

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

**B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél.: (38) 63.80.01**

**ETUDE DES GISEMENTS ARDOISIERS**

**DE L'AVEYRON ET DU TARN**

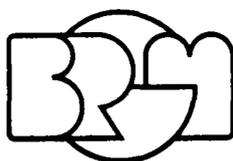
**Rapport intermédiaire**

par

**J. COSSON**

avec la collaboration

**de M. DONNOT, B. GUERANGE, R. VERNET**



**Service géologique régional MIDI - PYRÉNÉES**

**Avenue Pierre-Georges Latécoère, 31400 Toulouse - Tél.: (61) 52.12.14**

Octobre 1980

## R E S U M E

-----

Le présent document constitue le rapport intermédiaire prévu à la convention relative aux Gisements Ardoisiers de l'Aveyron et du Tarn, passée entre les C.C.I. de Rodez et de Castres d'une part, et le B.R.G.M. d'autre part. A ce titre, il expose la démarche générale de l'étude et certains résultats partiels qui marquent une étape importante dans notre connaissance du sujet.

L'avant-propos rappelle les objectifs de la mission et les modalités de son financement.

Un premier chapitre propose une classification des produits ardoisiers de couverture et constate que chacune des localités ardoisières du Tarn et de l'Aveyron fabrique des produits qui lui sont spécifiques. Il souligne que cette spécificité est sous la dépendance étroite du faciès des matériaux naturels utilisés dans chaque cas et donc des conditions géologiques particulières à chacun des gisements exploités.

Le deuxième chapitre définit les facteurs géologiques qui contrôlent l'exploitabilité d'une veine ardoisière et les méthodes de leur étude. S'agissant de produits pour la plupart différents des ardoises classiques, la démarche adoptée est pragmatique : dans chaque secteur, des références précises (faciès du matériau, schistosité, position structurale, densité de fracturation), dégagées sur panneaux exploités, pourront être ultérieurement identifiées dans les zones que l'étude simultanée du contexte aura permis de présumer favorables.

Pour illustrer cette démarche, les chapitres 3 et 4 exposent avec un certain détail les principaux faits acquis dans les secteurs de Lacaune et du Cayrol (pétrographie des matériaux, relations stratification/schistosité, densité admissible de fracturation, structure cartographique etc...).

Enfin, bien qu'ils aient été analysés de façon analogue, les autres secteurs (Dourgne, Comps-la-Grand'Ville et Saint-Hippolyte) sont envisagés plus succinctement et seulement sous certains aspects qui leur sont particuliers.

## A V A N T - P R O P O S

-----

L'étude des gisements ardoisiers de l'Aveyron et du Tarn, en cours de réalisation par le B.R.G.M., s'inscrit dans un ensemble d'actions destinées à maintenir et, si possible, développer l'activité ardoisière dans ces régions du Massif Central. Montées à l'initiative des Chambres de Commerce et d'Industrie de Castres et de Rodez, ces actions s'intéressent par ailleurs aux divers aspects industriels de cette activité (exploitation, fabrication, commercialisation ...).

Le programme engagé par le B.R.G.M. intéresse cinq "secteurs ardoisiers" donnant lieu chacun à une étude géologique spécifique. Ce sont les secteurs de Dourgne et de Lacaune dans le Tarn, ceux de Comps-la-Grand'Ville, du Cayrol-Coubisou et de Saint-Hippolyte en Aveyron. L'objectif est, dans chaque cas, de définir les facteurs géologiques contrôlant l'existence des panneaux exploités et de dégager une conception structurale du contexte permettant de prévoir la distribution possible d'autres panneaux reproduisant des caractéristiques identiques ou analogues. Parmi ces derniers, les plus favorables a priori pourront alors, autant que de besoin, être proposés pour cibles à des travaux ultérieurs de subsurface (sondages carottés ou autres) destinés à préciser leur localisation, leur valeur ardoisière et le volume possible de leurs réserves.

Ce programme, soutenu par les exploitants, est financé par les Conseils Généraux des deux départements de l'Aveyron et du Tarn, par l'Etablissement Public Régional Midi-Pyrénées et par le Ministère de l'Industrie (Comité de l'Inventaire des Ressources Minières Nationales). Le B.R.G.M. intervient donc à la fois au titre de sa mission d'Inventaire et en vertu d'une convention passée avec la Chambre de Commerce et d'Industrie de Castres, chargée de la gestion administrative des fonds attribués à l'opération par les collectivités locales.

Le présent document constitue le rapport intermédiaire dont la convention a prévu la remise en cours d'étude à l'occasion d'une réunion de travail tenue à la Chambre de Commerce et d'Industrie de Rodez le 8 octobre 1980.

Destiné aux organismes qui ont financé ou prescrit l'opération, ce rapport est à considérer comme un document de travail : certains de ses développements seront conservés dans le rapport final, d'autres complétés ou amendés, des conclusions tirées dans chaque cas. Au stade actuel, on a surtout souligné la diversité des produits ardoisiers de couverture fabriqués dans l'Aveyron et le Tarn (et leur différence avec les ardoises d'Angers), la démarche générale de l'étude et un certain nombre de résultats partiels obtenus. Ceux-ci sont évidemment provisoires mais constituent une étape essentielle dans la connaissance prévisionnelle des gisements qui est le but de l'opération.

# 1 - CONSIDÉRATIONS PRÉLIMINAIRES

## 1.1 - Définition de quelques produits ardoisiers

Les dictionnaires usuels définissent l'ardoise comme une roche schisteuse, facile à diviser en feuillets minces, employée dans le bâtiment à divers usages tels que : couverture des toits, revêtement extérieur de murs (bardage), dallage, décoration, éventuellement pierre à bâtir.

Cette définition courante englobe donc des "produits ardoisiers" très divers. En s'en tenant aux seules ardoises de couverture, il est possible de distinguer des ardoises fines, des ardoises rustiques et des lauzes de couverture.

### 1.1.1 - Les ardoises "fines" (ou ardoises sensu stricto)

ont une épaisseur très réduite par rapport à leur surface, elle-même plane et relativement lisse, du moins à l'oeil nu. Il s'agit en général de produits rectangulaires, sciés à des dimensions standardisées (320 x 220 mm, 460 x 300 mm etc...) ou plus rarement découpés à l'emporte-pièce (forme "écu"), d'un poids moyen de 20 à 30 kg au m<sup>2</sup> couvert. On peut citer dans ce groupe les ardoises d'Anjou et du Morbihan (épaisseurs 2,7 à 4 mm), celles du Pays de Galles (3,8 à 5 mm et 4,5 à 6 mm), celles d'Espagne (3 à 5,5 mm).

### 1.1.2 - Les ardoises "rustiques"

ont une épaisseur un peu plus forte (6 - 10 mm), moins strictement calibrée, et leur surface, moins plane, peut parfois présenter de fines cannelures parallèles plus ou moins serrées et régulières (gaufrage). Ces matériaux, plus lourds (40 à 50 kg au m<sup>2</sup> couvert), sont généralement façonnés en forme d'écailles non calibrées, ou calibrées seulement en largeur (écailles demi-ovales). Les schistes ardoisiers de Corrèze en sont un bon exemple.

### 1.1.3 - Les lauzes de couverture

ont une épaisseur moyenne nettement plus importante (12 mm environ) et plus variable d'une pièce à l'autre dans un même lot (8 à 18 mm). Elles sont toujours façonnées dans un style artisanal, en écailles non calibrées de dimensions variées, et leur poids à l'unité de surface couverte est plus élevé (60 à 70 kg au m<sup>2</sup>). Les lauzes de l'Aveyron sont le type même de ce matériau traditionnel, en passe de devenir un produit de luxe, mais auquel une finition calibrée, par sciage, ferait perdre le cachet rustique qui fait son principal attrait.

## 1.2 - Classement des produits de couverture fabriqués dans le Tarn et l'Aveyron

Au tout premier examen, il apparaît que les produits ardoisiers de couverture fabriqués dans le Tarn et l'Aveyron sont très divers et que cette diversité est en rapport avec le lieu de production.

1.2.1 - A Lacaune, les deux entreprises en activité proposent trois types de produits :

. des ardoises sciées, rectangulaires, calibrées (250 x 200 mm) de 4,5 mm d'épaisseur moyenne et d'un poids au m<sup>2</sup> variant entre 25 et 35 kg suivant le mode de pose.

. des ardoises demi-ovales, calibrées par sciage en largeur (200 mm) mais de longueur variable, et d'une épaisseur voisine de 5 mm (moyenne de 12 échantillons).

Ces deux premiers produits constituent une part importante des fabrications de l'entreprise GARENQ. Leur bonne planéité et leur faible épaisseur les apparentent à certaines ardoises du Pays de Galles et permettent de les classer dans la *catégorie des ardoises fines*.

. des ardoises d'un modèle traditionnel, dit "Auvergne", en forme d'écaillés à tranchis biais, non calibrées, d'épaisseur moyenne 8 à 9 mm. Pour 1 m<sup>2</sup> de toiture, on compte approximativement 35 ardoises "Auvergne" de tailles diverses, représentant un poids (à notre avis minimum) d'environ 45 kg.

Ce dernier produit, qui constitue l'essentiel des fabrications de l'entreprise GRANIER, entre dans la *catégorie des ardoises rustiques*.

1.2.2 - A Dourgne, les ardoisières de la Montagne Noire proposent des lots d'ardoises de forme demi-ovale, rondies en biais, irrégulières dans toutes leurs dimensions (largeurs sciées observées 160 à 240 mm) y compris l'épaisseur qui varie entre 5 et 9 mm (moyenne de 13 échantillons : 7 mm).

En outre, dans la plupart de ces ardoises (Dourgne "noire", Dourgne "batarde") les surfaces de clivage présentent des cannelures irrégulières, peu accentuées, dont le parallélisme approché détermine le longrain (direction préférentielle de fissilité). Seule la qualité la plus fine (Dourgne claire dite "bleue") paraît en être parfois dépourvue.

L'ensemble de ces caractéristiques permet de classer les ardoises de Dourgne dans la *catégorie des ardoises rustiques*, cependant relativement minces.

1.2.3 - Au Cayrol, sept exploitations artisanales fabriquent des ardoises façonnées en écailles à tranchis-biais, de formes et de tailles très diverses et d'épaisseur comprise entre 7,5 et 12,5 mm (moyenne de 18 pièces : 9,5 mm), l'épaisseur d'une même pièce pouvant elle-même varier (exemples observés 7,6 à 9,2 mm et 8 à 12 mm). Ces produits, d'un poids unitaire moyen de 1,5 kg sont vendus à la "canne", lot de 180 ardoises et 5 "arrêtiers" couvrant environ 4 m<sup>2</sup> ; le poids au m<sup>2</sup> couvert s'établit donc aux alentours de 65 - 70 kg.

En règle générale, la surface de clivage est finement gaufrée, tantôt par des cannelures étroites (1 mm), serrées (2 à 5 mm), très rectilignes et continues, tantôt par des moirages plus larges (3 mm), plus espacés (15 - 25 mm), moins continus. Ces deux types de linéations, qui ne sont pas parallèles, peuvent s'entrecroiser sur un même échantillon. Il s'agit là d'*ardoises rustiques très typées*.

1.2.4 - A Comps-la-Grand'Ville, les deux carrières de La Devèze et des Teulières produisent des "tuiles" ou "teules" en forme d'écailles oblongues ou plus ramassées, de dimensions très variées dans un même lot. L'épaisseur moyenne des échantillons observés est de 12 mm, mais varie de l'un à l'autre entre 8 et 18 mm ; leur planéité n'est pas rigoureuse du fait de certaines irrégularités de la surface de clivage. On compte 50 "tuiles" au m<sup>2</sup> couvert, représentant un poids de l'ordre de 55 à 60 kg.

Ces produits sont typiquement des *lauzes de couverture*.

1.2.5 - A Saint-Hippolyte, les deux carrières d'Auguié et du Coustal produisent surtout des dalles (80 à 85 % en termes de surfaces), mais proposent également des matériaux de couverture. Il s'agit de "tuiles" façonnées en écailles de formes et dimensions diverses, dans un style analogue à celui des précédentes. Leur épaisseur varie entre les mêmes limites approximatives, mais est en moyenne un peu plus forte encore (13,5 mm, moyenne de 16 échantillons) ; de ce fait leur poids au m<sup>2</sup> couvert est plus élevé, de l'ordre de 65 à 75 kg. Ces produits sont eux aussi des *lauzes de couverture* tout à fait caractéristiques.

