granite à biotite, isogranulaire à grain moyen et des filons de granite fin, clair, contenant parfois de la muscovite.

La composition minéralogique du granite porphyrique est la suivante : quartz, microcline et phénocristaux d'orthose et d'oligoclase.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

granite de Plaintel	grain moyen	grain fin
densité apparente	2,640	2,640
densité réelle	2,660	2,660
résistance à l'écrasement	1 694 kg/cm ²	1 853 kg/cm ²
abrasion - longueur de l'empreinte	19 mm	19 mm
porosité	0,70 %	0,57 %

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Du fait de ses trois faciès principaux, le massif de Quintin-Plaintel permet deux types d'exploitations. Le premier surtout destiné aux monuments et à la décoration, exploite le granite à biotite porphyrique : carrières de Kergontrary près de Plounevez-Quintin et du Haut-Croc dans le bassin de Plaintel. Le deuxième type est destiné presque essentiellement à la construction et de ce fait, seuls les granites fins, clairs, s'oxydant en jaune conviennent pour ce débouché. Il s'agit des granites exploités principalement dans le bassin de Tremargat, mais de très nombreuses petites carrières existent dans tout le massif.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Etant donné la demande de la clientèle pour les granites de construction aux teintes chaudes, les exploitants sont à la recherche de ce type de matériau affleurant en filons, souvent sur des surfaces restreintes au sein du granite à biotite porphyrique.

Nous avons donc cartographié comme zones favorables, les filons de granites fins, clairs, susceptibles de s'oxyder en jaune et donc de convenir à une exploitation.

QUINTIN 1

Les filons de granite fin se répartissent sur la moitié Ouest de la carte et montrent une orientation moyenne N-S à N20. Avec les grandes failles, nous avons également reporté les zones marécageuses à découverte importante sans affleurement, à proscrire pour une ouverture de carrière.

QUINTIN 2

Les filons se rencontrent dans la partie Sud-Ouest de la carte et leur direction est dans le prolongement de celle des grands accidents (N45 à N50). Il existe également, de St Gilles-Pligeaux à Kertanguy, un secteur où l'épaisseur de recouvrement est importante.

QUINTIN 3

La majorité des filons de granite fin ont une direction Est-Ouest sauf pour quelques uns parallèles à la direction de fracturation N 150 (région de Kergoten).

CARHAIX 4

Il y a une concentration des affleurements de granite fin à l'Ouest de Peumerit-Quintin.

CARHAIX 8

Le granite fin se rencontre au Sud de Tremargat et dans les régions de Ty Gallic et Crépuil-Kerguiniou.

MONCONTOUR 1

La majorité des filons de granite fin sont situés à l'Ouest du bourg de Plaintel et ils possèdent tous une direction moyenne N 70 - 80.

MONCONTOUR 2

Seulement deux affleurements de granite fin ont été mis en évidence à l'Ouest de St Guihen et près de Lanricat.

6 - CONCLUSIONS

Cette cartographie devrait aider les exploitants à la recherche de granites clairs pouvant être utilisés en construction en leur fournissant un éventail des possibilités de situation géographiques de nouvelles carrières.

CHAPITRE V

MASSIF DE

PONTIVY

(cf. annexe 5)

1 - INTRODUCTION

Le granite de Pontivy fait partie du cortège de leucogranites (granites à deux micas) sud-armoricains et en constitue le massif le plus important.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et les cartes à 1/25 000 : PONTIVY 6 - 7, PLOUAY 3 - 8, BUBRY 1 - 2 - 3 - 5 - 7 (cf. annexe 5).

2 - GEOLOGIE

Le massif est composé de quatre faciès principaux : les granites à gros grain, les granites à grain moyen, les granites à grain fin, les granites écrasés.

Les granites à gros grain : ce sont des granites clairs à deux micas composés de quartz, microcline, albite, oligoclase, muscovite, biotite, apatite, correspondant d'après leurs caractéristiques chimiques au groupe des granites alcalins.

Leur altération est à l'origine de la formation d'un horizon oxydé surmonté par une épaisse couche d'arène d'où la rareté des affleurements.

Ces granites à gros grain ont parfois une tendance porphyrique et sont souvent recoupés par des filons d'aplite ; ils sont souvent riches en enclaves.

Les granites à grain moyen : ils se distinguent des premiers par leur grain plus fin et une certaine hétérogénéité due à la distribution irrégulière des micas et des feldspaths souvent automorphes.

Par contre, leur composition minéralogique est identique et chimiquement, ces granites sont également des granites alcalins.

Les granites à grain fin : ce sont des roches claires, finement cristallisées ayant une composition chimique de granite alcalin.

Les granites écrasés : ils correspondent à des granites à gros grain ayant subi pendant leur histoire géologique un écrasement, qui confère à la roche un aspect folié dû à l'aplatissement des minéraux suivant un plan.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

Granite à gros grain - carrière de l'Echantillon

densité : 2,644

résistance à l'écrasement : 1 189 - 1 292 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Le massif de Pontivy est constitué de granites clairs à deux micas susceptibles de fournir, par altération météorique, un horizon oxydé, coloré en jaune-beige-roux et utilisable en construction et décoration.

Bien qu'il existe quelques exploitations importantes, la tradition granitière (mis à part le bassin de Baud) n'est pas aussi importante que dans certains bassins comme Languédias ou Lanhélin par exemple.

La carrière de l'Echantillon près de Pontivy exploite le granite à gros grain à l'état sain, car bien que non oxydé, sa couleur assez claire permet son utilisation en construction. Par contre, les carrières de Bonalo au Nord-Ouest de Baud sont ouvertes dans l'horizon oxydé.

Le granite à grain moyen est exploité à Kerhiec près de Guern, à Kermandu au Nord-Est de Plouay et au Sud de Berné au lieu-dit le Péros.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Le massif de Pontivy est recouvert par une végétation abondante (forêt et cultures) ce qui raréfie évidemment les affleurements. La sélection des zones favorables repose essentiellement sur l'étude photogéologique suivie d'une reconnaissance de terrain permettant d'étudier la qualité du granite et de retenir les secteurs les mieux affleurants. Une analyse structurale a été faite dans quelques carrières de manière à déterminer un paramètre structural* significatif de la fracturation.

PONTIVY 6 - 7

Les zones cartographiées correspondent la plus part du temps au granite à gros grains exploité dans les carrières de l'Echantillon. Il s'agit de dômes bien marqués dans la topographie, épargnés d'après la photogéologie par le réseau de mégafracturation.

Seul de secteur de Le Roc est formé de granite à grain moyen formant un bel affleurement en bordure de route.

L'analyse structurale de la carrière de l'Echantillon donne un bon paramètre structural (0,5 - 2).

PONTIVY 3 - 8

Les zones favorables retenues entourent les deux carrières en exploitation, celle du Péros et celle de Kermandu exploitant toutes deux du granite à grain moyen.

L'analyse de la fracturation favorise la zone de Kermandu (paramètre structural 1 - 3) par rapport à la carrière de Péros (paramètre structural 1,7 - 2).

* Le paramètre structural est défini par deux chiffres, par exemple (2 - 4), ce qui veut dire qu'il y a deux fractures au mètre se répartissant en 4 familles.

BUBRY 1

L'originalité de la zone délimitée au Sud-Ouest de Persquen est que, contrairement aux autres sites, il s'agit d'un granite à grain fin.

BUBRY 2

Les zones cartographiées correspondent à des gisements de granites à grain moyen exploités dans la carrière de Kerhiec au Nord-Ouest de Guern.

L'analyse de la fracturation en carrière donne un paramètre structural de (1 - 4), ce qui montre un nombre de familles de fractures trop important pour obtenir des blocs de formes parallélipipédiques.

BUBRY 3 - 5

Il s'agit essentiellement de granite à gros grain subaffleurant au Nord de St Nicolas des Eaux, au Sud des carrières de l'Echantillon et dans la région à l'Ouest de Quistinnic.

Les rares carrières et affleurements montrent une fracturation assez lache, en accord avec les données des photos aériennes.

BUBRY 7

Les zones cartographiées correspondent au granite à gros grain du bassin de Baud (carrières de Kerbond - Paramètre structural 1,5 - 2, Bonalo - Paramètre structural 1,4 - 3, Kêhérec). aux régions de Kernilien Vihan et de Crann. La zone de Kernantec correspond à un granite légèrement écrasé, c'est à dire montrant une orientation planaire de ses minéraux.

6 - CONCLUSIONS

Il faut considérer le massif de Pontivy très étendu comme une réserve de granite jaune-beige-roux, en effet, sa composition de leucogranite (à deux micas) permet la formation d'un horizon oxydé coloré sur toute sa superficie.

CHAPITRE VI

MASSIF DE

L'ABER ILDUT

(cf. annexe 6)

1 - INTRODUCTION

Le granite de l'Aber Ildut situé à la pointe Nord du Finistère a fait l'objet de quelques exploitations aujourd'hui toutes abandonnées.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et la carte à 1/25 000 : PLOUARZEL 7 - 8 (cf. annexe 6).

2 - GEOLOGIE

Dans tout le massif, le granite présente un faciès constant caractéristique par la couleur rose des feldspaths potassiques automorphes. Il s'agit d'un granite à biotite affleurant à l'intérieur des terres sous la forme de grosses boules éparses. Sa composition minéralogique montre de l'orthose, de l'andésine, de la biotite, du quartz et un peu de sphène. L'analyse chimique souligne le caractère basique de la roche plus proche d'une granodiorite que d'un granite.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

densité : 2,667 - 2,687

résistance à l'écrasement : 995 à 1 567 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Il existe d'anciennes carrières telles que celles de l'Ile Melon, de Kerzéven, de Glizit, de Kervéatour, de Calès. Les deux plus importantes (Ile Melon et Kerzéven) sont situées sur le littoral et montrent un granite peu fracturé (paramètres structuraux 0,4 - 2 et 0,9 - 2) mais souvent riche en enclaves.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Mise à part la frange littorale le granite ne forme jamais de véritables affleurements. Les zones favorables ont été sélectionnées après étude photogéologique, et du fait qu'elles contiennent des boules de dimensions importantes dont l'existence serait incompatible avec un réseau de fracturation serré en profondeur.

L'obstacle majeur à une future exploitation pourrait être la présence d'une densité importante d'enclaves au sein de la roche, comme c'est le cas dans la carrière de l'Ile Melon. Lors d'une étude de gisement, quelques travaux de décapage permettraient d'écarter les zones défavorables.

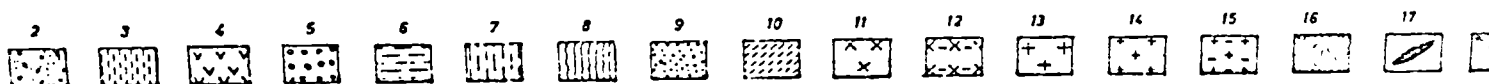
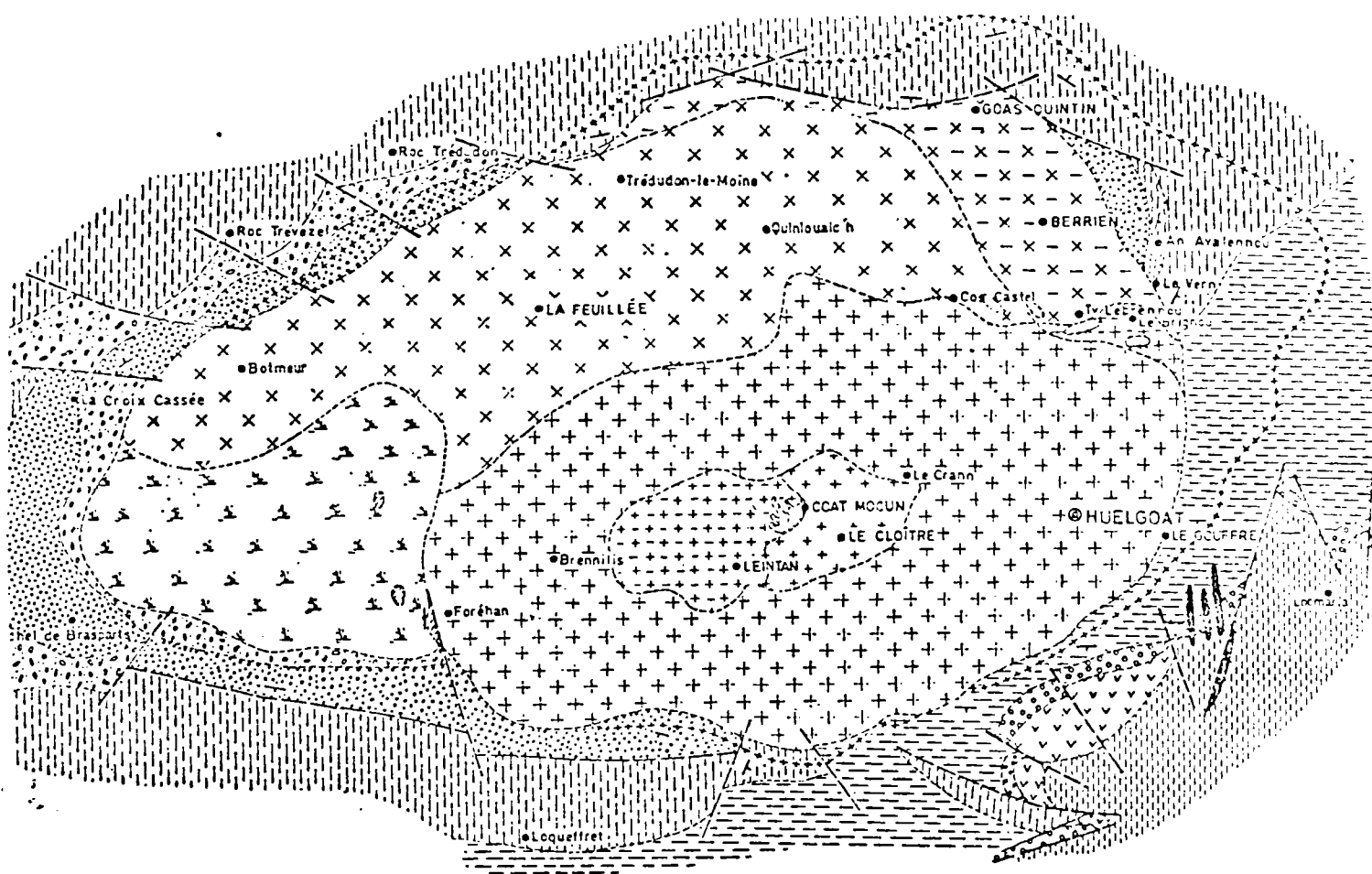
PLOUARZEL 7 - 8

Nous n'avons pas retenu la frange littorale du fait des contraintes de l'environnement. Mise à part la zone située au Nord de Plouarzel, les zones favorables se situent au Nord du massif (Sud-Ouest de Porspoder) dans des terrains souvent incultes envahis par la lande.

6 - CONCLUSIONS

Le granite de l'Aber Ildut possède des qualités esthétiques indéniables qui devraient permettre de promouvoir ce matériau à des fins industrielles : construction, décoratif, monuments...

Il pourrait avoir, auprès de la clientèle, un succès équivalent à celui de Ploumanac'h - La Clarté.



LE MASSIF GRANITIQUE DE HUELGOAT

- 1 — Marais de Saint-Michel.
- 2 — Formations récentes.
- 3 — Dinantien.
- 4 — Série spilitique de la base du Dinantien.
- 5 — Conglomérat de base du Dinantien.
- 6 — Coblencien.
- 7 — Gédinnien.
- 8 — Llandeillo.
- 9 — Arenig (grès de Saint-Michel de Brasparts).
- 10 — Briovérien.
- 11 — Granite à gros grain, à biotite (granite de La Feuillée).
- 12 — Granite à gros grain, à deux micas (granite de Berrien).
- 13 — Granite porphyroïde à cordiérite (granite de Huelgoat).
- 14 — Granite à grain fin, à biotite et cordiérite (granite du Cloître).
- 15 — Granite à grain fin, à deux micas et cordiérite transformée (granite de Leintan).
- 16 — Granite aplitique à muscovite (granite de Coat-Mocun).
- 17 — Filons minéralisés (B.P.G.) à gangue quartzeuse.
- 18 — Limite externe de l'auréole de métamorphisme.

Nota : La carte a été établie à partir des travaux effectués par CONQUÉRÉ (1966), sauf pour ce qui concerne la partie sédimentaire située au nord-est et à l'est du massif granitique dont les levés sont dus à LE VOR (1966) et BLAUDOU (1966).

C H A P I T R E V I I

MASSIF DE

HUELGOAT

(cf. annexe 7)

1 - INTRODUCTION

Le granite de Huelgoat situé en plein centre du Finistère fait aujourd'hui l'objet de quelques exploitations importantes.

Les documents cartographiques correspondant à ce massif sont le tableau d'assemblage à 1/200 000 et les cartes à 1/25 000 : HUELGOAT 2 et 3. (cf. Annexe 7)

2 - GEOLOGIE

Le massif est constitué de trois types de granites répartis en auréole grossièrement concentriques.

1/ Les granites à grain fin

Ils sont situés au centre du massif et sont formés de trois faciès différents :

- le granite du Cloître à l'Est, riche en biotite et cordiérite, correspond au type commercial Bleu de Brennilis de tonalité bleutée assez foncé avec léger piquetage noir,

- le granite aplitique de Coat Mocun au centre, est une roche filonienne isogranulaire à grain fin, riche en muscovite, visible dans les carrières au sud-ouest de Coat Mocun (ces filons ne sont pas représentés sur la carte géologique).

2/ Le granite porphyroïde à cordiérite

C'est une roche grise à bleutée se débitant en boules, dont la pâte à gros grain constituée de quartz, plagioclase et biotite, contient des phénocristaux de feldspaths potassiques et de cordiérite. Sa dénomination commerciale est : Granite de Huelgoat.

Ce granite est traversé de rares filons d'aplite à tourmaline.

3/ Les granites à gros grain

Ils occupent la partie nord du massif et correspondent au granite de la Feuillée (quartz, biotite, feldspath) qui passe progressivement au nord à un granite à deux micas, le granite de Berrien, et au contact

immédiat de la série sédimentaire à un granite à biotite : le granite de Goas - Quintin.

Il faut signaler que les granites de Berrien et de Goas - Quintin possèdent souvent une texture orientée pouvant aboutir à la formation d'orthogneiss ce qui est totalement défavorable à une exploitation.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU GRANITE DE HUELGOAT (granite porphyroïde à cordiérite)

densité : 2,617

résistance à l'écrasement : 1424 à 1691 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Le faciès actuellement le plus exploité correspond au Granite de Huelgoat (granite à cordiérite) qui offre la possibilité de blocs de très grandes dimensions n'offrant aucune difficulté de taille et prenant bien le poli. Il est utilisé pour le bâtiment et la décoration.

Les carrières existantes sont situées aux alentours du bourg de Huelgoat : Kervao, Kerbizien, Pontauban.

Le Bleu de Brennilis du fait de sa teinte assez foncée est presque essentiellement destiné au funéraire. Il est exploité aux alentours du Cloître.

Il faut également signaler la présence de nombreuses sablières dans le secteur de Brennilis - la Feuillée qui utilisent l'arène provenant de l'altération du granite porphyroïde à cordiérite (carrières de Kerflaconniers, Kerelcun...).

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Nous avons reporté sur les annexes cartographiques (Huelgoat 1 et 2 à 1/25 000 l'extension des différents faciès existants au sein du massif de Huelgoat. Dans chaque faciès nous avons délimité, après photointerprétation, reconnaissance de terrain et étude structurale de quelques carrières, des zones favorables susceptibles d'être exploitées.

HUELGOAT 1

Les zones retenues comme favorables sont situées, mise à part celle de Kervao - Kérampeulven, au sud-ouest du bourg de Huelgoat : régions de Kervic, Coat-Elez, Kermenguy, Pontauban, Kervinaouët.

Elles sont toutes situées sur le faciès granite porphyroïde à cordiérite (granite de Huelgoat) assez clair (surtout dans l'horizon superficiel) pour être utilisé en construction.

HUELGOAT 2

Les zones favorables situées soit dans le Bleu de Brennilis à l'est et le granite de Leintan à l'ouest de Coat-Mocun - Kehamon - le Cloître devra faire l'objet, lors de l'ouverture d'une éventuelle carrière, d'une attention particulière car il existe dans ce secteur plusieurs faciès dont les limites exactes ne peuvent être dessinées par une simple étude de terrain. En effet, les carrières situées directement au sud-ouest de Coat-Mocun montrent l'existence de filons d'aprites autrefois exploités.

Les zones de Roz-Pérez, Moustargoll-Sud, Pe'nnanéac'h, Brennilis-Est contiennent du granite porphyroïde à cordiérite type Huelgoat ; la zone de la Feuillée-Nord est constituée de granite à biotite à gros grain (granite de la Feuillée).

6 - CONCLUSIONS

Le massif granitique de Huelgoat du fait de l'existence de plusieurs faciès très différents, est à l'origine d'industries variées telles que le bâtiment ou le funéraire mais ces industries restent actuellement au stade artisanal.

L'excellente qualité du granite de Huelgoat favorable à la construction devrait permettre un nouvel essor de ce matériau.

C H A P I T R E V I I I

MASSIF DE

LIZIO - GUEHENNO - S^T ALLOUESTRE

(cf. annexe 8)

1 - INTRODUCTION

Les trois massifs de Lizio, Guehenno, St Allouestre affleurent dans le Nord du département du Morbihan. Ils constituent pour les deux premiers des massifs "en lobe" s'échappant de la zone broyée sud-armoricaine. Très largement utilisés pour les constructions locales dans les décennies passées, ils sont largement ponctués de petites excavations aujourd'hui abandonnées et souvent inaccessibles du fait de la végétation. Deux centres d'extraction restent actifs (Ste Catherine, La Lande du Moulin) sans avoir toutefois l'importance d'un bassin.

Les documents cartographiques correspondant à ces massifs situés sur le tableau d'assemblage à 1/100 000 extrait de la coupure Vannes sont constitués des fonds à 1/25 000 de Malestroit 1, Ploermel 5, Josselin 6 - 7 - 8, Elven 2 - 3 - 4 (annexe 8). Les contours du massif sont dus à D. BERTHE (Thèse 3ème cycle - Rennes - à paraître).

2 - GEOLOGIE

21 - Pétrographie des granites de Lizio et Guéhenno

Ces deux massifs sont constitués dans leur masse par un seul faciès pétrographique localement parcourus par des filons ou filonnets de nature variée (aplite, pegmatite).

Il s'agit d'un granite à deux micas de teinte claire, gris-bléuté à blanchâtre prenant superficiellement la couleur jaune qui en détermine son succès. On y trouve classiquement quartz, feldspath, muscovite et biotite auxquels peuvent localement s'ajouter la tourmaline. La teneur en biotite-muscovite est variable d'un point à un autre du massif, permettant ainsi le développement du faciès surmicacé enrichi exclusivement en biotite.

Le grain toujours assez bien développé classe ce matériau parmi les granites à grain moyen ou grossier, sauf par les différenciations à biotite qui présentent le faciès fin.

La trame feldspathique est toujours très développée et constitue le fond de la roche moultant quartz et mica.

Mis à part les faciès surmicacés à biotite et ceux à tourmaline, l'ensemble du massif est constitué d'un matériau apte à jaunir.

22 - Pétrographie du massif de St Allouestre

Bien que rattaché aux massifs décrits précédemment, le massif de St Allouestre est constitué essentiellement par un faciès à grain fin-moyen enrichi en biotite, identique en tout point aux différenciations locales mises en évidence dans les massifs voisins.

Les carrières et affleurements étudiés montrent une grande constance sur ce point. Nous avons donc été amenés à ne définir aucune zone favorable à quelque niveau que ce soit sur ce massif.

23 - Texture des granites dans les massifs de Lizio et Guéhenno

Du fait de leur histoire tectonique postérieure à leur mise en place (développement de la Z B S A*), les granites de Lizio-Guéhenno peuvent présenter une orientation minérale intime leur donnant un aspect folié et excluant toute exploitation moderne.

Cette texture orientée est acquise postérieurement à la cristallisation du magma, elle est indépendante de la pétrographie et peut exister en tout point du massif. La présente étude s'est donnée pour but sur ce point précis de cartographier les zones effectuées, cependant des sites indemnes de déformation à l'affleurement peuvent l'être en profondeur. Une vérification par sondages carottés s'avèrera donc toujours nécessaire. Cette texture particulière orientée N70 - N80 est liée génétiquement aux accidents N110 - N120.

24 - Altération du matériau granitique

La connaissance de l'altération d'un massif (cf. chapitre 1) revêt une importance capitale. Sur les massifs de Lizio-Guéhenno, quelques buttes prononcées mis à part, l'altération profonde reconnue en de nombreux points permet la cartographie présentée en annexe. Cette reconnaissance n'a été réalisée que sur les sites présentant une pétrographie et une texture convenant à une exploitation.

* Z B S A = Zone Broyée Sud Armoricaïne

25 - Fracturation du massif

Les familles de fractures qui affectent les massifs se regroupent autour de trois directions principales : NS - N80 - N120. Cette dernière est liée au développement de la Z B S A et induit les textures orientées cataclastiques.

Ponctuellement, des directions parasites se développent (carrière de Billio, carrière du Plinet), dans tous les cas elles perturbent considérablement les gisements.

De très bonnes carrières possèdent une densité de fracturation au mètre de 0,8 ; pour les plus mauvaises, elle dépasse 2.

L'analyse de fracturation en surface est très difficile à réaliser compte tenu du manque d'affleurement ou de leur mauvaise qualité. En quelques sites remarquables, il a cependant été possible de l'aborder sous l'angle "inventaire de familles" sans qu'il soit possible d'évaluer la densité linéaire ou volumique. Cette dernière information a cependant pu être recueillie près de la carrière de Ste Catherine (massif de Lizio) à l'occasion des travaux d'aménagement routier de la D 4.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DES GRANITES DE LIZIO-GUEHENNO

Les informations techniques représentatives sur les granites de Lizio-Guéhenno font actuellement défaut. Les seules données en notre possession sont celles calculées sur le matériau extrait à l'Hopital Robin :

densité : 2,562

résistance à l'écrasement : 403 à 532 kg/cm²

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Ces massifs ont été largement exploités pour l'aménagement local depuis le début du siècle. Sur les trois massifs environ 50 carrières ou excavations ont été repérées. Elles correspondent pour la plupart à des travaux superficiels (hauteur des fronts de taille inférieure à 3 - 4 mètres)

de peu d'étendue ($L < 10$ m, $l < 5$ m). Tous ces points d'affleurements privilégiés sont actuellement inaccessibles et même difficilement perceptibles du fait de la végétation qui s'y est développée. Un débroussaillage des excavations présentant un intérêt notable s'avère indispensable. Aujourd'hui le nombre de carrières en activité a fortement diminué ; elles sont moins d'une dizaine avec des rendements très variable.

Le matériau traité en priorité est un granite jaune le moins orienté possible. Les épaisseurs de matériau jauni atteignent leur maximum à la Lande du Moulin (massif de Guéhenno) soit environ une douzaine de mètres.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES - CONCLUSIONS

Selon les caractères définis ci-dessus, nous avons été amenés à éliminer les zones où le granite est orienté, cataclasé, fortement altéré ou recouvert d'alluvions. De plus, la morphologie et la qualité des affleurements sur le reste du massif nous conduit aux conclusions suivantes :

- le massif de St Allouestre est à rejeter dans sa totalité
- sur le massif de Lizio-Guéhenno :
 - . quatre cibles de premier intérêt ont été retenues avec en particulier les tertres de la Lande du Moulin - Moulin René (Josselin 7) à l'Ouest de Guéhenno et la Grève de Maguero (Josselin 8) à l'Est de Trégranteur
 - . onze cibles de second intérêt où des travaux complémentaires relativement importants sont nécessaires pour préciser la qualité des sites
 - . huit cibles de troisième intérêt où l'information fait totalement défaut (paturage, bois) mise à part une morphologie favorable.

MASSIF DE

QUESTEMBERT - ALLAIRE

(cf. annexe 9)

1 - INTRODUCTION

Le massif d'Allaire-Questembert affleure dans l'Est du département du Morbihan sous forme de bandes parallèles orientées N120 de 1 à 3 km de large. Utilisé pour la construction et le dallage au début du siècle, ce granite est aujourd'hui abandonné. En conclusion, nous verrons s'il est raisonnable, et dans quels secteurs, d'en reprendre l'exploitation.

Les documents cartographiques correspondants situés sur le tableau d'assemblage à 1/100 000 extrait de la feuille Vannes sont constitués par les fonds à 1/25 000 de Vannes 4, Questembert 2 - 3 et 4 (annexe 9). Les contours du massif sont extraits de "Le massif de Questembert (Morbihan) : variations pétrographiques et géochimiques dans les granites à deux micas - Etude de la radio-activité" (B. CHAROY - 1970).

2 - GEOLOGIE

Le granite de Questembert-Allaire est un massif, complexe où plusieurs faciès granitiques sont enchevêtrés. Une analyse bibliographique confortée par de rapides coupes sur le terrain permet de reconnaître 4 faciès principaux (CHAROY 1970) dont un seul a retenu notre attention.

granite porphyroïde	faciès très altéré, à gros grain, à biotite et phénocristaux de feldspath. Texture orientée. Nombreuses enclaves micaschisteuses évoluant vers des "schlierens" (traînées biotitiques).	non étudié
granite buriné à grain fin	nombreuses carrières abandonnées. Faciès très fortement laminé, très hétérogène, les bouffées surmicacées ("méga-crapaud") sont fréquentes. Passe progressivement aux migmatites de Cornouailles.	non étudié
granite à muscovite dominante	matériau très altérable, ne résiste bien à l'érosion que s'il est cataclaté et recristallisé (mylonite). Aspect gneissique.	non étudié
granite à deux micas	nombreuses carrières éparses, cataclase importante permettant un débit en dalles.	étudié

Le faciès à deux micas du massif de Questembert-Allaire a été étudié en raison des possibilités qu'il offrait de produire un "granite jaune" pour la taille et de son exploitation intensive jusqu'aux années 40.

21 - Pétrographie du granite à deux micas

Les recherches menées dans le cadre de cette étude ont permis de compléter la cartographie de CHAROY en reconnaissant des différenciations de grain fin à très fin aux environs d'Allaire.

Le faciès le plus représentatif est un granite clair à grain moyen composé de quartz, feldspath, biotite et muscovite, ce dernier en proportions variables d'un point à un autre mais représente toujours une part notable de la composition modale (10 %). Les faciès mis en évidence près d'Allaire possèdent la même composition minéralogique mais sont de grain fin à très fin. Ils constituent des différenciations au sein du granite présentant vraisemblablement avec lui des relations d'intrusion identiques à celles décrites dans le granite de Languédias.

22 - Texture du granite à deux micas

La quasi totalité des affleurements et carrières étudiée montre un granite orienté à texture cataclastique très pénétrative. Cette orientation à une origine tectonique semblable à celle observée dans les massifs de Lizio-Guéhenno. Les plans de laminage sont soyeux et séréciteux, ils sont le siège d'une recristallisation préférentielle. Si le laminage, qui croit vers le Sud (Z B S A) est suffisamment pénétratif il facilite le débitage de la roche en dalle.

Les faciès fins d'Allaire présentent une texture plus faible.

23 - Altération

Comme le montre l'examen des cartes de ce massif (annexe 9) les zones altérées, déprimées ou recouvertes représentent 90 % du massif. Le degré d'altération n'a pas partout été reconnu au sol, et nous avons été amenés à regrouper celle-ci avec les zones déprimées ou mal drainées inaptées à l'exploitation.

Les faciès fins d'Allaire sont beaucoup moins altérés que les granites encaissants. On y reconnaît en surface 1 m environ d'arène auquel succède un granite souvent bleu ou gris assez faiblement jauni. Le faible degré de jaunissement paraît lié à une topographie peu marquée (différence d'altitude < 10 m).

24 - Fracturation du massif

Dans les carrières visitées, la fracturation est si dense que toute mesure quantitative est superflue. L'écart le plus fréquent entre deux fractures consécutives est toujours inférieur à 1 m, le nombre de familles étant au moins égal à 4. Il existe cependant localement des écarts supérieurs à 2 m (St Eutrope - la Moquette).

Les surfaces de diaclases sont fréquemment striées ce qui est un signe de rejeu peu compatible avec la production de blocs de bonnes dimensions. Un tel degré de fracturation exclut toute exploitation sur la quasi totalité du massif.

Les faciès fins d'Allaire paraissent moins fracturés, des blocs de 1 m x 1,5 m peuvent être espérés localement.

La fracturation horizontale est fortement développée, elle permet le débitage de la roche en dalles de 15 à 20 cm d'épaisseur. Ce type de débit qui ne doit pas être confondu avec les joints de décompression superficiels (visibles sur 2 m dans tous les massifs) affecte intimement la roche jusqu'à des profondeurs d'au moins 10 m.

3 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

Aucune donnée technique concernant le granite de Questembert-Allaire n'est actuellement en notre possession. La densité est vraisemblablement proche de celle du granite de Lizio-La Villeder, la résistance à l'écrasement variera beaucoup en fonction de la foliation de la roche, son intensité et son orientation.

4 - EXPLOITATION - DEBOUCHES

Très florissants par le passé si l'on en croit les excavations qui le ponctuent, le granite de Questembert-Allaire est aujourd'hui abandonné. Deux carrières seulement sont encore ouvertes de nos jours. L'une fait travailler 1 ouvrier, la seconde 5. Cette régression est liée directement à la mauvaise qualité du matériau exploité et son inaptitude à fournir de la pierre de taille. La production des deux exploitations en activité est utilisée en moellons tout venant et surtout pour la confection de dallage.

Les faciès fins d'Allaire ont été exploités ainsi qu'en témoignent les travaux sur les tertres aux alentours du bourg. Sa ressemblance avec les faciès recherchés à Languédias pourrait faire espérer une relance. Cependant, deux objections importantes s'y opposent:

le faible degré de jaunissement,
l'intense fracturation des sites reconnus.

5 - CARTOGRAPHIE DES CIBLES - CONCLUSIONS

Aucune cible n'a été retenue dans le faciès à grain moyen à texture cataclastique. Il ne nous semble pas raisonnable d'espérer produire de la pierre de taille dans ce matériau. La production de dalle serait la seule possible, les seuls impératifs à l'ouverture de ces gisements sont un matériau non altéré et l'existence d'un débit horizontal constant.

Dans le faciès fin d'Allaire, trois cibles de troisième priorité ont été retenues en raison de la ressemblance avec les faciès de Languédias. La réussite d'une exploitation nous semble cependant douteuse en raison de la fracturation des sites examinés.

C H A P I T R E X

MASSIF DE

DINAN - LANGUEDIAS

(cf. annexe 10)

1 - INTRODUCTION

Le granite de DINAN - LANGUEDIAS appartient au massif de Dinan et affleure dans sa partie occidentale sur les feuilles à 1/25 000 de BROONS 3-4. Pour des commodités de présentation, le granite de Languédias qui est à cheval sur les coupures BROONS 3 et BROONS 4 est, à la différence des autres massifs, présenté sur une seule carte reconstituée (cf. annexe 10).

Fortement implantée aux alentours du bourg de LANGUEDIAS, l'industrie granitière y exploite un granite à deux micas, clair, de grain le plus souvent fin, beige en surface, pour la confection de pierre de taille (construction, cheminée...).

Les réserves des carrières actuellement exploitées diminuant rapidement, il s'avère nécessaire de rechercher les sites susceptibles de produire un matériau de qualité comparable.

Deux critères interviennent dans la recherche d'un site exploitable : d'une part, la nature du matériau ou son faciès, d'autre part, la fracturation du site. Au cours de cette étude, nous n'aborderons que le premier point cherchant dans un faciès adéquat les cibles pour une étude ultérieure plus ponctuelle.

2 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU MATERIAU

Toute roche est caractérisé par son faciès qui se définit par :

- la composition minéralogique,
- la dimension, la forme et l'agencement des grains,
- la couleur.

Variant d'un massif à un autre et au sein même d'un massif, ces paramètres sont les suivants pour le "granite de Languédias" :

- composition minéralogique : quartz, feldspath, muscovite, biotite

* Ce chapitre sur le bassin de Languédias reprend in extenso "Recherche de granit de Languédias dans la terminaison occidentale du massif de Dinan"- rapport préliminaire - D. RABU - BPL 78-19 - Juillet 1978.

- grain : en général fin à très fin, cependant certaines carrières réputées "bonnes" exploitent un matériau de grain sensiblement supérieur. Les minéraux sont tous de même dimension (isogranulaire) et leur disposition aléatoire (texture isotope)

- couleur : deux teintes s'observent donnant naissance à deux types commerciaux : "beige de Languédias" et "gris perle".

Bien que n'ayant pas été utilisés au cours de la prospection, d'autres paramètres physiques peuvent être déterminés sur ce matériau (in "Essai de nomenclature des carrières françaises de roches de construction et de décoration") :

	"beige de Languédias"	"gris perle"
. densité apparente	2,590	2,610
. résistance à l'écrasement	1 171 kg/cm ²	1 172 kg/cm ²
. porosité	1,8 %	1 %
. vitesse du son	4 160 m/s	4 060 m/s

Il est à noter la différence existant entre les deux variétés et qui s'effectue au désavantage du faciès beige. Ceci est en parfait accord avec le mode de formation des faciès beige et jaune qui résultent d'une altération ménagée superficielle de granite sain, le faciès "gris perle" dans le cas présent. L'oxydation des biotites libère des ions fer et ceux-ci vont tapisser les autres grains minéraux sous forme d'oxydes. Ainsi qu'il a été démontré au cours d'étude antérieure (rapport BRGM 77 SGN 566 BPL), seuls les granites à deux micas subissent ce processus. La situation topographique des sites ayant une incidence tant sur la cohérence du matériau que sur la teinte et son exploitation, les reliefs marqués seront particulièrement recherchés.

Le matériau recherché devra répondre à ces impératifs. Ce sera donc un granite à deux micas, de grain fin à moyennement fin, isogranulaire et isotrope affleurant en tertres prononcés.

3 - ETUDE MORPHOLOGIQUE

L'étude morphologique peut être menée à trois niveaux :

- la carte topographique (BROONS 3-4 1/25 000),
- les photographies aériennes (vol QUINTIN - COMBOURG, 1961 - mission 0817-1217 à 1/25 000 et vol ST CAST - PLOERMEL mission 1015-1019-400 à 1/40 000),
- l'examen sur le terrain.

31 - Carte topographique et photographies aériennes

L'examen de ces documents montre très nettement l'existence de deux unités morphologiques entre JUGON et TREBEDAN (cf. annexe 10) :

- une unité externe au modelé très empâté, d'altitude moyenne 80 mètres, avec des dénivellés faibles et toujours progressifs. Cet ensemble bien visible entre LESCOUET-JUGON et MEGRIT est une région de pâturages et de terres agricoles, plane et localement humide.

- une unité interne plus accidentée, d'altitude moyenne supérieure à 100 mètres et ponctuée de part en part de buttes prononcées atteignant 110 à 130 mètres. La couverture végétale de celles-ci est essentiellement constituée de landes et fougères. Les intervalles entre les terres sont occupés par des cultures ou des pâturages.

On reconnaît donc dans cette unité deux sous-ensembles :

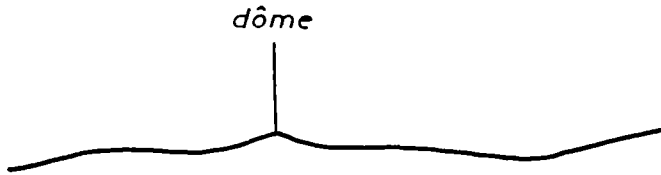
- un domaine légèrement déprimé ou plateau cultivé et boisé
- un domaine surélevé ou tertre, inculte.

Si l'on excepte le flanc Nord où les rapports avec l'unité externe sont complexes, une rupture de pente brutale limite les deux unités. Ceci est particulièrement visible sur les photographies aériennes.

32 - Examen sur le terrain

L'examen du relief sur le terrain permet d'observer plusieurs types morphologiques :

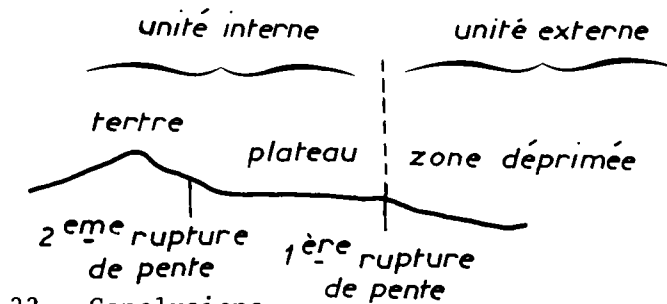
- dans l'unité externe : la monotonie du modelé est rompue par l'existence de dômes, d'une largeur souvent inférieure à 10 m et d'une longueur inférieure à 30 m, le dénivelé est de l'ordre de 2 à 3 mètres. Exemple : Le Boutard au SE de JUGON.