1.2.6 - En résumé, chacune des localités ardoisières du Tarn et de l'Aveyron fabrique des produits de couverture qui lui sont spécifiques, très différents de l'une à l'autre. A l'exception de Lacaune, qui propose à la fois des ardoises fines et des ardoises rustiques, les autres gisements ne fabriquent chacun qu'un seul type de produit, soit ardoises rustiques, soit *lauzes de couverture*.

Nous allons voir que cette répartition des fabrications ne résulte en aucun cas d'un choix délibéré des producteurs, mais dépend de contraintes liées à la nature même des matériaux utilisés et donc aux conditions géologiques particulières à chacun des gisements exploités.

### 1.3 - Influence déterminante de la nature du matériau ardoisier utilisé sur le type de produit fabriqué

#### 1.3.1 - Origine géologique des matériaux ardoisiers

Les divers produits ardoisiers définis ci-avant sont tous fabriqués à partir de "schistes cristallins". Il s'agit en l'occurrence de roches initialement sédimentaires, -ou quelquefois volcano-sédimentaires,- très généralement de composition surtout argileuse ou argilo-sableuse, ayant recristallisé et acquis une orientation planaire (parallèle à un plan) sous l'influence d'évènements géologiques postérieurs à leur dépôt.

Très schématiquement, les facteurs de cette transformation ont été :

. une élévation de la température, et de la pression statique, liée à un enfouissement temporaire à une profondeur importante (métamorphisme régional).

. des contraintes orientées développées au cours de phénomènes de plissement.

Bien que ces facteurs ne soient jamais tout à fait indépendants, la diversité des conditions locales fait que l'intensité et l'influence relative de chacun d'eux varient dans des limites très larges. Les matériaux ardoisiers qui en résultent peuvent donc présenter des compositions minéralogiques et des textures (agencement des minéraux) notablement différentes, spécifiques de tel ou tel gisement. Il apparaît que ce "faciès" local du matériau détermine de façon prépondérante les types de produits qu'il est possible de fabriquer.

#### 1.3.2 - Matériaux pour ardoises "fines"

La fabrication des ardoises "fines" exige des matériaux d'une grande homogénéité de texture et de composition minéralogique, renfermant 75 à 85 % de phyllites (minéraux lamellaires tels que micas, chlorites ...) et une faible proportion de grains quartzeux (15 à 25 % en moyenne).

De granulométrie très fine (inférieure à 60 microns en général), ces matériaux sont dérivés d'anciennes boues argileuses sur lesquelles s'est exercé un métamorphisme de degré relativement faible.

En leur sein, le plan de clivage ardoisier doit être le seul élément déterminant une discontinuité physique ; il doit en outre être "pénétratif", c'est à dire potentiellement présent en tout point, de façon à permettre une division en plaques d'épaisseur quelconque.

Parmi les matériaux ardoisiers du Tarn et de l'Aveyron, seuls certains des faciès exploités à Lacaune paraissent effectivement bien réaliser toutes ces conditions. Les études en cours au laboratoire doivent le vérifier.

### 1.3.3 - Matériaux pour ardoises "rustiques"

Les ardoises rustiques sont fabriquées à partir de matériaux dont la division en plaques aussi minces et planes que dans le cas précédent est contrariée par un ou plusieurs facteurs d'hétérogénéité, parmi lesquels :

. une granulométrie moins fine et moins homogène que celle des matériaux précédents, encore comprise entre 20 et 60 microns pour les éléments phylliteux, mais pouvant atteindre 100 à 200 microns pour les grains de quartz ou de feldspath.

. une proportion élevée de ces mêmes grains quartzo-feldspathiques, atteignant couramment 35 à 40 % et même 65 à 75 % dans certains cas.

. la coïncidence du plan de schistosité ardoisière avec un litage originel du dépôt en minces couches alternées. Ce phénomène, dit de "pseudo-foliation" (P. FOURMARIER, 1951), accentue la discontinuité entre lits gréseux et lits phylliteux et localise de ce fait des plans de clivage préférentiel qui peuvent être relativement espacés. Ce cas paraît être réalisé à Dourgne et pourrait y contribuer à fixer l'épaisseur des produits (5 à 9 mm).

. la présence d'une schistosité secondaire oblique par rapport au clivage ardoisier. Moins pénétrative que celui-ci, une telle schistosité secondaire constitue cependant une discontinuité potentielle qui peut se manifester par une rupture en travers si l'on tente une division en fendis trop minces. Au Cayrol, les "moirages" observés sur les plans de clivage sont la marque d'une schistosité secondaire de type microplissement.

### 1.3.4 - Matériaux pour "lauzes de couverture"

Les lauzes de couverture s'obtiennent le plus souvent à partir de gneiss fins, de quartzites micacés ou de micaschistes quartzeux.

Toutes ces roches sont d'anciens sédiments auxquels un métamorphisme de degré moyen a conféré une "foliation cristallophyllienne". Cette expression désigne un mode de recristallisation dans lequel des minéraux lamellaires (micas, chlorites) néoformés sont tous couchés à plat parallèlement à un même plan. Le "feuilletage" qui en résulte peut être fruste, -lorsque les minéraux plats sont distribués de façon plus ou moins isolée dans toute la masse du matériau,- ou au contraire fortement souligné par une ségrégation en lits alternés de compositions contrastées (par exemple micas d'une part, quartz et feldspath de l'autre).

Dans le premier cas, -souvent réalisé dans les matériaux exploités à Comps-la-Grand'Ville et Saint-Hippolyte, - le fendage n'est possible que suivant certaines surfaces privilégiées au niveau desquelles les minéraux lamellaires constituent un mince feuillet de continuité suffisante et de planéité acceptable : l'épaisseur du produit, "tuile" ou dalle, est alors déterminée par l'espacement naturel des feuillets de ce type.

Lorsque le matériau présente une foliation contrastée, son fendage est théoriquement possible dans un lit micacé quelconque. En fait, si l'on veut obtenir des "tuiles", l'intervalle entre deux lits choisis pour ce faire doit être à la fois inférieur à l'épaisseur maximale admissible et suffisamment armé de lits quartzo-feldspathiques pour assurer la rigidité du produit : il est donc très rare que l'on obtienne des lauzes de moins de 8 mm d'épaisseur, même lorsque le matériau présente un litage plus serré, par exemple d'ordre millimétrique, comme parfois au Coustal (Saint-Hippolyte).

Dans un cas comme dans l'autre, c'est l'espacement naturel de deux lits micacés qui détermine l'épaisseur du produit final : celle-ci sera donc nécessairement variable d'une lauze à une autre dans un même lot d'un même gisement.

## 2 - LES MATÉRIAUX ARDOISIERS DANS LEURS GISEMENTS

---

### FACTEURS GÉOLOGIQUES ET MÉTHODES D'ÉTUDE

---

Les distinctions précédentes étant faites, on constate que, dans tous les gisements de matériaux ardoisiers, les "schistes" aptes à fournir des produits de couverture ("bons schistes") constituent des panneaux, veines ou passes (souvent appelés "filons") inclus dans un ensemble stérile ("mauvaise pierre") dont ils ne se distinguent pas toujours aisément à première vue.

En l'état des connaissances acquises par le B.R.G.M., l'exploitabilité d'une veine d'ardoises fines ou rustiques apparaît sous la dépendance de nombreux facteurs, positifs ou négatifs, dont nous définissons ici la nature et les méthodes d'études. Dans le cas moins exigeant des lauzes de couverture, les critères de sélection seront moins rigoureux et certaines méthodes simplifiées.

Parmi les facteurs contrôlant la qualité ardoisière d'un volume de schistes, les uns sont d'ordre pétrographique et les autres d'ordre structural.

#### 2.1 - Les facteurs pétrographiques

Quatre paramètres, -évalués séparément bien qu'ils ne soient pas tout à fait indépendants, - permettent de caractériser objectivement le "faciès pétrographique" d'un matériau ardoisier. Ce sont :

##### 2.1.1 - La composition minéralogique

Dans la détermination de ce paramètre, on attachera une attention particulière à :

- la proportion des minéraux en grains (quartz, feldspath) par rapport à celle des phyllites (minéraux lamellaires tels que micas, chlorites ...), qui doit normalement être plus faible dans une veine ardoisière que dans son encaissant stérile.
- la pyrite et la calcite, dont la présence simultanée constitue un élément défavorable. En effet, l'oxydation naturelle des pyrites, en présence d'air et d'eau, libère de l'acide sulfurique qui réagit sur la calcite pour produire du gypse dont la poussée de cristallisation peut entraîner une certaine exfoliation de l'ardoise. En l'absence de calcite, l'acide libéré attaquera les chlorites mais de façon beaucoup plus lente et diffuse.

### 2.1.2 - La granulométrie des éléments constituants

Elle doit être fine et autant que possible homogène, variant suivant les gisements entre 15 et 100 microns (davantage dans le cas des lauzes).

### 2.1.3 - Le degré de recristallisation

Il doit avoir été suffisant pour faire apparaître une orientation minérale favorisant la fissilité, mais ne doit pas dépasser un stade au delà duquel le grain de la roche atteint une taille trop importante, nuisible à cette fissilité.

### 2.1.4 - L'orientation préférentielle des phyllites

Elle doit être réalisée dans une mesure suffisante, à la fois en aplatissement (fort indice de planéité) et en allongement (faible indice de symétrie). On peut assouplir beaucoup ces critères en matière de lauzes.

Ces quatre facteurs s'étudient sur des échantillons spécialement préparés, les trois premiers par analyse au microscope polarisant et éventuellement analyse semi-quantitative aux rayons X, le quatrième par gonio-métrie de texture. Cette dernière méthode, récemment mise au point, permet de décrire quantitativement l'orientation préférentielle des minéraux par des indices et (ou) un diagramme caractéristiques du matériau.

Cette première famille de paramètres, déterminés sur des échantillons prélevés en zone exploitée, caractérise le "bon schiste" local et permet son identification ultérieure dans les travaux de recherche et en particulier sur carottes de sondage.

## 2.2 - Les facteurs structuraux

L'existence d'un "bassin ardoisier" exige évidemment, et en premier lieu, la présence d'un minimum de couches répondant aux critères pétrographiques qui viennent d'être définis.

Cependant, son extension et son exploitabilité sont également liées :

- . au degré d'homogénéité latérale et verticale de ces couches (conséquence des modalités originelles de la sédimentation),
- . à leur disposition dans l'espace (conséquence des plissements subis),
- . à leur état de fracturation (conséquence de la tectonique cassante).

Ces caractéristiques peuvent être appréhendées par l'analyse simultanée des "facteurs structuraux" que constituent la stratification; les schistosités, les fracturations.

#### 2.2.1 - Stratification

Comme toutes les formations sédimentaires, les ensembles ardoisiers sont "stratifiés" c'est à dire constitués d'un empilement de couches élémentaires initialement déposées à l'horizontale ou presque. Les variations de composition d'une couche à l'autre se traduisent par un litage sédimentaire, plus ou moins franc et plus ou moins serré, appelé stratification.

Dans la disposition structurale actuelle des gisements, cette stratification épouse la forme des plis et permet d'en définir le style en s'aidant d'un canevas stéréographique.

On doit également noter qu'un litage sédimentaire accusé, fortement contrasté et assez serré (par exemple centimétrique à décimétrique) peut parfois détruire la qualité du matériau en déterminant, dans certaines parties des plis, un délit d'interface, oblique au clivage ardoisier, découpant les plaques en "lattes" ou "crayons".

#### 2.2.2 - Schistosité ardoisière

La fissilité requise pour la fabrication de l'ardoise est directement liée à un type de schistosité spécifique ou "clivage ardoisier".

Au niveau des gisements, cette schistosité ardoisière représente l'expression, localisée aux couches de lithologie favorable, d'une schistosité régionale développée au cours d'une phase tectono-métamorphique majeure. Elle est donc en rapport avec la nature et la géométrie de la grande structure plissée (méga-structure ou structure cartographique) dans laquelle est impliqué le bassin ardoisier considéré. Ces rapports s'analysent sur canevas stéréographiques.

Selon le cas, ce clivage ardoisier sera :

- . une schistosité de flux, très pénétrative, indépendante de la stratification, caractérisée par une réorientation des phyllites qui tendent à se disposer à plat perpendiculairement à la direction de contrainte maximale. Ce phénomène s'accompagne d'un allongement suivant la direction de contrainte minimale qui détermine le longrain du schiste ardoisier. Ce cas est celui de toutes les ardoises fines,
- . une pseudo-foliation, schistosité coïncidant, du moins en première approximation, avec un litage stratigraphique planaire et très fin, par exemple millimétrique. Ce cas est celui de certaines ardoises rustiques.
- . une foliation (cf. ci-dessus 1.2.3), lorsque les faciès exploités présentent un degré de recristallisation déjà important (cas des lauzes).