La rupture de pente peut être plus sensible et atteindre 8 à 10 mètres quand on se rapproche de l'unité interne. Exemple : à LANGUEDIAS entre la Vieuville et le Cimetière ; à l'Est de JUGON, entre Beauvais et Périnée.

- dans l'unité interne : les ruptures de pente sont plus douces que dans le cas précédent.

- au contact des deux unités : le passage se fait par paliers selon le schéma ci-contre. Les illustrations sont fréquentes : la Dalibotière, le Bos, la Ville ès Noës, la Ville Helleu.



33 - Conclusions

L'étude morphologique montre l'emboîtement de deux unités :

- l'une externe, déprimée à l'évolution pédologique poussée,
- l'autre interne, plus complexe dans laquelle coexistent des reliefs accentués peu étendus et inclutés et des plateaux ondulés couverts de cultures et de bois.

4 - ETUDE GEOLOGIQUE

L'étude géologique menée à partir d'itinéraires recoupant les unités morphologiques décrites précédemment a permis de mettre en évidence trois faciès pétrographiques abstraction faite de la série sédimentaire encaissante (schistes et cornéennes), soit un granite à biotite et deux granites à biotite - muscovite (cf. annexe 10).

41 - Granite à biotite

Affleurant fort bien dans les abrupts du lac de JUGON ce granite est constitué de quartz, feldspath et biotite. Hétérogranulaire à gros grain, ce granite ne possède qu'un seul mica et une trame feldspathique qui en font un matériau particulièrement arénisable ne donnant pas de couche oxydée cohérente importante (granite roux). Ce faciès est exploité sous la dénomination de "bleu de Mégrit" au Chêne Marqué.

La couverture d'arène que développe ce granite est propice au développement d'un modelé empâté que l'on observe dans l'unité externe. Les levés géologiques de détail menés au sol confirment d'ailleurs d'identité entre le modelé mou et ce faciès pétrographique.

Le granite grossier à biotite ne répond pas aux normes du "granit de Languédias" tant par sa minéralogie que par la structure de ses composants. Les sites où il affleure ont donc été rejetés au cours de la prospection.

42 - Granites à biotite-muscovite

Les granites à Biotite-Muscovite (dits aussi "à deux micas" ou leucogranites) affleurent essentiellement dans l'unité morphologique interne. Bien que de composition minéralogique constante (quartz, feldspath, biotite, muscovite), on peut en distinguer deux par la dimension du grain. Cette subdivision se retrouve dans le mode de gisement.

421 - Leucogranite à grain moyen ou gros

Il constitue plus de 80 % de l'unité interne. Isogranulaire ou à trame feldspathique dominante, ce faciès prend superficiellement une teinte beige à jaune clair souvent hétérogène et avec de nombreuses nuances. Il est actuellement exploité dans plusieurs carrières (Bégo à la Ville Boissel, André à le Bos). D'altérabilité notable, en particulier si la trame feldspathique domine, ce faciès peut produire une arène atténuant le relief (plateau ondulé) où la morphologie est guidée autant par la pétrographie que par la fracturation.

Bien que ne répondant pas strictement à la norme "Languédias", ce faciès n'est pas à rejeter. Il peut fournir un très bon matériau de construction comme le prouvent les exploitations existantes.

422 - Leucogranite à grain fin ou très fin

Type même de "Languédias", ce faciès arme les buttes et tertres de l'unité interne et les dômes de l'unité externe.

De grain généralement millimétrique, isogranulaire, il possède une faible altérabilité. Il résiste bien à l'érosion d'où sa position en butte et donne peu d'arène d'où une végétation pauvre due à un manque de sol.

Ce faciès affleure surtout au Nord du bourg de LANGUEDIAS en buttes plurikilométriques. Dans le reste du massif, les affleurements sont plus ponctuels et ne présentent jamais d'extension importante si l'on excepte les filons bordiers de l'unité interne, mais dans ce cas, c'est la largeur du gisement qui est faible.

43 - Relations entre les différents faciès

Le mode de gisement ainsi que l'examen des contacts montre clairement l'intrusion des granites à deux micas dans le granite à biotite. Cette intrusion s'accompagne de modifications des équilibres minéralogiques ; une moscovitisation secondaire (développement de muscovites en plaquettes hexagonales de 3 à 5 mm de côté) affecte le granite à biotite au contact des leucogranites quels qu'ils soient. Ce phénomène important peut se développer sur plusieurs dizaines de mètres, un bel exemple en est dans l'accès de la carrière Gicquel à la Ville Helleu.

De l'unité leucogranitique principale (unité interne) s'échappent des filons généralement à grain fin qui constituent le chapelet de buttes bordier de l'unité interne (Beauvais-Périnée, le Tremblay-les Bas Champs, la Vieuville, Kérinan-le Val-le Houx, le Tertre Issac). Des filons de moindre importance (1 à 2 mètres de puissance) se rencontrent fréquemment dans tout le granite à biotite externe et même loin de l'intrusion principale (bord Ouest du lac de JUGON), il est donc indispensable de reconnaître ces structures importantes pour la compréhension des phénomènes géologiques qui ont présidé à la mise en place du massif, mais véritables chausse-trape pour les carriers ainsi qu'en témoignent des fouilles vite abandonnées (Sud de Bourrien, Est de les Grées).

Du fait de leur nature filonienne, ces sites possèdent une extension limitée. Les dômes observés dans le granite à biotite s'interprètent de la même façon, les apophyses leucogranitiques n'atteignant pas la surface topographique actuelle. Il ne faut cependant pas espérer un jour exploiter ces sites, même après des travaux de "découvertes" car l'extension est très réduite et le "chapeau" de granite à biotite qui les recouvre les a vraisemblablement protégé de l'altération ménagée produisant la teinte beige recherchée.

Les relations entre les deux granites à Biotite-Muscovite sont moins systématiques. Le leucogranite fin est soit intrusif (contact net) soit sous forme d'amas au contact progressif. Ce type de rapport ambivalent amène quelques remarques quant à l'utilisation de la carte géologique. En effet, si cartographiquement, les granites à grain fin sont intrusifs dans une masse à grain moyen ou gros à l'échelle de l'affleurement, les deux faciès peuvent coexister en proportions variables.

La localisation des zones à enclaves a retenu notre attention. L'étude des carrières et fouilles montre que les enclaves sont particulièrement nombreuses à proximité immédiate du granite à biotite.

5 - CARTOGRAPHIE DES ZONES FAVORABLES

Le but de cette prospection est la détermination de sites susceptibles de servir de cibles à des études plus approfondies et ponctuelles. Compte-tenu des impératifs commerciaux et connaissances acquises sur les granites bretons, nous sommes amenés à préserver les zones productives en leucogranites fin ou moyen, affleurant en tertres recouverts par le minimum d'altérites.

L'analyse géomorphologique menée à partir du sol et de photographies aériennes conduit à l'annexe 3. Sur ce document sont soulignés les sites répondant aux critères ci-dessus indépendamment de leur fracturation qui ne peut être abordée à partir d'une étude de surface. Il est noté que rares sont les cibles indemnes de travaux modernes ou anciens. Ces travaux, en particulier les fouilles anciennes au centre et à l'ouest du massif sont superficielles ($H < 5$ m) mais très difficilement accessibles et même repérables du fait de la végétation. Il faut noter qu'ils sont un jalon important dans la connaissance des gisements en permettant une appréhension directe de la fracturation. La prospection détaillée des cibles devra donc passer par un défichage de ces zones envahies par landes et fougères.

Les cibles ont été partagées en deux classes en fonction de leur morphologie, de leur extension et des facilités d'exploitation qu'elles présentent :

- les cibles de premier intérêt devant permettre des exploitations importantes
- les cibles de deuxième intérêt ne permettant que de petites exploitations.

A ce sujet, il faut noter l'ensemble constitué par les tertres : la Grignardais-la Ville Boissel - cote 112 - cote 126 qui semble constituer le coeur de la structure annulaire et se regroupe en un ensemble important auquel peuvent s'ajouter les leucogranites fins au Sud de la Tertre-Plessis Robert. D'autres sites comme les cotes 124 et 127 au Nord et au Nord-Ouest de la Trémalais doivent retenir l'attention bien que le faciès fin n'en constitue qu'une faible partie.

6 - CONCLUSIONS

Un problème crucial se pose aujourd'hui dans le "bassin" de LANGUEDIAS du fait de l'épuisement des réserves. Cette première prospection permet de cerner des zones susceptibles de fournir le matériau adéquat. Il faut cependant noter que les cibles sélectionnées possèdent des superficies nettement inférieures à celles des sites actuellement exploités ; les réserves en "granite fin" sont particulièrement faibles et il ne semble pas que des gisements de l'importance des bandes Bel Air-Vieux Bourg, Tertre Issac ou Kérinan-le Val - le Houx puissent se rencontrer dans le massif. De plus, la faible largeur des sites filoniens périphériques rend leur exploitation délicate et multiplie les risques de voir s'ouvrir des carrières sur des couloirs de fracturation.

C H A P I T R E X I

CONCLUSIONS GENERALES

PERSPECTIVES

1 - RESULTATS OBTENUS

Cette étude portant sur les neuf principaux massifs bretons producteurs de granite s'achève essentiellement par la sélection de cibles devant conduire à l'ouverture de carrières, grâce à des études détaillées de gisements. Cependant, tous les massifs ne posant pas au départ les mêmes problèmes, les solutions à envisager seront donc différentes.

Trois massifs doivent être traités en priorité dans un avenir très proche :

- le massif de Dinan-Languédias car les grandes exploitations existantes ne possèdent plus de réserves suffisantes alors que le marché de granite jaune est en expansion. La fermeture d'exploitations serait catastrophique dans un département où le secteur granitier déjà fortement touché par le chômage (Annexe 1 - Courbe effectifs) présente une stagnation nette de son chiffre d'affaire (croissance 1976-1977 inférieure au taux d'inflation - Annexe 1 - Courbe chiffre d'affaires).

- les massifs de Lizio-Guéhenno, Pontivy fournissent un matériau de très bonne qualité. Il faut y voir un complément important de granite comme celui de Dinan-Languédias dont la production permettrait de satisfaire les besoins croissants en granite clair.

- le massif de l'Aber Ildut devrait être remis en exploitation pour fournir un matériau de grande qualité (il a participé à la confection de monuments importants comme le socle de l'obélisque de Louqsor - place de la Concorde à Paris). Un problème d'inclusions (enclaves surmicacées) reste cependant à régler.

Le massif de Questembert-Allaire a fourni des résultats totalement négatifs (texture cataclastique, fort recouvrement, altération, fracturation intense), la seule production envisageable est celle de dalles, de 10 à 15 cm d'épaisseur déjà produites par une exploitation artisanale près d'Elven (56).

Le problème posé par le massif de Fougères Louvigné-Coglès est essentiellement commercial, les marchés classiques de la production (voierie) étant aujourd'hui en diminution. Structuralement, le massif est apte à fournir de bons blocs, le travail des années à venir sera de trouver vers quels produits ouvrés s'orientera la production de ce massif.

2 - EXPLOITATION DES RESULTATS

Les documents cartographiques présentés ne doivent pas être pris pour la panacée, ils ne régleront pas à eux seuls tous les problèmes granitiers. Il s'agit d'une approche des gisements, et l'intervention du géologue pour définir les sites ponctuels d'exploitation reste indispensable. Des travaux complémentaires, ponctuels, devront en outre prendre en compte les contraintes produites sur l'environnement par une exploitation (déboisement, bruit, poussière, vibration, tir de mines, accessibilité des sites) et qui n'ont pas à être considérés dans cette étude.

Ces documents permettront, dans les massifs "à problèmes", de focaliser les efforts des granitiers ; sur les autres massifs, ils devront servir de base à la réflexion pour l'établissement des POS en réservant des zones favorables à des exploitations futures.

3 - PERSPECTIVES

A la suite de deux années d'étude sur les granites bretons et de contact avec les géologues canadiens spécialistes du problème, il apparaît clairement que si la connaissance des gisements est indispensable, elle n'est pas le seul facteur de la prospérité de ce secteur industriel à l'étranger.

A côté de la recherche de matériau de très haut niveau ayant une valeur élevée sur le marché, il est nécessaire de prendre en main le problème de la commercialisation en faisant connaître auprès des clients éventuels les produits que la profession peut fournir. Ceci est particulièrement important pour la production de tranches sciées pour parement. Une action publicitaire d'envergure menée auprès de la profession, assistée de techniciens de la pierre et d'architectes devrait s'avérer payante.

De nouveaux débouchés restent à trouver soit pour les déchets qui atteignent parfois 70 % de la production, soit pour des produits dont les marchés habituels se referment. Une étude de marché pour ces produits de "seconde qualité" serait un nouveau pas vers la restructuration d'un secteur industriel si profondément ancré en Bretagne.

BIBLIOGRAPHIE

BERTHE D.

Thèse 3ème cycle - Rennes - à paraître

CARTES GEOLOGIQUES

1/80 000 DINAN - PONTIVY - VANNES

1/50 000 CAULNES - MALESTROIT

CASTAING C., DADET P., RABU D.

Méthodologie de la recherche des granites exploitables
en Bretagne - rapport BRGM 77 SGN 566 BPL

CHAROY B.

Le granite de Questembert (Morbihan) = variations
pétrographiques et géochimiques dans les granites à
deux micas - étude de la radioactivité - Thèse Nancy 1970

CHAURIS L.

Le granite de l'Aber Ildut (Finistère)
Compte-rendu des collaborateurs

CLEMENT J.P.

Cartographie des zones où des gisements de granite
exploitables sont repérables en Ille-et-Vilaine
rapport BRGM 77 SGN 060 BPL

CONQUERE

Le massif granitique de Huelgoat (Nord Finistère)
Mem. Mus. Hist. Nat. - série C, Tome XXI, fasc 1

HAMEURT J.M.

Etude géologique et pétrographique du massif granitique
de Pontivy - Thèse Nancy 1961

JONIN M.

Etude pétrographique du massif granitique de Bonnemain -
Thèse Brest

PIERRE M.

L'industrie du granite en Bretagne - Thèse Rennes 1960

Industrie granitière dans les Côtes-du-Nord
Comité d'expansion économique des Côtes-du-Nord

Granite du Québec

Information technique
Association des producteurs de granite du Québec

Extrait de "ESSAI DE NOMENCLATURE DES CARRIERES FRANCAISES DE ROCHES DE CONSTRUCTION
ET DE DECORATION"

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES ET MECANQUES DES PIERRES

COMMENT SONT-ELLES CALCULEES ?
A QUOI CORRESPONDENT-ELLES ?

DENSITE APPARENTE

La Densité apparente est déterminée par la méthode hydrostatique suivant les prescriptions de la norme B. 10.503.

La densité apparente est obtenue par le rapport du poids de l'éprouvette (exprimé en grammes) à son volume apparent (exprimé en centimètres cubes). Le poids P1 est déterminé après dessiccation jusqu'à poids constant suivant les prescriptions de la norme B. 10.503.

Le volume est déterminé par pesées hydrostatiques de la façon suivante : après dessiccation jusqu'à poids constant, les éprouvettes sont placées sous une cloche à vide ayant à sa partie supérieure un orifice à la trompe à eau que l'on maintient sous une pression d'une atmosphère pendant deux heures de manière à éliminer l'air contenu dans les vides de la pierre. Puis, on fait pénétrer l'eau lentement de manière que les éprouvettes restant sous dépression constante ne soient pas totalement immergées avant quinze minutes. Tout dégagement gazeux ayant cessé, on rétablit la pression atmosphérique et l'on maintient les éprouvettes immergées pendant vingt-quatre heures. On effectue ensuite une pesée dans l'eau soit P2 le poids de l'éprouvette immergée. Puis l'éprouvette étant essuyée on détermine le poids P3 dans l'air de l'éprouvette saturée. On obtient la densité apparente en effectuant les calculs suivants :

$$\text{Volume des vides (cm}^3\text{)} = P3(g) - P1(g)$$

$$\text{Volume absolu (cm}^3\text{)} = P1(g) - P2(g)$$

$$\text{Densité apparente} = \frac{\text{Poids dans l'air}}{\text{Volume apparent}}$$

$$\text{Densité apparente} = \frac{\text{Poids dans l'air}}{\text{Volume absolu} + \text{volume des vides}}$$

L'origine des mesures est déterminée en mettant en contact émetteur et récepteur d'impulsion.

Pour tenir compte de la dispersion des mesures de vitesse du son, il est réalisé cinq déterminations dans la direction perpendiculaire au lit, et cinq autres dans la direction parallèle au lit.

Les valeurs prises en compte sont les moyennes arithmétiques de ces cinq valeurs : V_a pour le sens perpendiculaire au lit et V_b pour le sens parallèle au lit.

Les valeurs considérées (vitesses moyennes) sont les moyennes entre les vitesses perpendiculaires et les vitesses parallèles au lit.

Avant chaque mesure, les éprouvettes sont mises à l'étuve à 65°C jusqu'à poids constant.

LARGEUR DE LA RAYURE

L'essai est effectué sur des cubes desséchés jusqu'à poids constant. La face d'essai est régularisée par rodage.

L'appareil utilisé est le scléromètre de Martens. Il se compose d'un petit chariot reposant sur deux roues et sur une pointe en acier traité. Le chariot est chargé avec un poids de 3 kg, une poignée permet de tirer le chariot qui roule sur les deux roues et raye avec la pointe en acier la surface sur laquelle il se déplace. La partie à rayer est au préalable pochée au noir. Le contraste avec le ton clair de la pierre facilite la lecture. On réalise une rayure d'environ 6 cm de longueur dans la direction perpendiculaire au lit de carrière. Les rayures sont effectuées sur deux faces de chaque pierre (cinq par face). On lit les mesures de largeur d'une rayure tous les cinq millimètres. Ces lectures sont faites avec une lunette grossissante qui permet d'apprécier le 1/10 de millimètre.

Il y a donc dix lectures de largeur par rayure et cent lectures par pierre. Le résultat pris en compte est la médiane de ces cent lectures.

RESISTANCE A L'USURE

Cet essai ne présente d'intérêt que pour les matériaux soumis à l'usure tels que les dalles de pavement, dans des lieux très passant.

Des éprouvettes de pierre de forme déterminée et portant une charge déterminée sont soumises au frottement d'une meule où s'écoule un sable normal. On mesure la diminution de hauteur de l'éprouvette après un parcours déterminé sur la meule.

L'usure est exprimée en millimètres pour la diminution de hauteur rapportée à 1 000 mètres de parcours de meule.

Tous les matériaux poreux éclatent au gel si l'eau incluse dans les pores dépasse une certaine valeur, appelée teneur en eau critique. De l'avis des spécialistes il n'y a pas de pierre gélive ; il faut seulement éviter, pour les matériaux placés en extérieur, qu'ils puissent contenir cette quantité d'eau trop élevée.

Pour éviter cela , il faut, pendant la phase de construction, que les pierres soient livrées avec une teneur en eau inférieure à la valeur critique, qu'elles ne soient pas exposées à la pluie pendant leur stockage, et que les dernières assises soient protégées de la pluie. L'ouvrage terminé, il faut qu'elles soient employées dans des positions adaptées à leur qualité. L'ancienne norme française sur la gélivité des pierres rejetait toutes celles qui ne résistaient pas à 25 cycles de gel-dégel. La nouvelle norme considère les résultats en fonction de l'emplacement de la pierre dans la construction. Deux essais de dégel ont été définis

- un essai indirect basé sur la mesure de deux caractéristiques typiques de la structure : la porosité (le volume total des vides) et le coefficient d'absorption qui donne le volume d'eau absorbé en 48 heures d'immersion rapporté au volume des vides. Ce coefficient caractérise indirectement la dimension des pores. Il est voisin de 0,9 si les pores sont fins et de 0,5 si les pores sont gros. En reportant les résultats sur un tableau on détermine quatre zones d'emploi.
- essai direct effectué en soumettant les éprouvettes à des cycles de gel dans l'air et de dégel dans l'eau. L'état du matériau est examiné après un certain nombre de cycles au moyen de la mesure du module d'élasticité dynamique effectuée par mise en vibration de l'éprouvette. Cet essai précis et rapide détecte parfaitement les altérations même non visibles à l'oeil. On étudie l'évolution de cette qualité en fonction du nombre de cycles. Si des altérations se produisent le volume diminue.

ETABLISSEMENT PUBLIC
REGIONAL DE BRETAGNE

MINISTERE DE L'INDUSTRIE
DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT



GRANITES DE BRETAGNE

recherche de sites de carrières

Impact sur l'environnement, réaménagement

Etablissement public régional
de Bretagne

G R A N I T E S D E B R E T A G N E

Recherches de sites de carrières
Impact sur l'environnement, réaménagement

B R G M

Service géologique régional Bretagne-Pays de la Loire

Cette plaquette a été rédigée au Service Géologique Régional Bretagne-Pays de la Loire •
par C. CASTAING, J.C. LIMASSET, D. RABU avec la collaboration de P. DADET.

• 10, rue Henri Picherit - 44300 NANTES

Téléphone : (40) 74.49.00, 74.56.75, 74.94.49

S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
QU'EST-CE-QU'UN GRANITE ?	1
QU'EST-CE QU'UN MASSIF DE GRANITE ?	3
LES GRANITES DE BRETAGNE	7
QU'EST-CE QU'UN GRANITE EXPLOITABLE ?	8
COMPOSITION, COHESION, HOMOGENEITE ET EXPLOITABILITE DES GRANITES	11
FRACTURATION ET EXPLOITABILITE DES GRANITES	15
ALTERATION ET EXPLOITABILITE DES GRANITES	19
COMPARAISON GRAPHIQUE DES CARRIERES ET DES FUTURS SITES	23
EVALUATION DU RENDEMENT D'UNE CARRIERE	25
ROLE DE LA GEOPHYSIQUE, DES FOUILLES ET DES SONDAGES DANS LA PROSPECTION	28
ENVIRONNEMENT ET EXPLOITABILITE D'UN GISEMENT	31
PLAN D'ACTION PRECONISE POUR L'EXPLOITATION D'UNE CARRIERE DE GRANITE	35

- G R A N I T -

RESULTATS STATISTIQUES ANNEE 1975

BRANCHES	CONSTRUCTION MONUMENTS FUNERAIRES PAVES & BORDURES	BRETAGNE		FRANCE		C.D.N.	FINIS- TERE	ILLE & VIL.	MORBIHAN
		1974	1975	1974	1975	1975	1975	1975	1975
EFFECTIFS		2 818	2 881	5 534	/	914	168	1 509	290
CHIFFRE D'AFFAIRES (TTC) (Mille Francs)		199 411	233 353	529 359	617 725	52 751	15 816	145 369	19 417
<u>P R O D U C T I O N</u>		Unité de compte							
- Blocs bruts extraits	m3	50 679	49 949	85 100	88 300	27 576	1 370	15 730	5 273
- Tranches sciées	m2	34 552	39 479	320 500	391 900	945	(1)	31 985	(1)
<u>-CONSTRUCTION</u>									
. Moëllons tout-venant	m3	144 873	90 540	172 800	118 200	32 030	27 603	7 829	23 078
. Moëllons équarris	m3	45 093	39 290	55 400	47 300	27 308	1 412	2 990	7 580
. Produits ouvrés (angles, jambages, etc)	Mille F. (HT)	37 973	39 798	41 104	42 959	23 032	2 863	2 416	11 480
. Cheminées en granit	Mille F. (HT)	4 245	7 445	4 689	7 795	4 126	1 428	521	1 370
. Revêtements minces, revêtements de façade ...	m2	19 298	34 244	78 200	123 600	10 412	21 739	(1)	(1)
<u>- FUNERAIRE</u>									
. Monuments Funéraires	Mille F. (HT)	88 874	103 524	283 946	330 490	7 772	6 007	88 506	1 230
. Autres Produits pour le Funéraire	Mille F. (HT)	1 137	1 555	8 508	11 278	(1)	(1)	892	(1)
<u>- VOIRIE</u>									
. Pavés échantillon	T	5 993	4 700	8 000	7 700	néant	néant	4 700	néant
. Pavés mosaïque	T	17 446	21 017	20 900	26 500	(1)	néant	(1)	néant
. Bordures de trottoir									
- Ebauchées ou éclatées	m1	77 455	85 525	87 500	91 000	10 455	néant	75 060	néant
- Smillées	m1	71 059	96 134	105 100	124 800	11 042	néant	85 092	néant
- Bourchardées	m1	66 142	74 185	75 900	85 200	(1)	néant	(1)	néant
. Autres Produits (Bornes, etc)	T	341	2 883	13 500	13 800	(1)	néant	(1)	néant

(1) Secret statistique.

Les industries extractives sont importantes pour la Bretagne. Elles sont à l'origine d'activités économiques diverses et de nombreux emplois. Mais les modifications constantes des techniques et des modes sont à l'origine de bouleversements dans l'utilisation des matériaux du sous-sol. C'est particulièrement le cas pour l'industrie granitière : abandon des pavés pour la voirie, utilisation de la pierre en parement plutôt qu'en gros oeuvre, etc. Depuis plus de vingt ans certains secteurs de production connaissent des crises sévères.

Dans le cadre de son plan de mise en valeur du sous-sol, l'Etablissement public régional de Bretagne, avec l'aide financière du ministère de l'Industrie, a donc demandé au Service géologique national d'étudier certains problèmes rencontrés par l'industrie granitière. Il est en effet frappant de constater que, pendant que les techniques d'extraction et de vente se développent considérablement, les méthodes de recherche et d'exploitation des gisements demeurent archaïques. Au contraire des grandes sociétés minières, les exploitants de granite, trop dispersés et ne disposant pas de service géologique propre, ne savent pas utiliser les méthodes de la géologie appliquée au fur et à mesure de leur mise au point. Le choix des sites de carrières se fait le plus souvent de manière empirique. De ce fait, un grand nombre de carrières bretonnes sont implantées sur des zones hétérogènes ou fracturées, à l'origine de faibles rendements. Il s'avère donc que les exploitants auraient avantage à faire plus souvent appel aux techniques modernes de la recherche géologique. Un rapport détaillé* informe l'industrie granitière des applications possibles de ces techniques. Ce rapport étant de lecture malaisée pour un non-spécialiste, il a paru souhaitable de le compléter par cette plaquette. Elle est destinée, d'une part à rendre compte des travaux réalisés aux responsables régionaux, d'autre part à fournir aux exploitants des premiers éléments de réflexion les incitant à lire le rapport détaillé.

* Rapport BRGM 77 SGN 566 BPL
Méthodologie de la recherche des granites exploitables en Bretagne
par C. CASTAING, P. DADET, D. RABU.

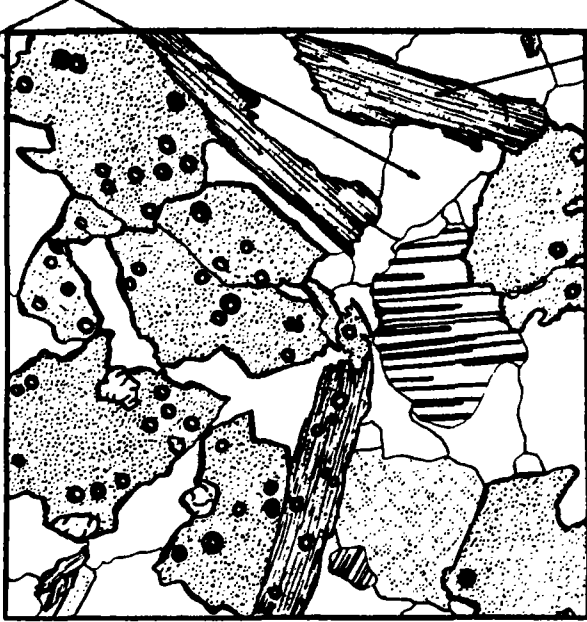
GRANITES VUS AU MICROSCOPE

Feldspaths



(x25)

Quartz



(x25)

Micas



(x13)

QU'EST-CE QU'UN GRANITE ?

Le terme *granite* (souvent orthographié *granit* par les industriels avec un sens plus vaste recouvrant l'ensemble des roches grenues susceptibles d'être polies) désigne une roche massive, généralement grenue et composée de trois espèces minérales fondamentales en proportions variables :

QUARTZ - FELDSPATH - MICA

Plusieurs classifications des granites sont possibles. L'une des plus simple et la mieux adaptée aux roches ornementales permet de distinguer :

LES GRANITES A DEUX MICAS de teinte claire, montrant dans leur composition minéralogique deux espèces de micas : mica blanc et mica noir ;

LES GRANITES A MICA NOIR généralement plus sombres, ne contenant pas de mica blanc. A ce type se rattachent les granites roses (Ploumanach, etc.).

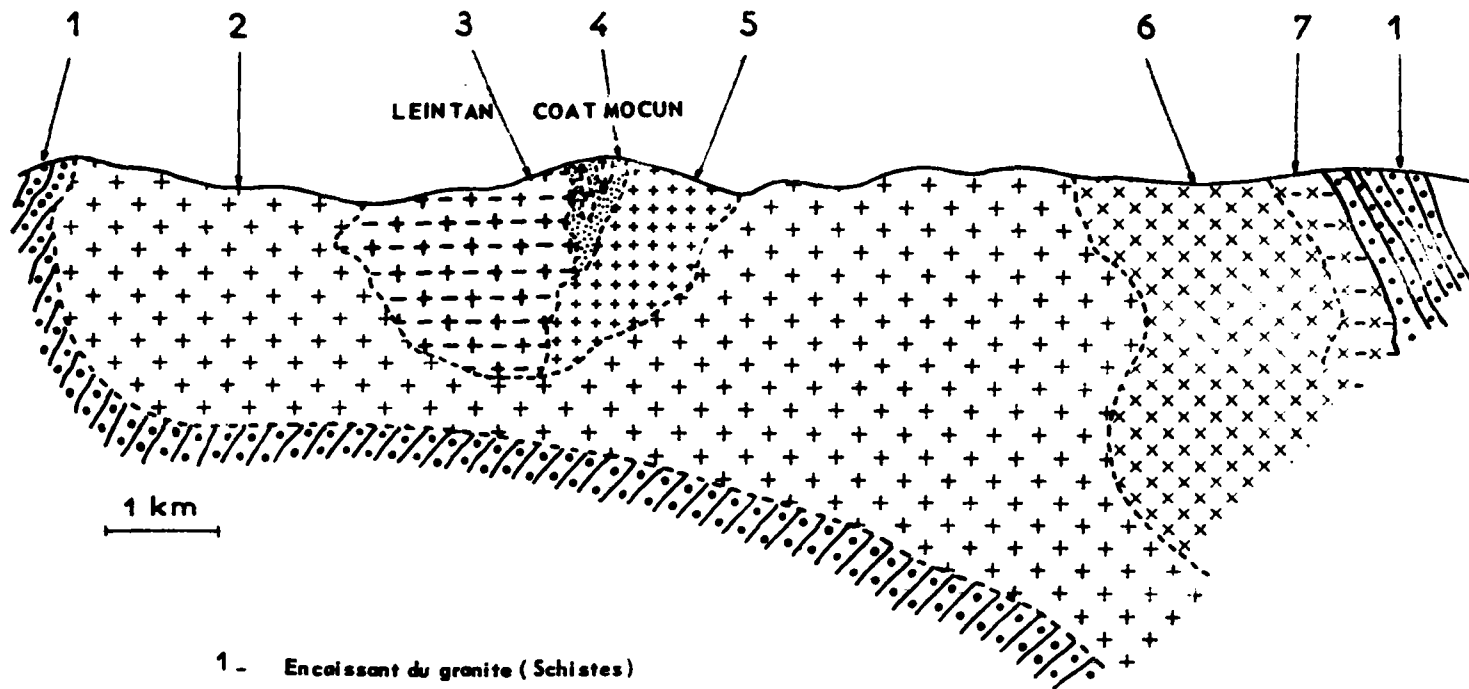
D'autres facteurs complètent la caractérisation d'un granite : les dimensions des grains, l'agencement des minéraux et leurs rapports mutuels. Ils affinent la classification précédente et soulignent le fait qu'à des caractéristiques différentes du matériau correspondent des utilisations particulières.

On distingue :

les granites à gros grain
les granites à grain moyen
les granites à grain fin
les granites porphyriques
les granites écrasés

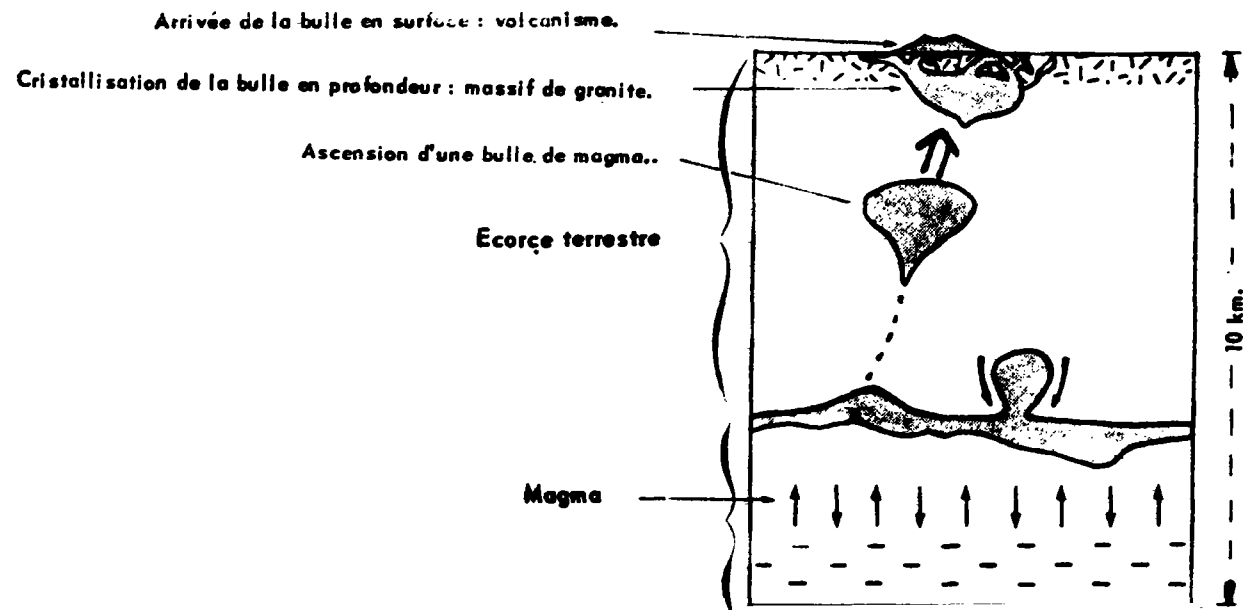
grains supérieurs à 1 cm
grains de 1 cm à 1 mm
grains inférieurs à 1 mm
cristaux de feldspaths très développés
orientation (et recristallisation) des minéraux

COUPE D'UN MASSIF GRANITIQUE (GRANITE DE HUELGOAT - F. CONQUERE)



- 1 - Encaissant du granite (Schistes)
- 2 - Granite porphyrique (de Huelgoat)
- 3 - Granite à deux micas, grain fin (de Leintan)
- 4 - Granite à grain très fin (de Coat-Mocun)
- 5 - Granite à mica noir (du Cloître)
- 6 - Granite à mica noir et gros grain (de la Feuillée)
- 7 - Granite à deux micas et gros grain (de Berrien)

HYPOTHESE DE FORMATION D'UN MASSIF GRANITIQUE



QU'EST-CE QU'UN MASSIF DE GRANITE ?

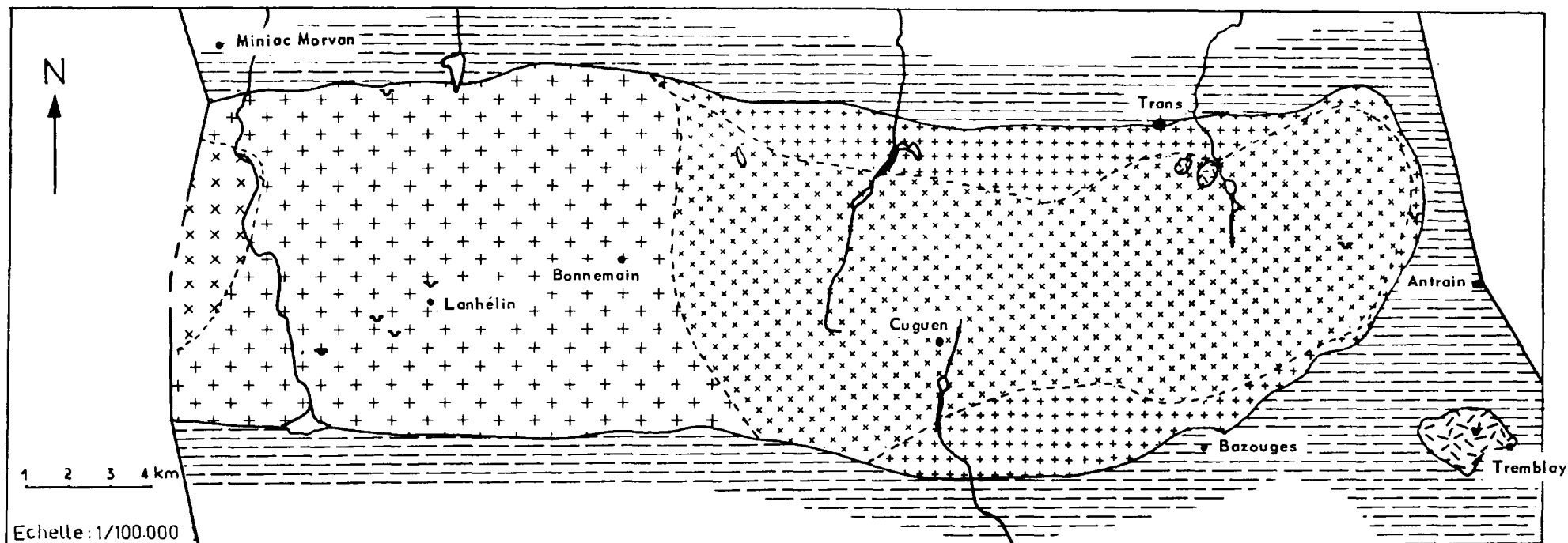
ALLURE GENERALE D'UN MASSIF

Les granites se présentent souvent sous la forme de massifs de plusieurs kilomètres aux contacts très nets avec leur encaissant. Ils proviennent de la cristallisation en profondeur de masses magmatiques, leur apparition à la surface de l'écorce terrestre étant due à l'érosion. Selon l'hypothèse de mise en place schématisée ci-contre, on remarque que les massifs granitiques peuvent être limités vers le bas par des "planchers" et faire place à d'autres types de roches. En Bretagne, les massifs sont profondément enracinés (quelques kilomètres) et les problèmes de réserves de matériau ne se posent pas.

Induits en erreur par les failles ou les hétérogénéités de leurs gisements, certains carriers pensent exploiter des "veines" ou "filons" de dimensions limitées. Un simple examen des *cartes géologiques* leur permettra de se faire une idée plus juste du massif qu'ils exploitent, montrant le plus souvent des possibilités d'extension plus grandes qu'ils ne le croient.

CARTE GEOLOGIQUE DU MASSIF GRANITIQUE DE BONNEMAIN (ILLE ET VILAINE)

M. JONIN



Légende :

Schistes.	Granite "bleu" à mica noir.	Granite "gris" à mica noir.	Granite écrasé à deux micas.
Schistes cristallins.	Granite "blanc" à mica noir.	Granite clair à deux micas.	

Le massif granitique de Bonnemain est composé de plusieurs types de granites cités en légende de la carte ci-dessus.

Seuls les leucogranites (granites de teinte claire à deux micas de Trans et du Tremblay) sont actuellement utilisés dans la construction, les bleus de Lanhélin (granites à mica noir) étant uniquement destinés au funéraire et au décoratif.