### 2.2.3 - Schistosités secondaires et fracturations

Des phénomènes tectoniques postérieurs à l'acquisition de la schistosité ardoisière peuvent avoir un effet négatif sur l'exploitabilité d'une veine ardoisière. Ainsi :

- . certaines schistosités tardives, dites de fracture, peuvent détruire la qualité du matériau en induisant un débit transverse au clivage ardoisier, en "couteaux" ou en "crayons" suivant leur inclinaison sur ce clivage.
- . des phénomènes tectoniques cassants de grande ampleur (failles à rejet important, couloirs de fracturation, chevauchements ...) peuvent limiter brutalement l'extension d'un gisement ou d'un panneau exploitable.
- . tous les phénomènes de fracturation d'amplitude mineure, décimétrique à décamétrique, tels que plans de cisaillement, petites failles, diaclases, flexures en genou ("Kinks") ... peuvent devenir néfastes lorsque leur densité dépasse un certain seuil. Le relevé systématique de leurs orientations (direction et pendage), continuités, écartements, ouvertures et remplissages éventuels, permet de définir un "état de fracturation" quantifié (canevas statistique de densité et densité volumique).

Tous les facteurs pétrographiques et structuraux que nous venons de définir doivent être analysés soigneusement à deux échelles différentes :

- à l'échelle cartographique, pour déterminer le style de la grande structure dans laquelle est inscrit le "bassin ardoisier" et localiser les limites de celui-ci en nature et position. On définit ainsi l'"enveloppe des gisements" en s'appuyant sur la géologie régionale (acquis antérieurs éventuels), la photo-géologie et surtout des levés de terrain originaux,

● à l'échelle des carrières en exploitation pour caractériser les passes exploitables, -faciès pétrographique, schistosité, position structurale, état de fracturation- par rapport à leur encaissant "stérile" et pouvoir les identifier dans les travaux de recherche et les sondages implantés ultérieurement dans les zones que la structure d'ensemble aura permis de présumer favorables.

3 - SECTEUR DE LACAUNE  
-----  
PRINCIPAUX RÉSULTATS ACQUIS  
-----

3.1 - Pétrographie des matériaux observés dans les carrières

3.3.1 - Matériaux ardoisiers

A l'examen macroscopique (oeil nu, loupe), les matériaux utilisés à Lacaune pour la fabrication des ardoises, fines ou rustiques, sont des schistes noirs ou gris, à texture planaire typique, à peine satinés sur les plans de clivage. La teinte des schistes noirs paraît homogène, mais celle des schistes gris paraît liée à la présence de bandes alternées plus ou moins claires ou foncées.

3.1.1.1. - Composition chimique

Trois analyses chimiques complètes ont donné les résultats suivants, exprimés en pourcentages pondéraux :

	schistes noirs		schistes gris
	-----	-----	-----
SiO <sub>2</sub>	64,2	62,8	70,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,1	15,8	11,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,4	5,4	4,6
MgO	2,8	3,6	2,6
CaO	0,8	1,4	1,2
K <sub>2</sub> O	3,0	2,9	2,55
Na <sub>2</sub> O	0,55	1,6	0,95
TiO <sub>2</sub>	0,48	-	0,22
C	1,9	1,4	0,42
S	0,9	1,3	1,0
H <sub>2</sub> O ±	5,7	3,8	3,5
	-----	-----	-----
Total .....	99,83	100,00	99,29

Ces matériaux sont typiquement silico-alumineux, mais on constate que les schistes gris sont plus siliceux, moins alumineux et moins riches en matières charbonneuses que les schistes noirs.

#### 3.1.1.2 - Composition minéralogique et agencement des minéraux

L'étude au microscope polarisant permet de déterminer la nature des constituants minéralogiques et leur texture, et d'estimer leurs proportions en volumes (comptage de points).

Les schistes ardoisiers de Lacaune comportent :

- une matrice phylliteuse constituée par un feutrage de fines lamelles de mica blanc (25 à 30 %) et de chlorite (20 à 25 %) dont la disposition planaire matérialise la schistosité,
- cette matrice englobe une poussière de menus grains de quartz (35 à 40 %) et de feldspaths, plus rares (5 %),
- accessoirement, elle renferme :
  - . de petits cristaux disséminés, plus ou moins alignés, de phyrhotite, de 0,5 à 1 mm de long (1 à 3%),
  - . quelques grains très fins de calcite (1,5 à 2 %),
  - . des matières charbonneuses (0,5 à 2 %).

Dans les faciès gris, les bandes alternées claires et foncées correspondent à des lits plus ou moins riches en quartz ou en phyllites et matières charbonneuses. Leur succession traduit un dépôt originel en minces couches alternativement plus sableuses et plus argileuses (stratification). Nous en reparlerons à propos des facteurs structuraux.

Du point de vue de la granulométrie, schistes noirs et schistes gris sont des matériaux argilo-silteux dont la majorité des éléments a une taille inférieure à 0,064 mm, les grains quartzeux les plus gros se localisant toutefois aux lits clairs des ardoises grises. D'autre part, le passage d'un lit foncé à un lit clair étant en général assez progressif, ce litage n'introduit pas de discontinuité physique sauf localement dans certaines charnières ou flancs inverses de plis (voir plus loin).

#### 3.1.1.3 - Degré de recristallisation

Les associations minérales et les textures observées correspondent à un métamorphisme relativement faible, épizonal, induisant un degré de cristallinité particulièrement favorable à la fabrication d'ardoises relativement fines. C'est un critère positif.

#### 3.1.1.4 - Conclusion partielle

Des analyses plus quantitatives, en cours de réalisation, par diffraction de rayons X et goniométrie de texture préciseront respectivement les compositions et les orientations préférentielles des minéraux.

*En l'état actuel, on peut estimer que, sans être de la qualité des meilleures ardoises d'Angers, les matériaux ardoisiers de Lacaune sont assez comparables à certains matériaux de cette région (Trélazé "Montagne" par exemple).*

#### 3.1.2 - Matériaux non ardoisiers

Du point de vue pétrographique, les matériaux non ardoisiers inclus dans les carrières de Lacaune peuvent être :

. soit des faciès différents des précédents, toujours à grain très fin mais compacts, massifs, qui ne "prennent" pas la schistosité ("sans fil" des carrières) et dont l'examen a montré qu'ils sont fortement chargés en calcite très finement divisée. Il s'agit de passes, continues ou lenticulaires correspondant à des dépôts marneux interstratifiés dans la série argilo-silteuse.

. soit des faciès analogues aux "bons schistes" ardoisiers, mais dont la qualité est détruite par la présence de nodules pyriteux à structure fréquemment fibro-radiée, pouvant parfois atteindre plusieurs centimètres de diamètre.

### 3.2 - Facteurs structuraux au niveau des carrières de Boussou et Sié

#### 3.2.1 - Stratification

En carrière, l'orientation du litage sédimentaire est assez rarement décelable, et seulement par la succession des lits clairs et foncés signalés plus haut (3.1.1) dans certains faciès gris. Elle a été mesurée chaque fois que cela était possible.

L'exploitation de ces mesures a été faite sur canevas stéréographique de Schmidt et leur comptage sur canevas de Dimitrijevic.

Le diagramme de répartition obtenu (fig. 1) montre que les pôles des surfaces de stratification se distribuent statistiquement sur une courbe cyclographique ( $\pi$  So) définissant un plan orienté N 10°E et plongeant à 80° vers l'Est. La perpendiculaire à ce plan représente l'axe construit, orienté N 100° et plongeant de 10° vers l'Ouest, du pli qui affecte les couches au niveau des carrières exploitées.

### 3.2.2 - Schistosité ardoisière

Elle a été mesurée systématiquement et traitée de la même manière que la stratification.

Le diagramme de répartition (fig. 2) fait apparaître une forte concentration des pôles et un plan moyen de schistosité ardoisière orienté N 82°E avec un pendage de 32° Nord.

Fait important, le report de ce plan moyen de schistosité sur le diagramme des stratifications (fig. 1) montre qu'il contient l'axe du pli : la formation de celui-ci et l'acquisition de la schistosité sont ici deux phénomènes concomittants.

### 3.2.3 - Structure du gisement au niveau des carrières de Boussou et Sié

Des observations et résultats précédents on peut conclure que ces carrières se situent au flanc supérieur long (flanc normal) d'une structure anticlinale d'axe voisin de Est-Ouest (N 100° magnétique), très fortement déversée vers le Sud, d'ordre décamétrique et qui admet des replis d'entraînement d'ordre métrique.

Le clivage ardoisier est une *schistosité de flux* parallèle au plan axial de ce pli. La stratification, laminée dans les flancs longs par la schistosité, ne lui est nuisible qu'exceptionnellement, dans les charnières et flancs inverses des replis.

Ces conditions géométriques particulièrement favorables ont été visualisées sur une coupe très schématique (fig. 3) à travers la carrière de Boussou (exploitation GARENQ).

### 3.2.4 - Fracturations

Lithologie et géométrie au niveau des carrières étant a priori assez favorables, le principal effet négatif est celui des fracturations.

#### 3.2.4.1 - Fracturations de grand développement

Parmi les phénomènes cassants de grande ampleur, on a pu distinguer :

. des zones broyées épaisses (0,20 à 1,5 m), mais espacées de plusieurs mètres, traduisant un écaillage approximativement parallèle au plan de schistosité. Appelées "mères" par les ardoisiers, ces zones délimitent entre elles de grands panneaux allongés parallèlement au plan axial est-ouest de la structure.

. des failles proprement dites, très rares, une dizaine au total sur l'ensemble des carrières de Bousson et Sié. Leurs directions se distribuent de N 20° à N 140° mais leurs pendages, variables en intensité (30 à 90), sont globalement toujours dirigés vers le Nord (entre WNW et NE pour être plus précis). Elles contribuent à découper la masse ardoisière en grands panneaux mais n'ont qu'un effet destructif très limité, dans leur voisinage immédiat.

### 3.2.4.2 - Fracturations mineures

Les phénomènes cassants de faible développement ont à Lacaune un effet négatif beaucoup plus important en raison de la multiplicité de leurs orientations et de leur densité.

Après en avoir relevé les caractéristiques d'orientation (directions et pendages) dans l'ensemble des carrières anciennes et actuelles du secteur Bousson - Sié, nous avons effectué un relevé complet avec comptage et mesures systématiques d'écartements dans deux zones exploitées (Carrière GARENQ A et Carrière GRANIER C), de façon à définir un indice chiffré de la fracturation des panneaux considérés comme exploitables.

Le report des mesures sur canevas de Schmidt et une répartition sur canevas de Dimitrijevic ont permis de reconnaître :

a) dans la carrière GARENQ (diagramme, fig. 4), trois familles de fracturation ayant les caractéristiques moyennes suivantes :

	Direction	Pendage	Ecartement en m.	Fréquence linéaire
Famille 1	N 160°	82°E	0,61	F1 = 1,64
Famille 2	N 20°	80°E	1,33	F2 = 0,75
Famille 3	N 130°	90°	1,31	F3 = 0,76

Une quatrième famille, moins bien individualisée (Direction. N 35° à N 65°, pendage 70 à 85° NW) et d'espacement moyen élevé (4,15 m) intervient peu dans le découpage du bloc unitaire et nous ne l'avons pas retenue dans le calcul de la densité volumique de fracturation qui s'établit ici à

$$Dv = F1 + F2 + F3 = 3,15$$

b) dans la carrière GRANIER (diagramme fig. 5 et représentation cyclo-graphique fig. 6) on a identifié de même trois familles principales dont les caractéristiques moyennes sont différentes :

	Direction	Pendage	Ecartement en m.	Fréquence linéaire
Famille 1	0°	80°E	0,85	F1 = 1,18
Famille 2	75°	70°SE	0,77	F2 = 1,30
Famille 3	140°	60°SW	1,79	F3 = 0,56

Deux autres familles, moins nettement individualisées (autour de N 20°, pendage 45°E et de N 150°, pendage 25°W) représentées par un très petit nombre de fractures isolées locales, n'interviennent pas dans le calcul de la densité volumique qui s'établit à :

$$Dv = F1 + F2 + F3 = 3,04$$

On constate que, malgré des orientations différentes, les densités volumiques de fracturation admises dans les deux exploitations ont des valeurs très voisines. Cet indice chiffré est très précieux, car il constitue une référence d'exploitabilité mesurable dans les travaux de recherches et sur des carottes orientées de sondage.

En outre, les directions principales de fractures participent à la définition de la meilleure inclinaison à donner à des sondages éventuels. Elles ont été visualisées sur des blocs-diagrammes de 2 m de côté (fig. 7 et 8) sur lesquels nous avons ajouté le plan de schistosité ; l'orientation de celui-ci est aussi celle des zones d'écaillage (mères) qui n'interviennent pas dans la définition du bloc mais se retrouvent dans toutes les carrières et sont un élément majeur de délimitation des grands panneaux.

### 3.3 - Anciennes carrières d'Escroux

Les mêmes investigations et traitements de données ont été effectuées dans les deux galeries souterraines des anciennes ardoisières d'Escroux, dans le même contexte litho-stratigraphique et structural.

La schistosité ardoisière s'y oriente en moyenne N 65° E avec un plongement dans l'ensemble très faible vers le NNW, de l'ordre de 10°. Dans les très rares cas où la stratification est visible, elle apparaît confondue avec cette schistosité : on est là dans un flanc de pli très couché.

Trois familles principales de diaclases peuvent être retenues, toutes approximativement verticales et assez dispersées autour de leur direction moyenne. Ce sont :

	Direction	Pendage	Ecartement en m.	Fréquence linéaire
Famille 1	124°	90°	1,31	F1 = 0,76
Famille 2	12°	90°	2,2	F2 = 0,45
Famille 3	52°	90°	2,6	F3 = 0,38

Elles déterminent une densité volumique très favorable a priori

$$Dv = F1 + F2 + F3 = 1,59$$

Cependant, on constate parfois une fissilité "spontanée", - probablement liée au parallélisme schistosité/stratification qui accentuerait des discontinuités de sédimentation, - et un débit transverse, apparemment parallèle à la famille 1, et qui peut se manifester en l'absence apparente de toute diaclase. Les ardoises d'Escroux apparaissent donc assez fragiles au premier abord, mais le fait devrait être examiné de plus près.

*Cette étude des carrières de la région de Lacarne nous a permis de dégager des références de qualité du matériau, de positions favorables dans la déformation souple, de densité admissible des fracturations.*

*L'étude à l'échelle cartographique devrait nous permettre de localiser dans la structure d'ensemble des secteurs où ces conditions pourraient être réalisées et où il serait donc intéressant d'implanter des travaux de recherches plus détaillés.*

### 3.4 - Investigations à l'échelle cartographique

Du point de vue litho-stratigraphique, le secteur ardoisier de Lacaune se situe dans un ensemble sédimentaire assimilable à la "série noire argilo-calcaire" définie plus à l'Est dans le synclinorium de Brusque (M. DONNOT et B. GUERANGE, 1978) et attribuée à la partie supérieure du Cambrien inférieur.

Du point de vue structural, les monts de Lacaune sont déformés par une série de plis le plus souvent isoclinaux, fréquemment faillés et découpés ensuite en écaillés imbriqués déversés vers le Sud-Sud-Est. Les plus importantes de ces écaillés constituent des "unités" séparées les unes des autres par de grandes surfaces de chevauchement faiblement pentées au Nord-Nord-Ouest.

L'unité structurale dans laquelle s'inscrit le secteur ardoisier de Lacaune est ainsi limitée :

. Au Sud, par un chevauchement que l'on suit avec plus ou moins de difficultés depuis l'Est de la Vernède jusqu'au ruisseau de Giroussel à l'Ouest, en passant par le flanc sud du Montaignut et sous Boussou.

. Au Nord par un second chevauchement qui court d'Est en Ouest de Trémolines au Sud d'Escroux en passant au Nord du Col de Sié et du hameau d'Escoubilhac.

La largeur d'affleurement de cette unité "du Col de Sié" est donc en moyenne de 1200 m et son allongement Est-Ouest de 10 km environ.

Toute cette zone a été parcourue ; malgré les difficultés de pénétration et d'observation dues aux sapinières, un nombre important d'affleurements ont été recensés et identifiés en nature et caractéristiques structurales. Cependant leur continuité reste insuffisante pour définir avec certitude la structure interne de l'unité et par conséquent celle de l'enveloppe ("toit" et "mur") de l'ensemble ardoisier. Notre hypothèse de travail est celle d'un toit à grès en flanc normal de pli et d'un mur également à grès mais dont nous ignorons s'il s'agit d'un flanc inverse. Des informations complémentaires sont nécessaires et certaines pourraient nous être apportées par un sondage de reconnaissance poussé au mur de la veine dans le secteur des exploitations.

## 4 - SECTEUR DU CAYROL

### ----- PRINCIPAUX RÉSULTATS ACQUIS -----

#### 4.1 - Pétrographie des matériaux observés dans les carrières

##### 4.1.1. - Matériaux ardoisiers

A l'oeil nu ou à la loupe, les matériaux utilisés au Cayrol pour la fabrication d'ardoises rustiques sont des schistes micacés gris à gris vert, de texture planaire. Les surfaces de clivage, satinées, présentent fréquemment un aspect "rayé" du à l'existence de linéations parallèles ; celles-ci consistent tantôt en cannelures étroites (1 mm) serrées (2 à 5 mm), très rectilignes et continues, tantôt en moirages plus larges (3 mm), plus espacés (15 - 25 mm), moins continus. Ces deux types de linéations, qui ne sont pas parallèles entre elles, peuvent s'entrecroiser sur un même échantillon.

##### 4.1.1.1 - Composition chimique

Une analyse chimique complète a donné les résultats suivants, exprimés en pourcentages pondéraux :

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MgO	CaO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	S	H <sub>2</sub> O
54,3	23,6	9,3	0,2	3,6	0	4,9	1,3	0,2	2,1

Il s'agit de matériaux silico-alumineux particulièrement riches en alumine et tout à fait dépourvus de chaux.

##### 4.1.1.2 - Composition minéralogique et agencement des minéraux

L'examen au microscope polarisant avec comptage de points montre que les schistes ardoisiers du Cayrol ont une texture typiquement lépidoblastique, localement microplissée, et comportant :

- une forte matrice micacée formée de longues fibres flexueuses de mica blanc (muscovite, 45 %) auxquelles sont associées de fines lamelles de chlorites (30 %), minéral qui peut aussi apparaître en plages plus importantes.

- cette matrice englobe des cristaux de quartz (20 %) plus ou moins arrondis et plus ou moins dispersés, et des cristaux de feldspath, moins nombreux (5 %),

- accessoirement, elle renferme de très petits cristaux disséminés de magnétite et d'ilménite, beaucoup plus rarement de pyrite (moins de 0,5 %) et exceptionnellement de très fins placages de malachite (carbonate de cuivre) et de torbernite (phosphate de cuivre et d'uranium).

La granulométrie, assez irrégulière d'un minéral à l'autre, sera précisée à la suite des études de laboratoire en cours.

#### 4.1.1.3 - Degré de recristallisation

Les associations minérales et les textures observées correspondent à un métamorphisme épizonal, de la zone des schistes à muscovite-chlorite, induisant un degré de cristallinité déjà notable.

#### 4.1.1.4 - Conclusion partielle

Des analyses plus quantitatives, en cours de réalisation, par diffraction de rayons X et goniométrie de texture préciseront respectivement les pourcentages de minéraux et leurs orientations préférentielles, en particulier les linéations.

*En l'état actuel, on peut estimer que les ardoises du Cayrol constituent un matériau de très bonne qualité très original et typé dans la catégorie des ardoises rustiques. Il ne doit pas être comparé aux ardoises classiques d'Angers et exclut en particulier toute finition calibrée par sciage qui lui ferait perdre son cachet essentiel.*

#### 4.1.2 - Matériaux non ardoisiers

Du point de vue pétrographique, les matériaux non ardoisiers inclus dans les carrières du Cayrol sont des schistes gréseux assez fins, plus ou moins feldspathiques et micacés, à débit esquilleux et texture granoblastique et de ce fait inaptés au clivage fin. Ils apparaissent en bancs de plusieurs mètres interstratifiés entre les bancs de "bons schistes ardoisiers" (disposition liée à une sédimentation originelle en couches relativement épaisses alternativement plus argileuses et plus sableuses).

## 4.2 - Facteurs structuraux au niveau des carrières

### 4.2.1 - Stratification et schistosité ardoisière

L'orientation du litage sédimentaire s'observe à l'interface des passes alternées gréseuses et phylliteuses, celle de la schistosité ardoisière sur les plans de clivage internes aux passes phylliteuses.

Les mesures de direction et pendages de chacun de ces deux éléments, effectuées en plus de soixante points répartis sur toutes les carrières, montrent que stratification et clivage ardoisier sont en chaque point confondus. La schistosité ardoisière est donc ici une "pseudo-foliation" transposant une stratification originelle.

Le report de ces mesures sur canevas stéréographique de Schmidt (fig. 9) fournit un diagramme très concentré des pôles de schistosité-stratification : la direction du clivage ardoisier s'écarte très peu d'une direction moyenne N 65° E, pendage 55° SE. Compte-tenu de la dispersion des carrières dans un rectangle de 1,25 x 3 km environ, ce phénomène est très remarquable et implique une très grande régularité de la structure d'ensemble.

### 4.2.2 - Linéations

L'aspect des linéations observées sur les plans de clivage a été décrit plus haut. Des études détaillées ont été demandées au laboratoire pour préciser complètement leur nature et si possible leurs relations.

En l'état actuel, la linéation fine semble être essentiellement minérale, allongée parallèlement à la direction de contrainte minimale et donc de type "longrain". Elle paraît d'ailleurs jouer ce rôle dans l'opération de fendage. Le report de ce type de linéations sur le canevas précédent (fig. 9) montre leur regroupement autour d'une direction moyenne orientée N 75° E et plongeant à 15° vers l'Est.

Les linéations de moirage peuvent être assimilées à de petits kinks flexueux sans plans-limites figurés (voir définition ci-après 4.2.4.2). Leur report sur le même canevas (fig. 9) montre leur regroupement autour d'une direction moyenne orientée N 105° E et plongeant à 40° vers l'ESE.

Ces linéations constituent deux familles bien distinctes en nature et direction, qui, l'une et l'autre, et comme la schistosité, se retrouvent dans toutes les carrières avec des caractéristiques à peu près constantes.

#### 4.2.3 - Structure du gisement au niveau des carrières

Des observations et résultats précédents on peut conclure que la formation ardoisière du Cayrol couvre au moins une bande de terrain large de 1 400 m environ et allongée sur près de 3 km entre le Bois de Grèze au S.W et Cantarone au N.E.

La disposition structurale des couches, ardoisières ou non, y apparait très régulière, en monoclinal globalement orienté dans la direction N 65°E avec un pendage moyen de 55° SE. Perpendiculairement à cette direction, les variations banc par banc du rapport quartz/phyllite font se succéder des schistes micacés fins très fissiles, des quartzites micacés à débit esquilleux et divers faciès intermédiaires. Les passes ardoisières exploitées correspondent à des bancs micacés fins présentant plusieurs mètres de puissance, 3 à 6 en général, 12 m étant le maximum observé.

Ces bancs peuvent évidemment présenter certaines irrégularités de sédimentation, mais leur continuité et leur régularité sont surtout perturbées par les fracturations dont nous allons maintenant parler.

#### 4.2.4 - Fracturations

##### 4.2.4.1 - Fracturations de grand développement

L'interprétation des linéaments cassants sur photographies aériennes (fig. 10) ne dégage pas a priori de familles bien nettes dans le secteur des ardoisières. Nous verrons ce que pourra apporter une exploitation statistique.

##### 4.2.4.2 - Fracturations d'amplitude moyenne

Dès à présent, mention spéciale doit être faite d'un type particulier de fracturation, désigné par les ardoisiers du Cayrol sous le nom de "chaîne".

Les "chaines" appartiennent à une famille de déformations désignées sous le terme générique de "Kink-bands" par les auteurs anglo-saxons. Elles se caractérisent par une déviation brutale du feuilletage entre deux surfaces-limites plus ou moins onduleuses ou planes ("plans" de Kink). A l'extérieur de ces surfaces, matérialisées par des cassures, le feuilletage reprend son orientation normale. Cette déformation résulte d'un mouvement de rotation des plans de feuilletage (fig. 11).

Sur le terrain, la "chaîne" peut être caractérisée par l'orientation parallèle des deux "plans-limites", leur intervalle T et le sens de rotation de la surface de feuilletage.