COMPOSITION D'UN MASSIF DE GRANITE

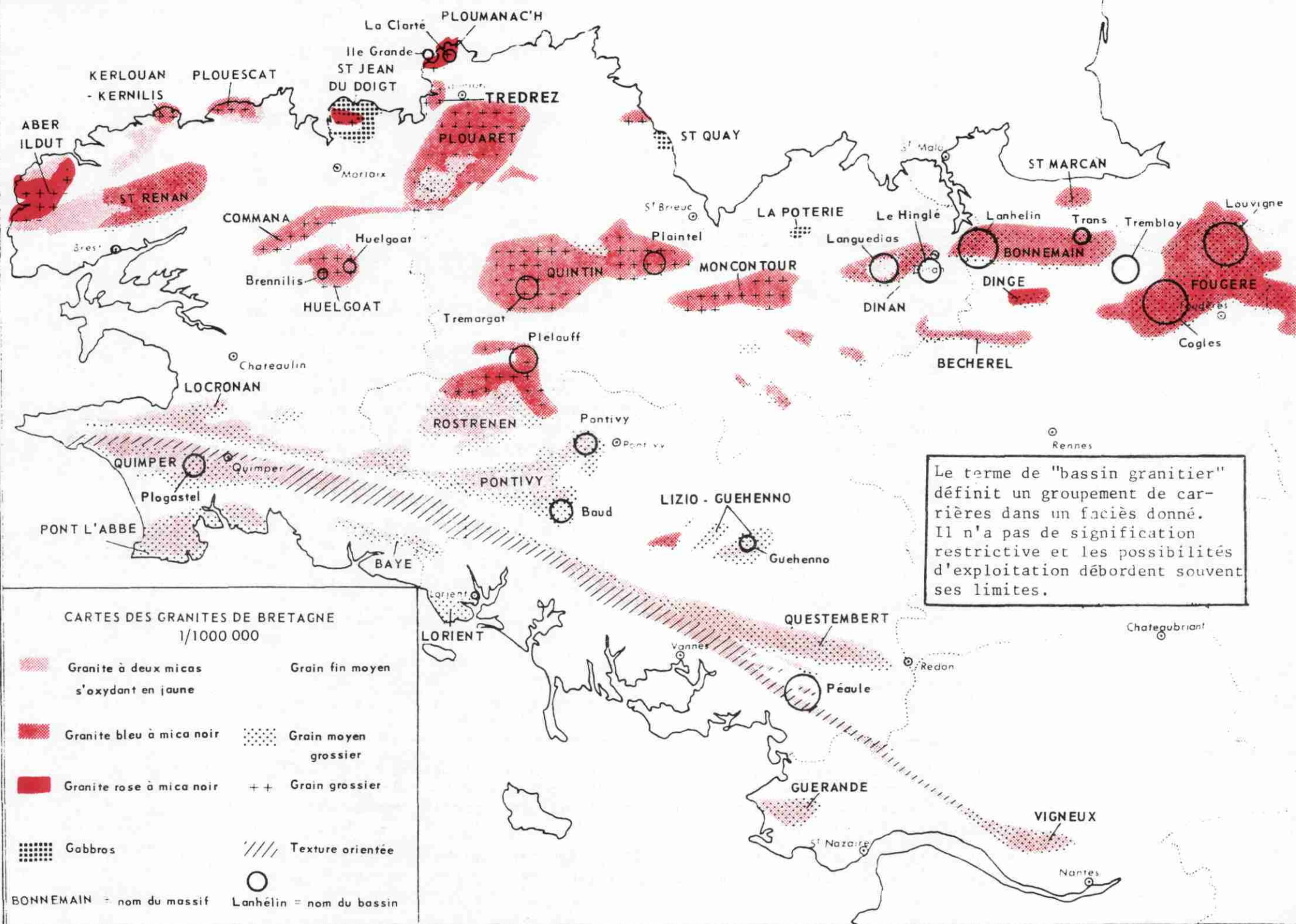
Les massifs granitiques sont rarement homogènes. Ils sont souvent constitués de plusieurs types de granites d'utilisations très diverses. C'est le cas du massif de BONNEMAIN (Ille-et-Vilaine) représenté sur la page ci-contre.

Les futures cartes géologiques à 1/50.000* -à la différence des levés anciens à 1/80.000- permettront de distinguer les principaux types de granites à l'intérieur des massifs**. De ce fait, elles seront d'un intérêt fondamental pour guider les recherches des exploitants.

Un certain nombre de carrières présentent des problèmes à l'extraction, dus à leur implantation sur la zone de transition entre deux granites de qualités différentes. Pour éviter de telles difficultés les carriers ont intérêt à faire établir un *plan détaillé* de leur gisement précisant les limites entre les différents types de granites, à l'aide de fouilles ou de sondages.

* Faute de fond topographique précis, la cartographie géologique à 1/50.000 de la Bretagne n'a été commencée qu'en 1967 et devrait être achevée vers 1990-95.
Liste des cartes intéressantes pour les granitiers à sortir prochainement :
HUELGOAT, CARHAIX, FOUGERES...

** Toutefois, certaines cartes à 1/50.000, levées par les universitaires dans le cadre d'une recherche fondamentale spécifique, ne font pas ces distinctions.



LES GRANITES DE BRETAGNE.

Le Massif armoricain est constitué de roches anciennes au sein desquelles les granites occupent une place importante.

DIFFERENTS TYPES DE GRANITE ET AUTRES ROCHES GRENUES DE BRETAGNE

Les granites se classent d'après la nature, les dimensions et l'agencement des minéraux (cf. page 1). A chaque *type* de granite correspond une *utilisation* commerciale spécifique (cf. chapitres suivants).

Il faut noter le cas particulier des *granites écrasés* qui, du fait de leur structure foliée, peuvent fournir des matériaux de dallage ou, si ils sont recristallisés (mylonites), des granulats utilisés pour la confection de bétons et la viabilité.

La carte ci-contre montre la répartition des divers types de granites. Outre les *granites à deux micas* et les *granites à mica noir*, on y distingue les *granites roses* (PLOUMANAC'H) et les *gabbros* qui sont des roches grenues, de couleur sombre, pauvres en quartz, pouvant présenter un intérêt particulier pour les carriers si elles se révèlent aptes à prendre un bon poli.

REPARTITION DES DIFFERENTS TYPES DE GRANITES ET AUTRES ROCHES GRENUES

Si les *granites à deux micas* présentent une répartition aléatoire dans le Massif armoricain, avec cependant une concentration en Bretagne méridionale, il n'en est pas de même pour les *granites à mica noir* qui se rencontrent principalement en Bretagne Nord. Les *granites roses à mica noir* constituent des massifs très localisés comme ceux de Ploumanac'h et de l'Aber Ildut. C'est également le cas des *gabbros* qui à ce jour n'ont jamais été exploités. Les *granites écrasés* (mylonites) suivent le tracé de grands accidents tectoniques affectant le Sud du Massif armoricain. Il faut aussi signaler les *kersantites*, autrefois exploitées, qui sont des roches filoniennes (non représentées sur la carte).

QU'EST-CE QU'UN GRANITE EXPLOITABLE ?

L'exploitabilité d'un gisement de granite dépend des besoins du marché, du prix des matériaux produits et donc de facteurs tels que le *rendement* d'une carrière. Celui-ci peut être défini par le rapport entre le volume de matériau utilisable et le volume de matériau extrait. Nous verrons ultérieurement que l'utilisation de méthodes géologiques modernes permet d'évaluer les rendements d'un futur site de carrière et donc de sélectionner les sites à plus fort rendement.

UTILISATION DES GRANITES

LA VIABILITE pavés, bordures de trottoirs, granulats.

LA CONSTRUCTION moellons tout venant, moellons équarris, produits ouvrés, granulats (bétons).

LES MONUMENTS en particulier les monuments funéraires.

LA DECORATION revêtements de façades par tranches sciées brutes ou polies.

CARACTERISTIQUES DES GISEMENTS IMPOSES PAR CES UTILISATIONS

Les utilisations précitées impliquent que la roche extraite possède des caractéristiques précises à l'origine de la bonne qualité d'un gisement.

Les granulats de viabilité doivent présenter des *caractéristiques très précises*. En règle générale les spécifications des granites sont peu favorables à la fabrication de tels granulats, mais il existe de nombreuses exceptions, en particulier les granites à grain fin (microgranites, aplites) et certains granites écrasés (mylonites).

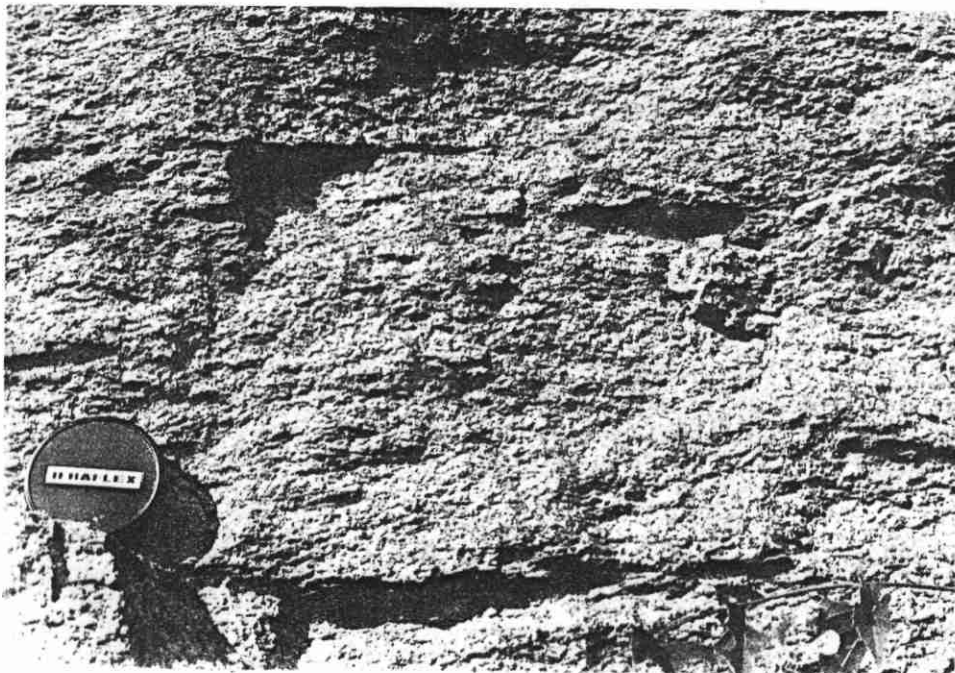
Les granites employés en *construction, monuments, décoration*, ne doivent pas être débités par la *fracturation naturelle* en blocs de trop petites dimensions. Au contraire les *fractures naturelles* du gisement doivent être suffisamment espacées pour permettre l'extraction de blocs homogènes de dimensions convenables (plusieurs mètres). De plus le matériau ne doit pas présenter d'hétérogénéité telles que la présence de *filons* ou *d'enclaves* (crapauds) et doit avoir dans certains cas une bonne aptitude au polissage.

Pour la *construction*, la mode est actuellement à l'utilisation des *granites jaune-beige-roux* résultant de l'oxydation superficielle des granites à deux micas gris ou blautés. Inversement, en ce qui concerne les *monuments funéraires*, la demande s'oriente vers des roches de teinte de plus en plus foncée*.

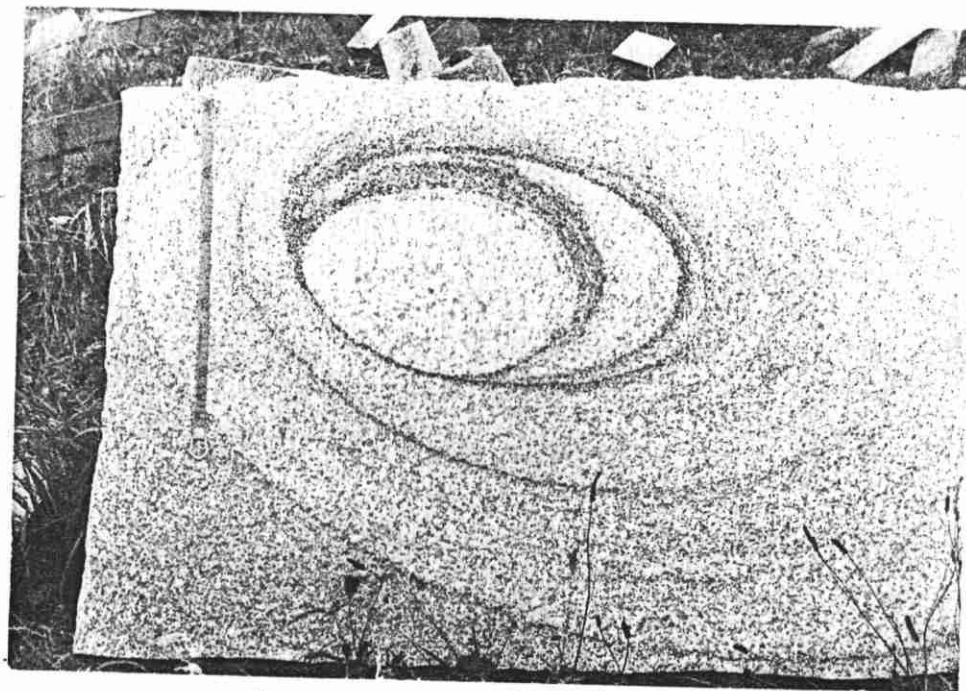
Les différents types de granites ont donc des possibilités d'utilisation étroites. C'est ainsi que des carrières produisant des pavés de teinte sombre, moins utilisés pour la viabilité, ont du mal à se reconvertir dans la construction, la clientèle n'acceptant que des granites aux teintes plus chaudes, jaune-beige-roux. Etroitement dépendante de l'évolution des techniques et de la mode, l'industrie granitière est particulièrement fragile. Il faut maintenir une réflexion permanente sur les problèmes que la modification constante des besoins imposent aux granitiers. Une bonne connaissance des caractéristiques des gisements bretons est pour cela nécessaire.

* Les roches les plus prisées pour cette utilisation sont celles dites "granits noirs d'Afrique du Sud". Il s'agit en réalité de norites (variété de gabbros) exploitées dans le complexe basique du Bushveld, célèbre par ses mines de platine.

HETEROGENEITES INCOMPATIBLES AVEC UNE EXPLOITATION



Phénomène de «Forte-feuille»



Mouches tourbillonnaires de mica noir

COMPOSITION, COHESION, HOMOGENEITE ET EXPLOITABILITE DES GRANITES.

Toute roche peut se définir par certaines caractéristiques, notamment :

- la couleur,
- la composition minéralogique,
- les dimensions, formes et agencements des grains.

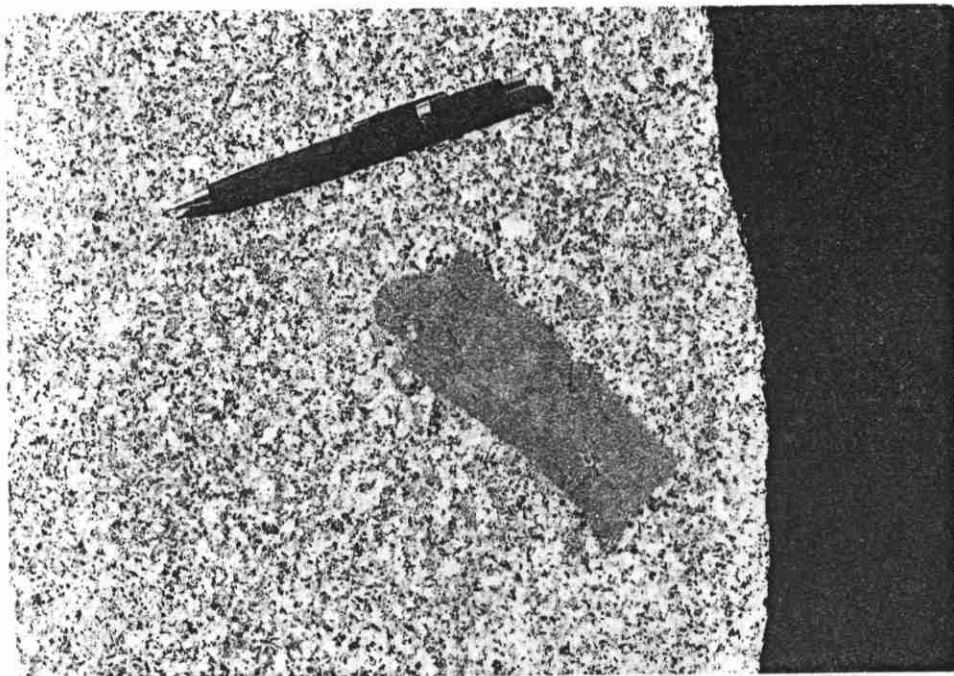
L'utilisation commerciale dépend directement de ces caractéristiques :

la couleur : les granites clairs sont traditionnellement utilisés en construction alors que les sombres servent surtout à la confection de monuments et tranches sciées ornementales.

la composition minéralogique : le rapport éléments colorés sur éléments blancs définit la teinte globale de la roche. La présence de minéraux facilement altérables (pyrite de fer, cordiérite) écarte des sites par ailleurs favorables en provoquant une altération particulière (marronage) ou bien des trainées de rouille s'échappant de fissures minéralisées dès que la roche est exposée aux intempéries.

les dimensions, les formes et l'agencement des grains : ils peuvent favoriser le succès d'un type particulier de granite (granite à très gros grains imbriqués de Ploumanac'h) ou interdire totalement un gisement dans le cas du phénomène de "fortefeuille" du bassin du Rouvre en Lanhélin, se manifestant par une micro-fissuration de la roche empêchant un bon poli. Des concentrations particulières de micas noirs ou de cordiérite provoquent l'apparition d'hétérogénéités (*mouches*) au sein de la roche et la rendent inutilisable.

HETEROGENEITES INCOMPATIBLES AVEC UNE EXPLOITATION



Enclave



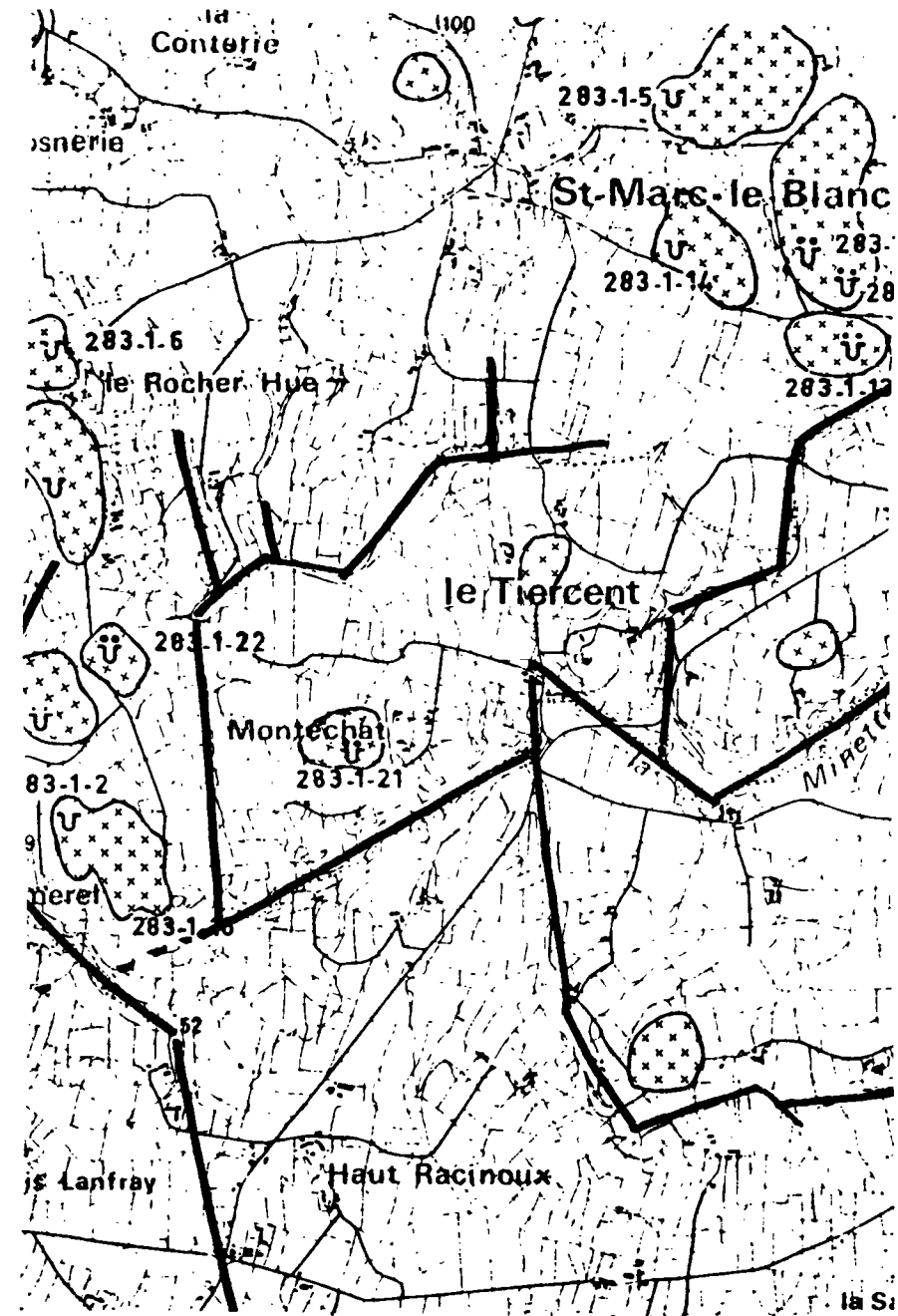
Filon

Il est commode d'ajouter à ces caractéristiques la notion d'Indice de détérioration, de manière à évaluer le degré d'altération et de micro-fissuration de la roche.

Cet *Indice de détérioration* se calcule à partir de l'observation microscopique de lames minces de roches où l'état de fraîcheur de chaque grain est estimé par un nombre de 0 à 4. Estimé sur plusieurs centaines de grains minéraux (4 à 500 par lame mince), ce nombre rend compte de l'état d'altération et de fissuration de la roche.

A côté des qualités intrinsèques du matériau, il est nécessaire de déterminer à l'échelle d'un futur site de carrière, la présence d'accidents tels les *filons* et les *enclaves*. Les *filons* (de quartz, de microgranites ou diabases...) perturbent les gisements et les rendent inexploitable sur des volumes parfois importants. Les *enclaves* (crapauds) *, résidus d'anciennes roches sédimentaires plus ou moins fondus dans le magma, ont une distribution souvent aléatoire. Seule une cartographie détaillée et un traitement statistique des données permettraient de cerner les zones perturbées.

* Ce terme de "crapaud" un peu rebutant pour le client non initié pourrait avantageusement être remplacé par celui de "noeud" déjà utilisé par les granitiers francophones du Québec.

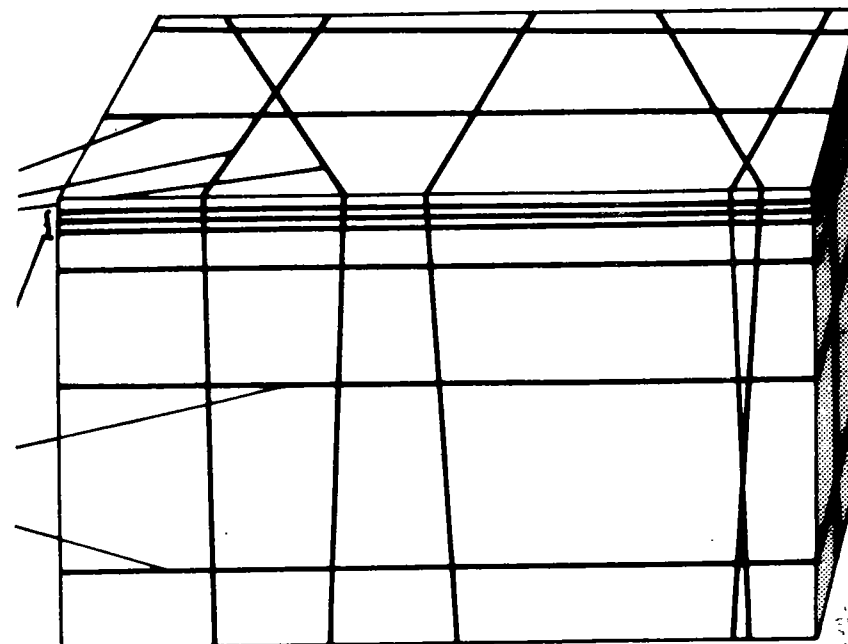


FAILLES ET ZONES SUB-AFFLEURANTES DELIMITEES
PAR ETUDE DE PHOTOS AERIENNES

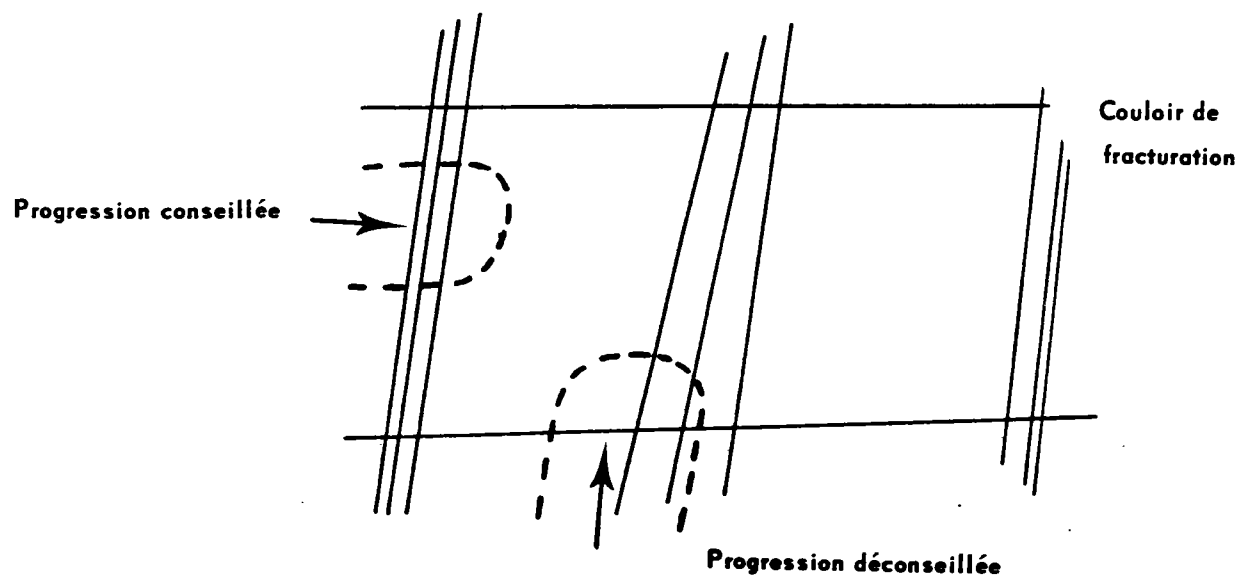
3 familles de fractures
sub-verticales

Exfoliation de surface

1 famille de fractures
sub-horizontales



FRACTURATION A L'ECHELLE DE LA CARRIERE



COULOIRS DE FRACTURATION ET PROGRESSION DE L'EXPLOITATION

FRACTURATION ET EXPLOITABILITE DES GRANITES.

La qualité d'une carrière dépend des caractéristiques intrinsèques de la roche et du gisement que nous venons de décrire (faciès de la roche, filons, enclaves) mais aussi pour une très grande part de la *fracturation*.

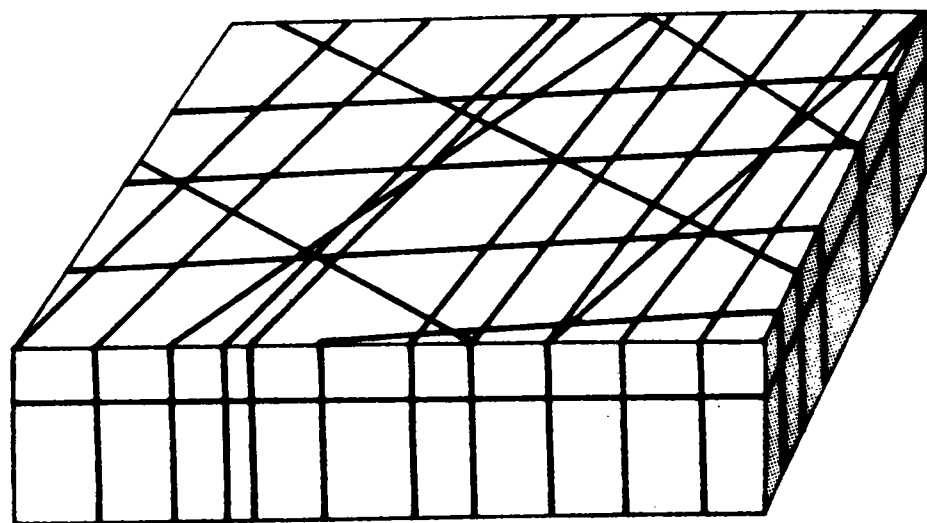
La fracturation d'un massif granitique correspond à :

- l'existence d'un réseau de FAILLES d'extension kilométrique,
- la présence d'un réseau de FRACTURES métriques ou décamétriques se groupant généralement en familles : une famille de fractures sub-horizontales et deux ou trois familles de fractures subverticales, chaque famille étant composée par l'ensemble des fractures ayant la même direction et même pendage. De plus, l'écartement de ces fractures n'étant pas toujours très régulier, elles se groupent souvent en COULOIRS DE FRACTURATION séparant des secteurs non fracturés.

Les meilleures conditions d'exploitabilité correspondent à une densité minima de fractures et à plus forte raison de failles. Plus exactement les dimensions des blocs extraits dépendent de deux facteurs :

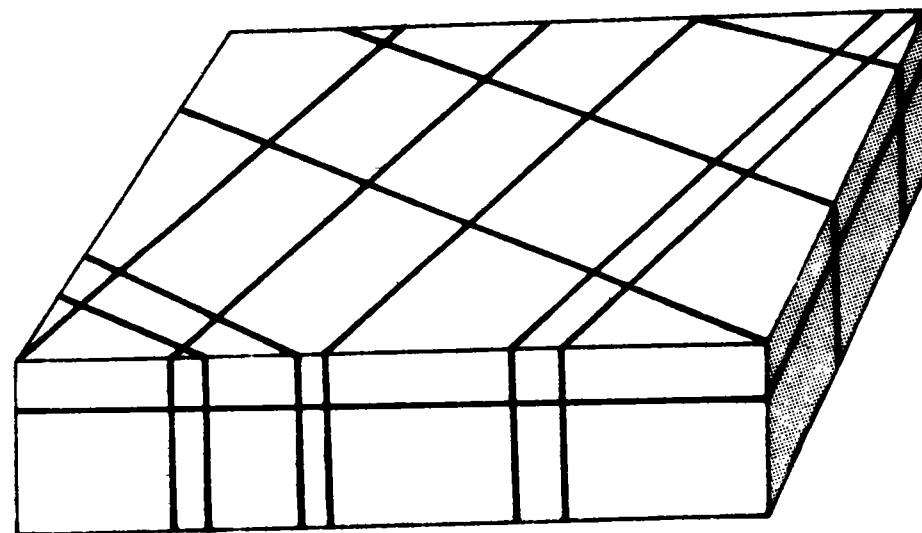
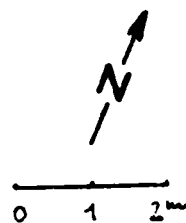
- *l'écartement des fractures dans chaque famille de fractures,*
- *le nombre de familles de fractures.*

Lors d'une prospection de nouveaux sites de carrière, il faut sélectionner les zones exemptes de failles, où le nombre de familles de fractures est le plus réduit possible et l'écartement de ces fractures maximal, en évitant les couloirs de fracturation. S'ils existent il faut progresser lors d'une ouverture de carrière, perpendiculairement à leur direction de manière à rencontrer les zones peu fracturées que ces couloirs séparent (cf. schéma ci-contre).



Paramètre structural (1.4)

MAUVAIS



Paramètre structural (0,5.2)

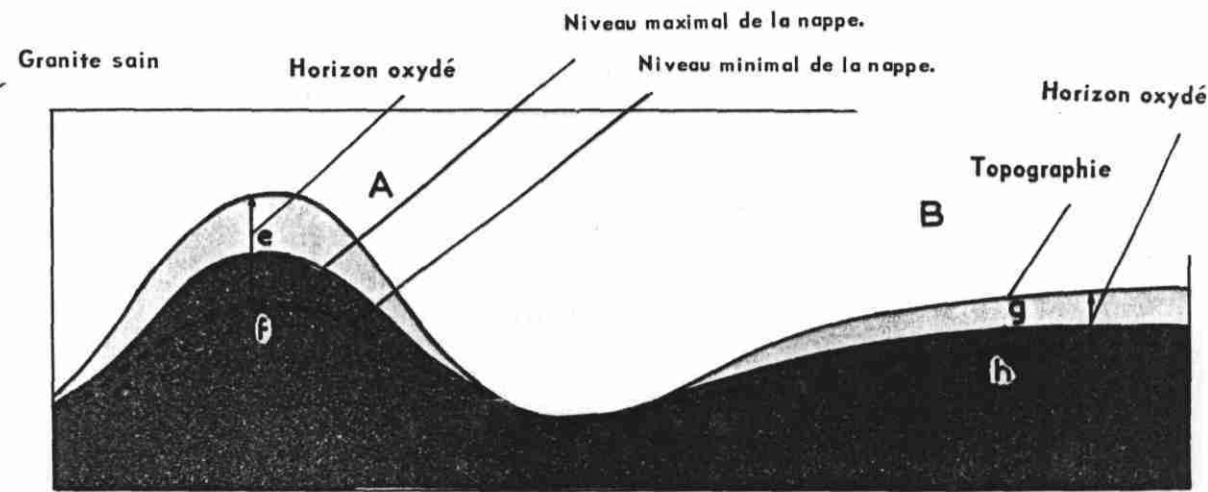
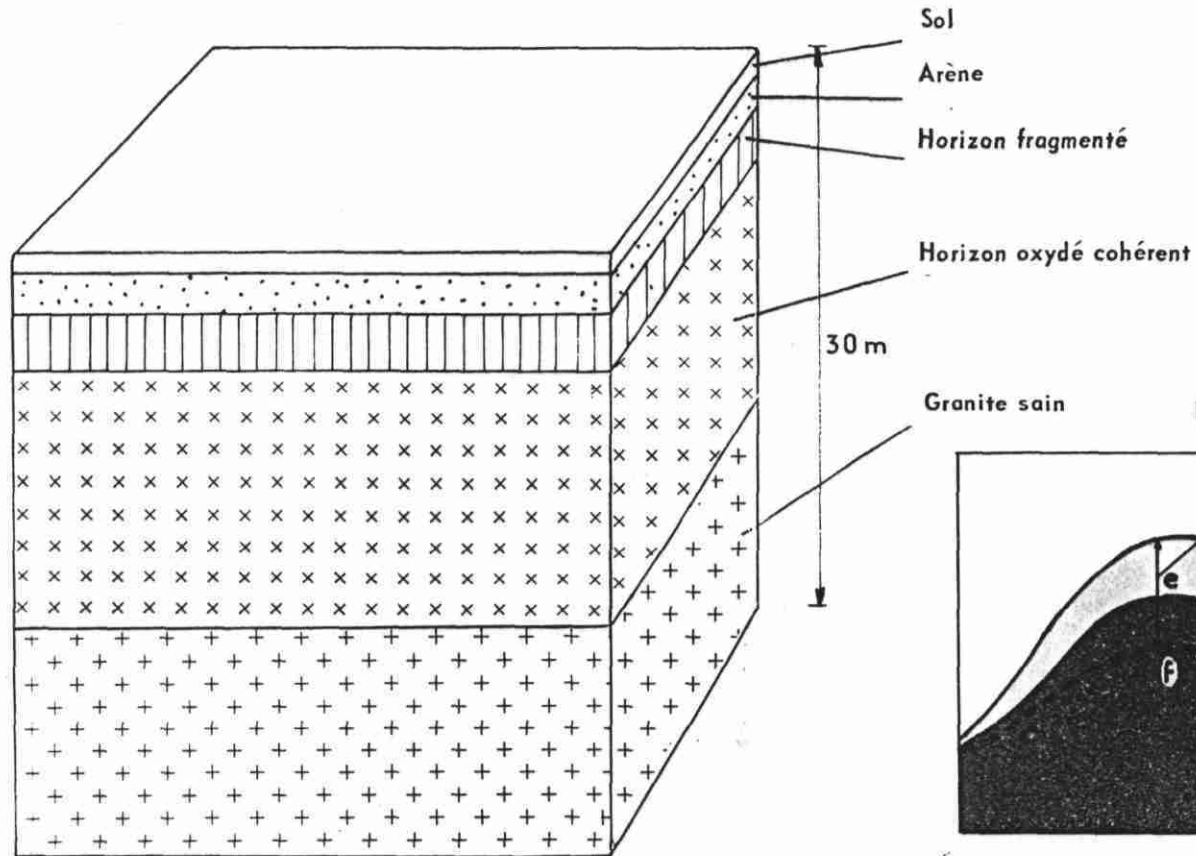
BON

A grande échelle le repérage de failles est réalisé par l'étude stéréoscopique de *photographies aériennes* éventuellement complétée par un traitement à l'analyseur d'images permettant de mieux cerner que l'oeil humain les secteurs à faible densité de failles. Cette étude photogéologique oriente les levés de terrain sur les secteurs les moins faillés et les mieux affleurants, donc à priori les moins fracturés à l'échelle du site de carrière.

L'analyse structurale de terrain va permettre la comparaison des différents secteurs étudiés. Pour plus de commodité dans cette comparaison, nous avons établi la notion de Paramètre structural caractérisé par deux chiffres, par exemple 2. 3. Cela signifie qu'il y a en moyenne 2 fractures subverticales au mètre et que ces fractures subverticales se répartissent en 3 familles distinctes*.

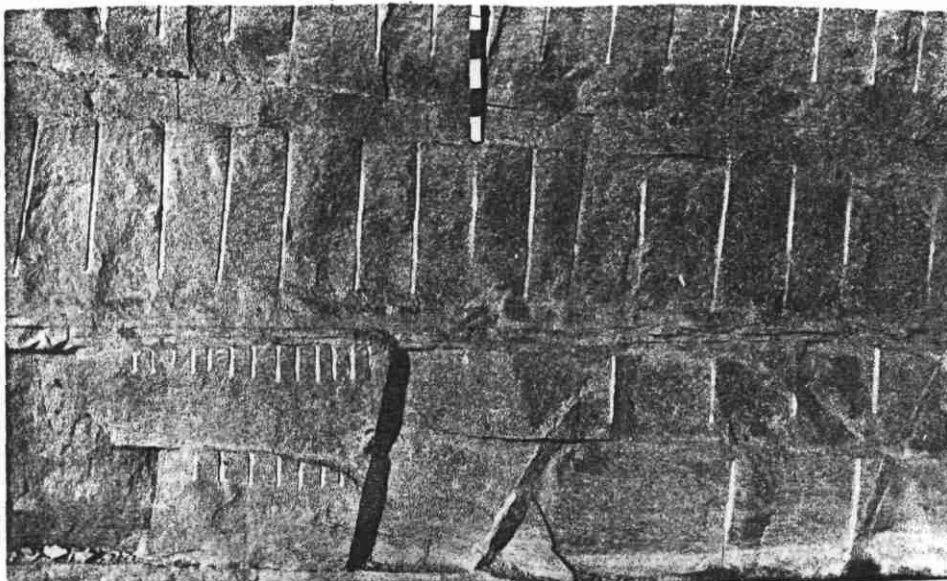
Un Paramètre structural caractérisé par deux chiffres de faibles valeurs correspond donc à une densité de fracturation faible, d'où possibilité d'extraction de blocs de dimensions importantes. Les secteurs les plus favorables à l'ouverture de carrière correspondront donc à des secteurs ayant le plus faible Paramètre structural possible.

* Il n'y a pas lieu de faire intervenir les fractures horizontales dans le concept de paramètre structural. En effet, en profondeur, leur écartement supérieur au mètre facilite même l'extraction des blocs. En surface cet écartement se resserre au point d'interdire la production des blocs, c'est le phénomène "d'exfoliation", permettant parfois la production de dalles.



BATTEMENT DE LA NAPPE

ALTERATION D'UN GRANITE A DEUX MICAS



Exemple de fractures horizontales d'espacement métrique favorisant la formation de l'horizon oxydé.

ALTERATION ET EXPLOITABILITE DES GRANITES.

Les granites clairs à deux micas et les granites à mica noir s'altèrent de façon très différente au contact des agents atmosphériques.

ALTERATION DES GRANITES A DEUX MICAS

L'altération des granites à deux micas est caractérisée par :

- la faible épaisseur de la zone désagrégée en sables (arène granitique),
- l'existence d'un *horizon oxydé* cohérent provenant de l'altération des micas noirs du granite sain. Cet horizon de teinte jaune-beige-roux est d'épaisseur très irrégulière, variant de quelques mètres à une quinzaine de mètres.

Les carriers cherchent à ouvrir leurs exploitations dans les endroits où l'épaisseur de granite oxydé est la plus importante ; en effet les teintes chaudes de ce granite oxydé* sont très demandées pour la construction de maisons individuelles, de cheminées et même de plaques sciées.