Dans tous les cas observés au Cayrol et reportés sur le diagramme (fig. 9), ce sens de rotation est senestre et l'intervalle T compris entre 5 et 20 cm. Toutes les chaînes présentent des orientations transverses à l'allongement de la structure d'ensemble, peu dispersées autour d'une moyenne N 145°E, pendage 60 SW. Elles offrent une continuité remarquable et peuvent être suivies sur plusieurs dizaines de mètres. Dans le secteur des carrières PRAT, E. SALLELES et du Cuzuel, elles interviennent à intervalles quasi réguliers de l'ordre de 5 m en moyenne.

Compte-tenu de cet espacement, les "chaînes" n'ont pas d'influence négative sur l'ensemble ardoisier et pourraient au contraire faciliter dans certains cas l'ouverture de chambres d'exploitation.

#### 4.2.4.3 - Fracturations mineures

Dans l'ensemble ardoisier du Cayrol, les phénomènes cassants de faible développement sont extrêmement variables en orientations et densités, non seulement d'une carrière à l'autre, mais souvent entre les divers fronts de taille d'une même carrière.

Dans ces conditions un diagramme unique de densité intégrant toutes les mesures de lithoclasses faites sur l'ensemble du secteur ne permet de dégager aucune famille de fractures qui soit statistiquement prépondérante.

En opérant sur des groupes de 2 ou 3 carrières contigües ou voisines on peut cependant dégager quelques familles ayant une incidence locale prépondérante.

Ainsi, du SW au NE on peut distinguer

● Dans le groupe des carrières DURAND - J.P. SALLELES et LEFRUIT (191 mesures), deux familles principales orientées respectivement et par ordre d'importance à

N 45°E, pendage vertical  
N 90°E, pendage 70°N

● Dans le groupe des carrières BOYER et VIDAL (89 mesures), deux familles principales orientées de même à

N 10°E, pendage 58° Ouest  
N 120°E, pendage vertical

et une famille secondaire possible à

N 21°E, pendage 20° Ouest

● Dans le groupe des carrières MIRABEL - PRAT - E. SALLELES - Communal de Cuzuel, une seule famille très dominante, orientée N 7°E, pendage 40° Ouest et un nombre important de lithoclases très dispersées.

Compte tenu de cette dispersion, les densités volumiques que l'on peut calculer à partir des écarts mesurés entre les diaclases appartenant aux seules familles principales ne paraissent pas représentatives des faits réels.

Cette densité importante de fracturation, s'ajoutant à la position géographique excentrée des carrières peut être aussi une raison de leur vocation artisanale et non industrielle.

*Cependant, si l'on considère la structure d'ensemble on doit souligner le fait que le gisement du Cayrol est important en raison de son extension longitudinale très régulière, et du grand nombre de passes ardoisières relativement continues quoique peu épaisses (3 à 6 m) qu'on y connaît déjà et qu'on peut raisonnablement espérer y découvrir.*

## 5 - SECTEUR DE DOURGNE

-----

### POINT RÉSUMÉ DES ÉTUDES

-----

Les études des carrières anciennes et actuelles existant dans ce secteur (fig. 13) ont été menées de façon analogue à celles effectuées à Lacaune et au Cayrol, et ont permis de dégager de même des références de qualité du matériau, de position favorable dans la déformation souple, de densité de fracturation admise en zones exploitées.

Les principaux problèmes à résoudre se situent actuellement au niveau de la structure d'ensemble cartographique.

Cette structure est celle d'une vaste synforme dont l'axe principal NE - SW s'allonge d'Escoussens à Durfort et au delà.

Cette structure cartographique résulterait (P. DEBAT, 1974) de la superposition de deux déformations axées SW - NE :

- D 1, génératrice de plis couchés isoclinaux et d'une schistosité de flux,
- D 2, génératrice de plis verticaux serrés, de grande amplitude, et d'une schistosité de pli-fracture (évoluant en flux).

Deux déformations postérieures, - D 3 tassement vertical à schistosité de crénulation subhorizontale et D 4 raccourcissement longitudinal à kink-bands subverticaux, - sans influence sur la disposition d'ensemble peuvent en avoir une, importante, sur la qualité ardoisière.

Le synclinal de Durfort serait affecté en outre par plusieurs failles transverses dont le rejet joue sur la continuité directionnelle de la formation.

Contrairement à ce que laissaient supposer les études antérieures, nos propres investigations montrent que les pélites gréseuses à passes ardoisières, encadrées par les calcaires de Saint-Chipoli à l'Ouest et des Carles à l'Est (fig. 14) ne semblent pas occuper le coeur en fond de bateau de ce "synclinal de Durfort". Il y a en effet absence complète de symétrie lithologique :

. les calcaires de St. Chipoli, très recristallisés, sont dolomitiques alors que ceux des Carles sont des calcaires francs,

. les calcaires de St. Chipoli sont séparés de la bande de schistes ardoisiers par 300 m de couches débutant à leur contact par 20 m de quartzites alors que ces schistes ardoisiers sont au contact direct des calcaires des Carles.

Cette asymétrie peut difficilement être attribuée à de simples variations latérales de faciès.

Enfin, aucun repli synclinal n'a pu être décelé dans l'intervalle, où la structure apparaît monoclinalement pentée vers l'Est avec des pendages variables mais toujours forts (65 à 85°). En outre, la schistosité ardoisière ne paraît pas être à proprement parler une schistosité de flux, mais une pseudo-foliation approximativement confondue avec la stratification originelle. Ce problème mérite attention car il peut conditionner en partie des extensions, en particulier vers la profondeur.

Quoi qu'il en soit, il paraît incontestable, qu'au niveau actuel de l'exploitation de Limatge, le gisement a une extension probable vers le NE, passant sous la route D.12 et se prolongeant approximativement jusqu'à Sacaze, ce qui, sous réserve de certaines vérifications, représenterait un volume de plusieurs centaines de milliers de m<sup>3</sup> dont la mise en exploitation éventuelle serait surtout un problème de maîtrise des sols.

## 6 - SECTEUR DE COMPS-LA-GRAND'VILLE ----- POINT RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE -----

Les matériaux utilisés à la fabrication des dalles et lauzes de couverture dans les deux carrières des Teulières (A. REY) et de la Devèze (R. BRUGIER) ont été décrits sommairement ci-avant aux paragraphes 1.2.4 et 1.3.3.

Pétrographiquement, il s'agit plus précisément de gneiss fins et de micaschistes à deux micas interstratifiés en bancs ou lits d'épaisseur variable.

S'agissant d'un matériau peu exigeant en matière de position structurale dans la déformation, nous nous sommes attachés surtout à localiser les limites de la formation exploitable dans l'environnement des deux carrières.

Le croquis géologique (fig. 12) montre que cette formation exploitable est certainement limitée :

. au Sud-Ouest par un "couloir tectonique" orienté NW - SE du Pont-de-Grand-Fuel en direction des Voltes, et dans lequel se manifestent de petits plis serrés métriques à décamétriques,

. au Nord-Est, par le bombement granitique des Mazars sur lequel se moulent les directions de foliation.

Dans l'intervalle, les directions de la foliation sont très régulières et régulièrement pentées au SW comme dans les carrières elles-mêmes. On peut être pratiquement assuré que toute la butte qui, à partir du Puech, s'étend vers le NW en direction de la Besse et du Viaur, comporte un substrat très comparable à celui exploité dans les carrières.

Bien entendu, cette certitude n'exclut pas des accidents identiques à ceux observés dans les carrières, tels que fracturations ou quartz d'exudation en yeux ou amandes (oeufs des carriers) nuisibles localement à la régularité de la foliation. Mais ce sont là des inconvénients mineurs inévitables.

7 - SECTEUR DE SAINT-HIPPOLYTE  
-----  
POINT RÉSUMÉ DE L'ÉTUDE  
-----

Les matériaux utilisés à la fabrication de dalles et lauzes de couverture dans les deux carrières d'AUGUIE (A. ORALLO) et du COUSTAL (R. PALAT) ont été décrits rapidement ci-avant aux paragraphes 1.2.5 et 1.3.3.

Pétrographiquement, il s'agit de gneiss leptyniques parfois finement porphyroïdes, -aptes à fournir des dalles,- interstratifiés épisodiquement de petits bancs (15 cm) plus calciques proches du faciès "amphibolite" et de bancs fins micacés ("micachistes") aptes à fournir des lauzes de couverture.

Dans un cas comme dans l'autre, les carrières sont implantées dans des secteurs d'extension très restreinte où la foliation du matériau en place est horizontale ou très proche de l'horizontale, ce qui constitue un facteur important pour la facilité de l'exploitation.

L'interprétation des linéaments cassants sur photographies aériennes (photo fracturation - fig. 15) montre que

. la carrière d'Auguié se situe pratiquement à l'intersection de deux linéaments de ce type, l'un subméridien suivant la vallée du Goul, l'autre de direction 75°E dans le thalweg du ruisseau d'Escalafon. La direction NS introduit un certain nombre de diaclases verticales et l'autre quelques petites failles sans ouverture. Il n'y a apparemment pas de problème de continuité du matériau dans l'environnement, cependant, l'horizontalité de la foliation, particulièrement favorable ne semble pas se poursuivre au delà de 200 m d'après les observations.

. la carrière du Coustal est limitée au Sud par un linéament qui se traduit effectivement sur le terrain par une petite faille de direction N 30°E. Là aussi, les conditions d'horizontalité ne semblent pas très étendues mais quelques rares affleurements ont montré qu'elles pourraient se poursuivre sur le versant du ruisseau opposé à celui où est implantée la carrière, malgré une faille dans le thalweg de celui-ci.

Les relevés de fracturation effectués sont en cours d'exploitation et les recherches sur le terrain seront approfondies.

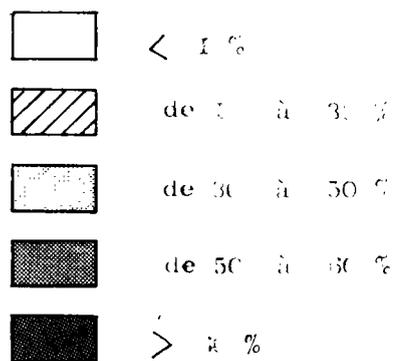
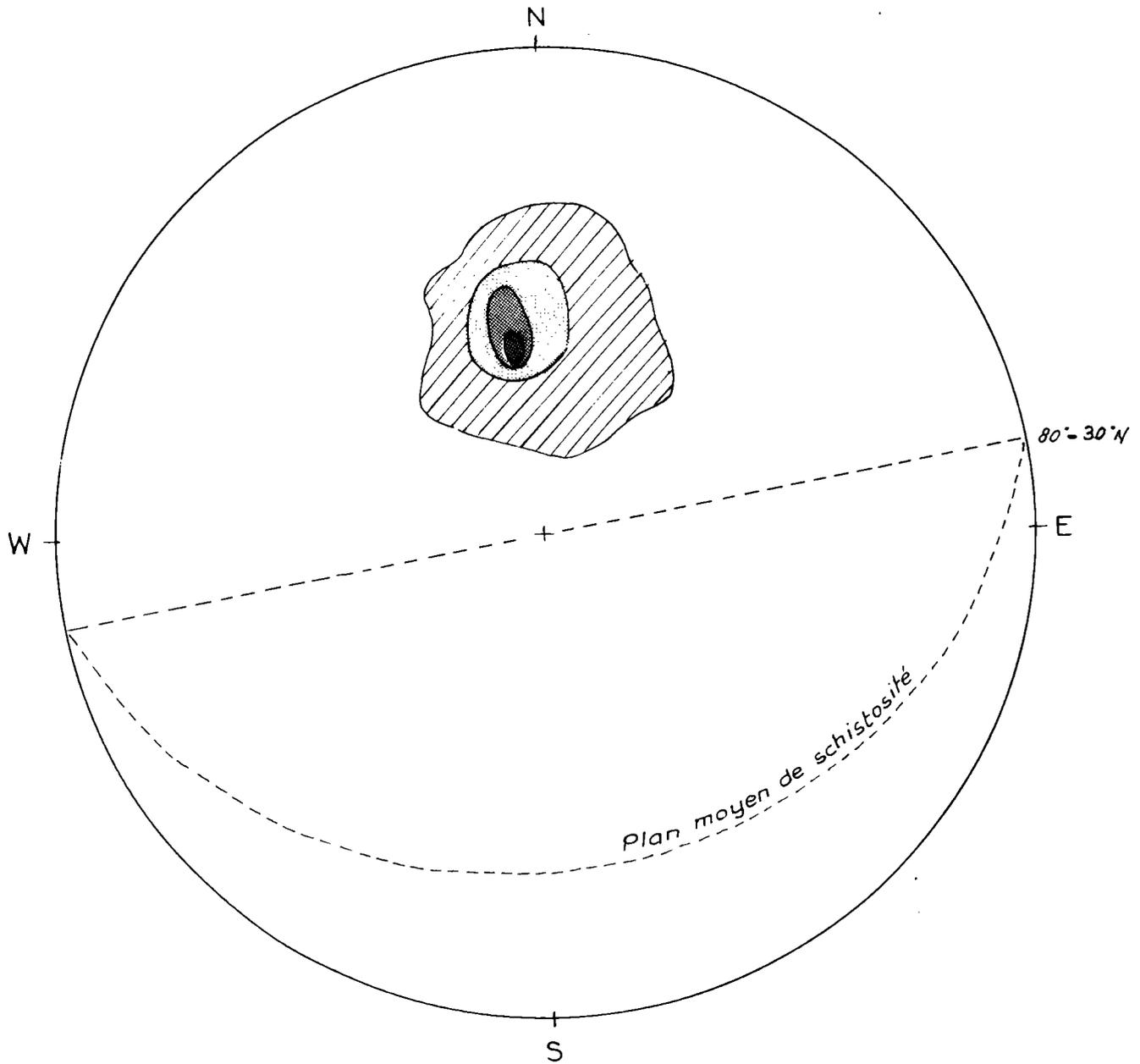