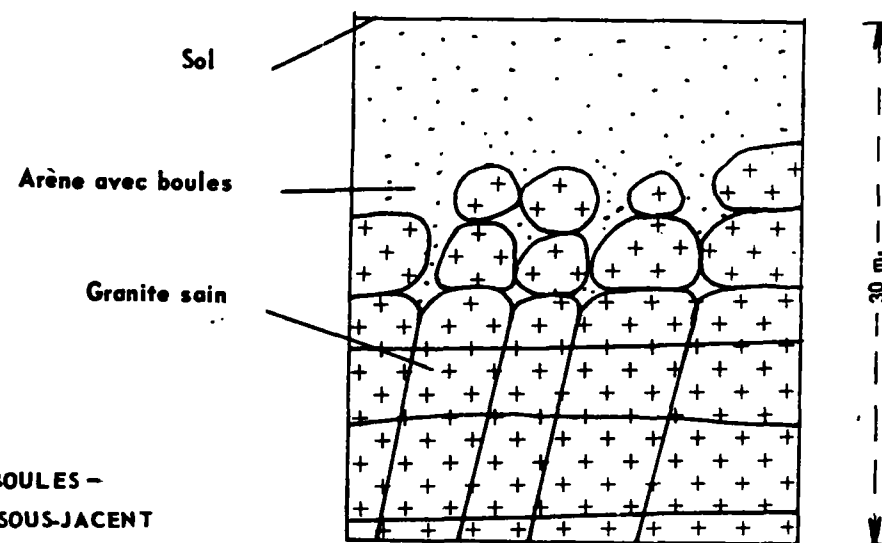
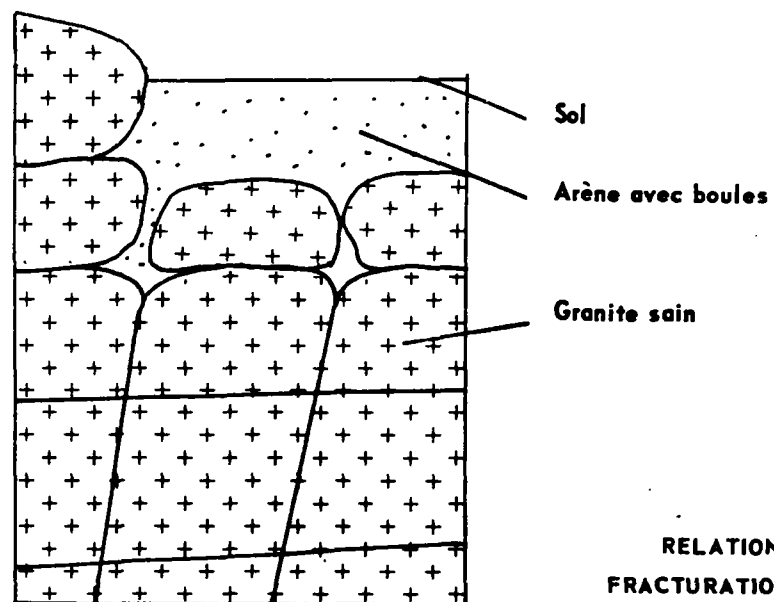
Cette altération est provoquée par la circulation de l'eau et doit être accentuée par le battement de la nappe, c'est-à-dire la variation saisonnière du niveau de l'eau dans la roche. Elle progresse à partir des fractures de la roche et principalement des *fractures horizontales* qui, quand elles sont bien individualisées et à espacement métrique, permettent l'existence d'un horizon oxydé cohérent exploitable.

Ce battement de la nappe est maximal sur les sommets des reliefs et d'autant plus important que le relief est accentué ; lors d'une prospection il faut donc considérer comme secteur prioritaire le sommet des reliefs les plus accusés**.

* Différents réactifs (oxydants) ont permis d'obtenir artificiellement cette teinte en laboratoire. Le peroxodisulfate de sodium en pH élevé (pH = 9) donne les meilleurs résultats. Des essais en vraie grandeur sont actuellement tentés.

** Ce guide de recherche est valable en Bretagne où les reliefs sont mous. Il faut éviter de l'appliquer à une région à fort relief (Massifs alpins par exemple).

ALTERATION D'UN GRANITE A MICA NOIR



RELATION VOLUME DES BOULES -
FRACTURATION DU GRANITE SOUS-JACENT

ALTERATION DES GRANITES A MICA NOIR

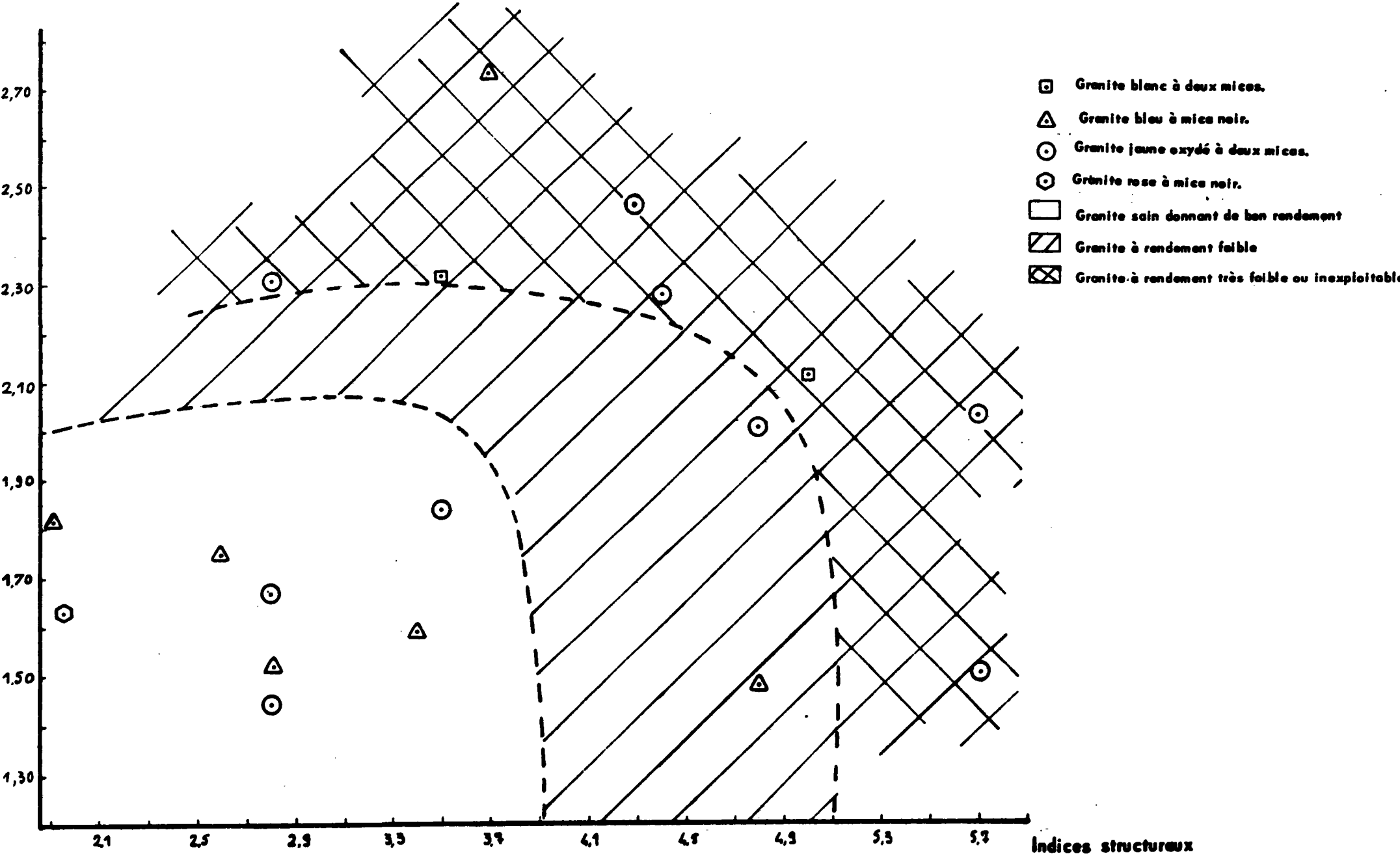
Elle est différente de celle des granites à deux micas et caractérisée par :

- l'existence d'un horizon arénisé important,
- l'absence d'horizon oxydé exploitable,
- la présence de boules de granite sain à l'intérieur de l'horizon arénisé qui apparaissent en relief lorsque l'érosion a entraîné les arènes.

Il faut remarquer ici que les dimensions des boules sont en corrélation avec celles des blocs naturels délimités par les fractures du granite sous-jacent. C'est à partir de ces fractures que s'est développée préférentiellement l'altération à l'origine des boules.

Il y a donc là un guide de prospection permettant, à partir du volume et de la forme des boules en surface, d'estimer la densité de fracturation du granite sain sous-jacent.

Indices de détérioration.



COMPARAISON GRAPHIQUE DES CARRIERES ET DES FUTURS SITES.

Comme nous l'avons précédemment exposé, l'exploitabilité d'un granite est fonction de plusieurs paramètres, les uns caractérisant les qualités intrinsèques du matériau (couleur, composition minéralogique, dimensions et agencement des grains), les autres dépendant de caractères acquis postérieurement à la mise en place du massif (failles, fractures, altération). Si les premiers peuvent se décrire facilement à partir d'affleurements de surface de qualité médiocre, il est indispensable pour qualifier les seconds, de posséder des informations de très bonne qualité à partir d'*exploitations déjà ouvertes*, de *fouilles* ou de *sondages* ou de très *bons affleurements*.

Chaque site se trouve caractérisé par un couple de valeurs qu'il est possible de situer par rapport à deux axes de coordonnées. Le diagramme* obtenu sur quelques carrières (fig. ci-contre) montre un regroupement de celles-ci en fonction de leur rendement et indépendamment du faciès exploité. Les sites à bon rendement possèdent un Indice de détérioration*** inférieur à 2 et un Indice structural** inférieur à 4. L'application systématique d'une telle méthode permet la comparaison des sites et donc leur sélection.

-
- * Un tel diagramme est obtenu empiriquement. Un plus grand nombre de mesures permettra de l'affiner.
 - ** Le Paramètre structural d'un gisement se caractérise par deux chiffres, par exemple (2. 3.) où 2 est le nombre de fractures au mètre et 3 le nombre de familles. Dans le diagramme ci-contre, les valeurs des Indices structuraux portées en abscisses correspondent à la somme des deux chiffres, dans le cas présent : $2 + 3 = 5$.
 - *** L'Indice de détérioration caractérise le degré d'altération et de fissuration d'une roche, il est défini par un nombre de 0 à 4 grâce à l'étude microscopique de lames minces.

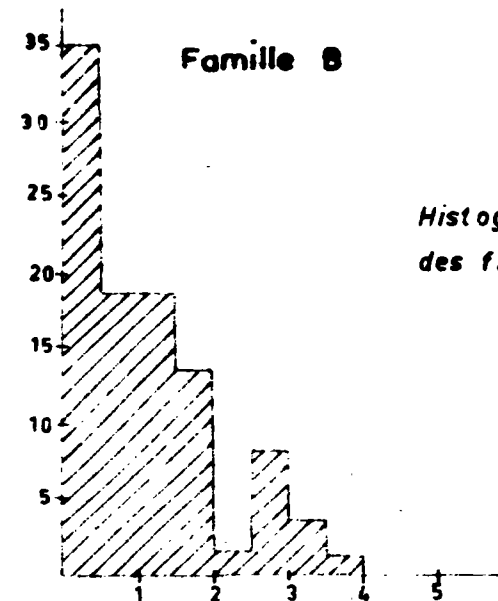
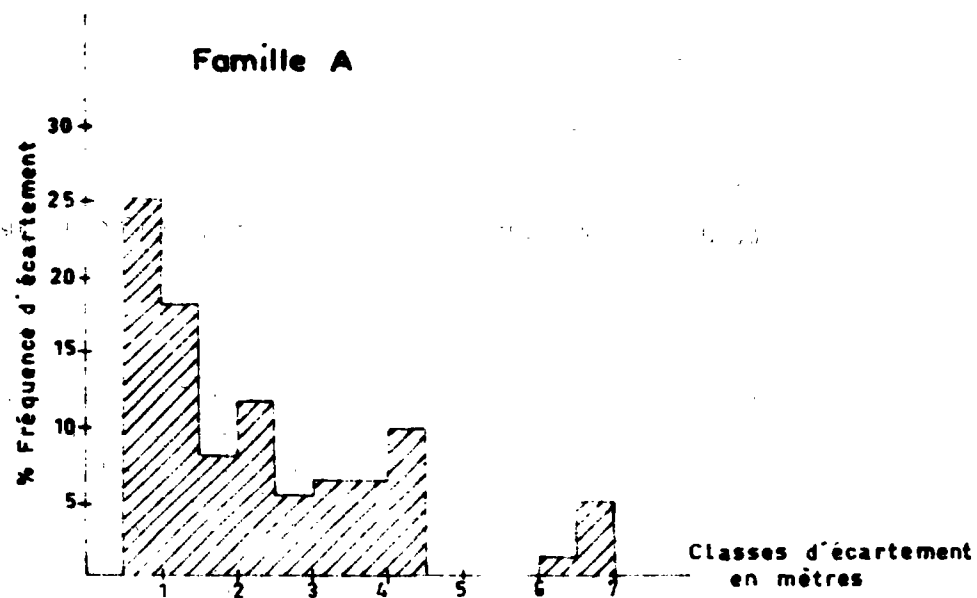


Fig. 1 et 2

Histogrammes de fréquence
des familles A et B

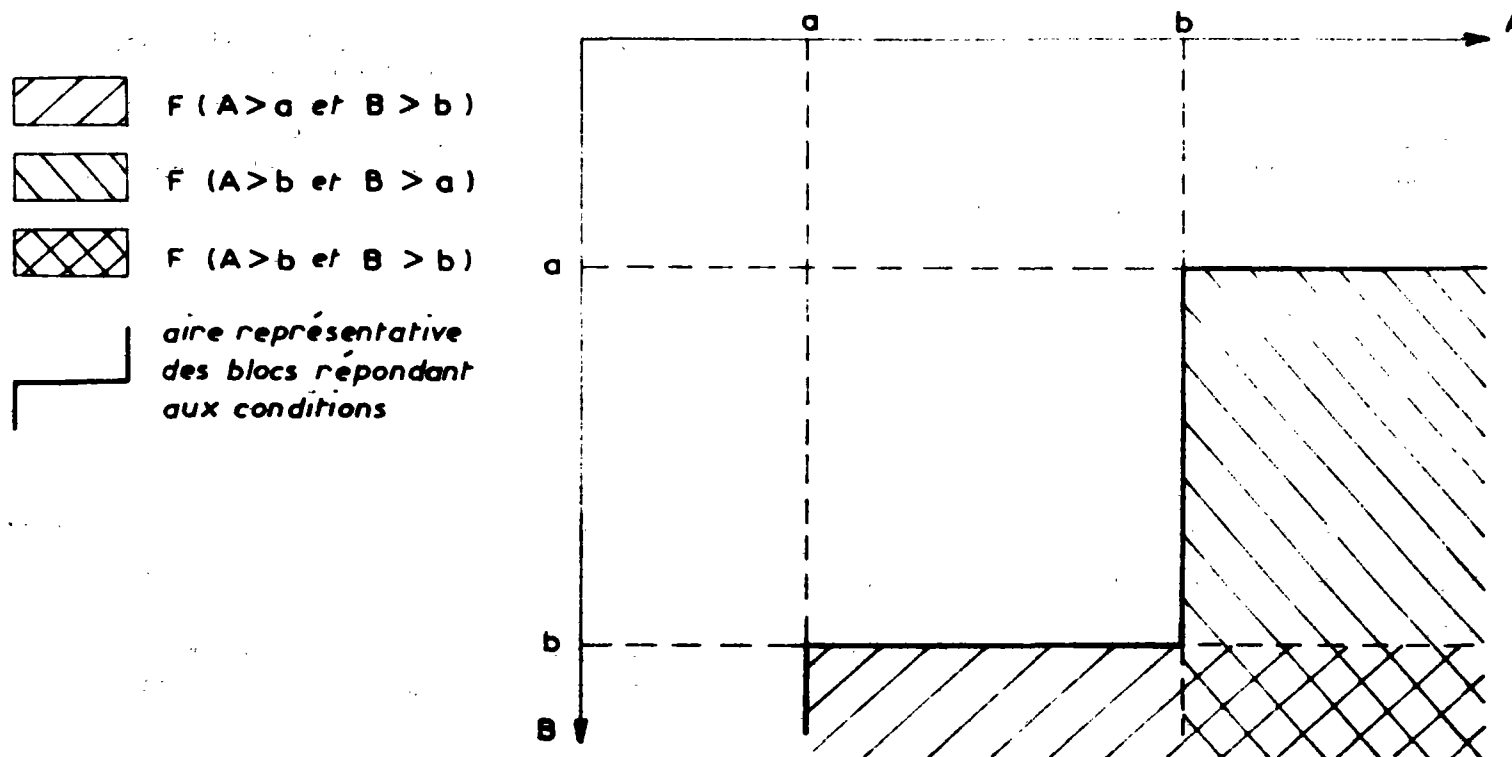


Fig. 3

Recherche graphique des blocs de
dimensions au moins égales
à $(a \times b)$

EVALUATION DU RENDEMENT D UNE CARRIERE

La notion d'exploitabilité d'une carrière destinée à la pierre de taille est directement dépendante de celle de rendement (rapport du volume de matériau utilisable au volume de matériau extrait), difficile à calculer. Une analyse structurale détaillée, complétée par un calcul statistique simple permet cependant d'évaluer ce rendement par rapport au bloc minimal utilisable défini par le carrier.

Méthode de calcul

La méthode consiste à mesurer, par famille de fractures, les valeurs des divers écartements rencontrés, à les regrouper par classes (0-0,5 m, 0,5-1 m, etc) et à calculer les fréquences correspondantes. Les résultats sont alors présentés sous forme *d'histogrammes de fréquence*.

Ainsi dans l'exemple présenté ci-contre, pour la famille A, l'écartement 1-1,5 m apparaît dans 18 % des cas, pour la famille B, l'écartement 1,5-2 m apparaît 14 fois sur 100.

Les blocs produits par une carrière sont des volumes délimités par des fractures, et un bloc de dimension $a \times b \times c$ apparaîtra chaque fois que les fractures des familles A, B (subverticales) et C (horizontale) posséderont en même temps un écartement a ou b ou c . Il est donc possible de passer de la notion de *fréquence d'écartement* à la notion de *fréquence d'existence des blocs*.

La fracturation horizontale présentant un gradient décroissant avec la profondeur (le nombre des joints horizontaux diminue avec la profondeur) et les écartements étant évaluable visuellement pour une tranche d'exploitation (inférieur à 5 m dans le cas général), cette famille ne sera pas traitée par le calcul statistique.

La famille C étant horizontale, le calcul se ramène à l'estimation de la fréquence d'une section de dimension a x b. La formule générale de calcul sera de la forme :

$$F(a \times b) = F(A > a \text{ et } B > b) \text{ ou } F(A > b \text{ et } B > a)$$

soit avec $b > a$:

$$F(a \times b) = [F(A > a) \cdot F(B > b)] + [F(A > b) \cdot F(B > a)] - [F(A > b) \cdot F(B > b)]$$

Application à un réseau de fracturation simple

Dans les carrières de granite où il n'existe que deux familles de fractures subverticales (A et B), et une famille subhorizontale (C). tous les blocs produits sont parallélipédiques.

Les écartements de la famille C étant évalués par moyenne, on cherche à estimer en deux dimensions, la fréquence d'existence d'une surface (quadrilatère) de dimensions fixées par l'exploitant.

Ainsi pour la carrière traitée en exemple (fig. 1 et 2), la fréquence d'un quadrilatère de dimensions au moins égales à 1 m par 1,5 m est de :

$$(0,75 \times 0,29) + (0,57 \times 0,47) - (0,57 \times 0,29) = 0,32 \text{ soit } 32 \%$$

Si l'écartement des fractures horizontales est suffisant le rendement de la carrière par rapport au *bloc minimal utilisable défini*, sera donc de 32 %.

Application à un réseau de fracturation complexe

L'apparition d'une troisième famille de fractures (D) subverticales perturbe la régularité de la forme des blocs qui prennent en section, les formes géométriques suivantes :

- triangle
- quadrilatère
- pentagone
- hexagone

et ce, en fonction de l'orientation relative des fractures et de leur écartement en un point donné. Cependant, quelques aménagements dans le calcul permettent de le ramener à des cas simples qui se traitent comme le précédent.

ROLE DE LA GEOPHYSIQUE, DES FOUILLES ET DES SONDAGES DANS LA PROSPECTION.

Les conditions d'affleurement des granites sont souvent très mauvaises en Bretagne et impliquent l'utilisation de méthodes particulières permettant une meilleure connaissance du sous-sol, éventuellement testées sur les exploitations actuelles ou abandonnées des environs.

Ces méthodes étant relativement onéreuses il faut, dans chaque cas particulier de recherche, conseiller les exploitants sur celle à employer en priorité. Nous décrivons ci-dessous les méthodes les plus usuelles.

DECAPAGE A LA PELLE MECANIQUE

Il n'est pas utile d'effectuer un décapage total de la surface à étudier, mais quelques tranchées de deux mètres de large et de directions perpendiculaires permettront d'avoir une idée de la *fracturation en surface*, ceci pour n'importe quel type de granite.

LES METHODES GEOPHYSIQUES DE SURFACE (électriques, sismiques)

Les méthodes géophysiques de surface mettent en évidence différentes caractéristiques, notamment l'*épaisseur de stérile* et l'existence de *grandes failles*.

FORAGES PERCUTANTS (marteau en tête ou marteau fond-de-trou)

Ils peuvent être très utiles dans le cas de la recherche de *granites jaune-beige-roux* pour appréhender l'épaisseur de l'horizon oxydé. En effet la couleur de la roche forée est marquée par la couleur des poussières ou "cuttings" remontant du sondage. Ils peuvent être complétés par des diagraphies d'avancement (enregistrement automatique de la vitesse d'avancement) en relation avec la dureté et l'état de fracturation.

FORAGES CAROTTES

Ils sont à utiliser, bien que très onéreux, dans certains cas, les autres tests de bonne qualité du gisement étant faits et positifs, car ils permettent, s'ils sont correctement implantés et étudiés, la connaissance exacte de la *densité de fracturation* et des qualités intrinsèques de la roche en profondeur.

LES DIAGRAPHIES SONIQUES*

Bien que très prometteuse, cette technique n'a pas été testée pour la recherche de pierre ornementale, son coût élevé rend difficile les possibilités d'expérimentation.

* Les diagraphies sont des méthodes géophysiques pouvant se mettre en place à partir de forages percutants

ANALYSE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT D'UNE CARRIERE

Nuisances induites par <div>Sur le Milieu</div>	Milieu humain			Milieu physique construit				Voies de communications				Milieu naturel		Environnement culturel			Eaux			Remarques		
	Habitants permanents	Travailleurs	Estivants	Ville	Village, bourg	Hameau	Résidence principale isolée	Groupe scolaire, usine, bureaux, etc.	Route à grande circulation	Route à petite circulation	Chemin vicinal	S.N.C.F.	Agriculture	Sylviculture	Monument historique, site classé ou inscrit	secteur sauvegardé	Parc naturel, réserve, forêt domaniale	Zone touristique, plage, etc.	Rivière	Eau souterraine non captée	Captage(puits, forage)	
Visibilité du site																						
Poussière																						
Bruit																						
Déchets																						
Danger (chute de pierre, bords instables)																						
Nuisances non précisables (facteurs psychologiques)																						- Nuisance nulle + " légère ++ " grave 0 " prohibitive

ENVIRONNEMENT ET EXPLOITABILITE D'UN GISEMENT.

Au moment de l'ouverture d'une carrière, il est important de bien cerner les rapports qui s'établiront entre elle et son environnement, tant pendant l'extraction qu'au moment de sa fermeture et de son réaménagement.

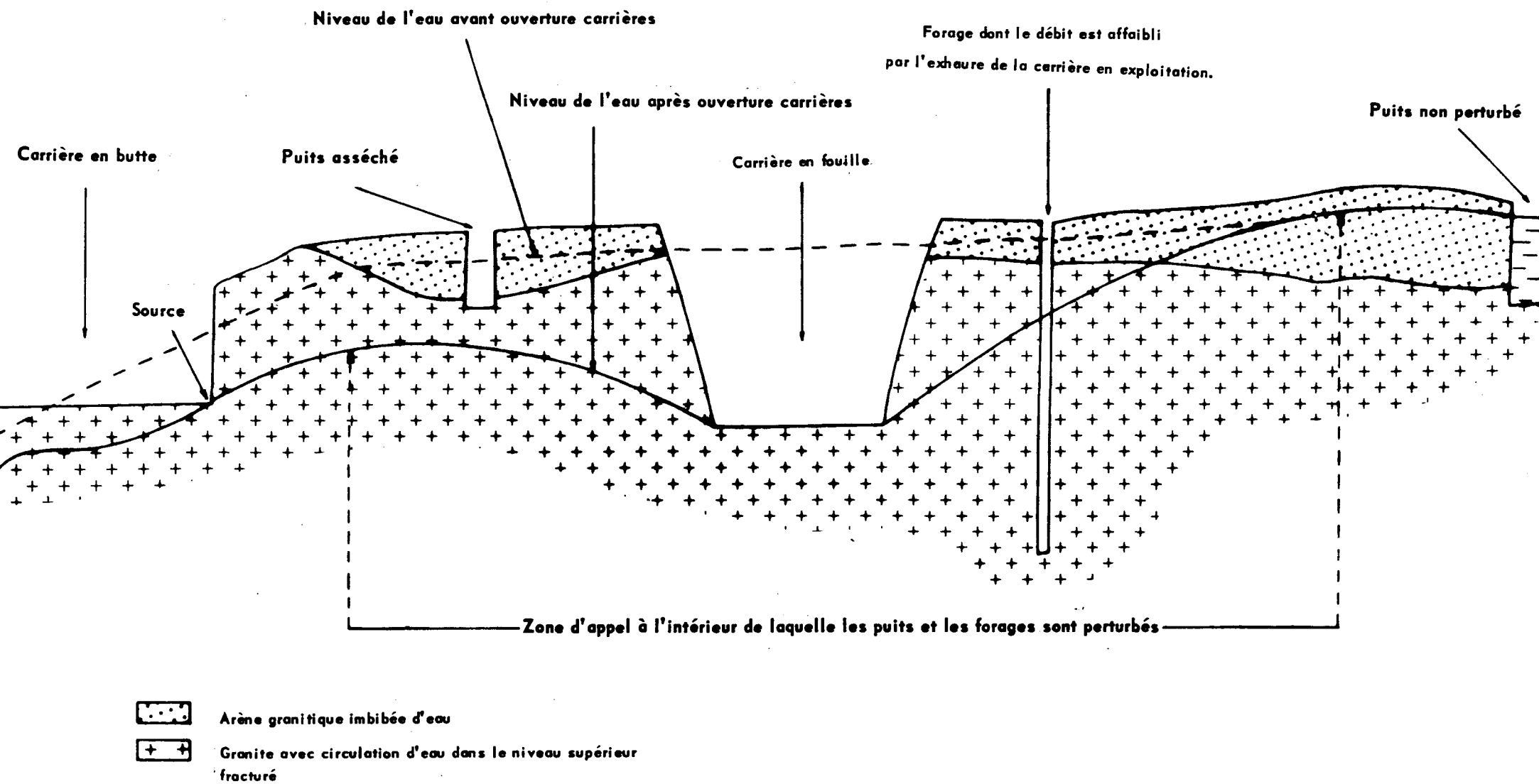
Un mauvais impact sur l'environnement peut entraîner la fermeture d'une carrière ou gêner son exploitation. Les industriels ont donc tout intérêt à ne pas négliger ce facteur de choix. Afin de faciliter cette démarche, les différents rapports entre la carrière et son environnement ont été consignés dans le tableau ci-contre.

REAMENAGEMENT

De nombreuses carrières sont à réaménager dans le Massif armoricain. Pour ce faire, après avoir réglé les problèmes de sécurité évidemment primordiaux, de nombreuses solutions existent :

- zones de loisirs : parcs, stade, aire pour les jeux de ballon, sports équestres, motocross, tir, etc.
- plan d'eau pour le nautisme quand la mise en eau est possible,
- réservoir d'eau pour l'alimentation humaine ou l'agriculture,
- reboisement ou remise en culture après éventuel comblement, etc...

INFLUENCE D'UNE CARRIERE SUR LE NIVEAU DE LA NAPPE



PROBLEMES POSES PAR L'EAU SOUTERRAINE

Les possibilités aquifères des granites sont loin d'être négligeables comme on le croyait autrefois. Lorsqu'une carrière dépasse le niveau de la nappe, il est nécessaire d'évacuer l'eau arrivant par les fractures drainant les réserves accumulées dans les zones altérées ou fissurées (le voisinage immédiat de plans d'eau ou de rivières étant évidemment à proscrire). Quand le fond de cette carrière dépasse largement le niveau de la nappe originel, son exhaure peut diminuer le débit (ou assécher) des puits ou forages* situés aux environs. La zone d'appel provoquée par l'exhaure semble très variable suivant les types de granites. De ce fait il est conseillé aux carriers ouvrant une exploitation de faire constater les niveaux des puits et forages des environs particulièrement en fin d'été (avril, septembre, octobre). Cette précaution leur permettra d'éviter des litiges non fondés ou de quantifier les dommages lorsque le préjudice est réel. En cas de contestation, il est nécessaire de recourir à une étude hydrogéologique.

PLAN D'OCCUPATION DES SOLS (P.O.S.)

La réalisation de cartes géologiques à petites échelles (1/50 000, 1/25 000 voire 1/10 000) est particulièrement utile à la définition des P.O.S.

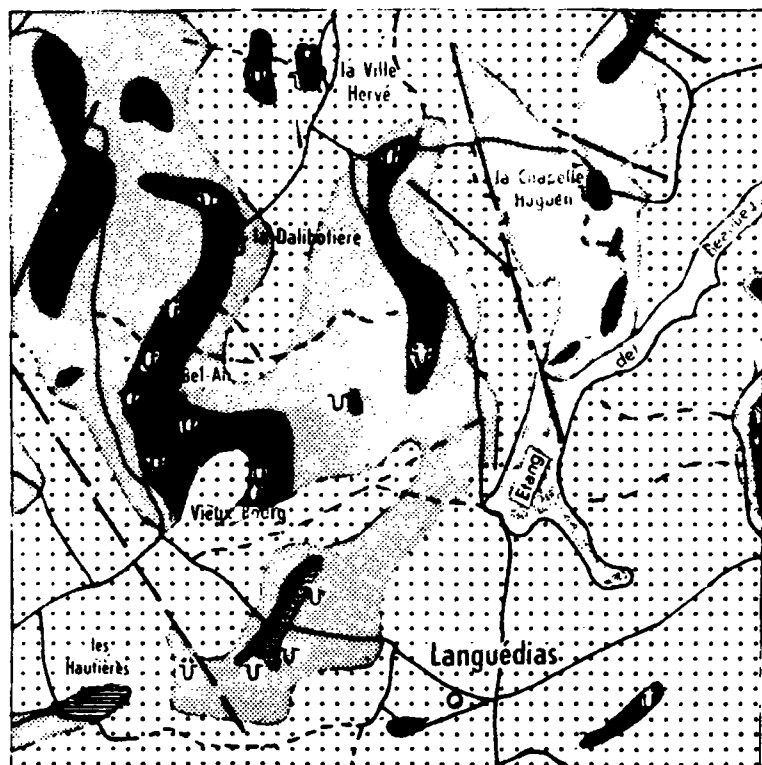
protection des sites : la connaissance de l'extension géographique d'un gisement peut permettre d'orienter l'ouverture de nouvelles carrières vers certaines zones de manière à détériorer le moins possible le paysage,

protection des gisements potentiels : un gisement économiquement intéressant et dont les limites sont bien connues *devra être entièrement réservé à l'industrie extractive (interdiction de toute construction)*.

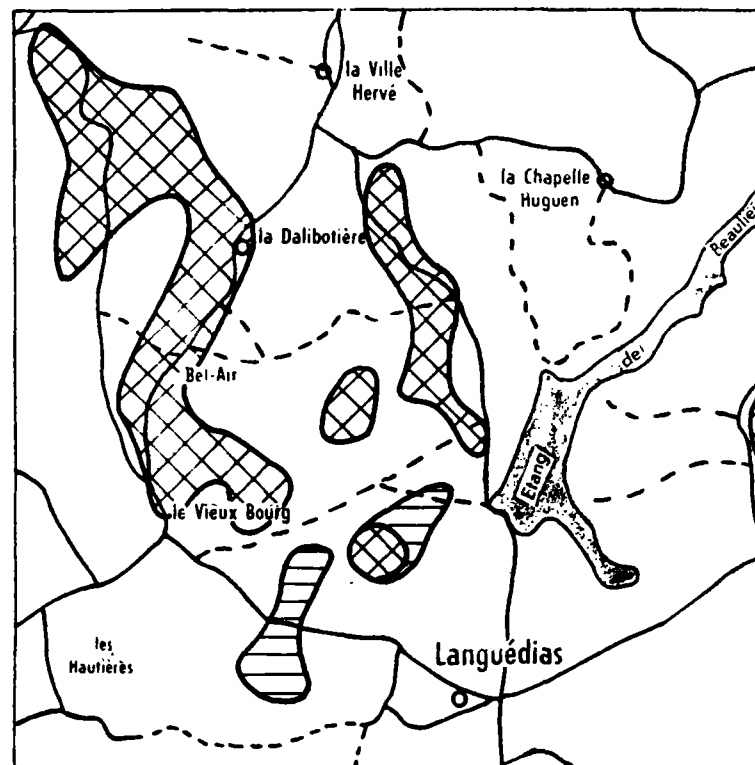
Il faut noter ici que la cartographie de certains granites doit être considérée comme une priorité, non seulement dans l'optique "pierre de taille" mais aussi dans l'optique "granulats". En effet, un granite écrasé et recristallisé peut donner d'excellentes mylonites ayant de bonnes spécifications pour la viabilité et la construction. De tels gisements étant rares, il faut cartographier dans le détail leur forme complexe (structures allongées et étroites pouvant se poursuivre sur plusieurs kilomètres).

* De tels forages étaient rares, quasi inexistants avant 1974. Depuis, l'introduction dans le Massif armoricain de la technique dite "marteau fond-de-trou" (forage percutant à l'air comprimé) a permis la réalisation de plus de 1 500 forages d'une soixantaine de mètres de profondeur en moyenne.





CARTE GEOLOGIQUE






CARTE DE LOCALISATION DES SITES RETENUS



ECHELLE: 1/25 000

-  Granite à biotite grain moyen à gros
-  Granite à biotite-muscovite grain moyen
-  Granite à biotite-muscovite grain fin
-  Série sédimentaire

-  SITES de première priorité
-  SITES de seconde priorité
-  ZONES à éviter

Carrière  en activité  abandonnée
 comblée

PLAN D'ACTION PRECONISE POUR L'OUVERTURE D'UNE CARRIERE DE GRANITE

Nous avons évoqué précédemment des *moyens de recherche* pouvant aider les granitiers à sélectionner de nouveaux sites de carrière ou à exploiter plus rationnellement leur gisement.

Nous proposons ici un plan d'action, consistant en une classification chronologique de ces *moyens de recherche* pouvant aboutir au fonçage d'une nouvelle carrière et à plus forte raison à l'agrandissement d'une exploitation en cours, ou bien la reprise d'une ancienne exploitation.

Chaque prospection étant un cas d'espèce, il ne sera pas utile de mettre en oeuvre la somme de tous ces *moyens de recherche* mais il faudra sélectionner ceux-ci, de manière à faire le meilleur compromis possible entre l'investissement et les chances de réussite de la prospection.

selection des gisements

QUELLE EST L'UTILISATION ENVISAGEE ? DEFINITION DU TYPE DE GRANITE RECHERCHE		
CONSTRUCTION	moellons	granites à deux micas oxydés granites roses
	bétons (cf. granulats de viabilité)	granites particuliers : microgranites, aplites et mylonites
DECORATION	granites clairs ou sombres, homogènes, peu fracturés, prenant un bon poli	
MONUMENTS	granites sombres, très homogènes, très peu fracturés, prenant un bon poli	
VIABILITE	pavés, bordures de trottoirs	granites à mica noir
	dalles	granites écrasés
	granulats de viabilité	granites particuliers : microgranites, aplites et mylonites
DANS QUELLES REGIONS PEUT-ON LES TROUVER ?		
DOCUMENTATION REGIONALE	cartes géologiques 1/320 000, 1/80 000, 1/50 000, 1/25 000 rapports, thèses et études diverses sur les granites collection d'échantillons des granites armoricain	
CONSIDERATIONS ECONOMIQUES	Situation géographique...	

COMMENT PROCEDE T-ON AU CHOIX D'UN SITE ?		
étude de photos aériennes	élimination des zones à densité de fracturation maximale délimitation d'aires affleurantes ou subaffleurantes délimitation d'aires topographiquement favorables	SECTEURS PRIORITAIRES
étude de terrain	analyse systématique de tous les affleurements et carrières avec si possible calcul des paramètres structuraux et des Indices de détérioration	SELECTION DE SITES FAVORABLES
étude d'impact sur l'environnement	élimination ou confirmation de sites géologiquement favorables	
fouilles à la pelle mécanique	étude de la fracturation de surface et estimation du rendement du site	CHOIX D'UN SITE D'EXPLOITATION
forages percutants	recherche de granite à deux micas oxydé en jaune-beige-roux	
prospection sismique	estimation des épaisseurs de recouvrement	
forages carottés	étude du granite et de la fracturation en profondeur	
OUVERTURE DE LA CARRIERE		
étude des fronts de taille, évaluation des rendements		GUIDAGE DE L'EXCAVATION



SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

**GRAPHIQUES
ECONOMIQUES**

SITUATION ECONOMIQUE DE L'INDUSTRIE GRANITIÈRE BRETONNE

Nous donnons dans les pages qui suivent, quelques graphiques montrant l'évolution des effectifs, des chiffres d'affaires et des productions entre 1970 et 1977 (sources C.E.M. de Bretagne).

COMMENTAIRES

Effectifs (fig. 1)

Globalement les effectifs de la Bretagne baissent de 1970 à 1977, et c'est le département des Côtes-du-Nord qui est surtout à l'origine de cette diminution (1 148 ouvriers en 1970, 816 en 1977, soit 332 licenciements en 7 ans).

Ceci peut paraître paradoxal puisque ce département possède des gisements variés tels que le Rose de Ploumanac'h - La Clarté, le Jaune de Languédias et Trémargat, le Gris du Hinglé, le Bleu de Plaintel, etc.

Il faudrait réaliser une analyse détaillée des origines de cette crise : épuisement des réserves de granite jaune de certaines carrières (bassin de Languédias), mévente de certains granites, difficulté d'exploitation de certaines zones.

Le graphique des effectifs souligne également le fait que l'industrie granitière bretonne représente presque les 3/5 des effectifs nationaux.

Chiffres d'affaires (fig. 2)

Ce paramètre est particulièrement difficile à analyser car il exigerait une connaissance détaillée du pourcentage des produits bruts importés, intervenant dans la production de produits ouvrés.

Il faut cependant noter que, si les effectifs de la Bretagne représentent plus de la moitié des effectifs français, son chiffre d'affaire est inférieur de 50 % au chiffre d'affaire national (environ 300 000 kilofrancis pour la Bretagne contre 800 000 pour la France durant l'année 1977).

L'origine de cette disharmonie serait à rechercher ; toutefois, la différence de prix entre les produits bruts importés et les produits bruts bretons pourrait être une des causes (Labrador 5 700 f/m³, Lanhélin 1 900 f/m³, Ploumanac'h 1 600 f/m³).

Production

- Moellons tout venant et équarris (fig. 3)

De 1970 à 1977 la production baisse de moitié pour la France et de plus de la moitié pour la Bretagne.

- Produits ouvrés - cheminées (fig. 4)

A l'inverse de celle des moellons, la production des produits ouvrés et cheminées augmente régulièrement de 1970 à 1977 et la Bretagne assure dans ce domaine la majeure partie de la production nationale.

- Funéraire - monuments (fig. 5)

La production bretonne représente environ le 1/3 de la production nationale et il s'agit là d'un secteur d'activité en expansion très régulière où les granites d'Ille-et-Vilaine (bassin de Lanhélin) fournissent la majorité de la production.

- Voirie : pavés, bordures de trottoir (fig. 6)

Malgré un pallier en 1974-75, les productions nationale et bretonne sont en baisse depuis 1970.

- Tranches sciées pour revêtements de façades (fig. 7)

Si dans les activités précédentes, les productions bretonnes constituaient une grande part des productions nationales, ce n'est pas le cas des tranches sciées. La production française est en effet cinq fois supérieure à celle de la Bretagne.