# Ardoisière de LACAUNE

Fig. 2

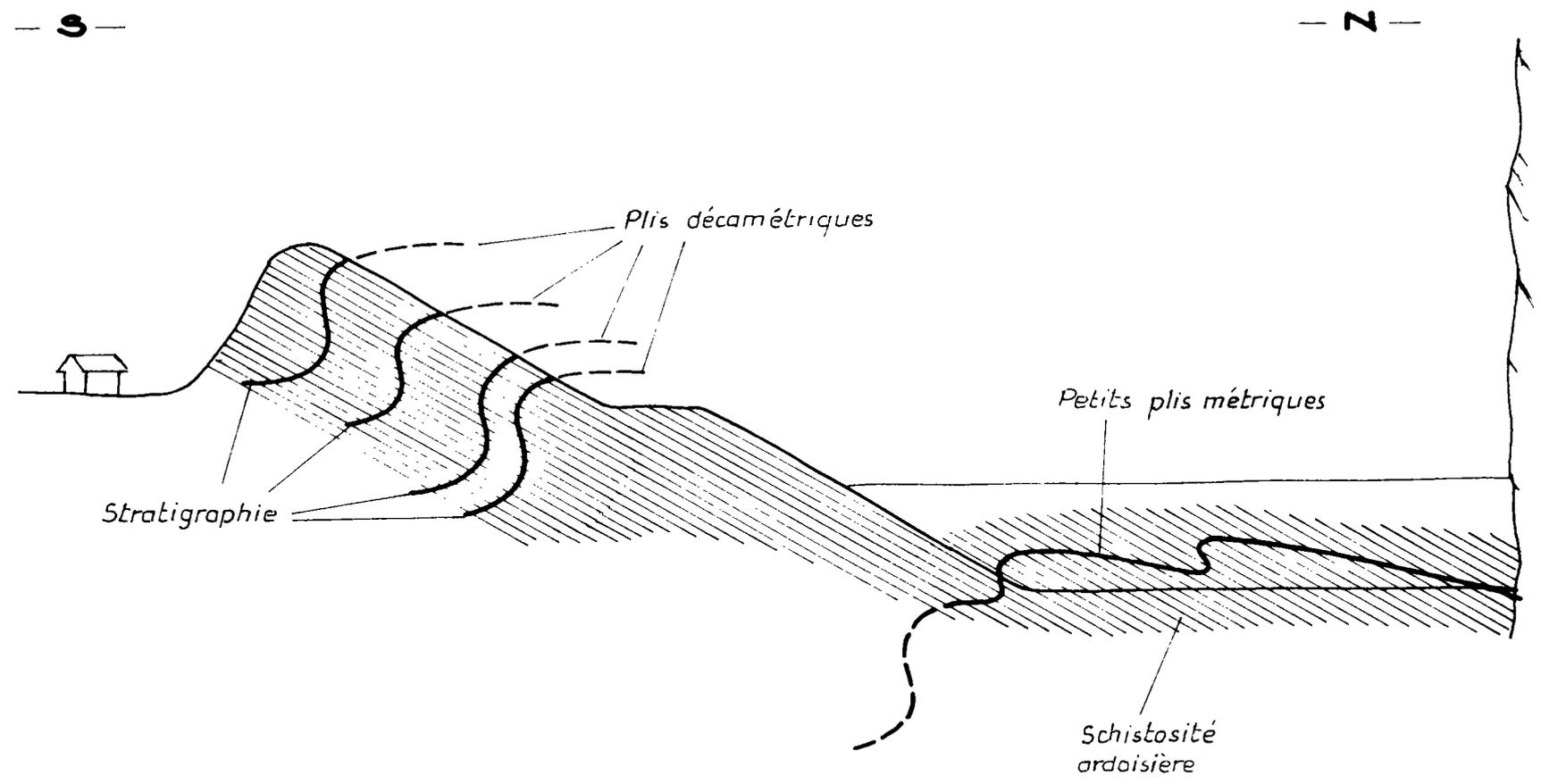
## Diagramme de répartition des pôles de schistosité

(Conevas de Dimitrijévitch - Hémisphère supérieur)



# Carrière GARENQ

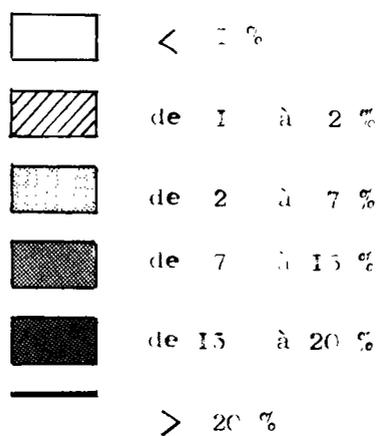
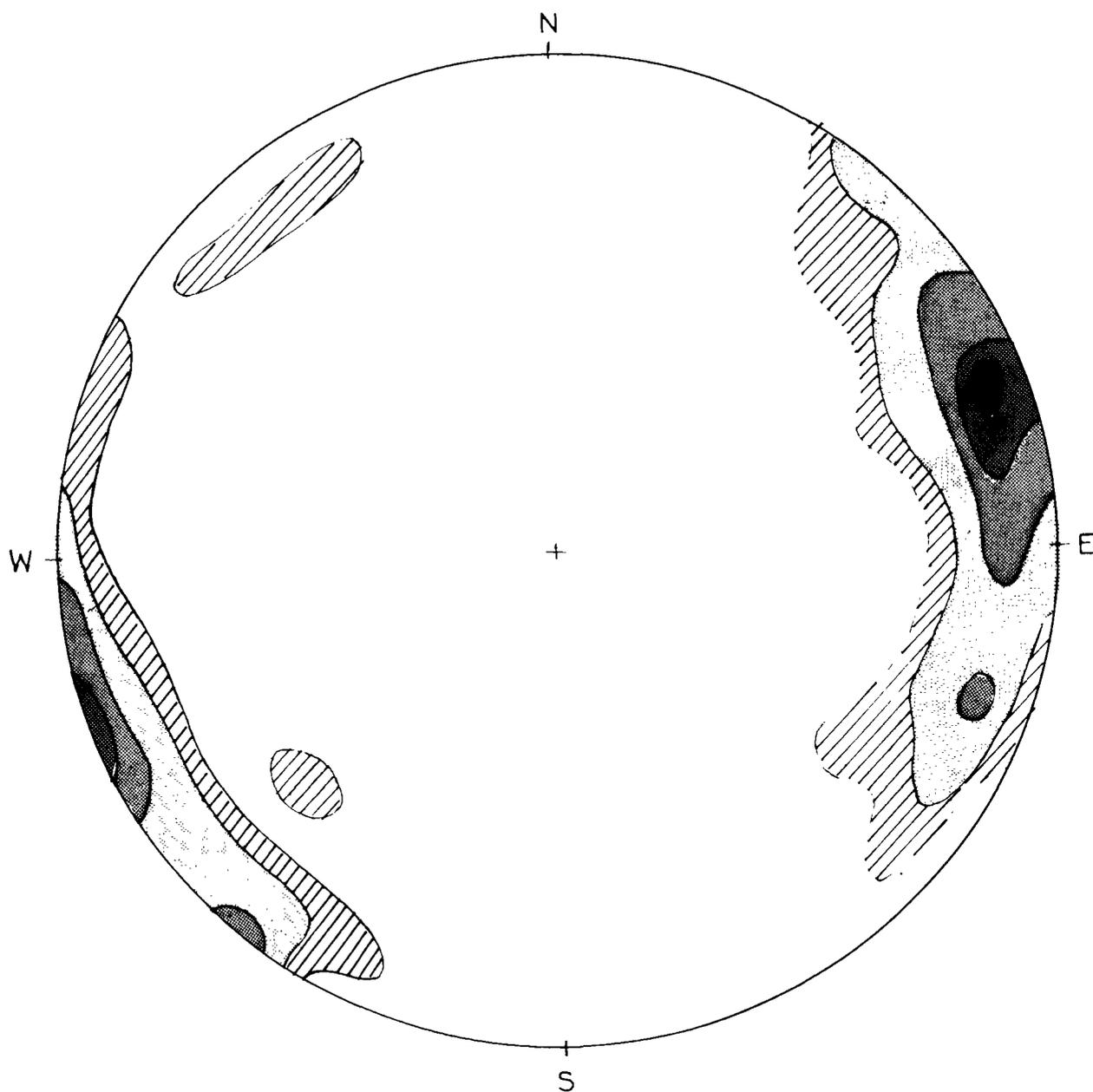
—  
— Coupe schématique —



# Carrière GARENQ

Diagramme de répartition des fracturations 215 mesures

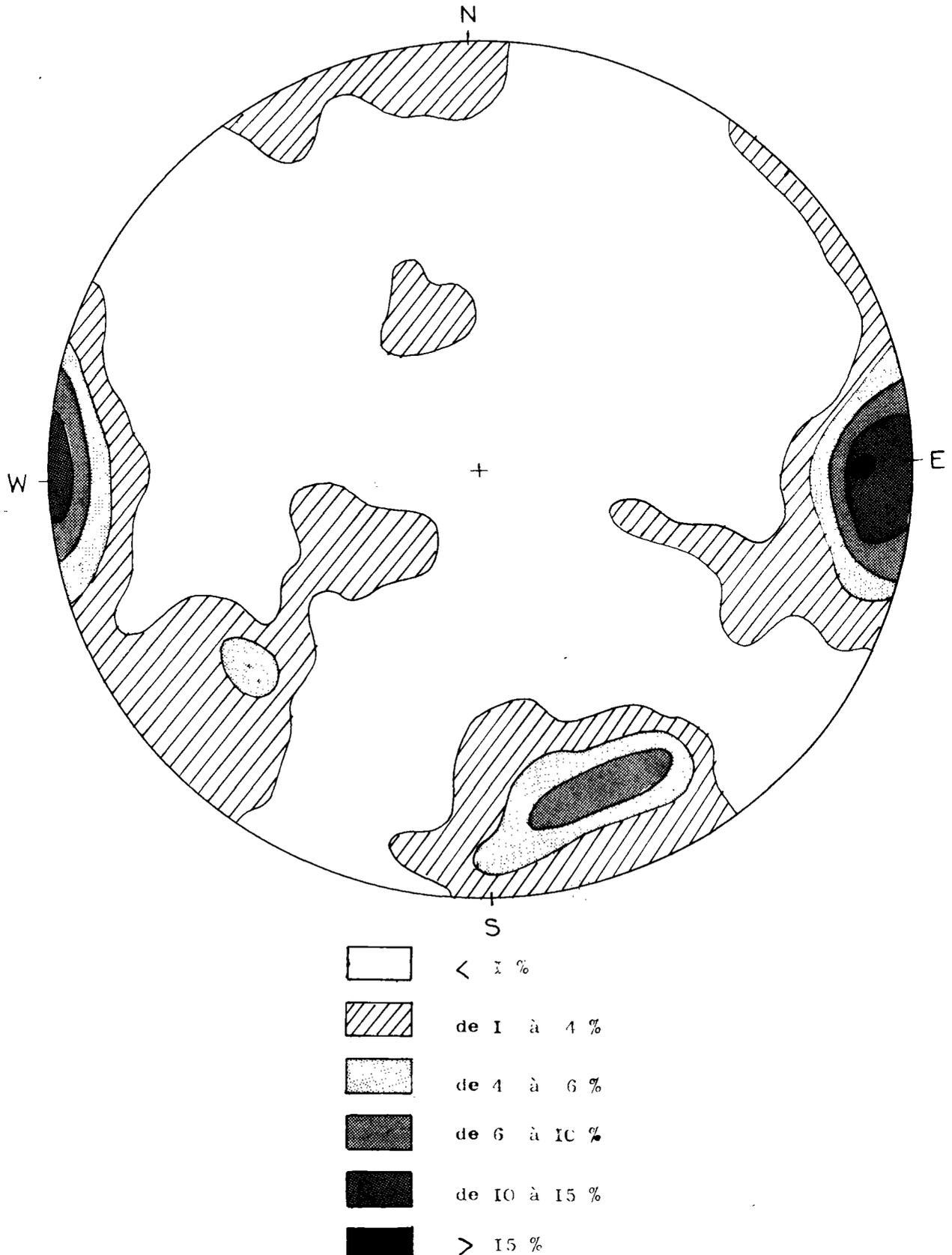
(Canevas de Dimitrijévitch - Hémisphère supérieur)