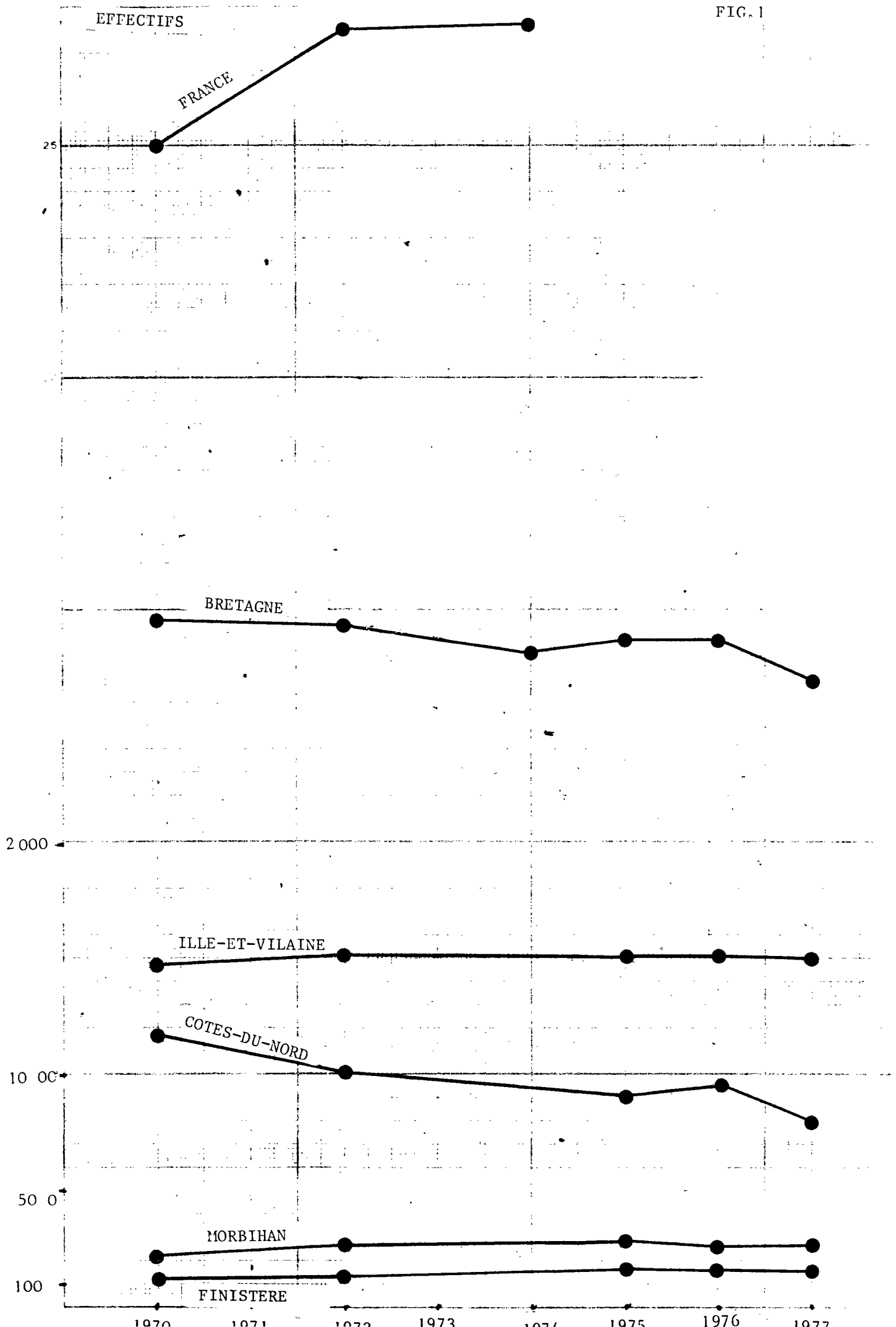
Or, ces tranches sciées sont peut être le produit ayant le plus d'avenir : revêtements de façades d'immeubles dans les grandes villes, parements intérieurs de lieux publics... Elles constituent la production principale d'industries granitières restructurées en fonction des éléments conjoncturels, comme celles du Québec ou de Scandinavie.

CONCLUSIONS

L'analyse de ces graphiques montre trois points sur lesquels il faut porter l'attention :

- le département des Côtes-du-Nord possédant les gisements les plus variés de Bretagne, paraît plus sensible que les autres à la crise de l'industrie granitière
- les chiffres d'affaires de la Bretagne sont relativement moins élevés que les chiffres d'affaires nationaux (par rapport à la main d'oeuvre et à la production)
- la production française de tranches sciées de granites pour revêtements de façades est beaucoup plus importante que la production bretonne.

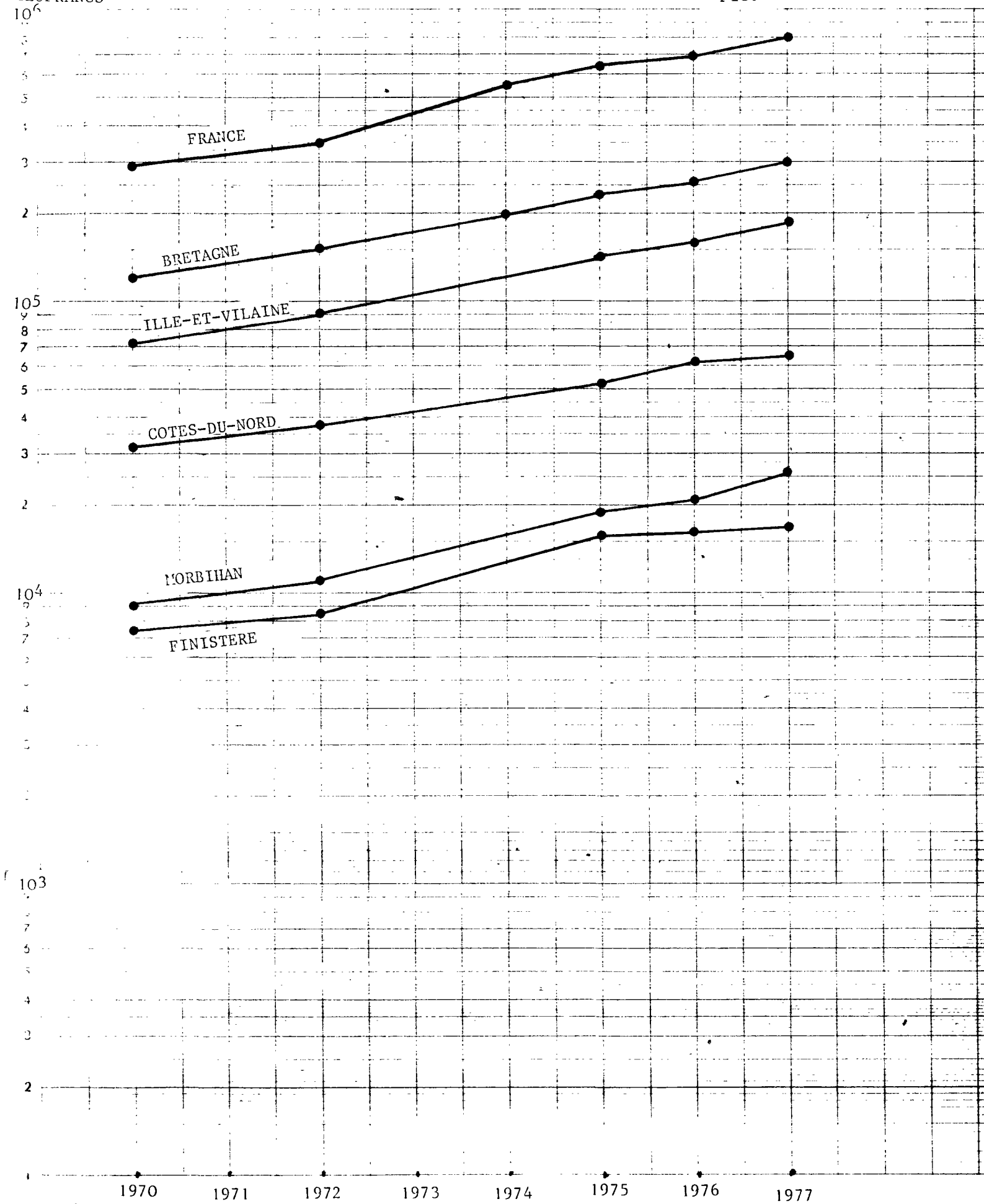
FIG. 1



CHIFFRES D'AFFAIRES

FIG.2

KILOFRANCS



MOELLONS TOUT VENANT ET EQUARRIS

FIG.3

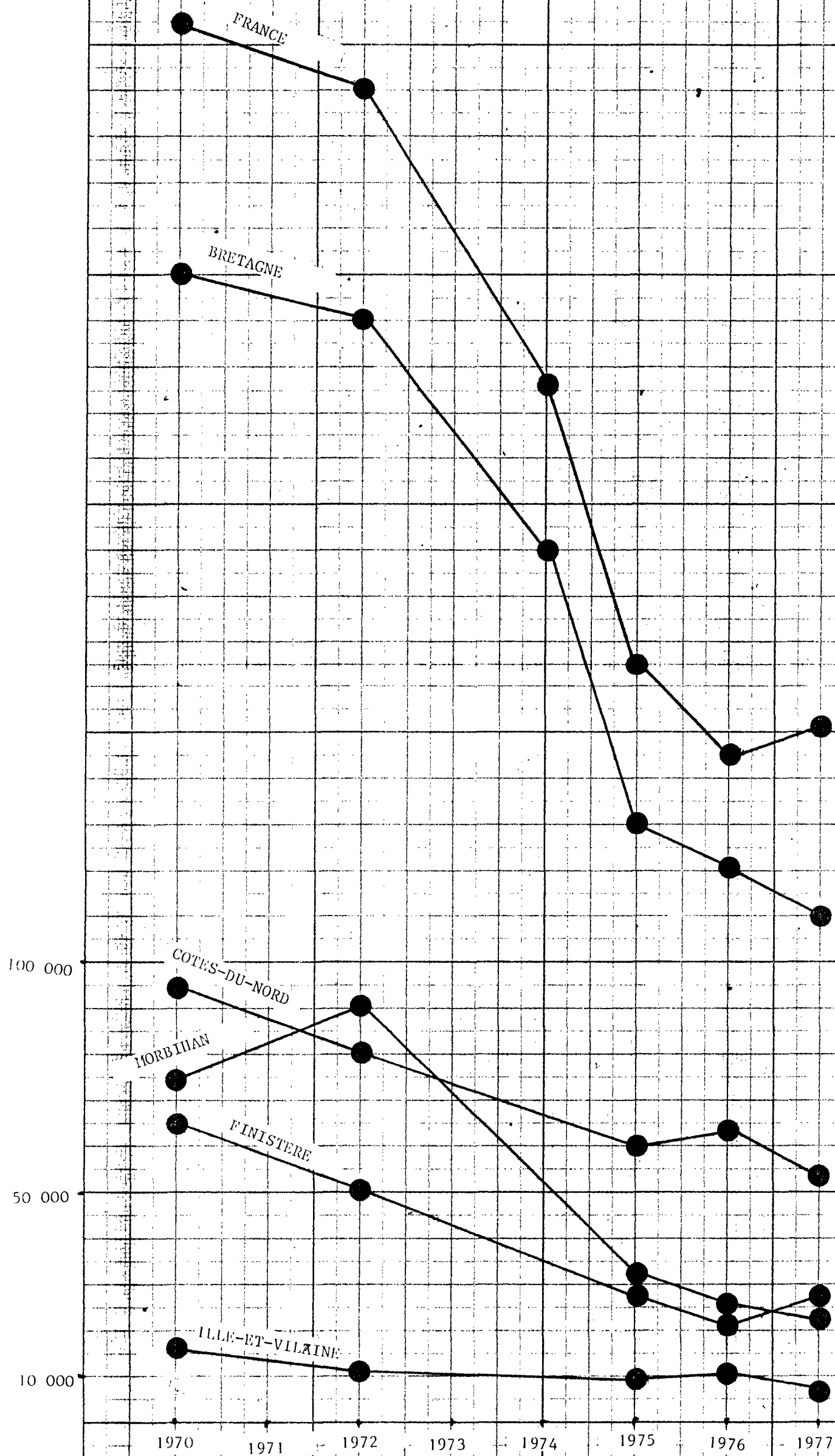


FIG.4

PRODUITS OUVRES - CHEMINEES

20 000

10 000

5 000

1970

1971

1972

1973

1974

1975

1976

1977

FRANCE

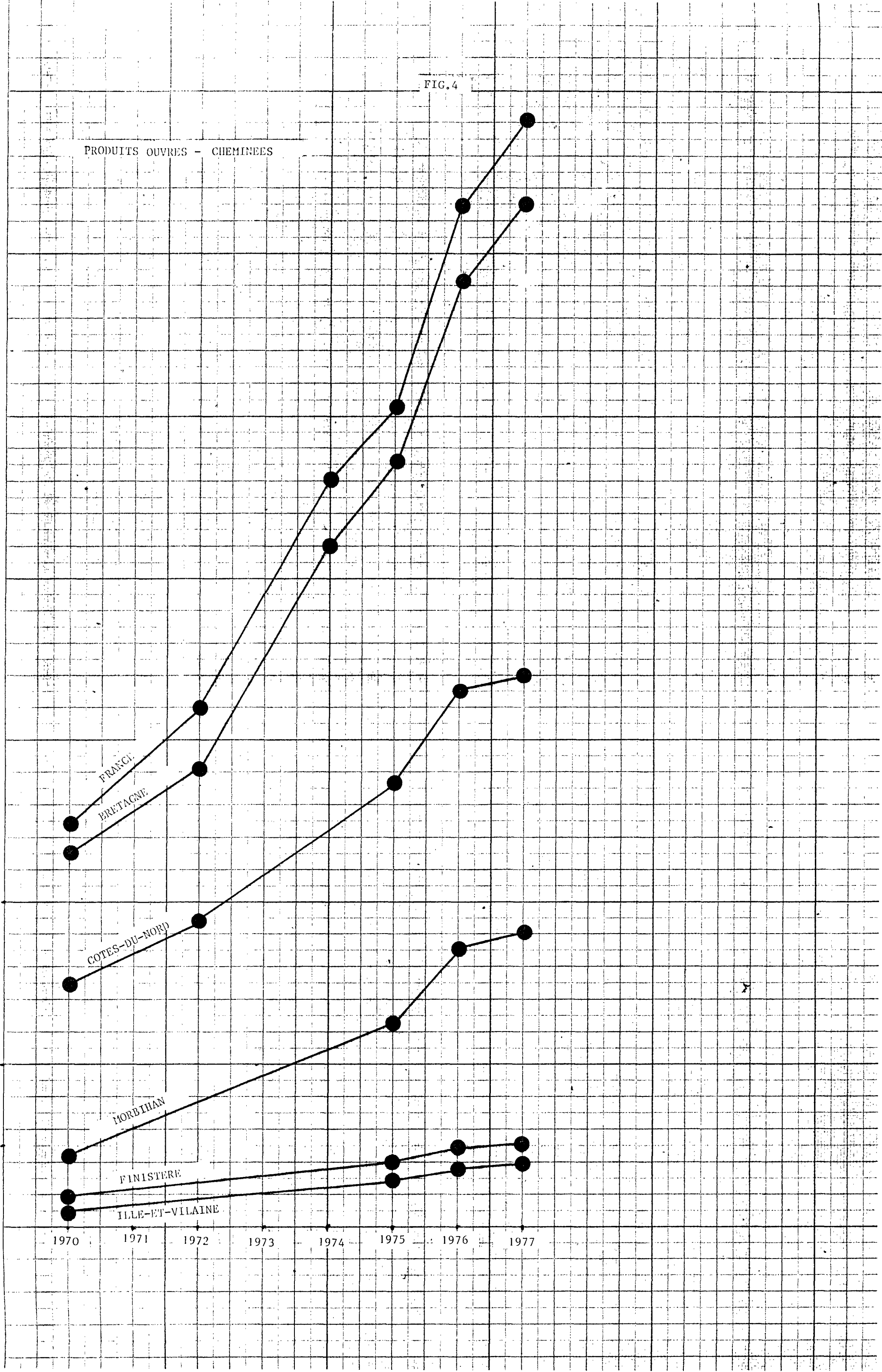
BRETAGNE

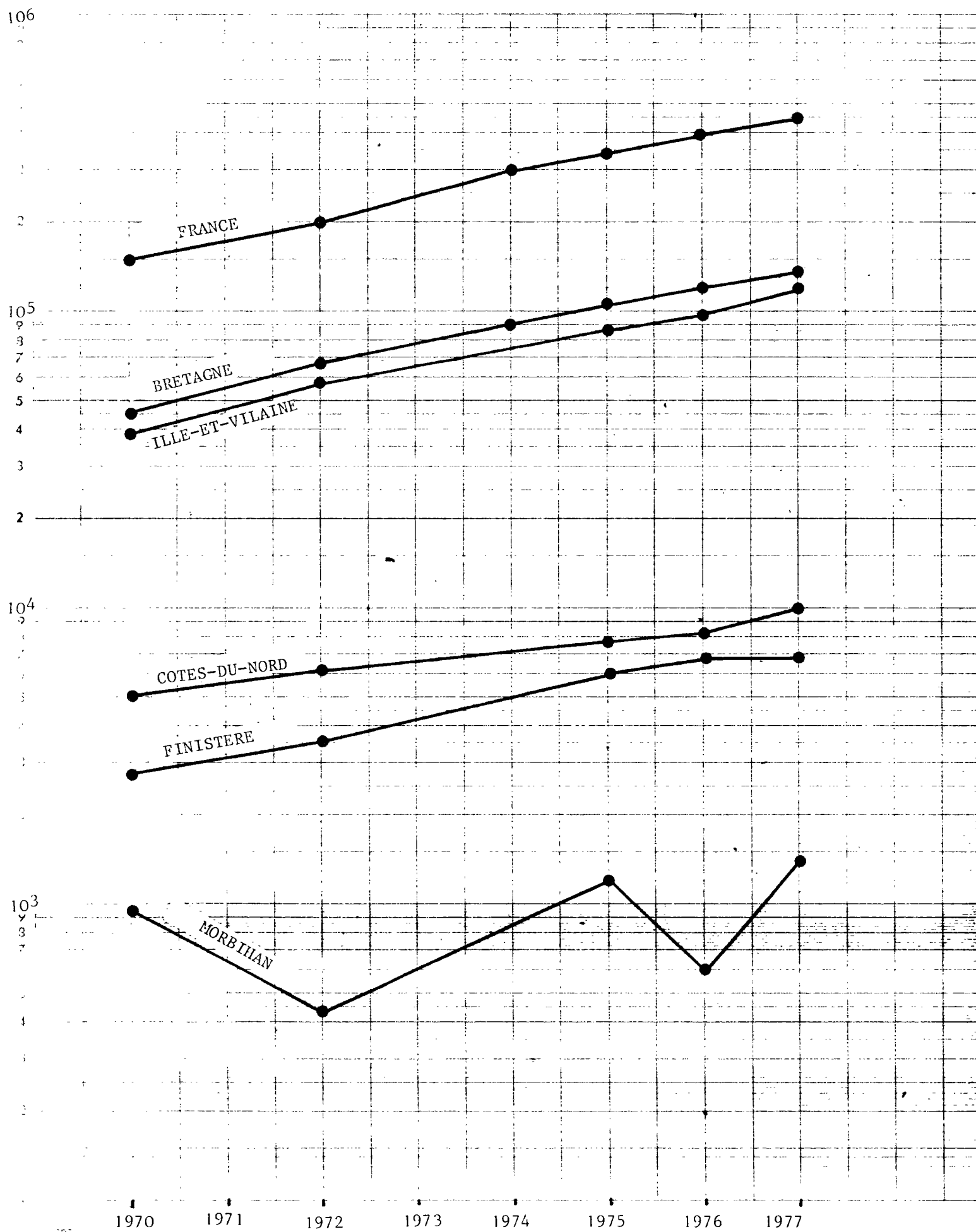
COTES-DU-NORD

MORBHAN

FINISTERE

ILLE-ET-VILAINE





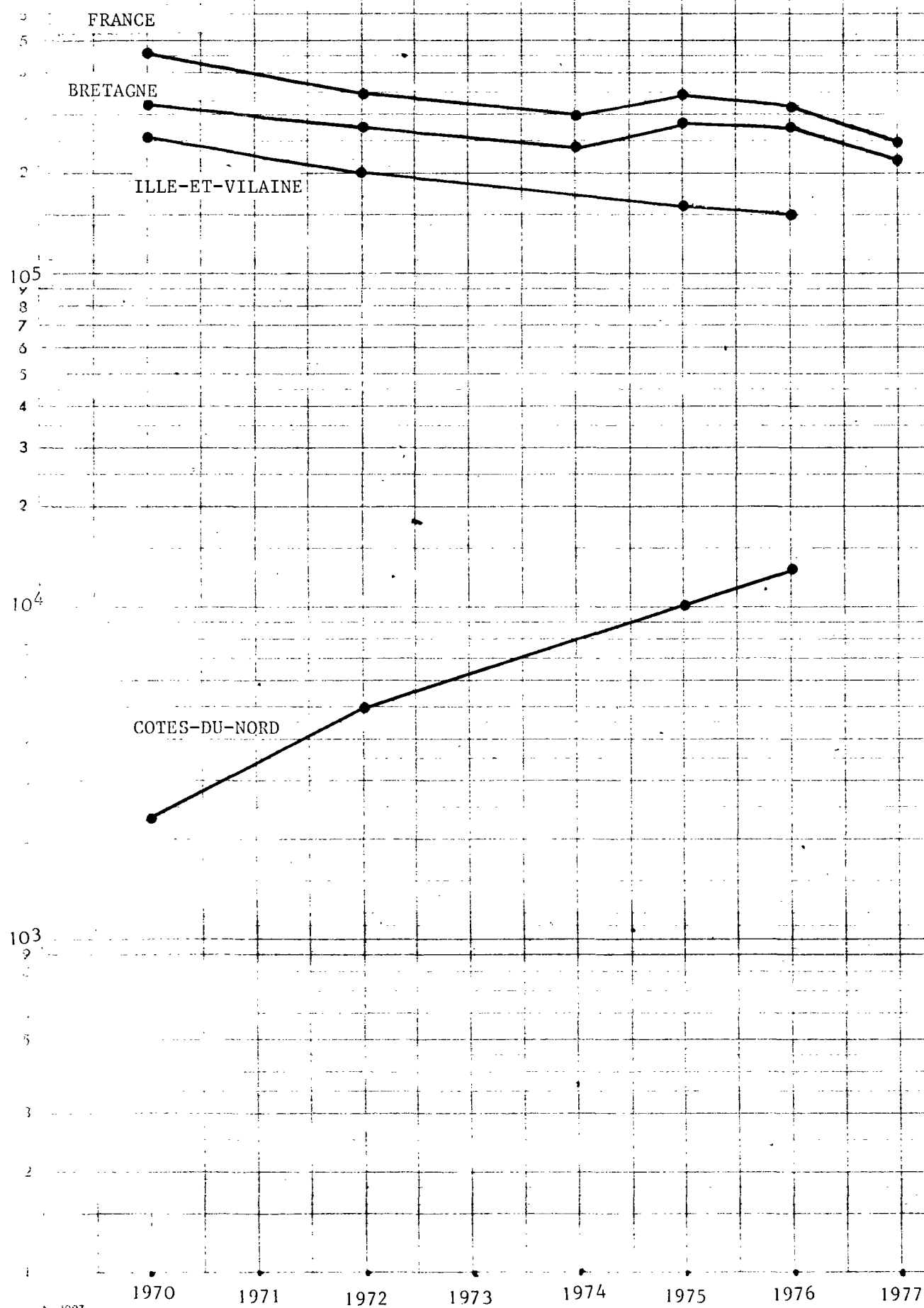
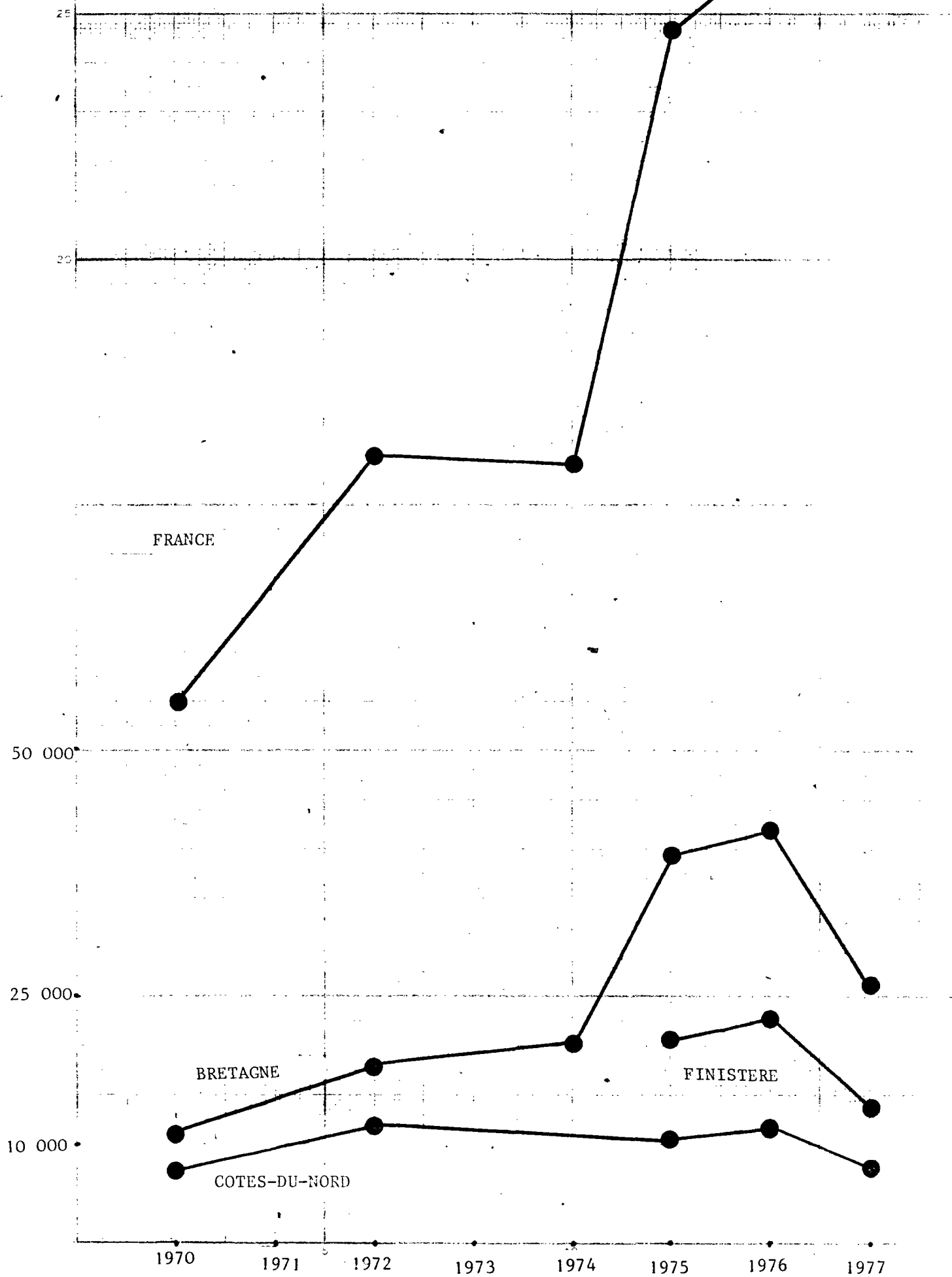
10⁶

FIG.7

TRANCHES SCIELS



MASSIF DE FOUGERES LOUVIGNE-COGLES

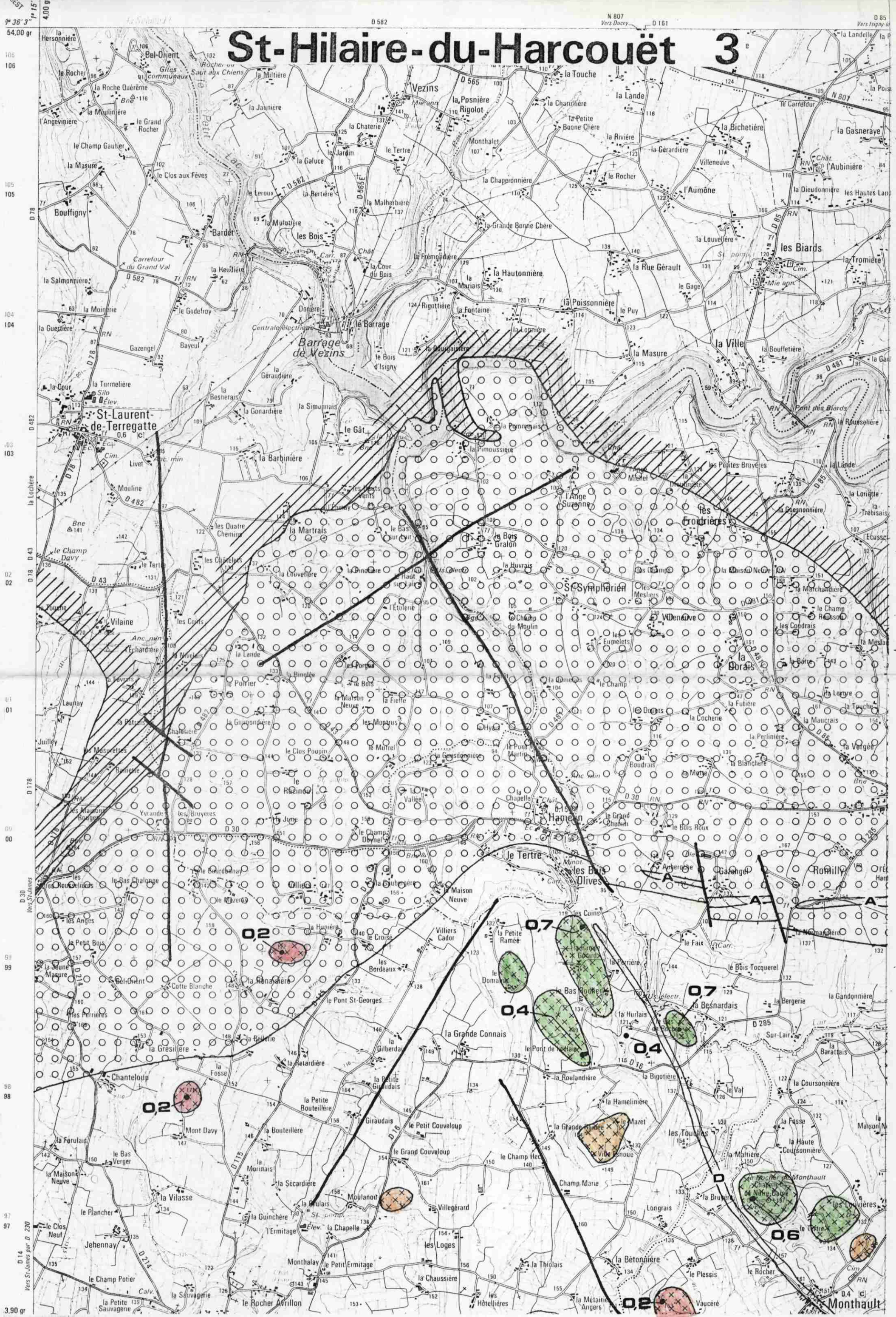
TABEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

S^T-HILAIRE du HARCOUET 3-4-6-7-8

FOUGERES 1-2-3

St-Hilaire-du-Harcouët



239
109

2396
1096

2395
1095

2394
1094

2393
1093

2392
1092

2391
1091

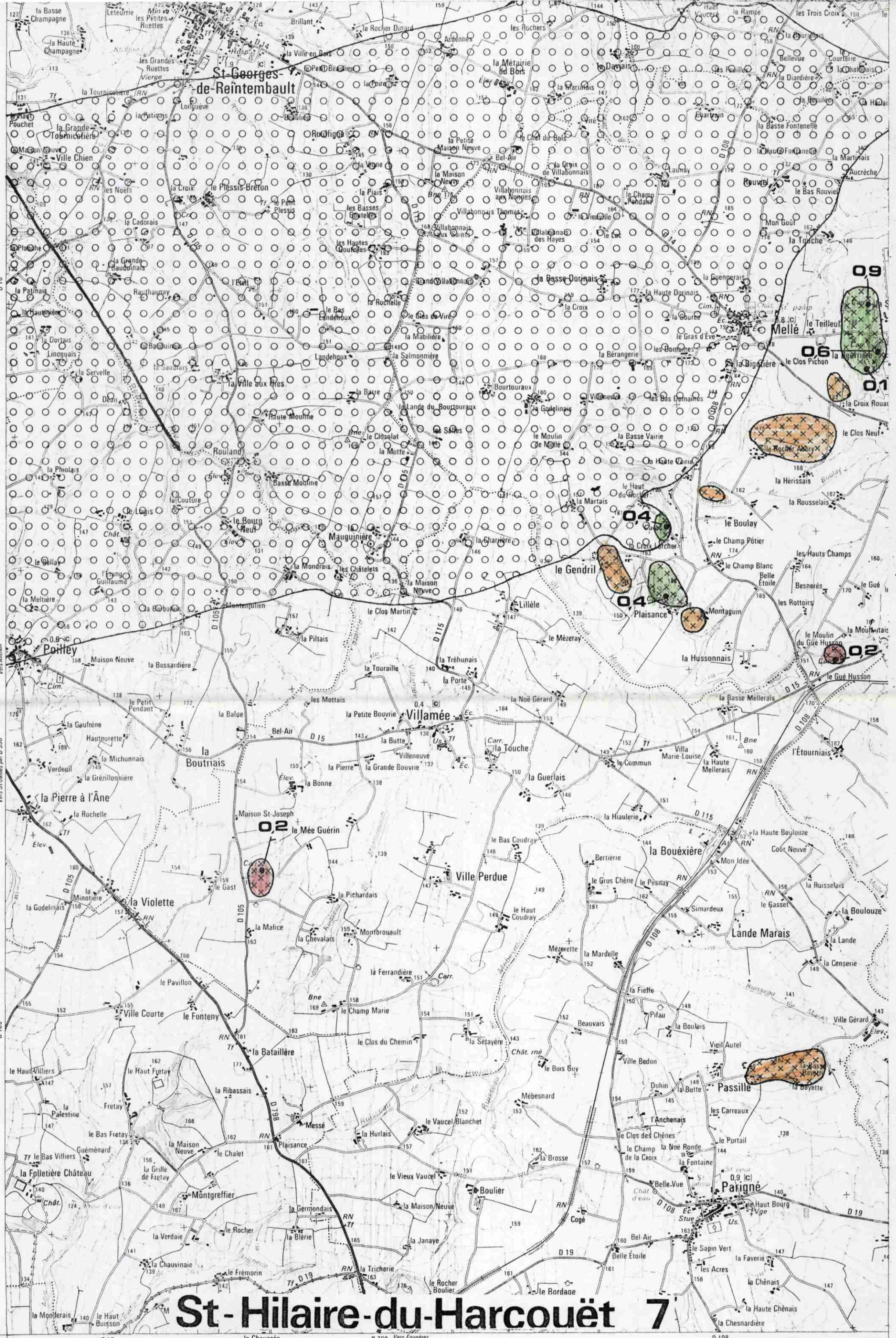
2390
1090

2389
1089

2388
1088

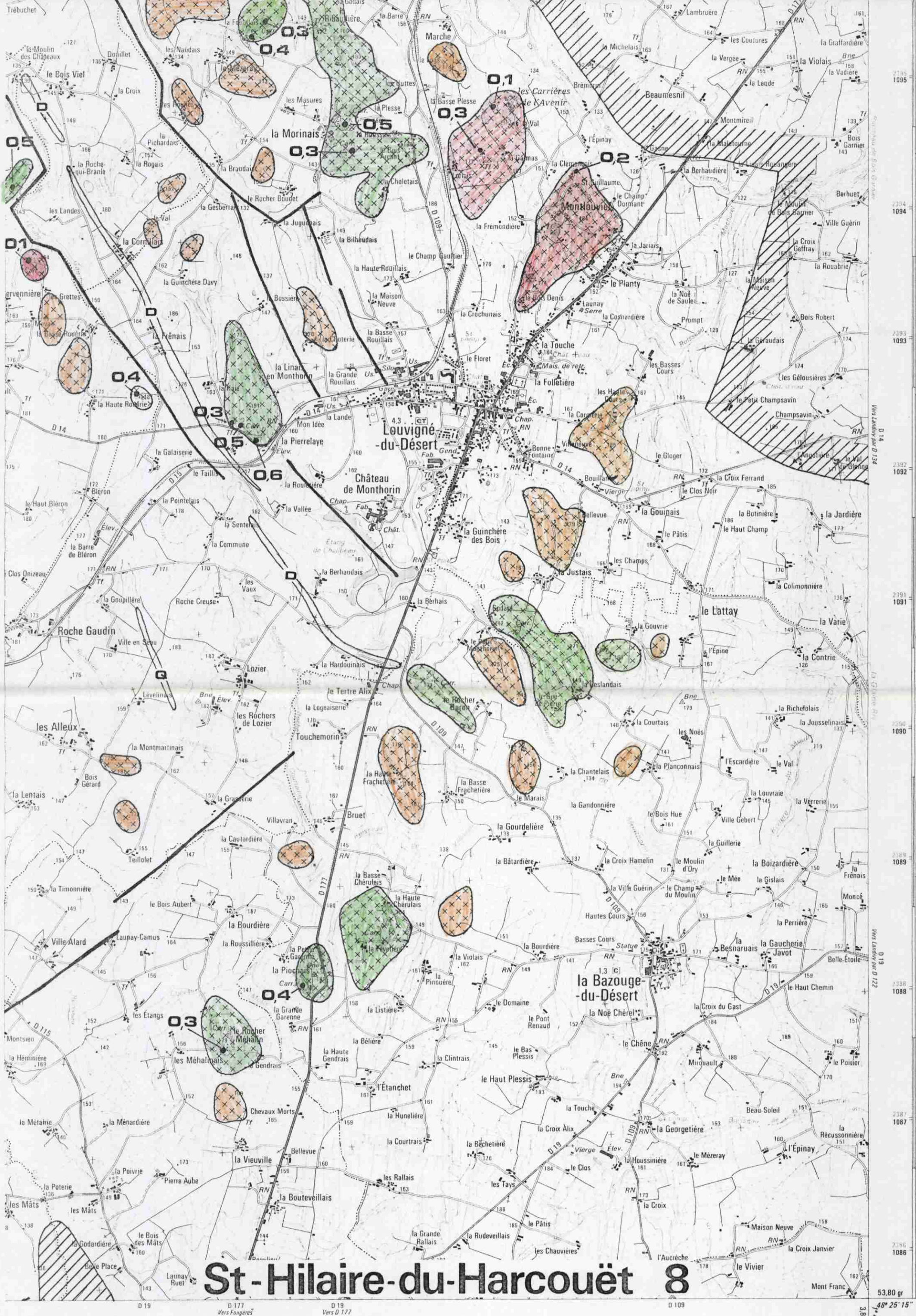
2387
1087

53.80 gr
8° 25' 15"
15° 44"
OUEST



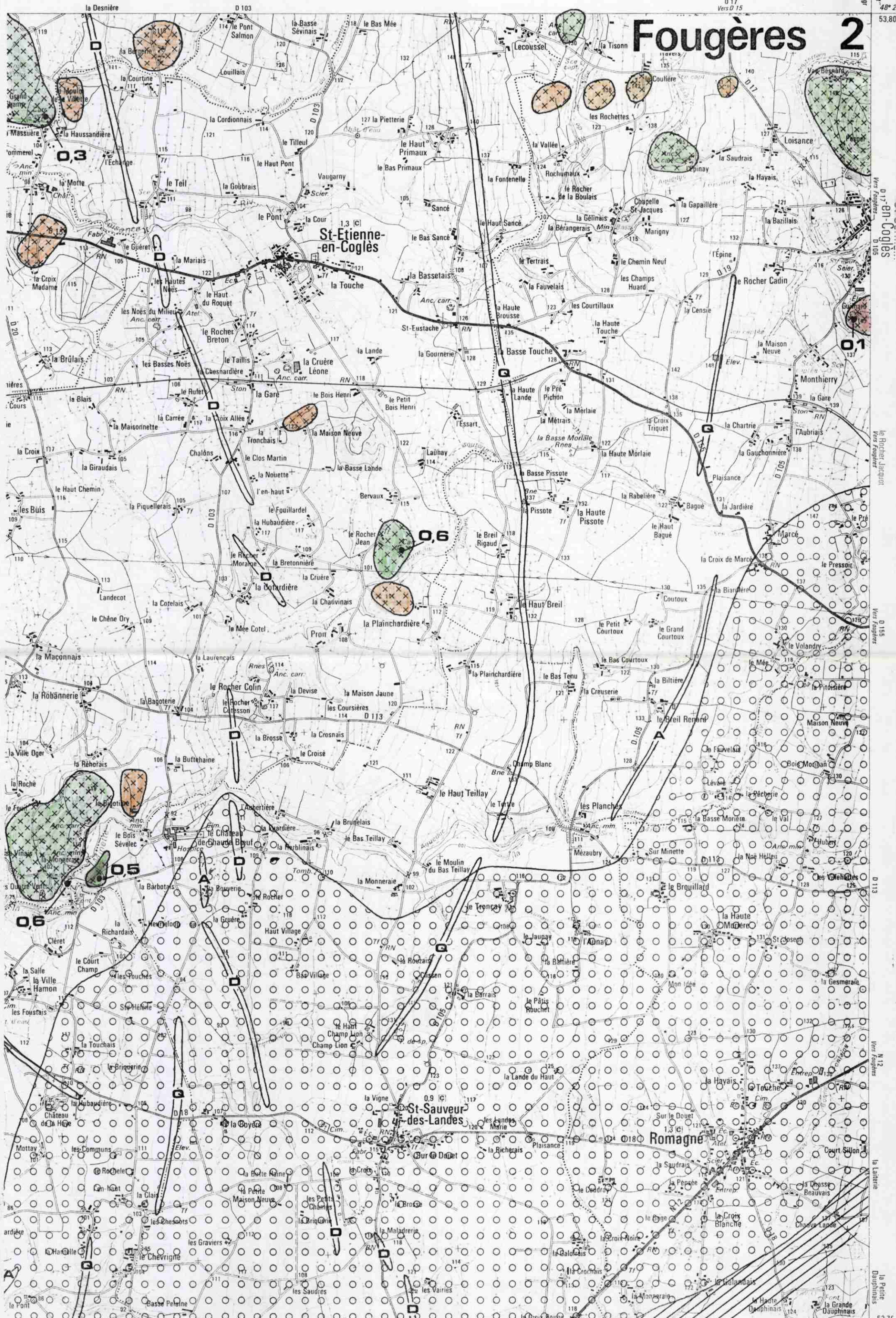
St-Hilaire-du-Harcouët 7

la Chaussée D 19 D 798 Vers Fougeres Vers Fougeres D 108



St-Hilaire-du-Harcouët 8

Fougères 2



0 17
Vers D 15

le Rocher Jacquot
Vers Fougères

0 155
Vers Fougères

0 113

N 12
Vers Fougères

la Latène

la Petite
Dauphinaise



Fougères

3

04

04

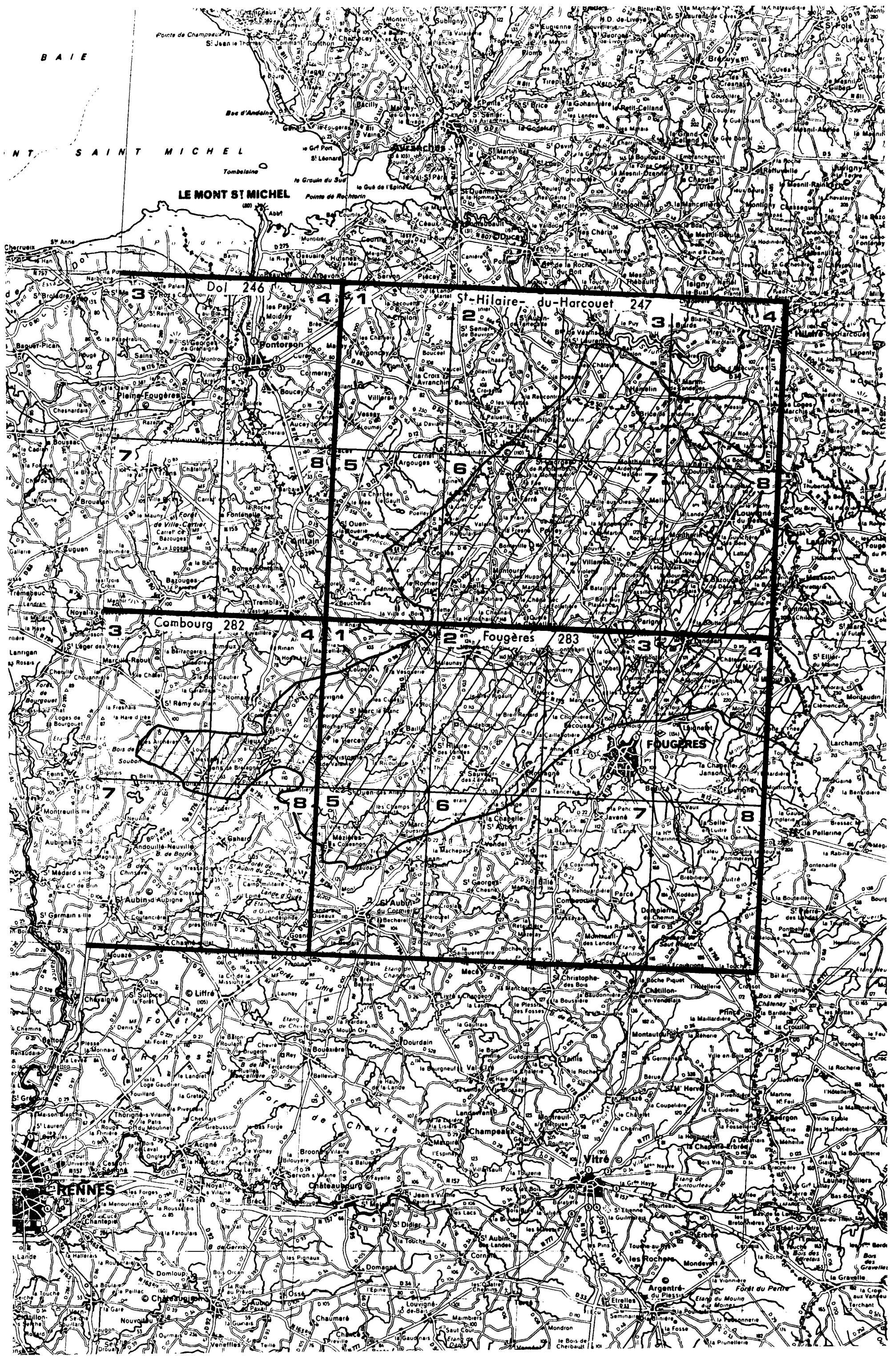
06

03

Lecousse

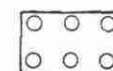
FOUGÈRES



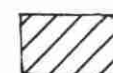


MASSIF DE FOUGERES - LOUVIGNE - COGLESLEGENDE

GRANITE A BIOTITE GRIS-BLEU FONCE A GRAIN MOYEN



GRANITE A BIOTITE-CORDIERITE GENERALEMENT DEFAVORABLE A L'EXPLOITATION



ENCAISSANT : ROCHES SEDIMENTAIRES



FILON D'APLITE



FILON DE QUARTZ



FILON DE DOLERITE



FAILLE

0,2 DENSITE VOLUMIQUE DE FRACTURATIONCIBLE DE
1er INTERETCIBLE DE
2ème INTERETCIBLE DE
3ème INTERETLES CARRIERES SONT MENTIONNEES SUR LES FONDS TOPOGRAPHIQUES
I.G.N. A 1/25 000

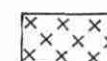
MASSIF DE BONNEMAIN LANHELIN

TABEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

DINAN 8

DOL-de-BRETAGNE 7-8

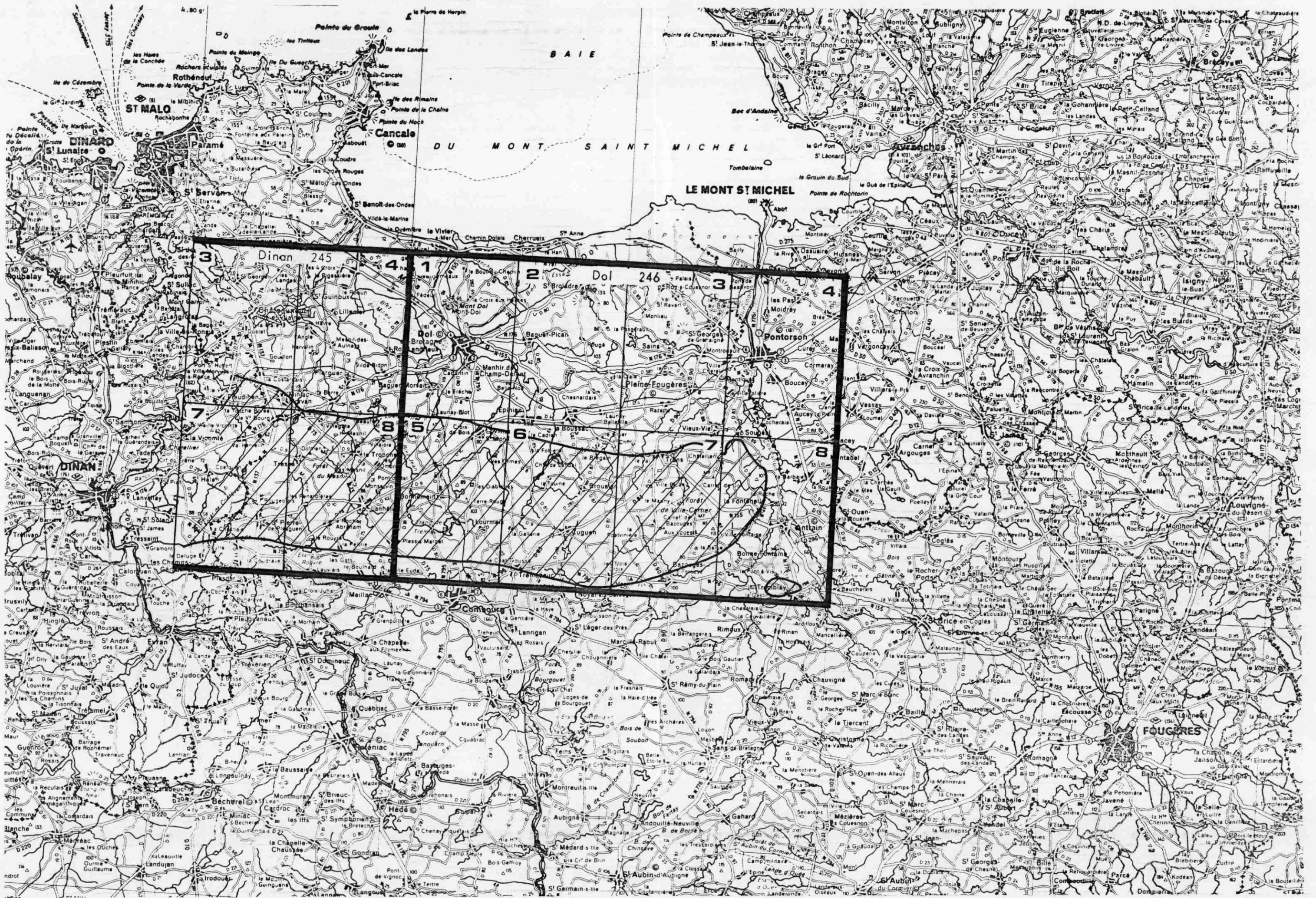
MASSIF DE BONNEMAIN - LANHELINLEGENDE

GRANITE A BIOTITE BLEU-FONCE A GRAIN MOYEN

GRANITE A BIOTITE-MUSCOVITE (LEUCOGRANITE) PRESENTANT EN
SURFACE UN HORIZON OXYDE JAUNI

ENCAISSANT DES GRANITES

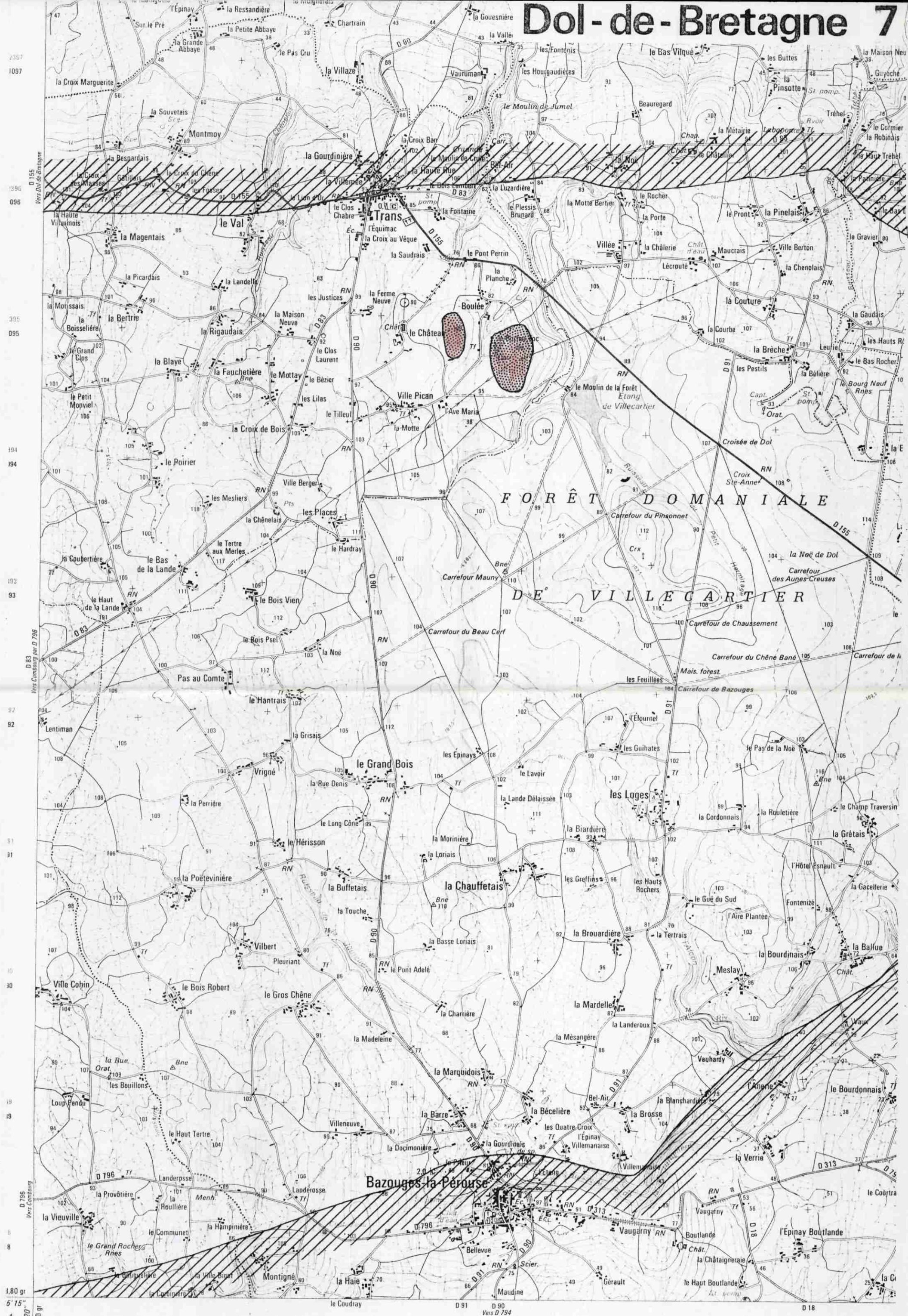
CIBLE DE
1er INTERETCIBLE DE
2ème INTERETCIBLE DE
3ème INTERETLES CARRIERES SONT MENTIONNEES SUR LES FONDS TOPOGRAPHIQUES
I.G.N. A 1/25 000



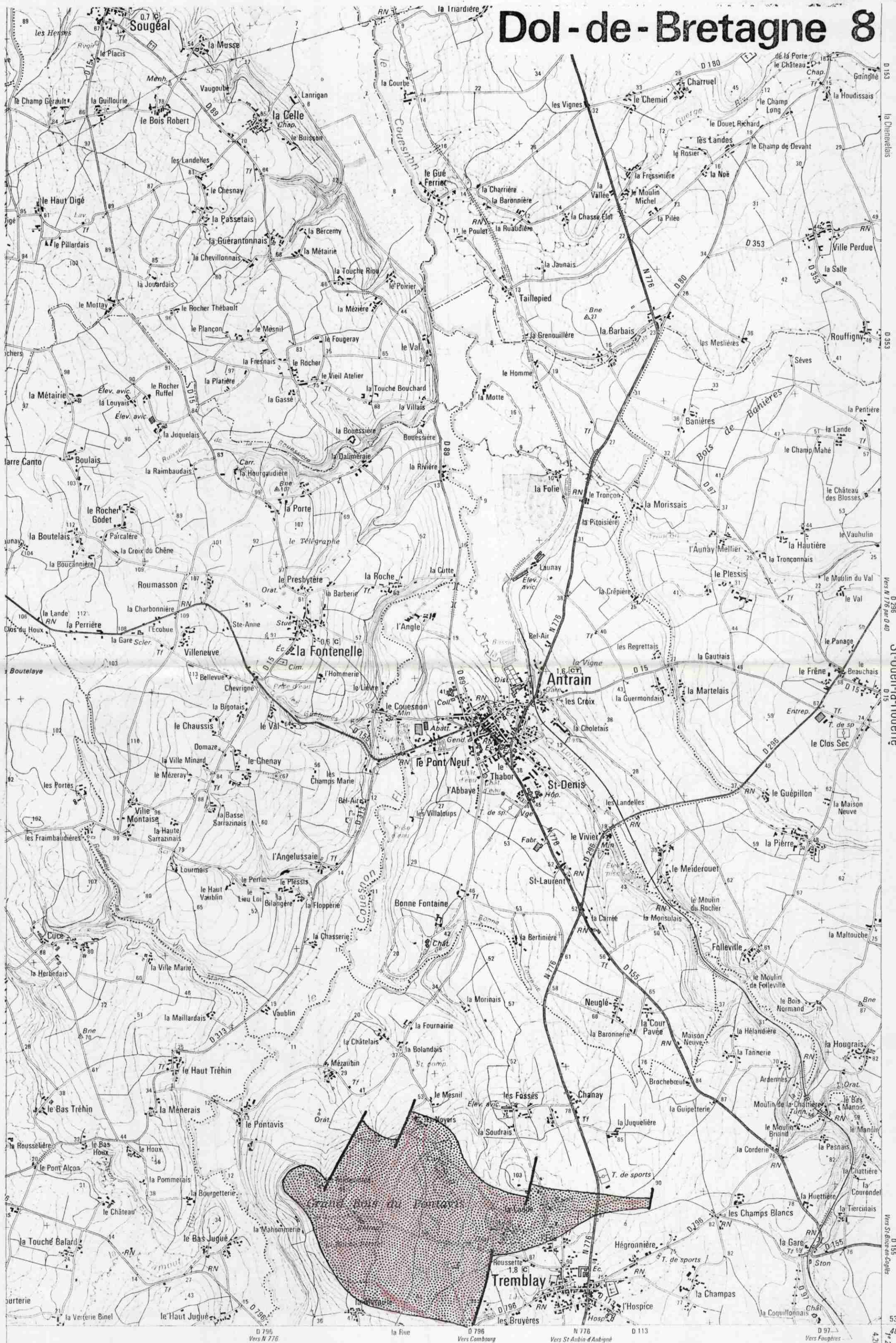


DINAN 8

Dol - de - Bretagne 7



Dol-de-Bretagne 8



D 153
la Chenetelles
2
1
D 353
2
1
Vers N 176 par D 40
D 295
St-Denis-la-Rouerie
D 15
1
1
2
1
D 155
Vers St-Aubin d'Aubigné
53.80
48° 25'
4° 26'
40

MASSIF DE QUINTIN PLAINTEL

TABEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

QUINTIN 1-2-5

CARHAIX 4-8

MONCONTOUR 1-2

MASSIF DE QUINTIN - PLAINTEL

LEGENDE



GRANITE FIN, CLAIR, JAUNI PAR OXYDATION SUPERFICIELLE, AFFLEURANT EN FILONS



GRANITE A GRAIN MOYEN POUVANT S'OXYDER EN SURFACE



ENCAISSANT



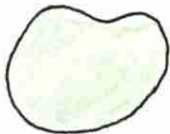
FAILLES



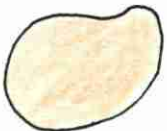
ZONES MARECAGEUSES A RECOUVREMENT IMPORTANT A EVITER POUR UNE OUVERTURE DE CARRIERE



CIBLE DE
1er INTERET

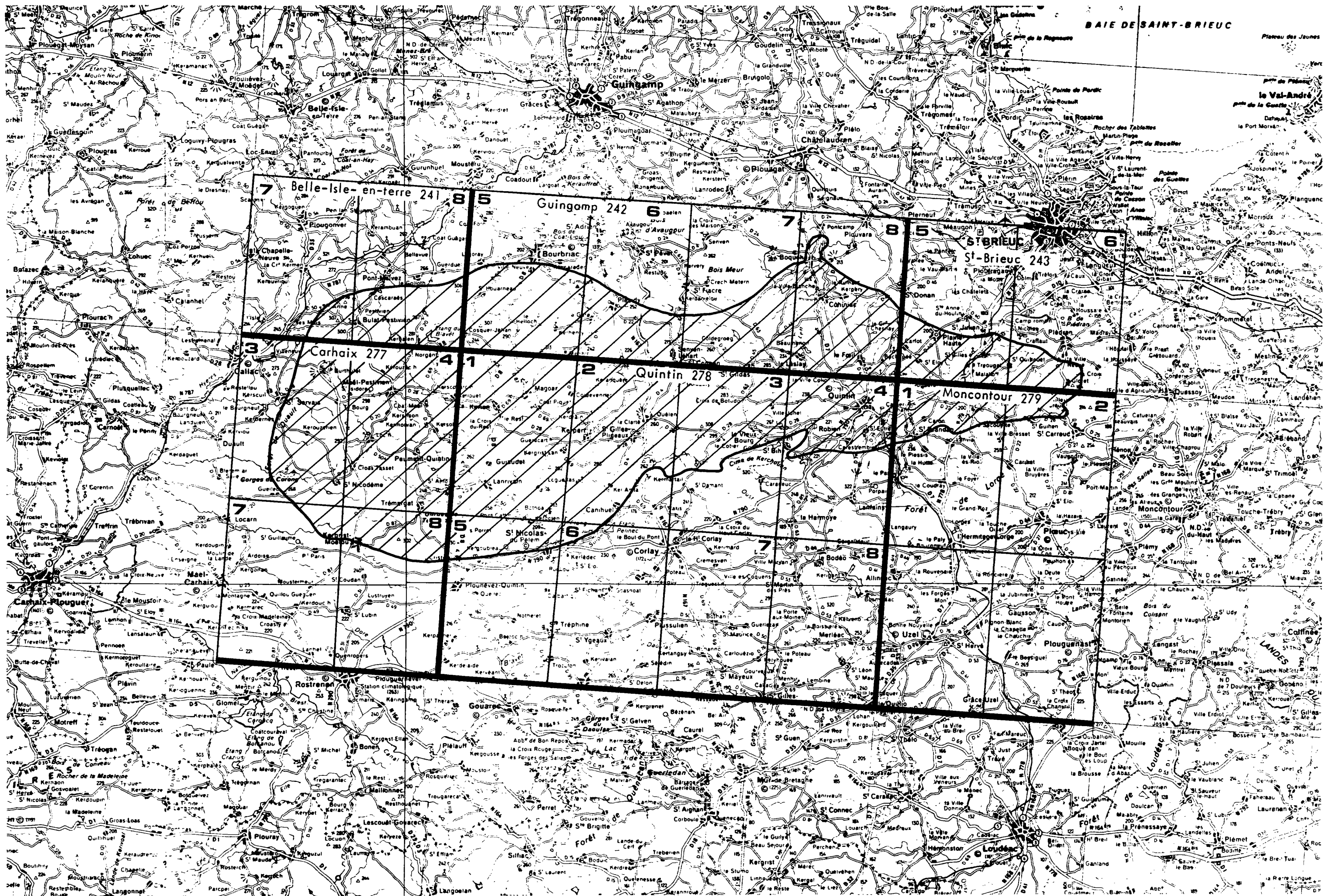


CIBLE DE
2ème INTERET

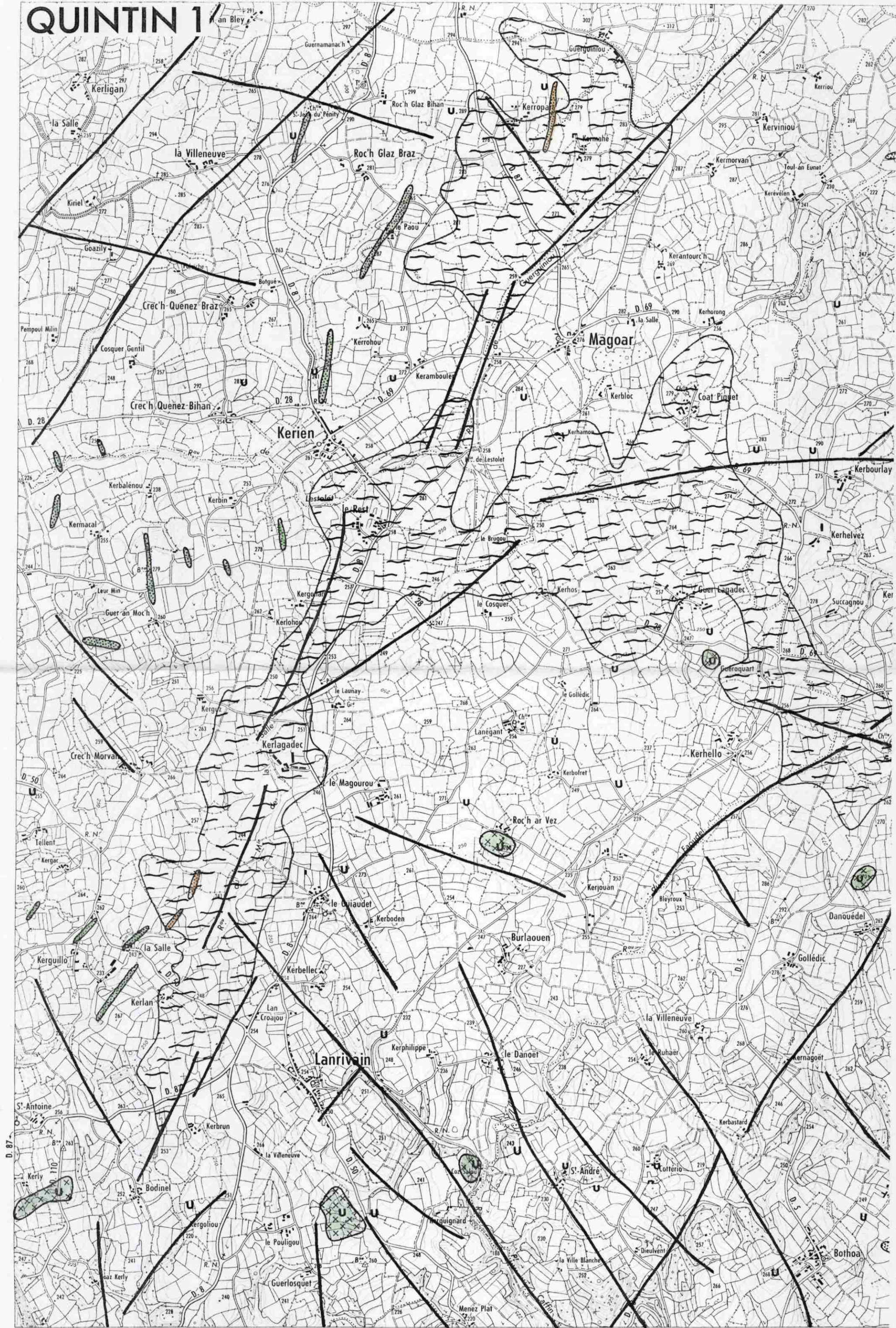


CIBLE DE
3ème INTERET

LES CARRIERES SONT REPRESENTEES PAR LE SIGNE : **U**

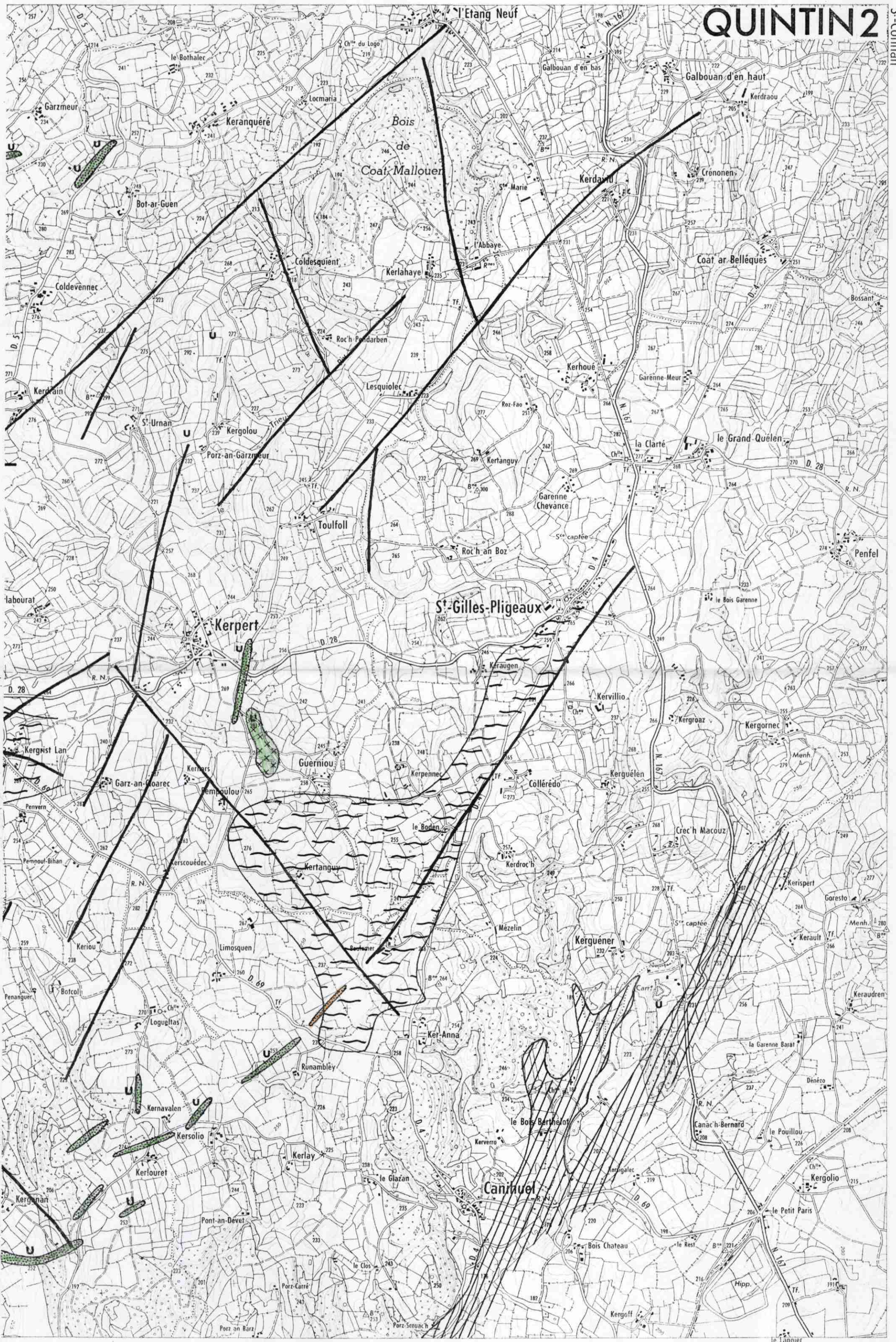


QUINTIN 1



QUINTIN 2

S.-Connan



QUINTIN 5



CARHAIX - PLOUGUER 4



8



MONCONTOUR 1



MONCONTOUR2



MASSIF DE PONTIVY

TABLEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

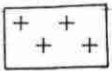
PONTIVY 6-7

BUBRY 1-2-3-5-7

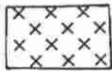
PLOUAY 3-8

MASSIF DE PONTIVY

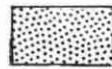
LEGENDE



GRANITE A DEUX MICAS A GRAIN GROSSIER



GRANITE A DEUX MICAS A GRAIN MOYEN



GRANITE A DEUX MICAS A GRAIN FIN



GRANITE A DEUX MICAS ECRASE

TOUS CES GRANITES JAUNISSENT A L'OXYDATION SUPERFICIELLE



ENCAISSANT ET FILONS



CIBLE DE
1er INTERET

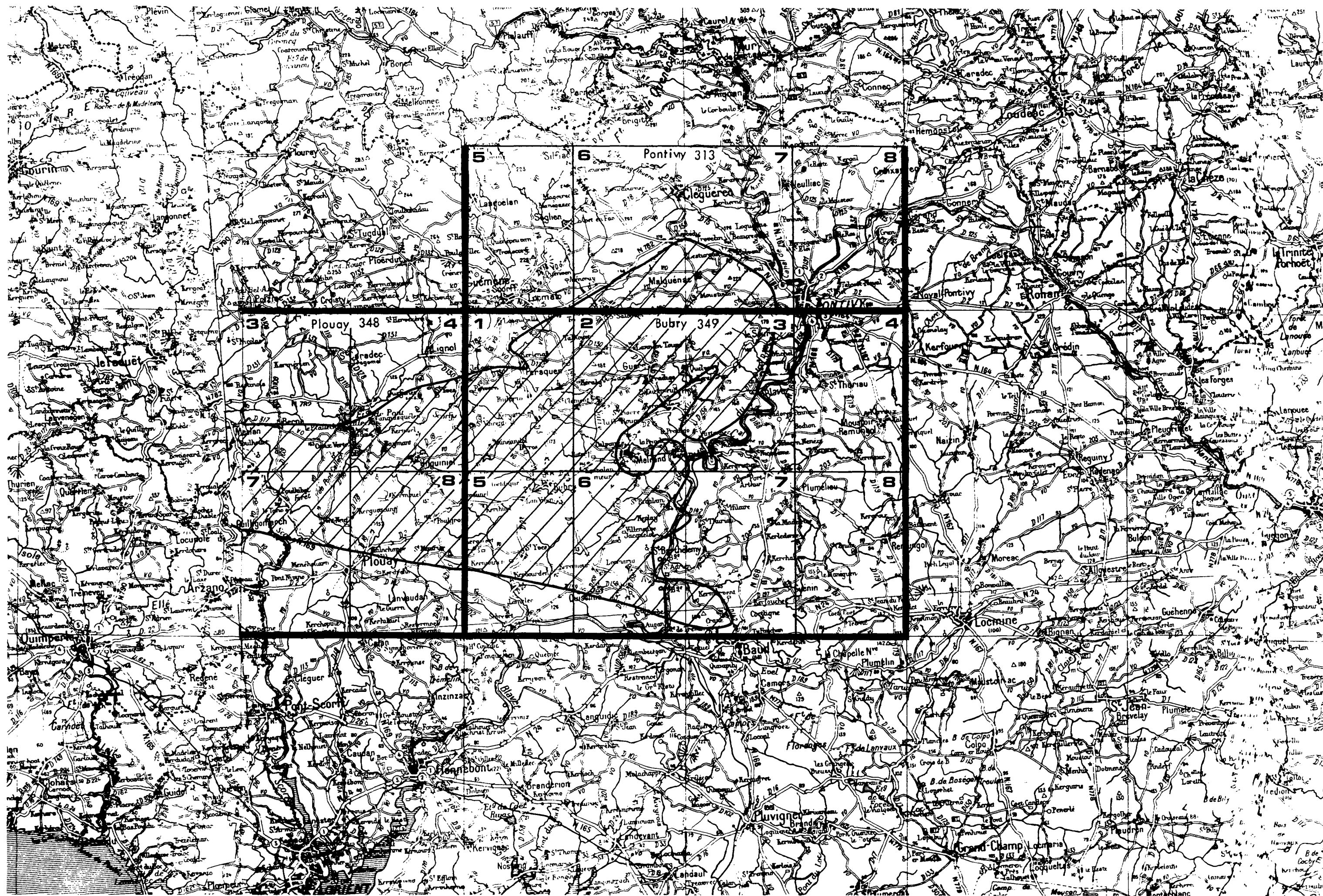


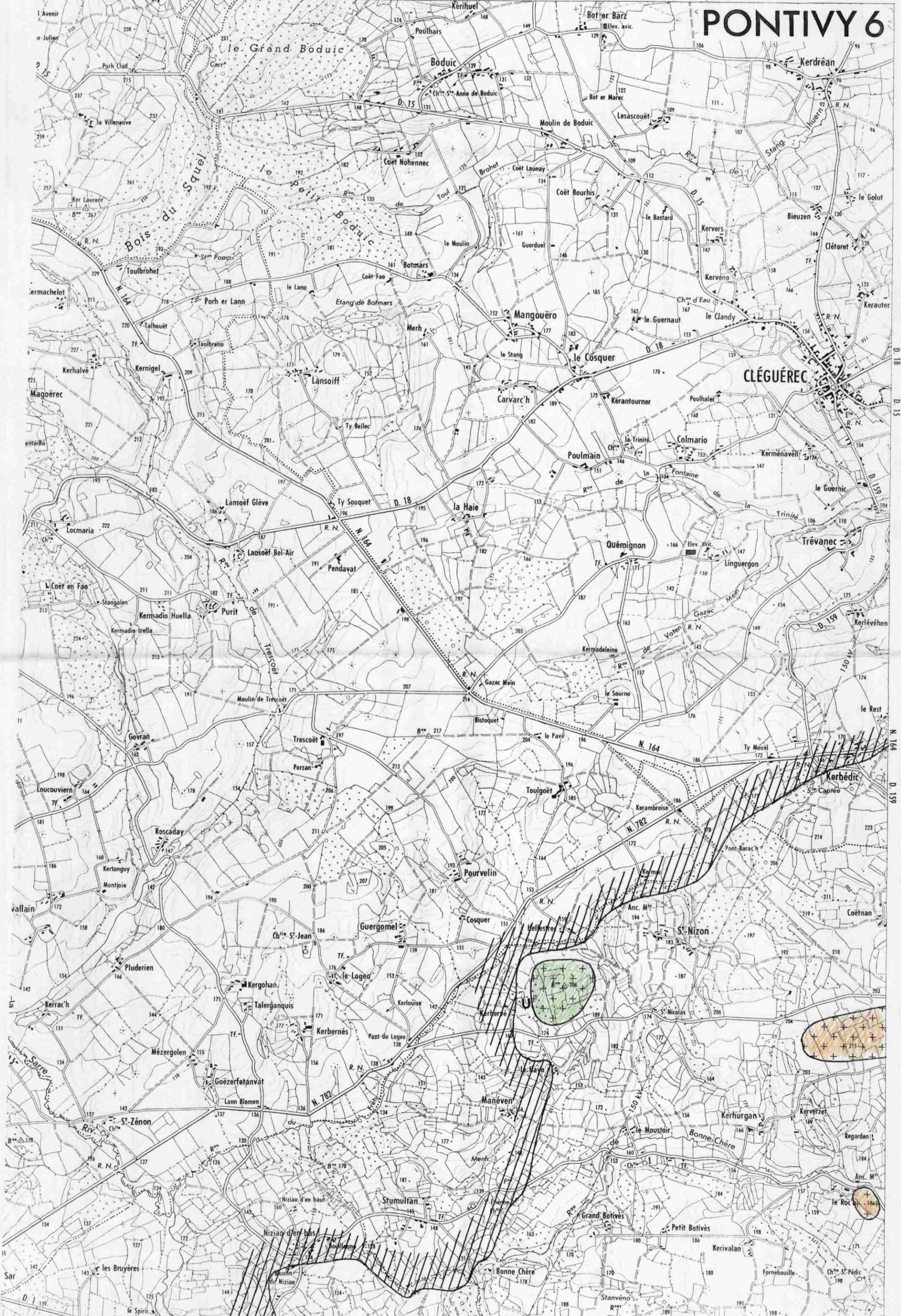
CIBLE DE
2ème INTERET



CIBLE DE
3ème INTERET

LES CARRIERES PRINCIPALES SONT MENTIONNEES SUR LES FONDS TOPOGRAPHIQUES
I.G.N. A 1/25 000 ET SOULIGNEES PAR LE SIGNE : **U**