## Carrière GRANIER

Diagramme de répartition des fracturations 141 mesures

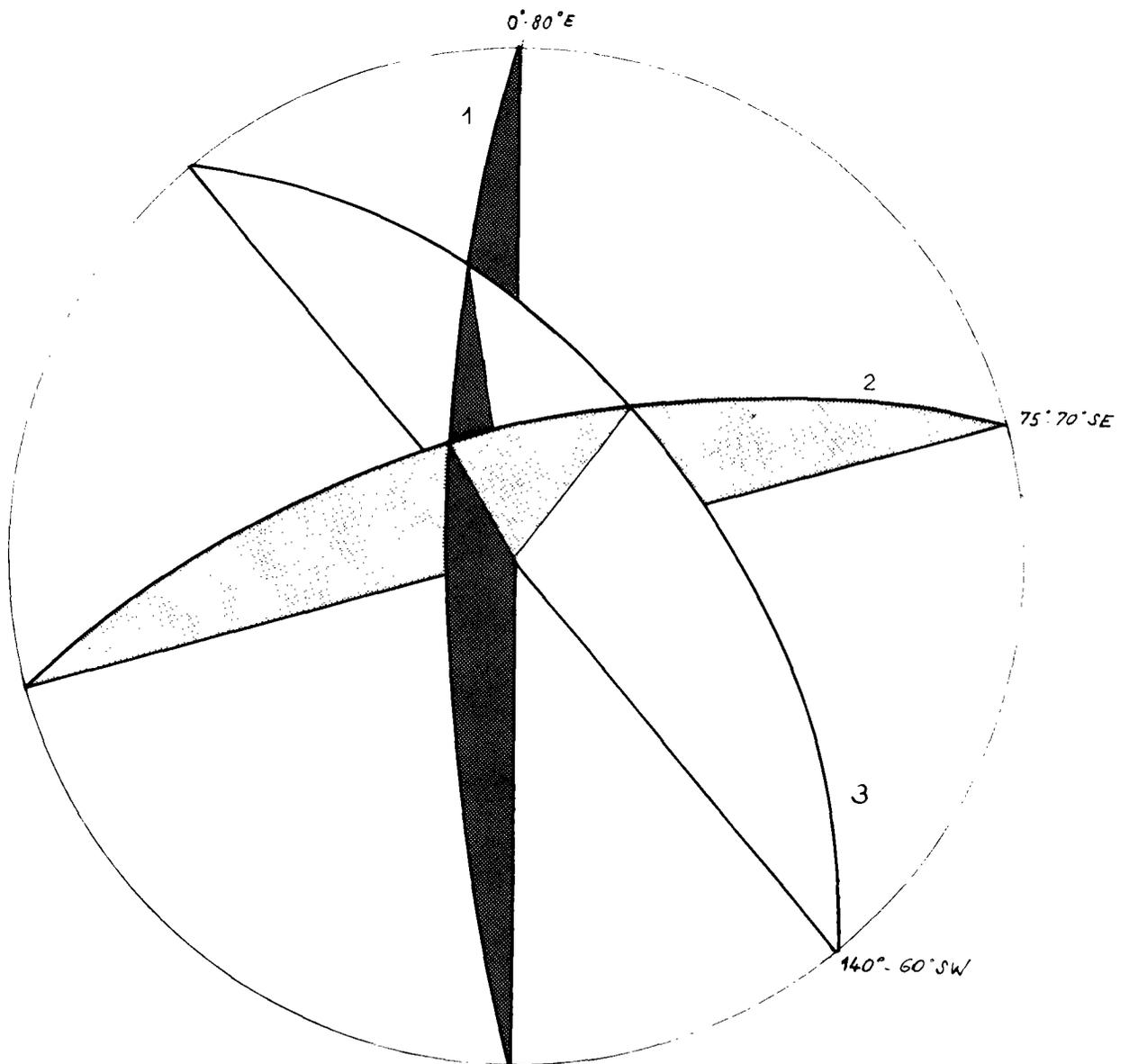
( Canevas de Dimitrijévitch - Hémisphère supérieur )



Carrière GRANIER

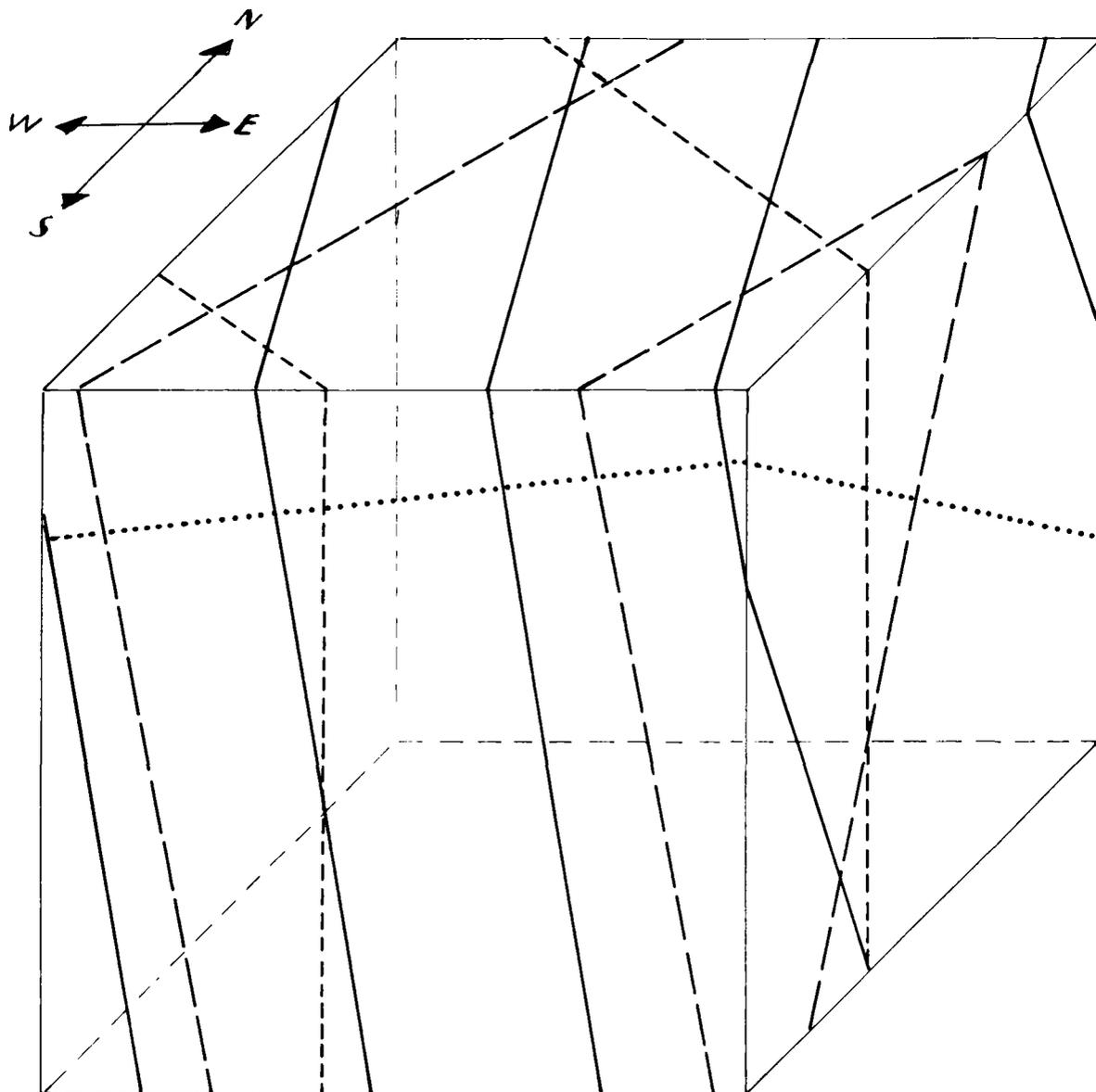
Cyclographes des 3 familles principales

— hémisphère supérieur —



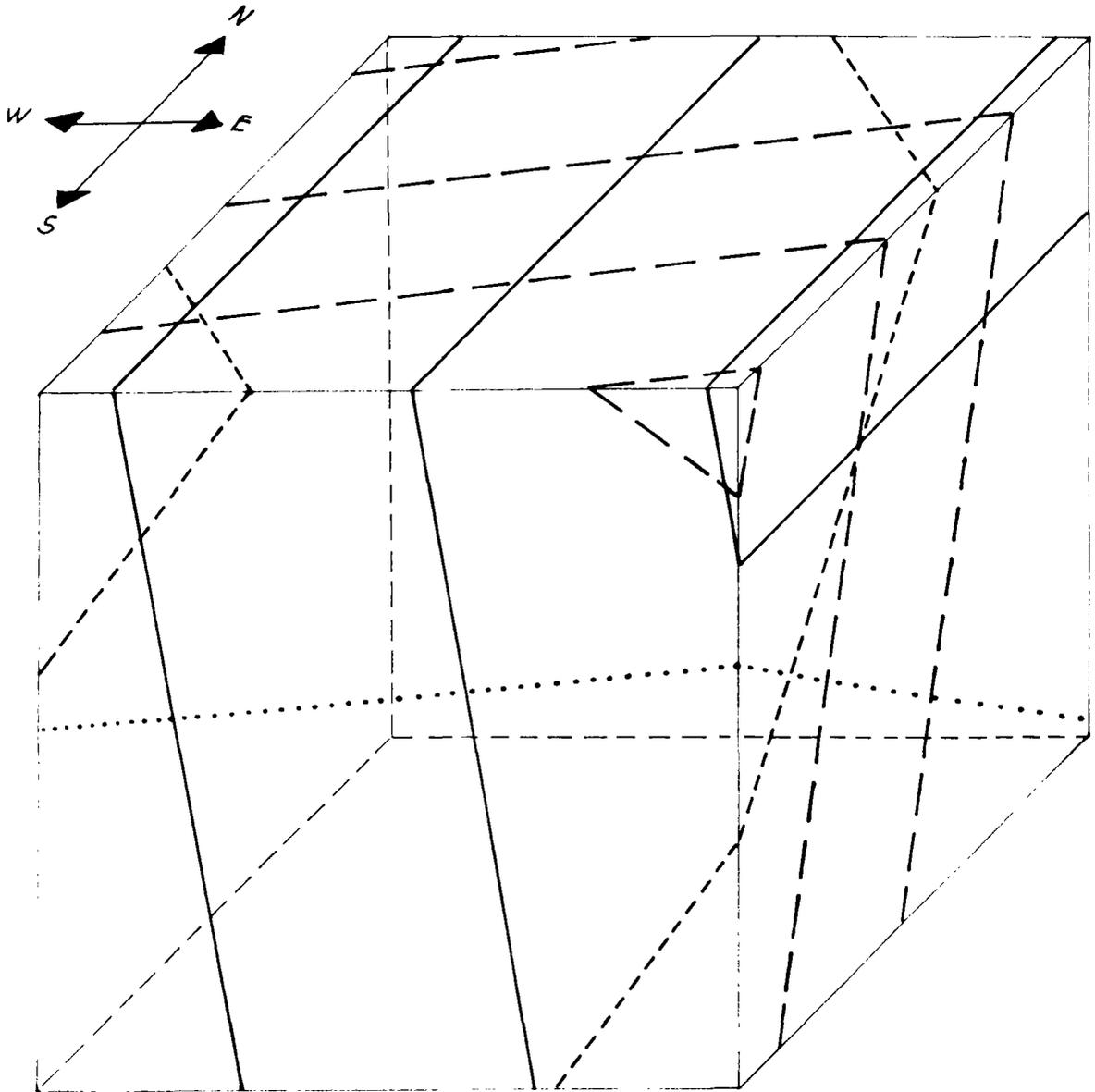
Carrière GARENQ

Bloc diagramme de fracturation 2 x 2 x 2 m



Famille 1	———	160 - 82 E	écartement	0,61
" 2	———	20 - 80 E	"	1,33
" 3	- - - - -	130 - 90	"	1,31
Schistosité	.....	80 - 35 N		
		Densité volumique		3,15