PONTIVY 7



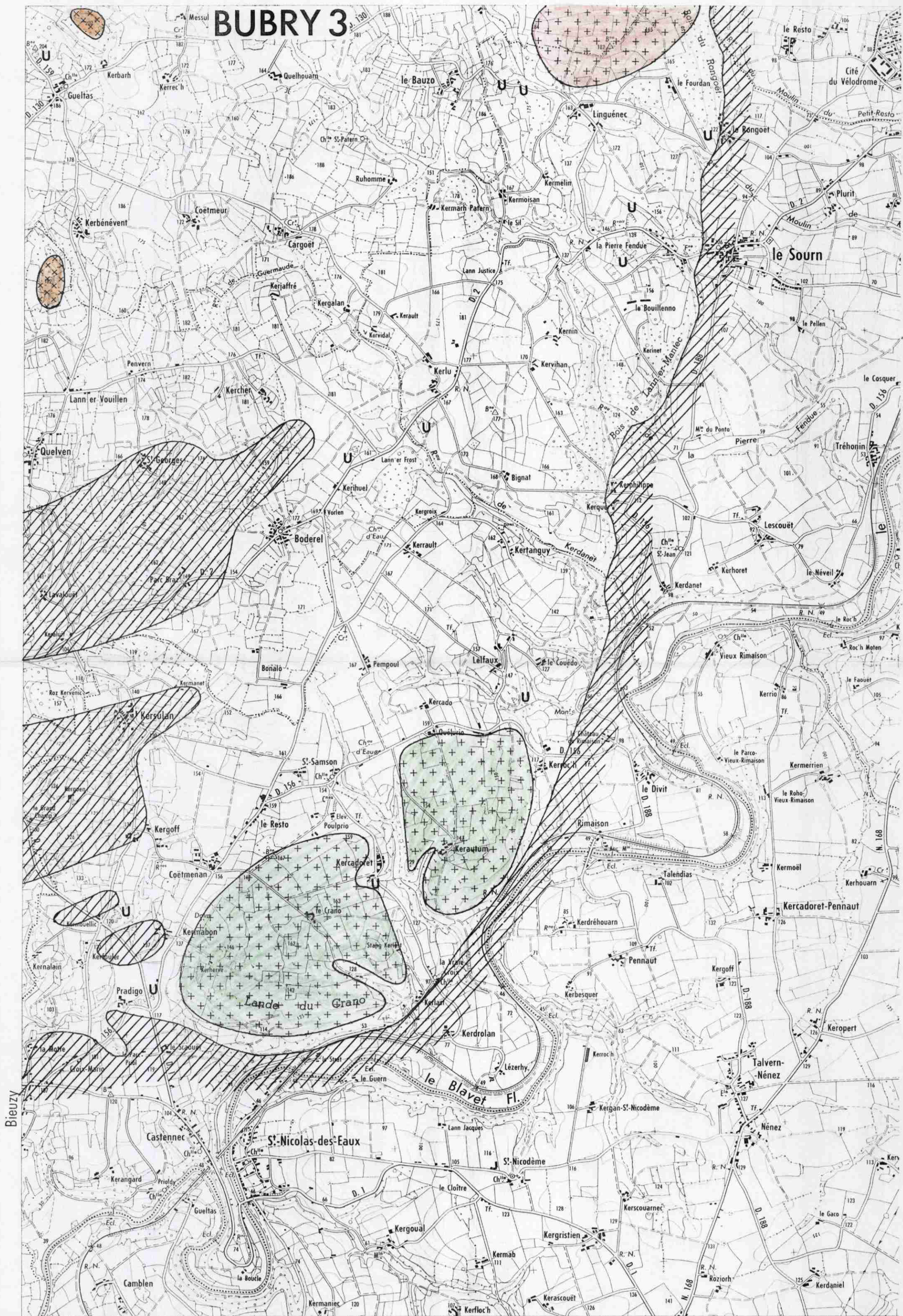
BUBRY 1



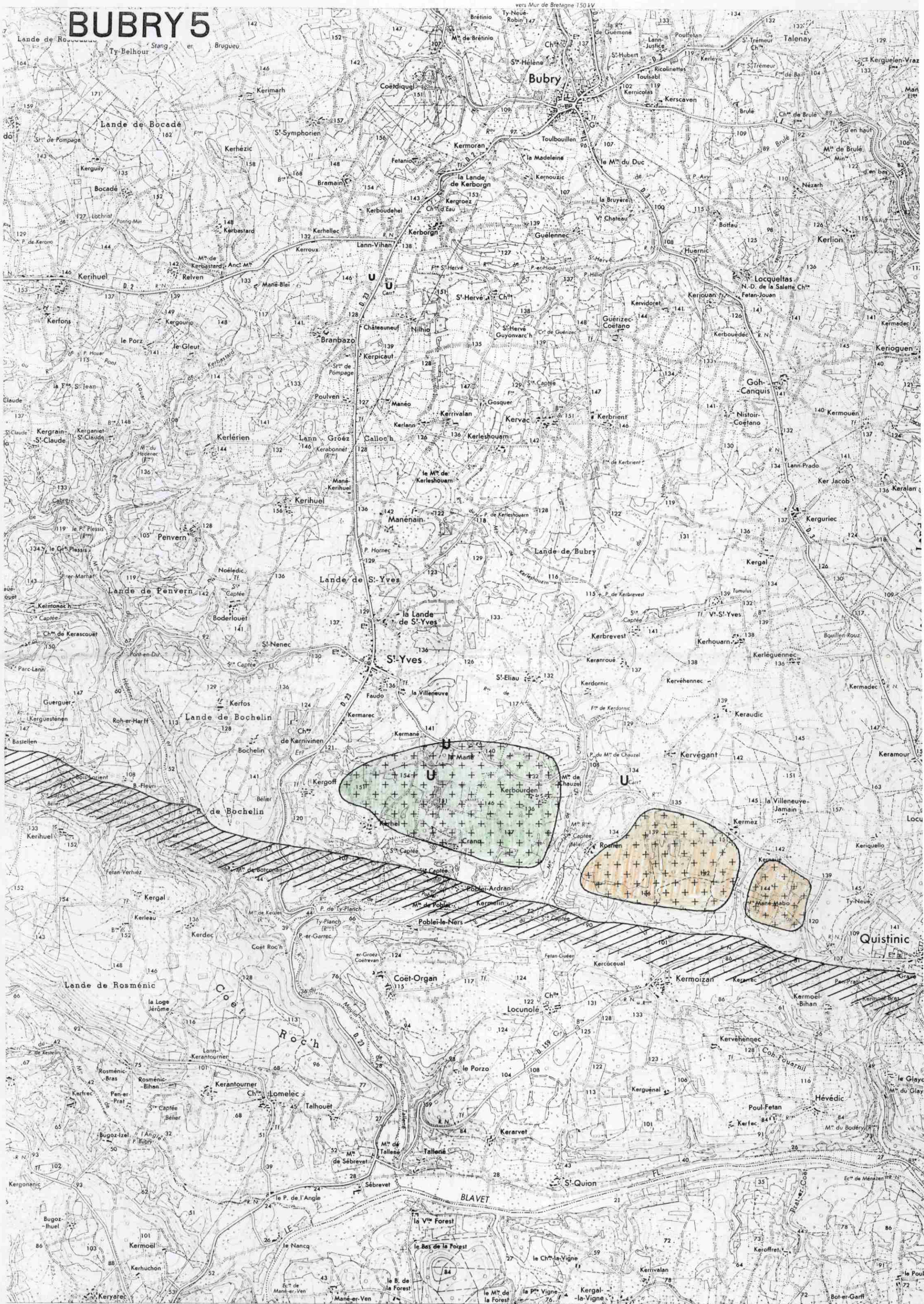
D. 159



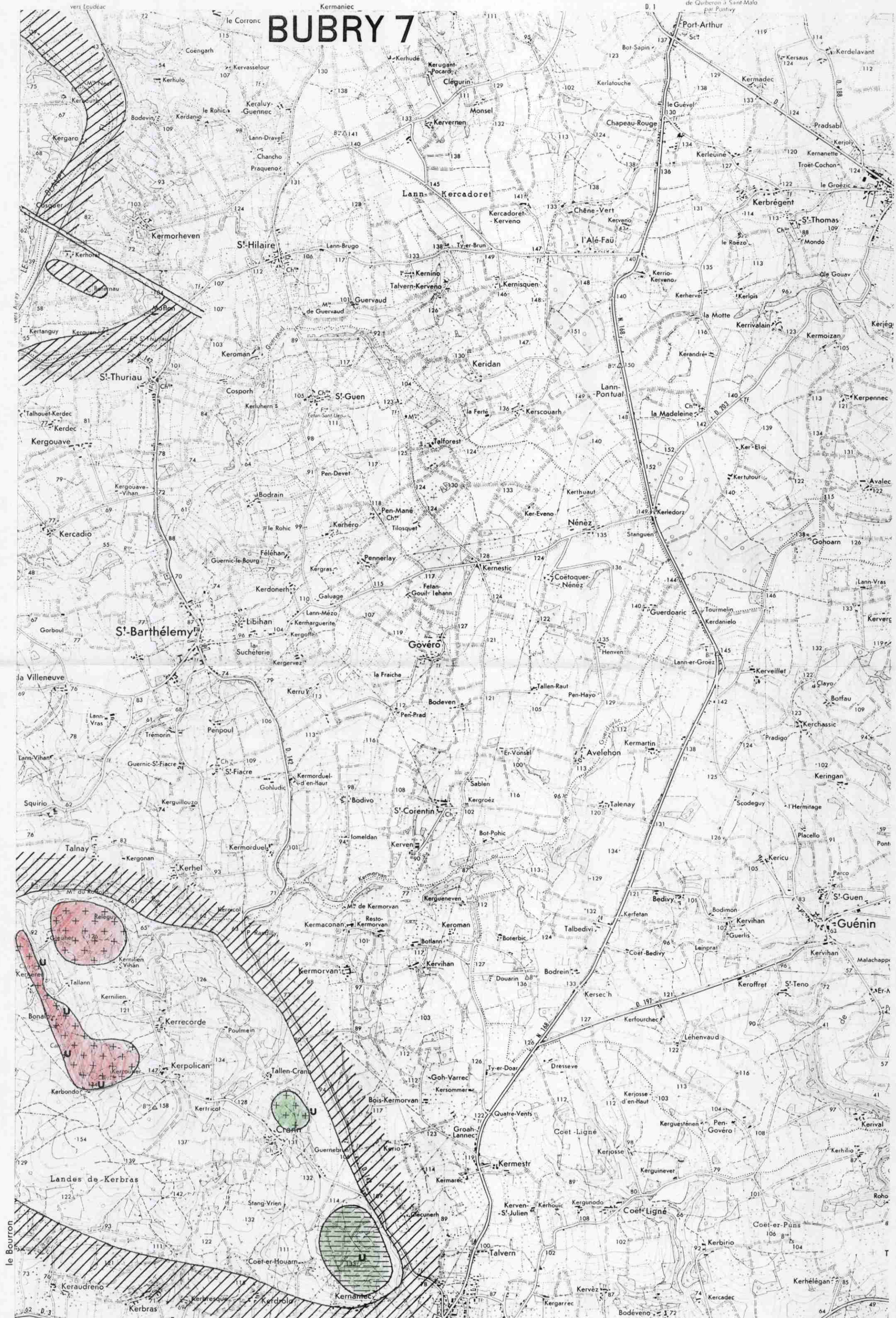
BUBRY 3



BUBRY5

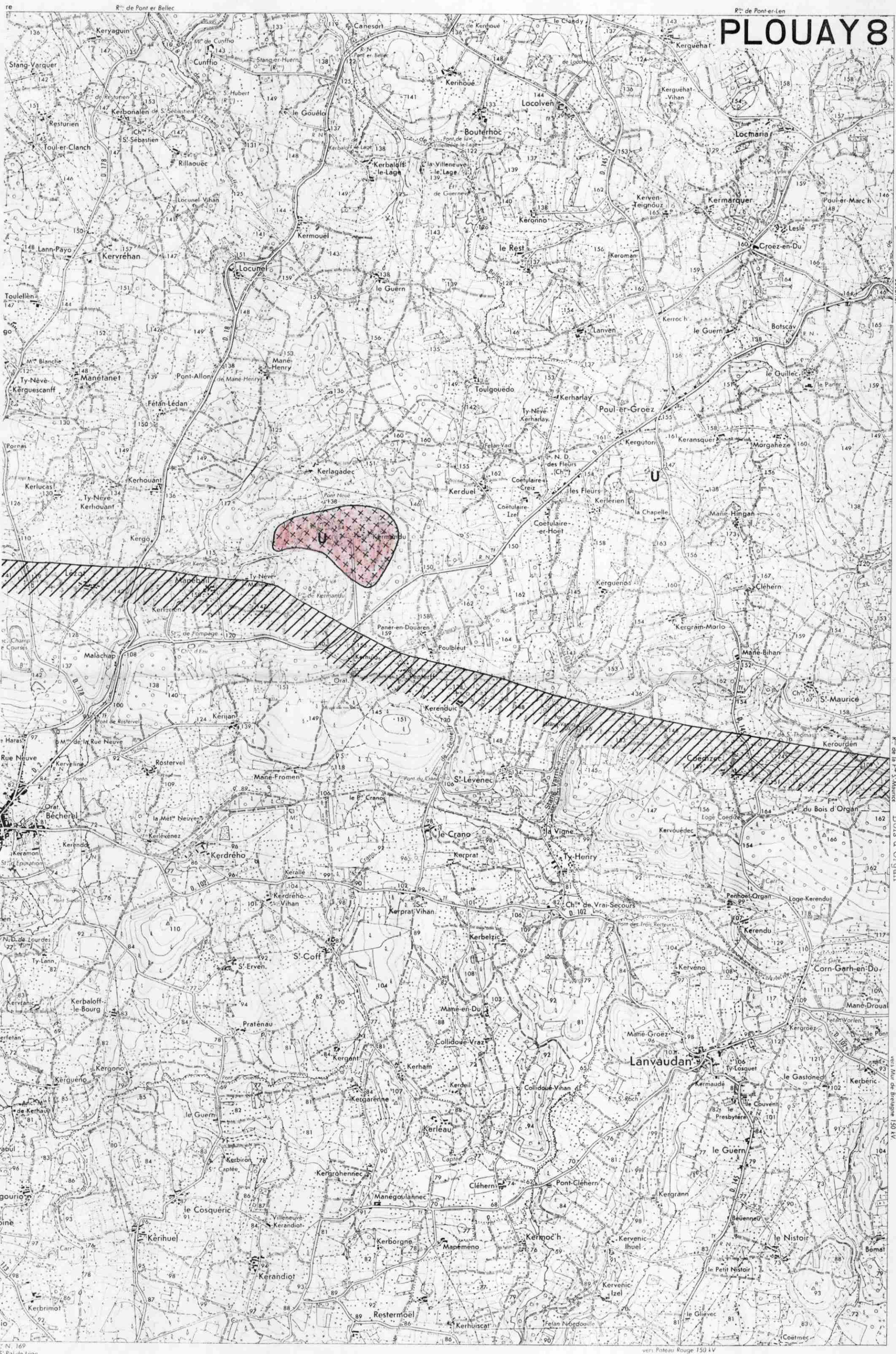


BUBRY 7



• **vinjo**





PLOUAY 8

MASSIF DE L'ABER ILDUT

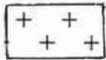
TABLEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

PLOUARZEL 7-8

MASSIF DE L'ABER ILDUT

LEGENDE



GRANITE PORPHYROIDE A BIOTITE, DE TEINTE ROSE



ENCAISSANT, GRANITES A DEUX MICAS ET FILONS



CIBLE DE
1er INTERET

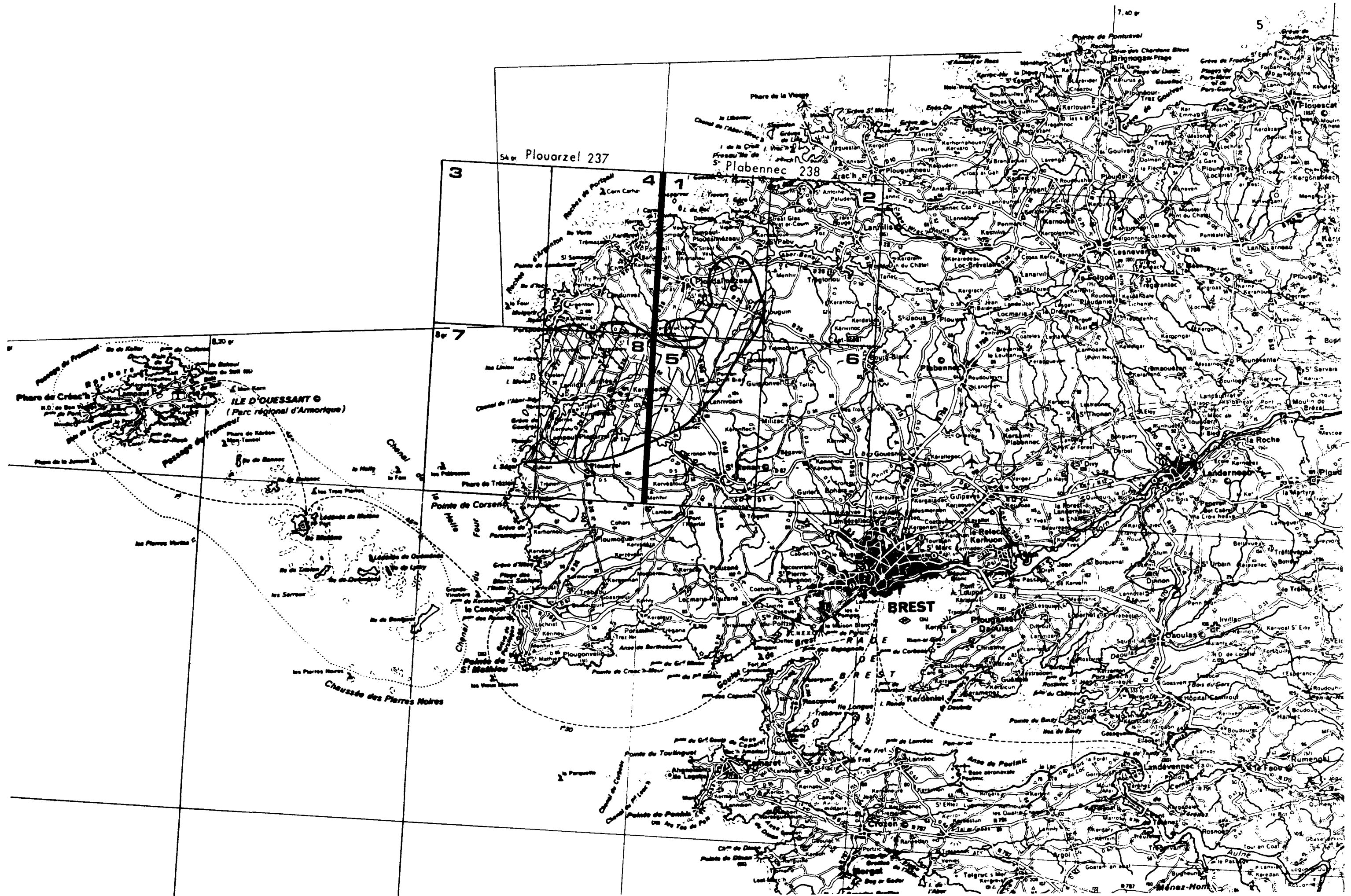


CIBLE DE
2ème INTERET



CIBLE DE
3ème INTERET

LES CARRIERES SONT REPRESENTEES PAR LE SIGNE : **U**





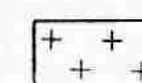
PLOUARZEL 8

MASSIF DE HUELGOAT

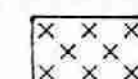
TABEAU D'ASSEMBLAGE A 1 200 000

CARTES A 1 25 000

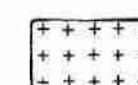
HUELGOAT 2-3

MASSIF DE HUELGOATLEGENDE

GRANITE PORPHYROIDE A BIOTITE-CORDIERITE S'OXYDANT EN SURFACE
EN GRIS-ROUX



GRANITE A BIOTITE A GROS GRAIN SE CHARGEANT EN MUSCOVITE AU
NORD-EST DU HACHURE :



GRANITE SOMBRE A BIOTITE (ET MUSCOVITE), GRAIN MOYEN A FIN



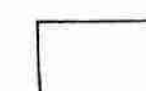
GRANITE A BIOTITE (ET MUSCOVITE), GRAIN MOYEN



ENCAISSANT : ROCHES SEDIMENTAIRES



ZONES MARECAGEUSES



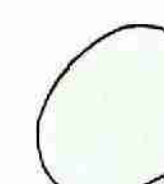
ZONE TRES ARENISEE



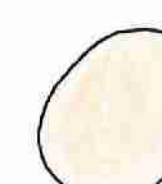
FAILLES



CIBLE DE
1er INTERET

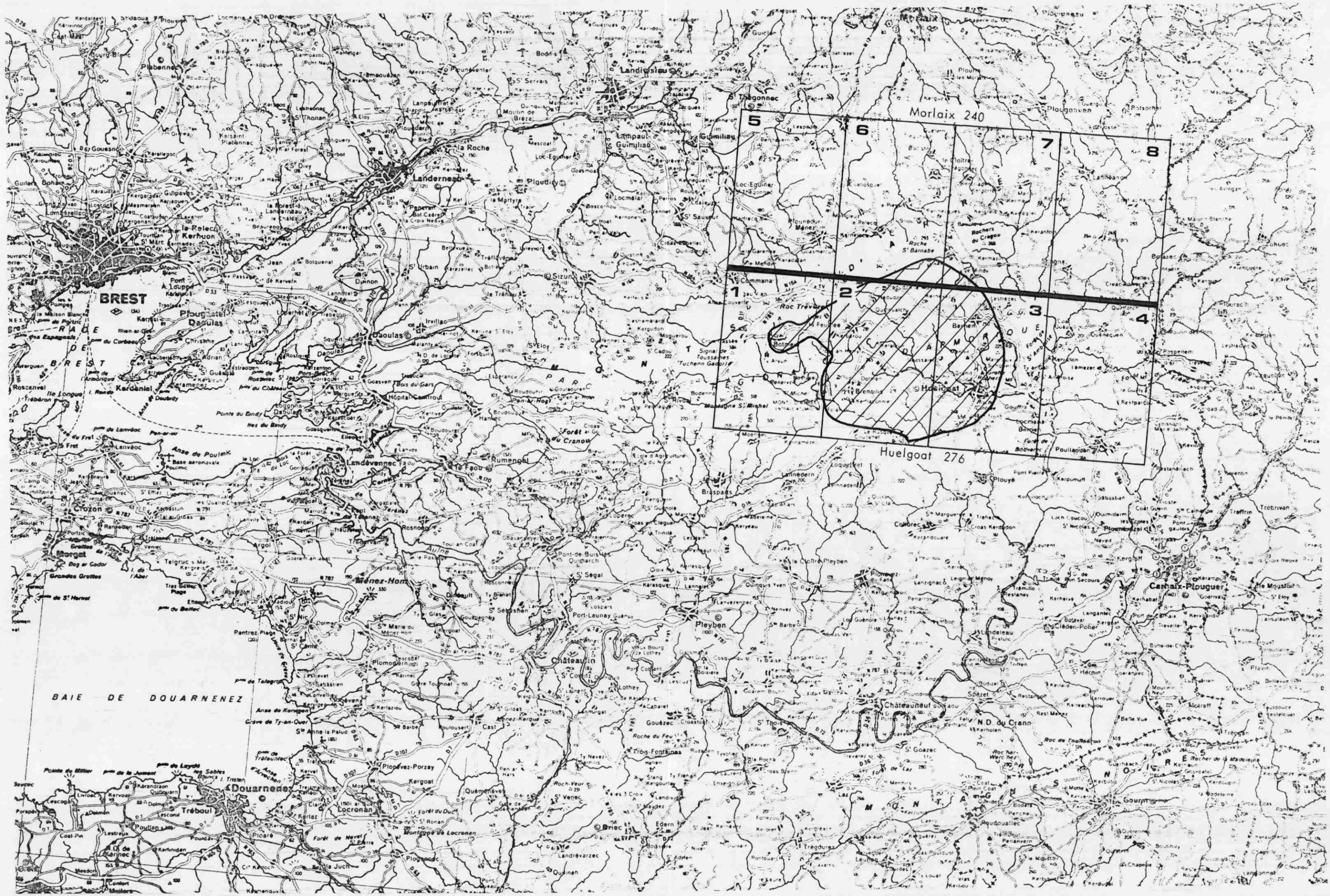


CIBLE DE
2ème INTERET

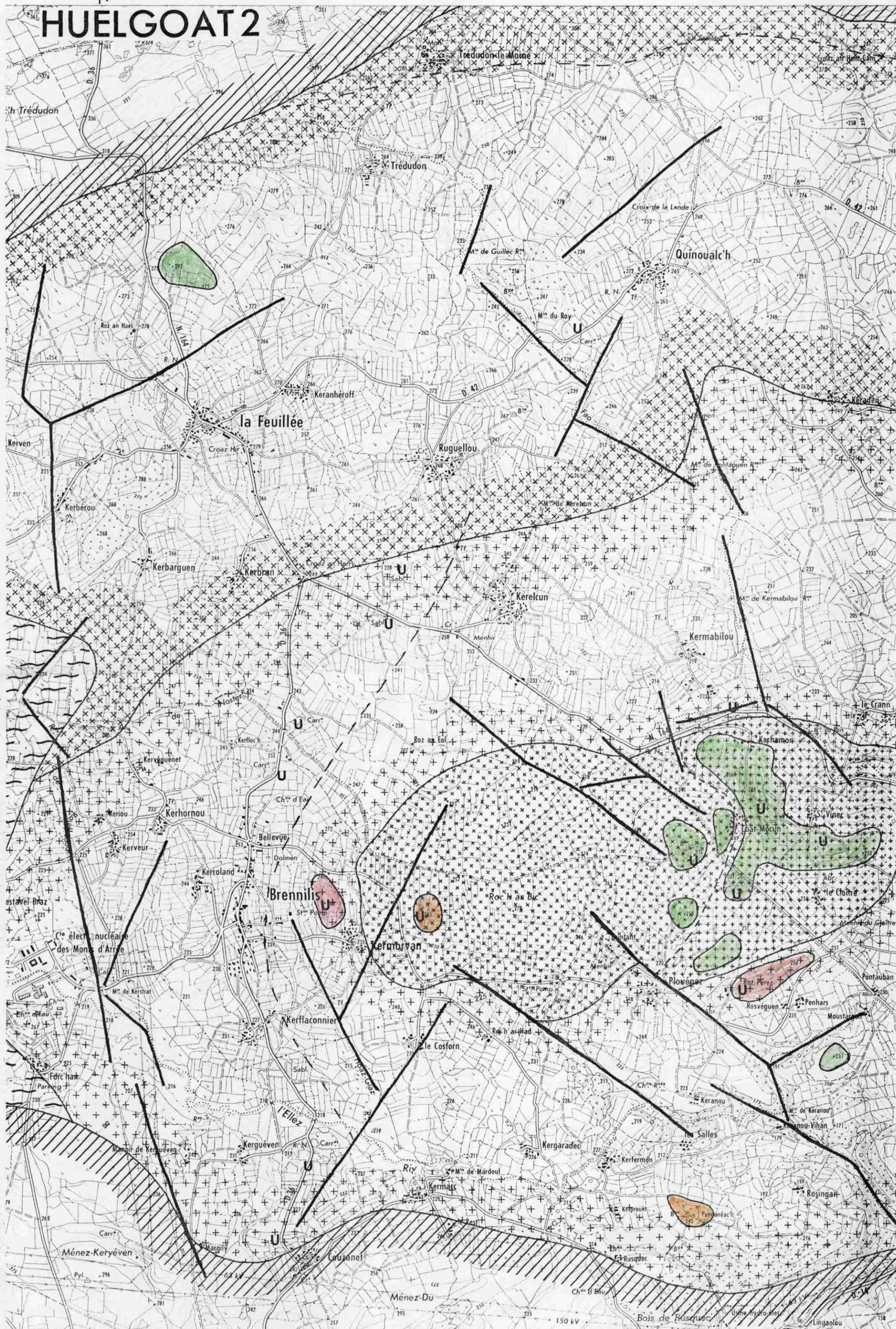


CIBLE DE
2ème INTERET

LES CARRIERES SONT MENTIONNEES SUR LES FONDS TOPOGRAPHIQUES
I.G.N. A 1/25 000 OU SIGNEES PAR LA SIGNE : **U**

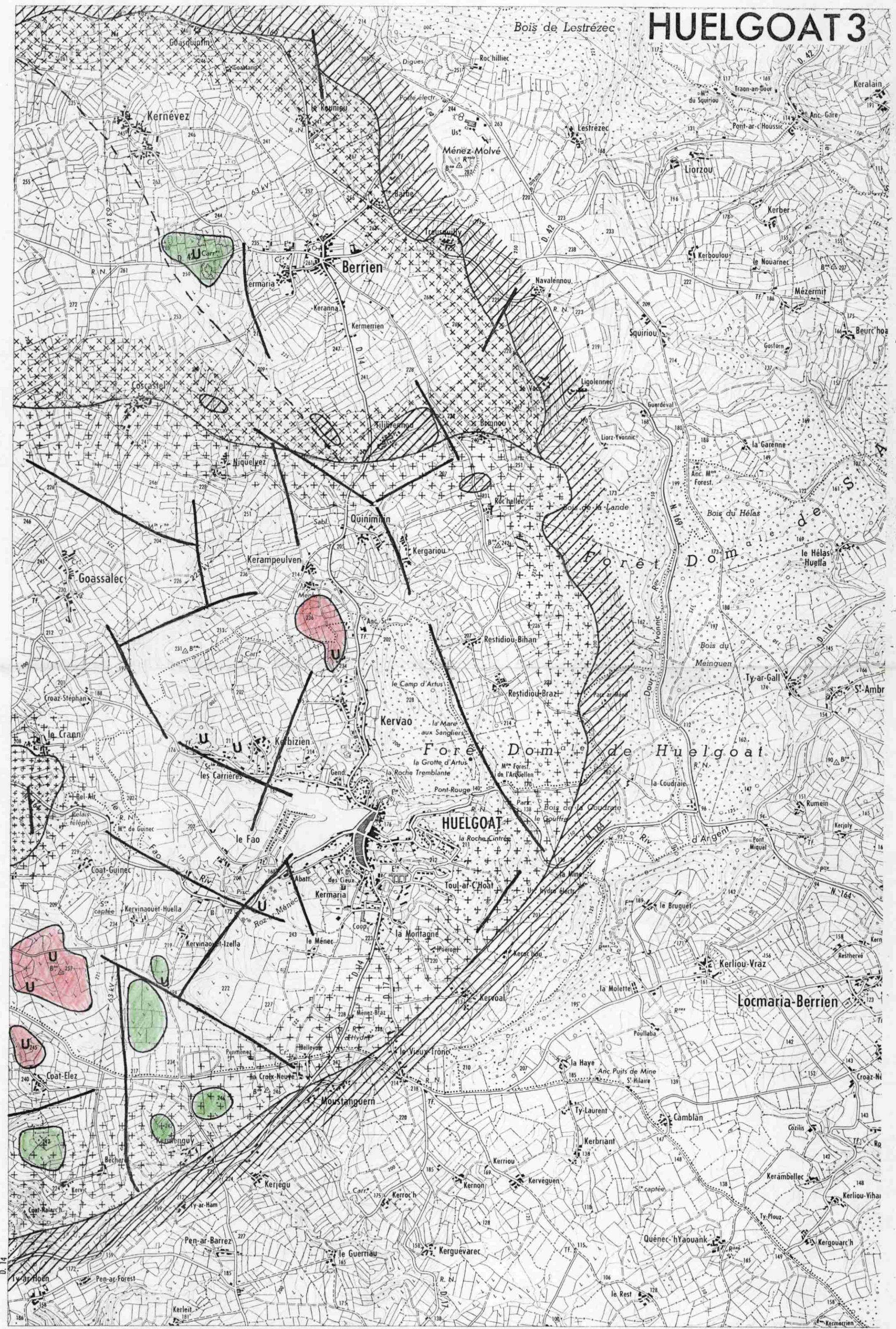


ARRE



HUELGOAT 3

Bois de Lestrezec



MASSIFS DE LIZIO - GUEHENNO - S^T ALLOUESTRE

TABEAU D'ASSEMBLAGE A 1 100 000

CARTES A 1 25 000

JOSSELIN 6-7-8

PLOERMEL 5

MALESTROIT 1

ELVEN 2-3-4

MASSIFS DE LIZIO(1), GUEHENNO(2), ST ALLOUESTRE(3)

LEGENDE



GRANITE A DEUX MICAS, GROS GRAIN



GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN MOYEN



GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN FIN OU FILON D'APLITE OU ZONE DE FILONS D'APLITE



GRANITE RICHE EN TOURMALINE ET PEGMATITES



GRANITE A DEUX MICAS A TEXTURE CATACLASTIQUE (ORIENTEE)



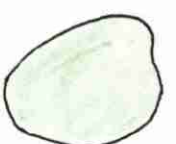
GRANITE ECRASE



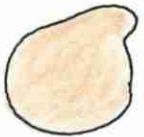
ZONE DEPRIMEE OU A RECOUVREMENT IMPORTANT



CIBLE DE
1er INTERET

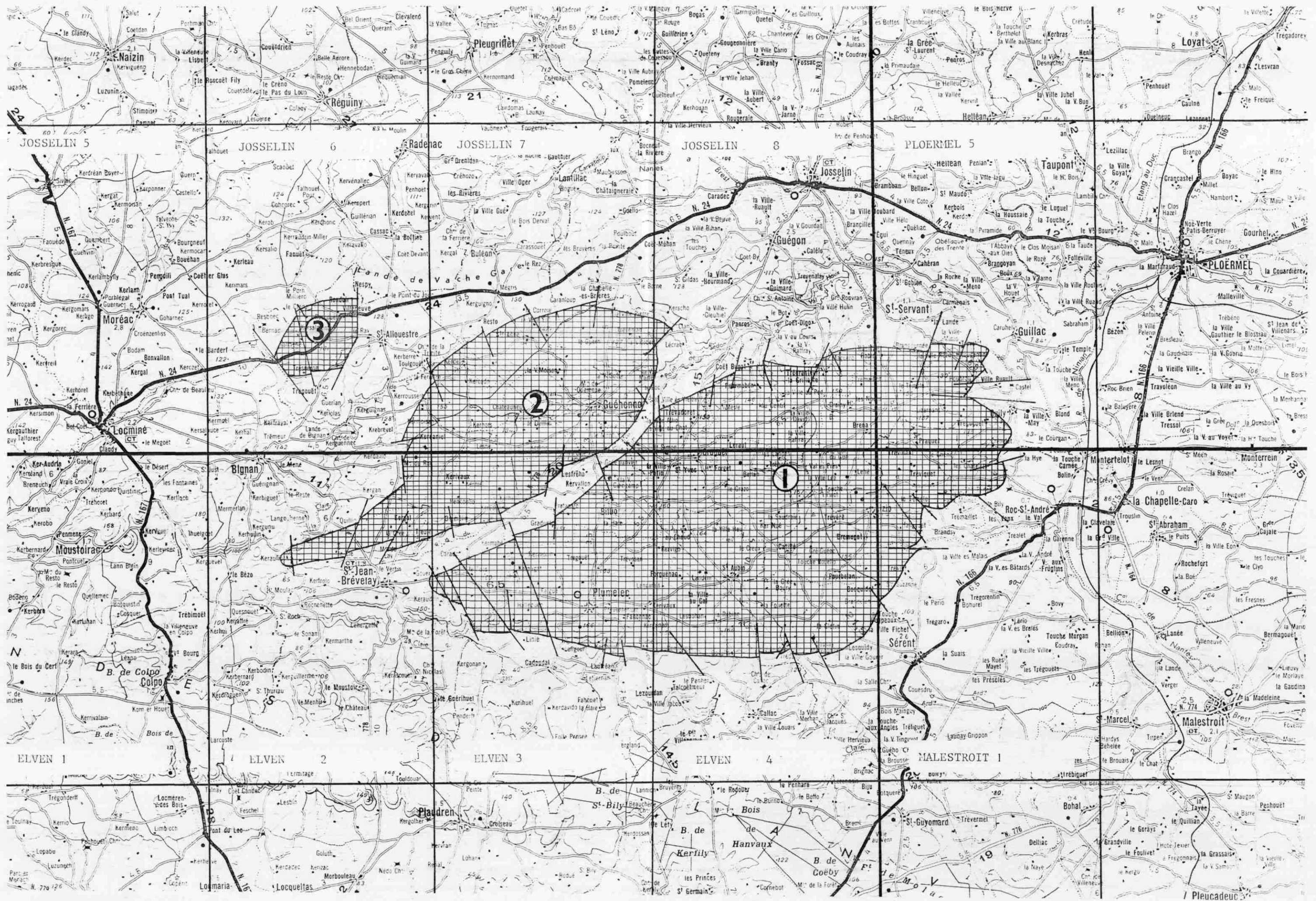


CIBLE DE
2ème INTERET

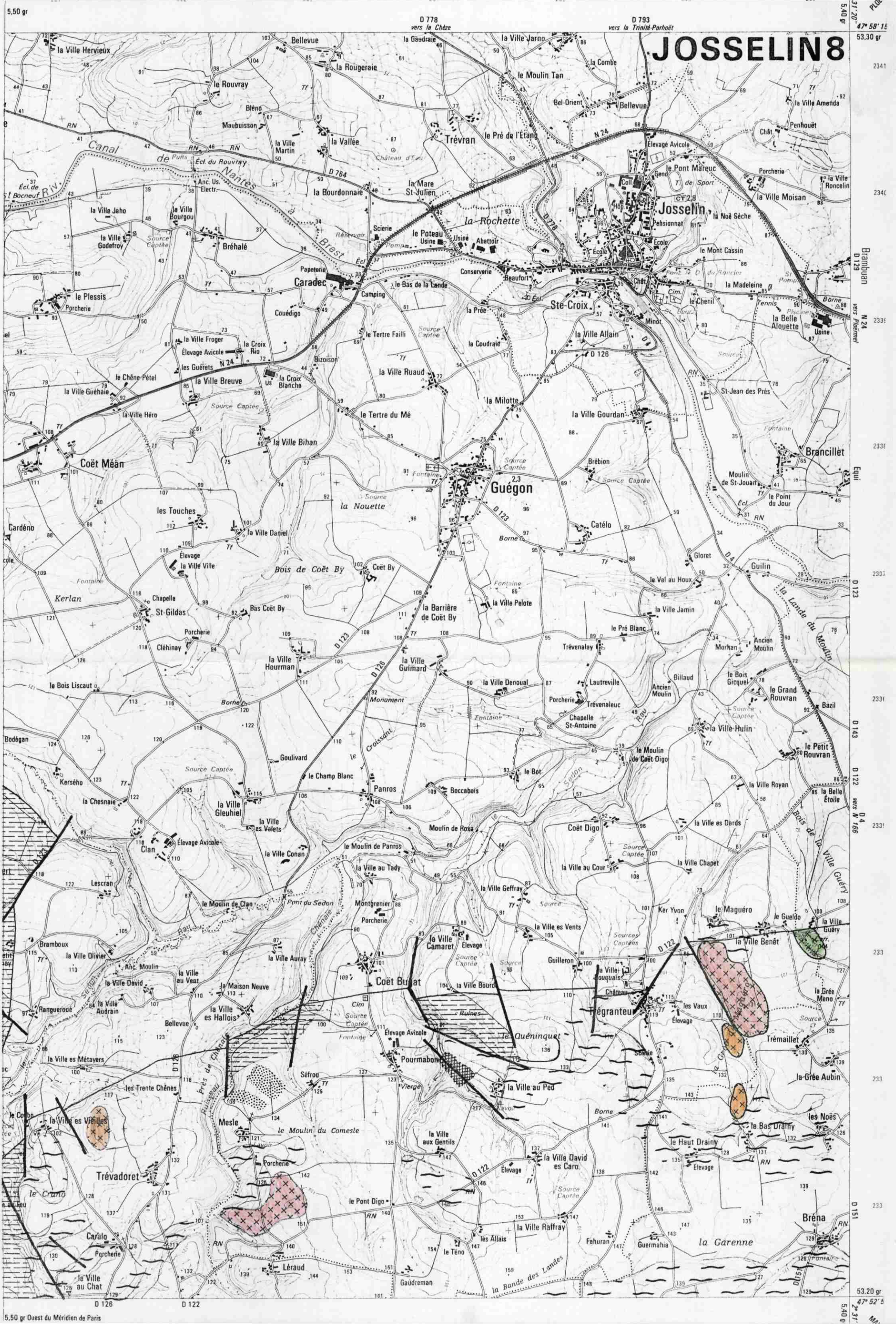


CIBLE DE
3ème INTERET

CARRIERES OU EXCAVATIONS





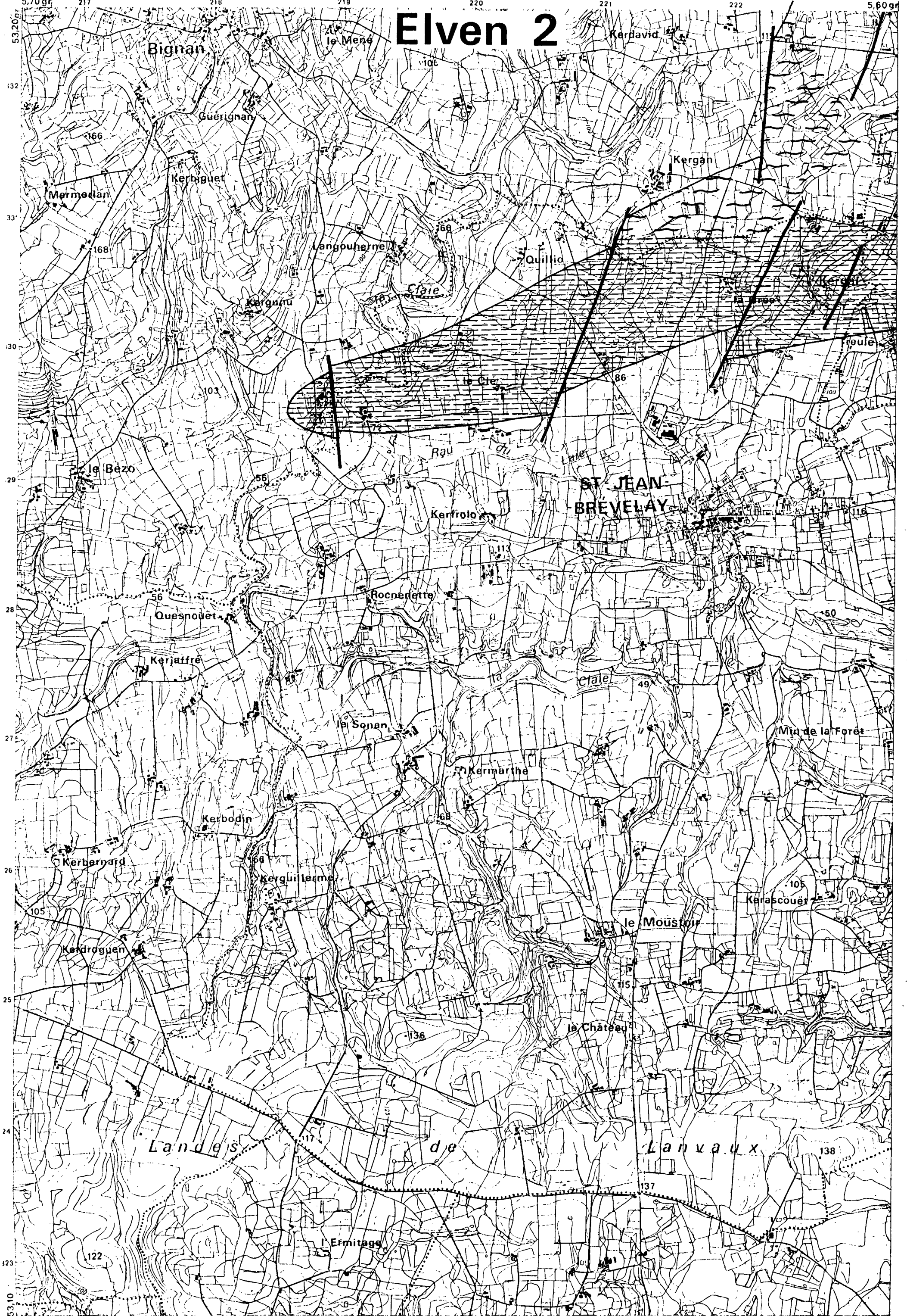


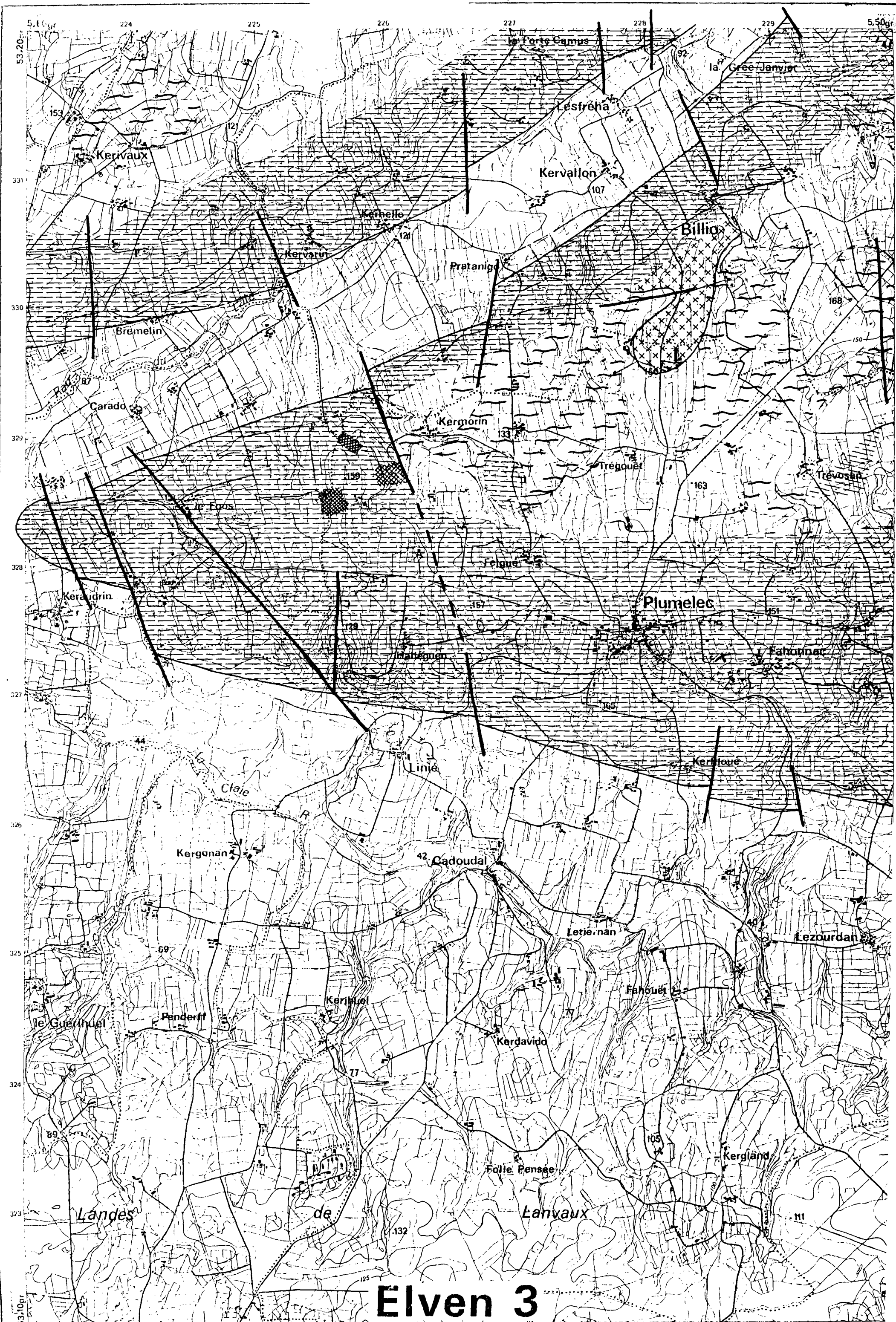
PLOERMEL 5



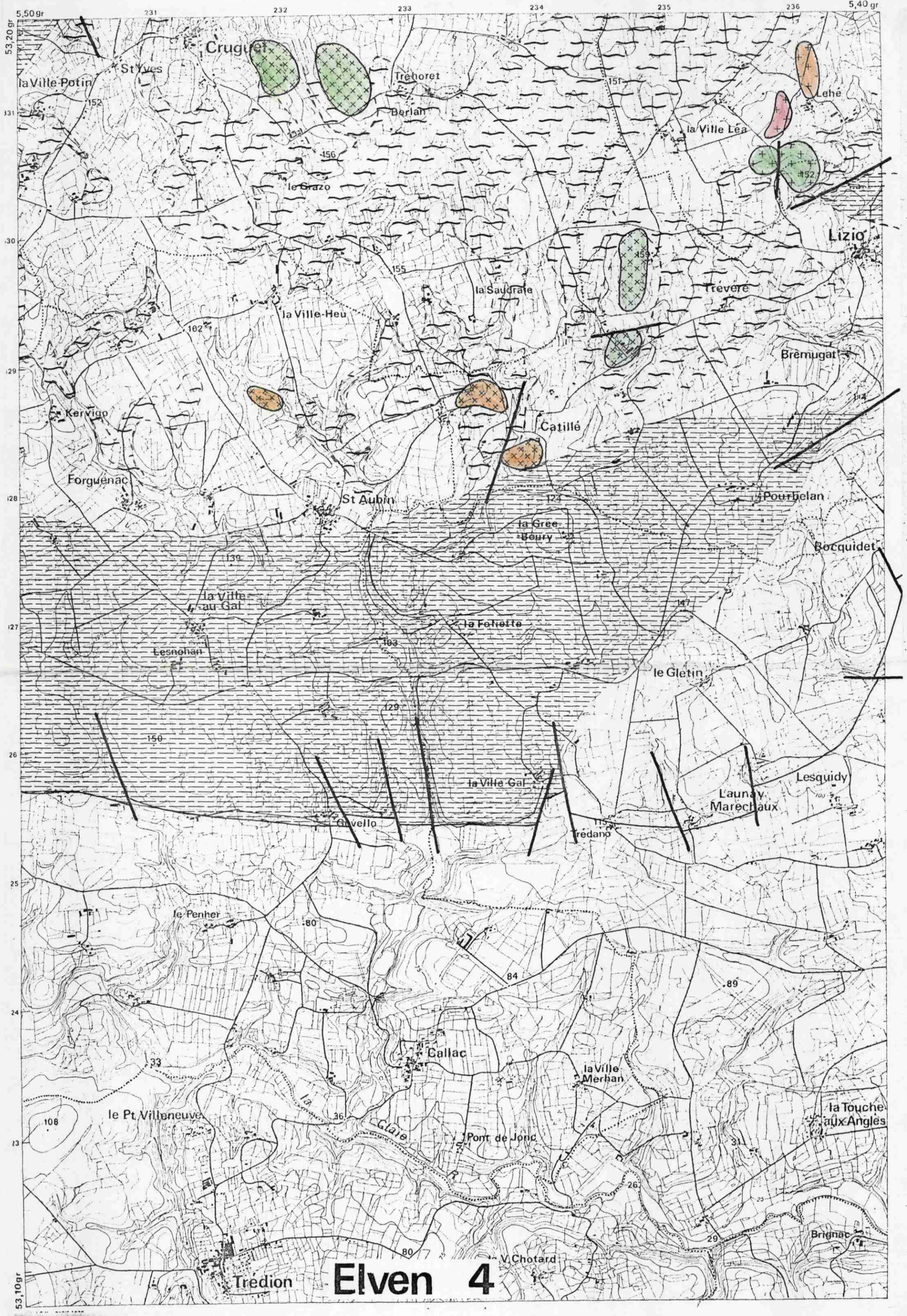
MALESTROIT

Elven 2





Elven 3



MASSIF DE QUESTEMBERT-ALLAIRE

TABLEAU D'ASSEMBLAGE A 1 100 000

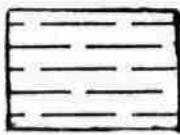
CARTES A 1 25 000

VANNES 4

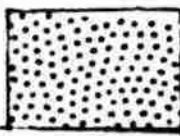
QUESTEMBERT 2-3-4

MASSIF DE QUESTEMBERT - ALLAIRE

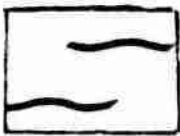
LEGENDE



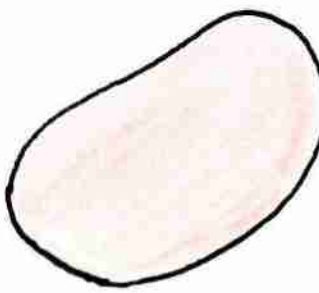
GRANITE A DEUX MICAS ORIENTE A TEXTURE CATACLASTIQUE, GRAIN MOYEN



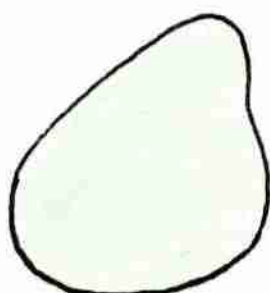
GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN FIN



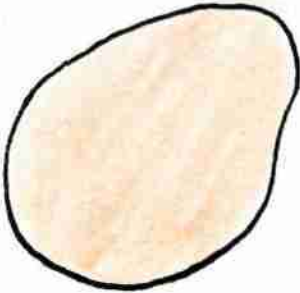
ZONE ALTEREE, DEPRIMEE OU A FORT RECOUVREMENT



CIBLE DE
1er INTERET



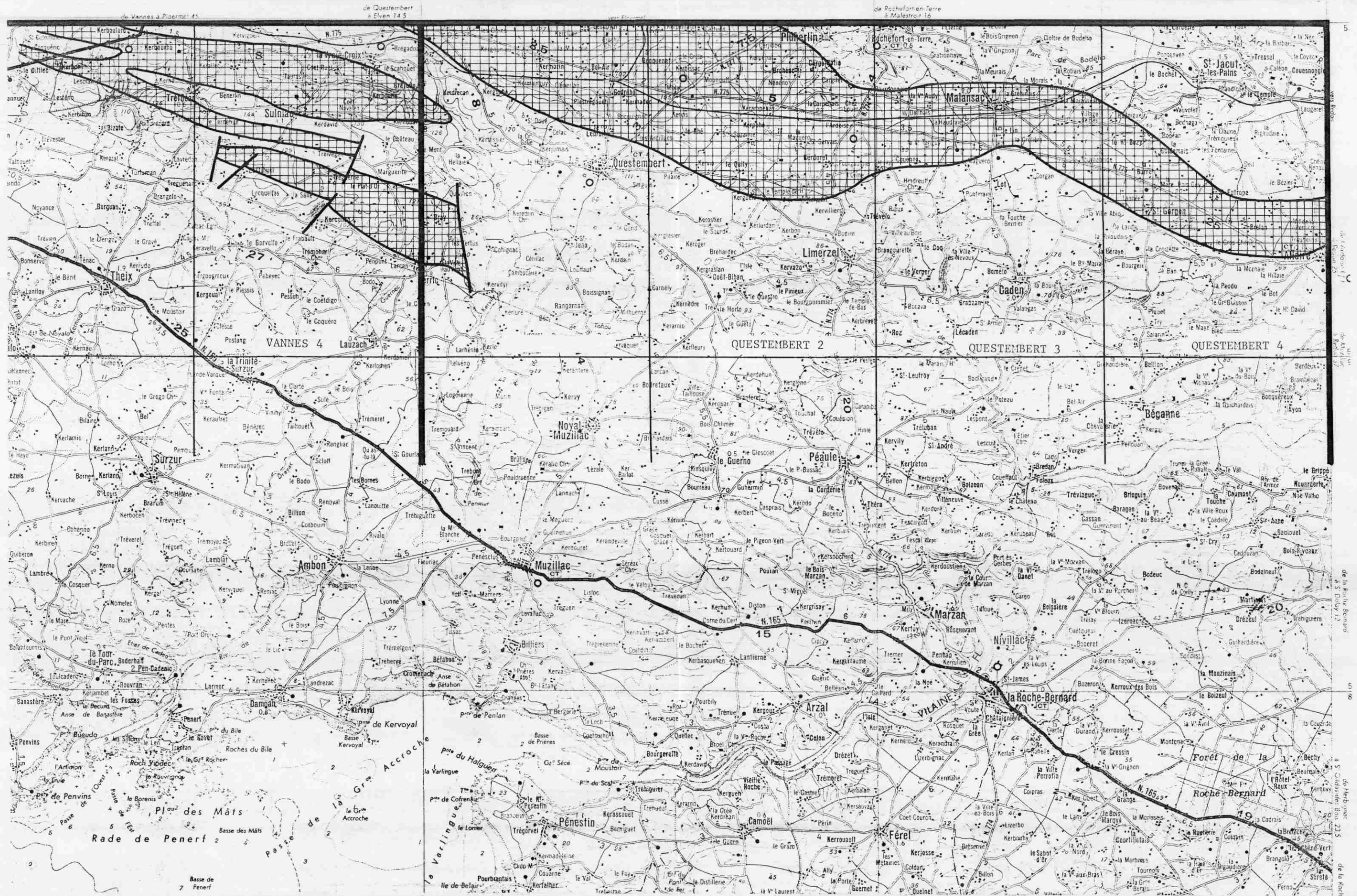
CIBLE DE
2ème INTERET



CIBLE DE
3ème INTERET

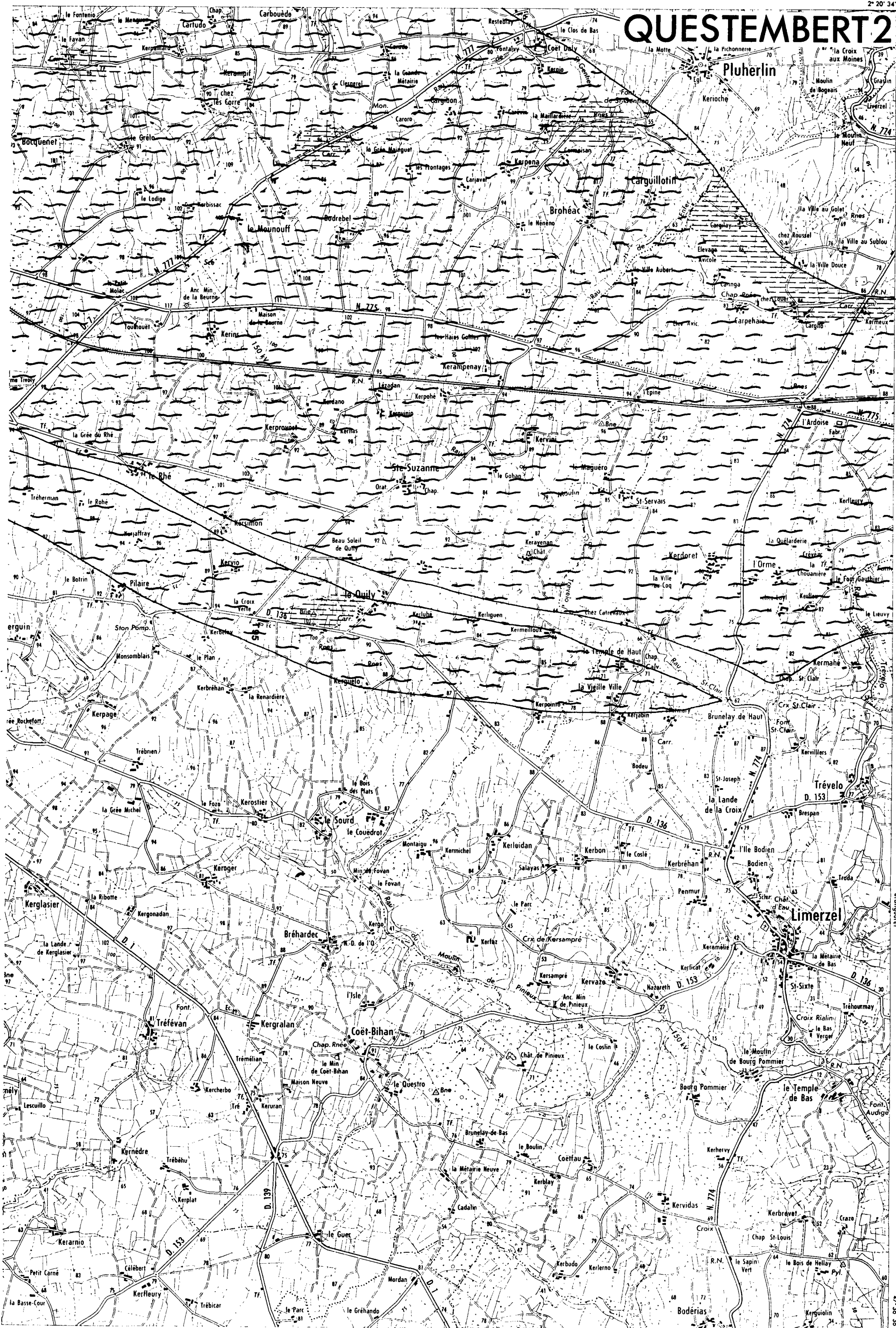


CARRIERES OU EXCAVATIONS

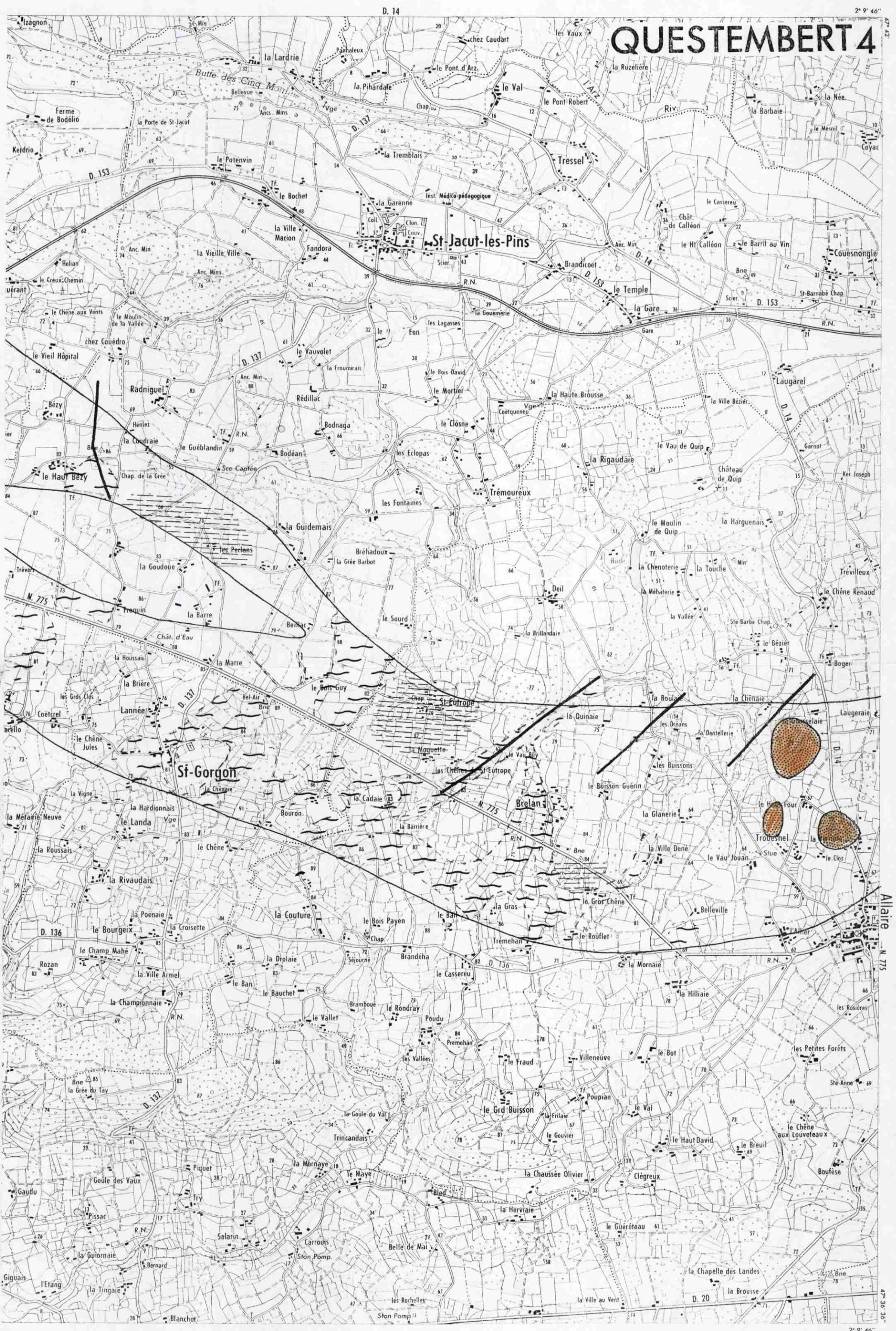


VANNES 4









QUESTEMBERT 4

47° 42'

47°

Allaire N. 775

47° 36' 36"

**MASSIF DE
DINAN - LANGUEDIAS**

CARTES A 1/25 000 de BROONS 3 et 4 regroupées sur une
seule coupure

MASSIF DE DINAN - LANGUEDIASLEGENDE CARTE GEOMORPHOLOGIQUE

RUPTURE DE PENTE



UNITE EXTERNE



ZONE FORTEMENT DEPRIMEE



LIGNE DE CRETE



UNITE INTERNE

LEGENDE CARTE GEOLOGIQUE

GRANITE A BIOTITE, GROS GRAIN



GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN MOYEN



GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN FIN



FILON DE' GRANITE A DEUX MICAS, GRAIN FIN

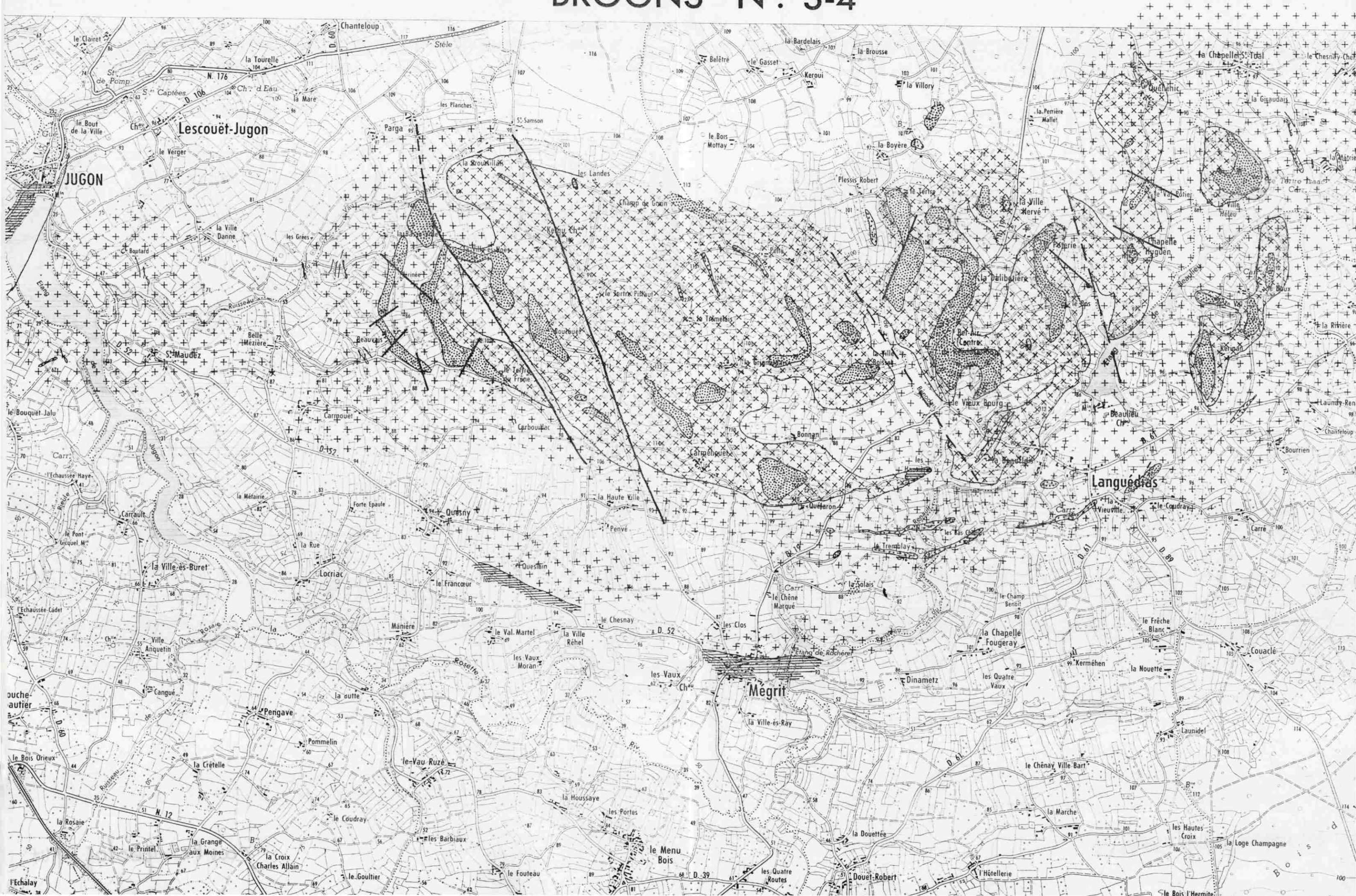
LEGENDE CARTE DES CIBLESCIBLE DE
1er INTERETCIBLE DE
2ème INTERETCIBLE DE
3ème INTERET

CARRIERES

carte géologique

BROONS N^{os} 3-4

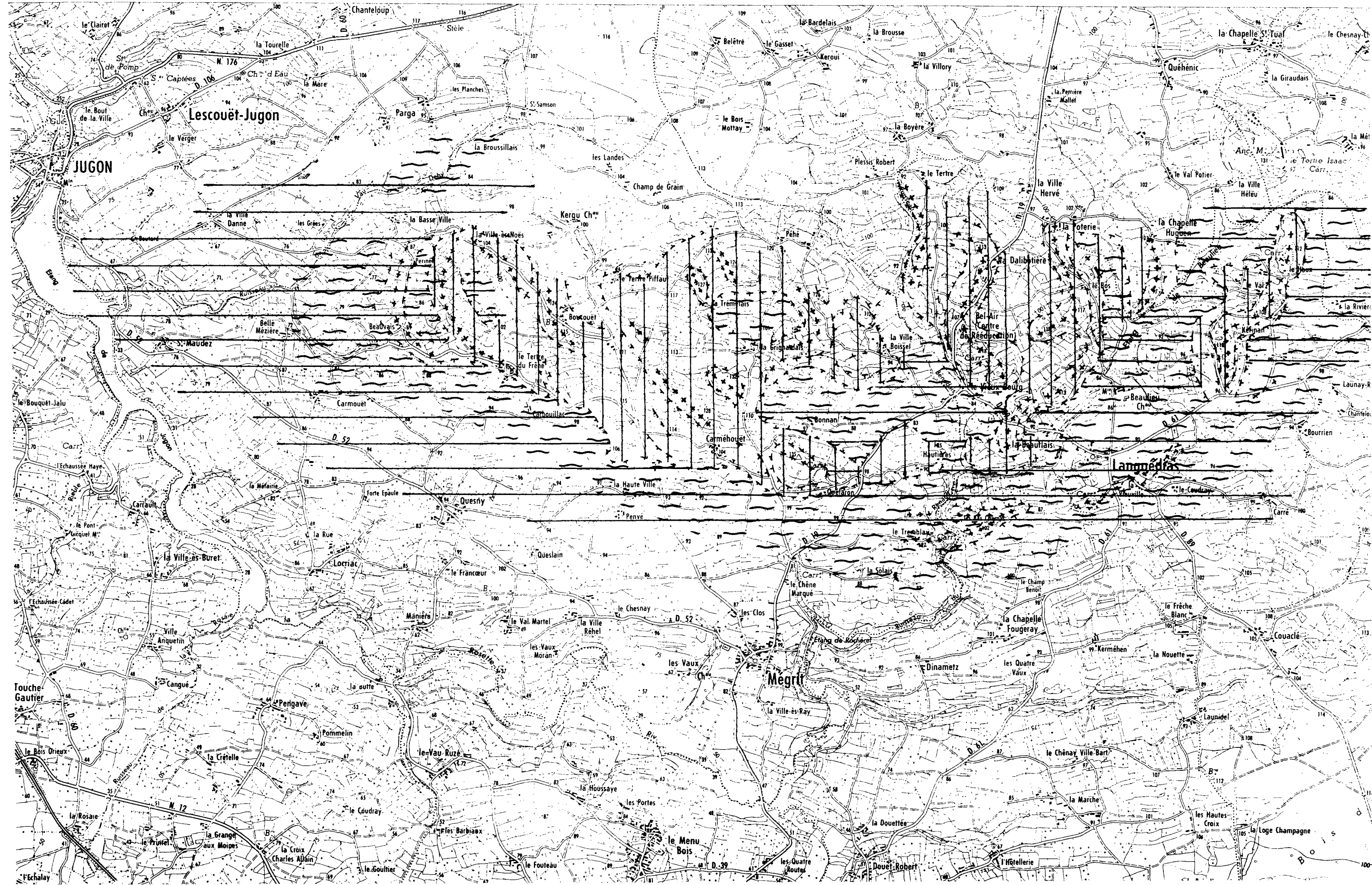
LES AMORCES NUMÉROTÉES SUR LES CÔTÉS D
AU QUADRILLAGE KILOMÉTRIQUE DE LA PROJEC



carte géomorphologique

BROONS N°s 3-4

LES AMORCES NUMÉROTÉES SUR LES CÔTÉS
AU QUADRILLAGE KILOMÉTRIQUE DE LA PROJE



carte des cibles

BROONS N°s 3-4

LES AMORCES NUMÉROTÉES SUR LES C
AU QUADRILLAGE KILOMÉTRIQUE DE LA P



**EXEMPLE
DE STANDARDISATION
AU QUEBEC**

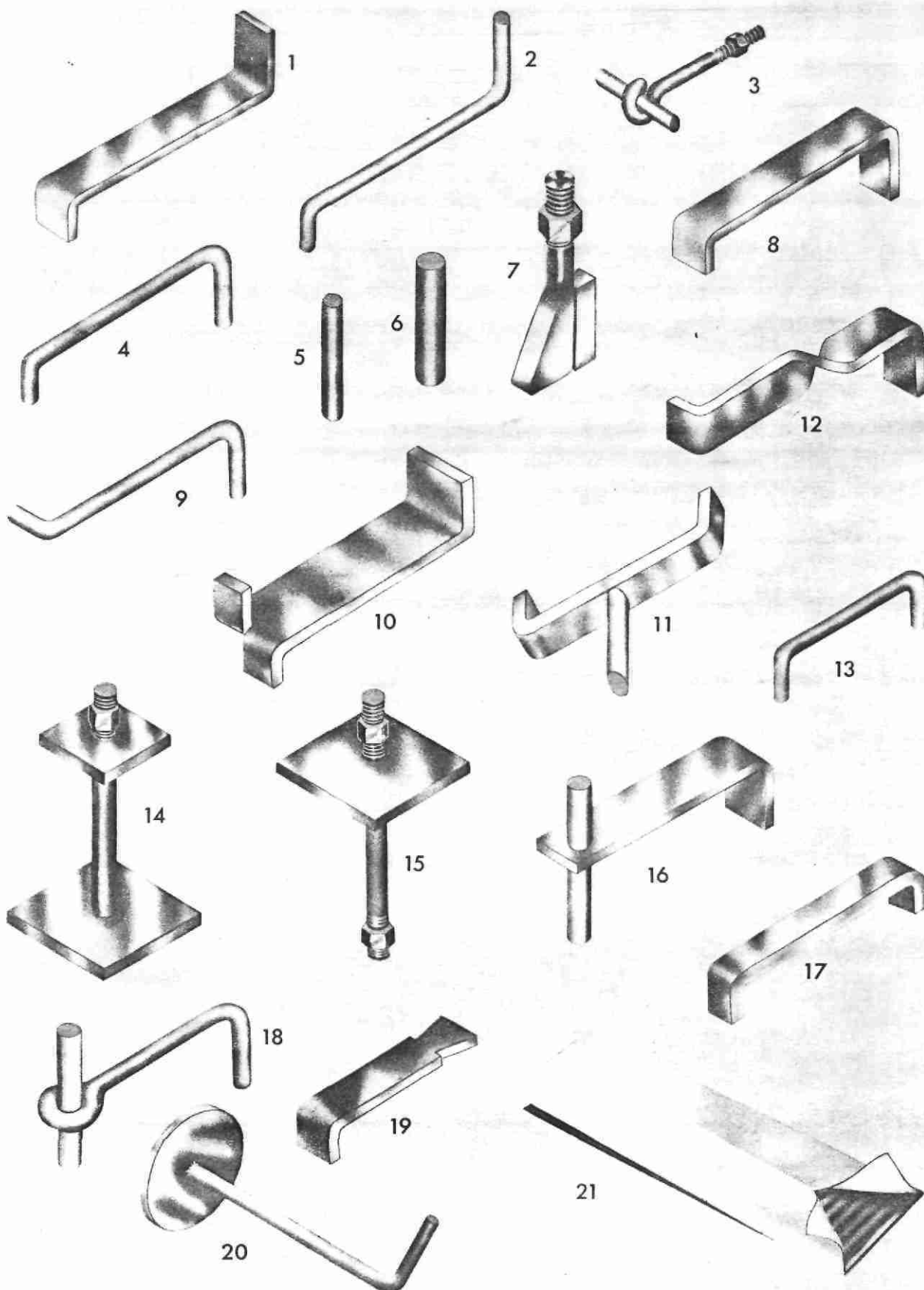
A N N E X E 11

EXEMPLE DE STANDARDISATION DES METHODES DE FIXATION

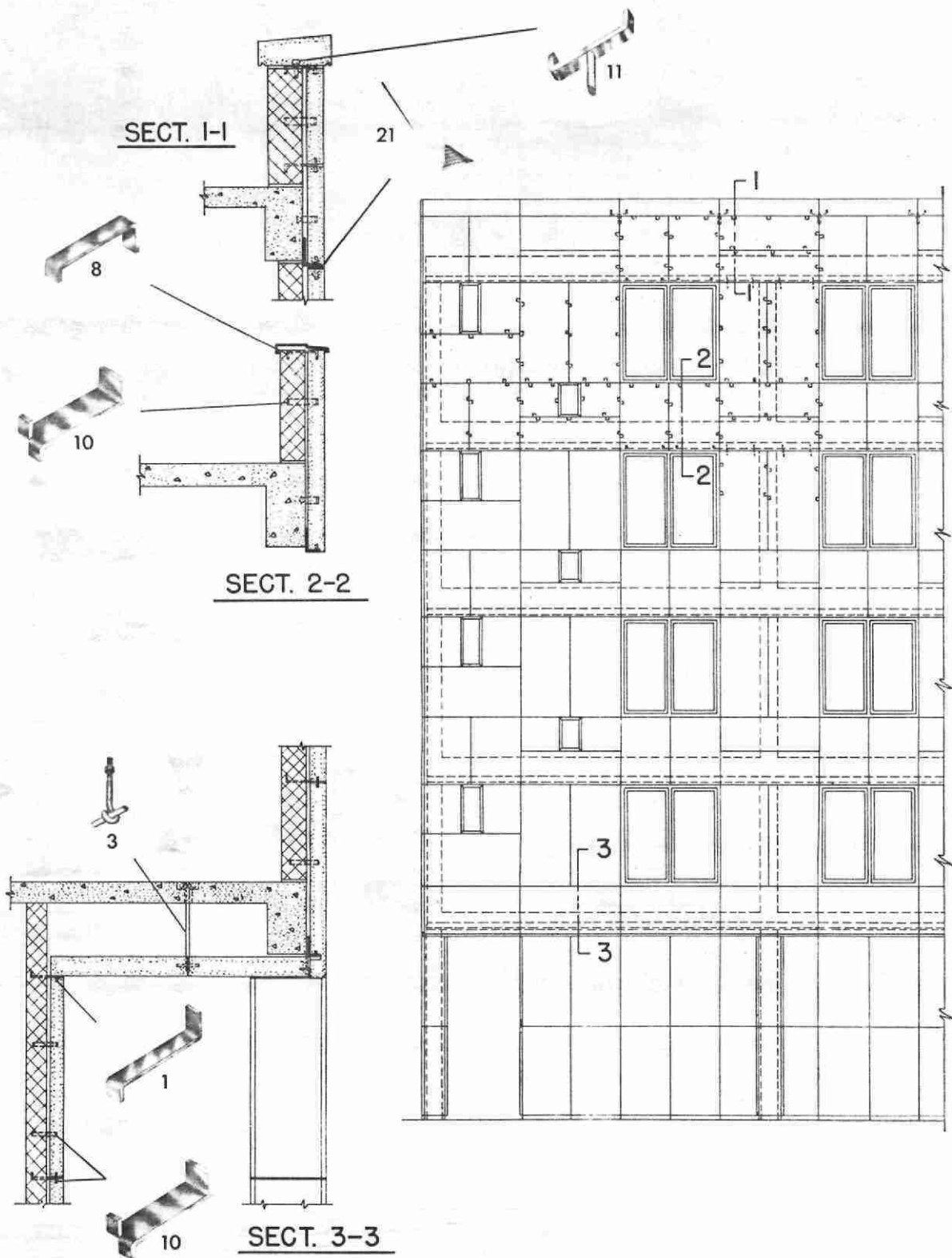
DES REVETEMENTS DE GRANITES AU QUEBEC

Systèmes d'ancrages usuels • Standard anchors used

4s
AGQ



Quelques méthodes de fixation de revêtement en granite.



Granite facing techniques.