## Carrière GRANIER

Bloc diagramme de fracturation 2 x 2 x 2 m

Famille 1	———	0 - 80 E	écartement	0,85
" 2	- - - - -	75 - 70 SE	"	0,77
" 3	- - - - -	140 - 60 SW	"	1,79
Schistosité	.....	80 - 30 N		
		Densité volumique		3,04

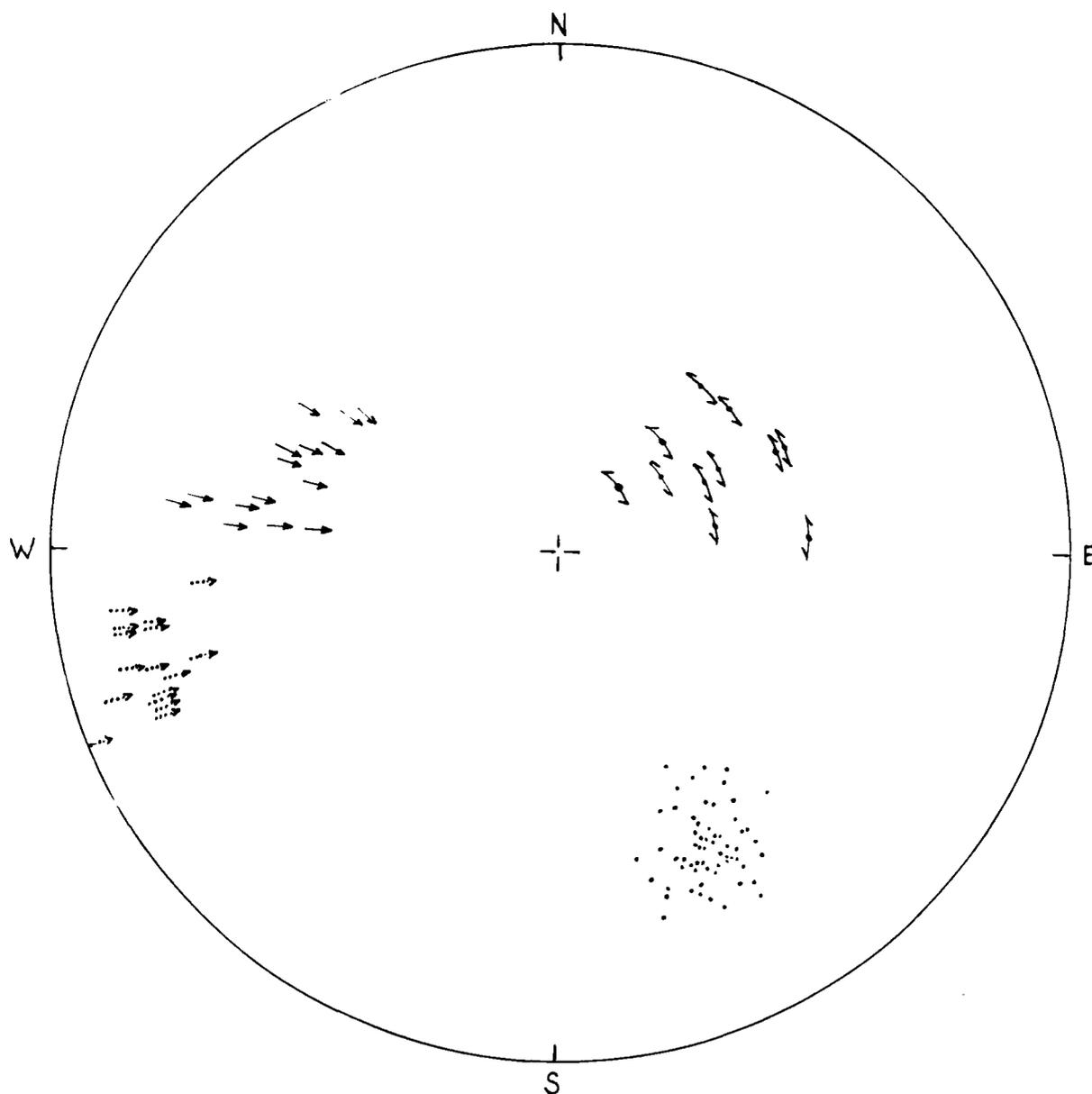
## Secteur du CAYROL

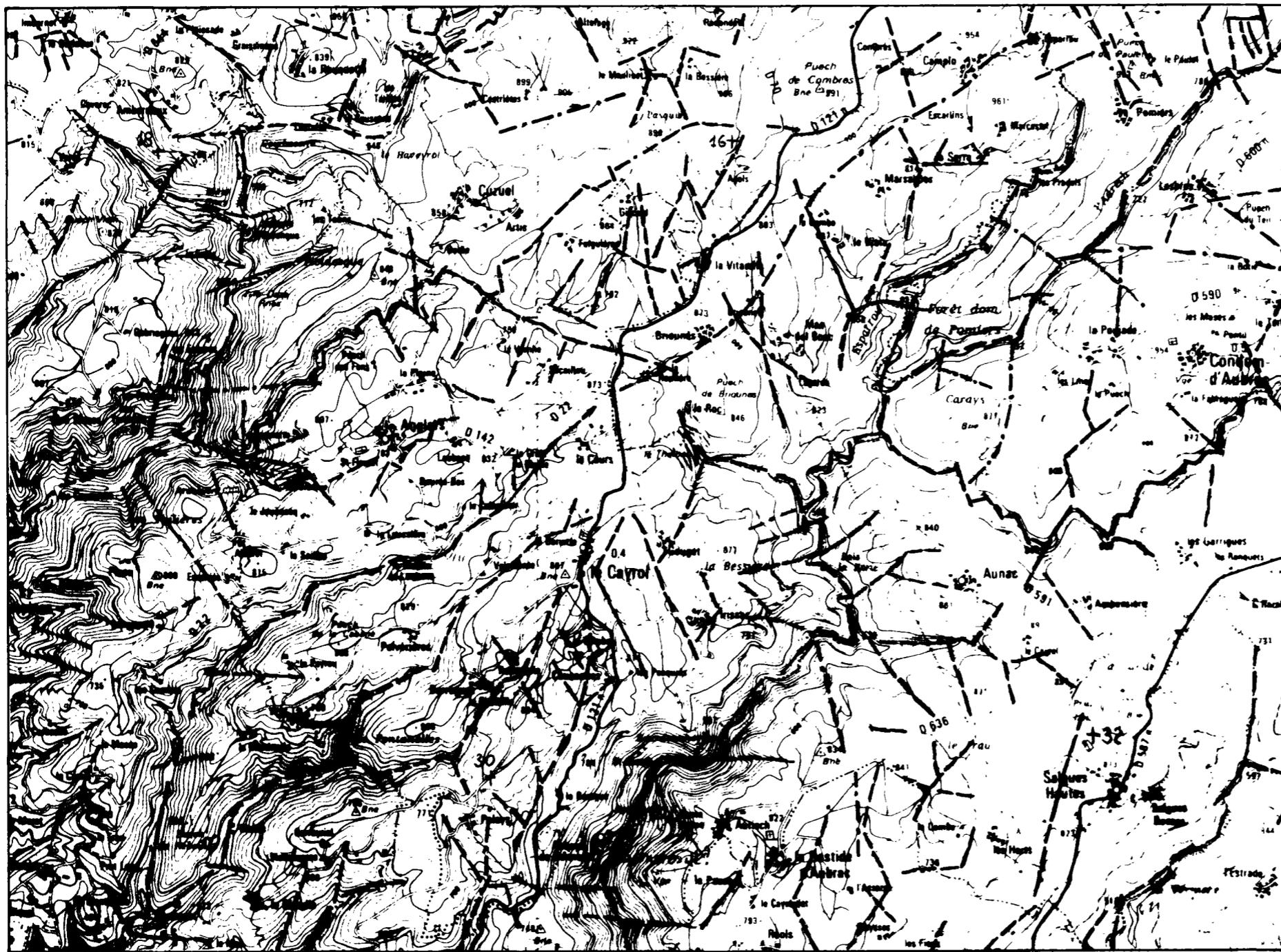
( Toutes carrières réunies )

## Diagramme de Schmidt

( Hémisphère supérieur )

- Linéation de remplissage (noirage)
- Linéation fine (lin rain)
- ↔↔ Cisaillement senestre ("chaîné")
- Pôles de schistosité





Gisements ardoisiers  
du Tarn et de l'Aveyron

- Secteur du Cayrol -

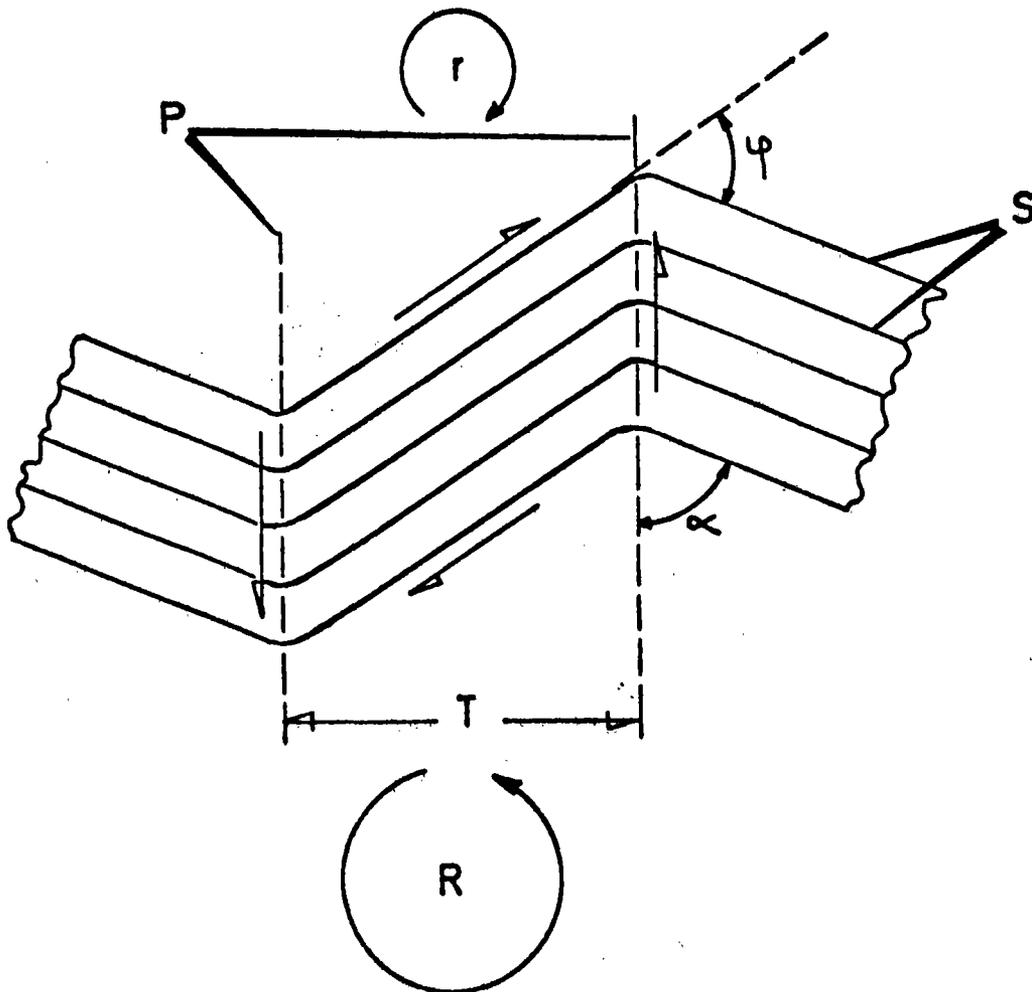
PHOTO - FRACTURATION

≡≡≡ Lignaments hiérarchisés

Ech. 1 / 50 000

SECTEUR DU CAYROL

---



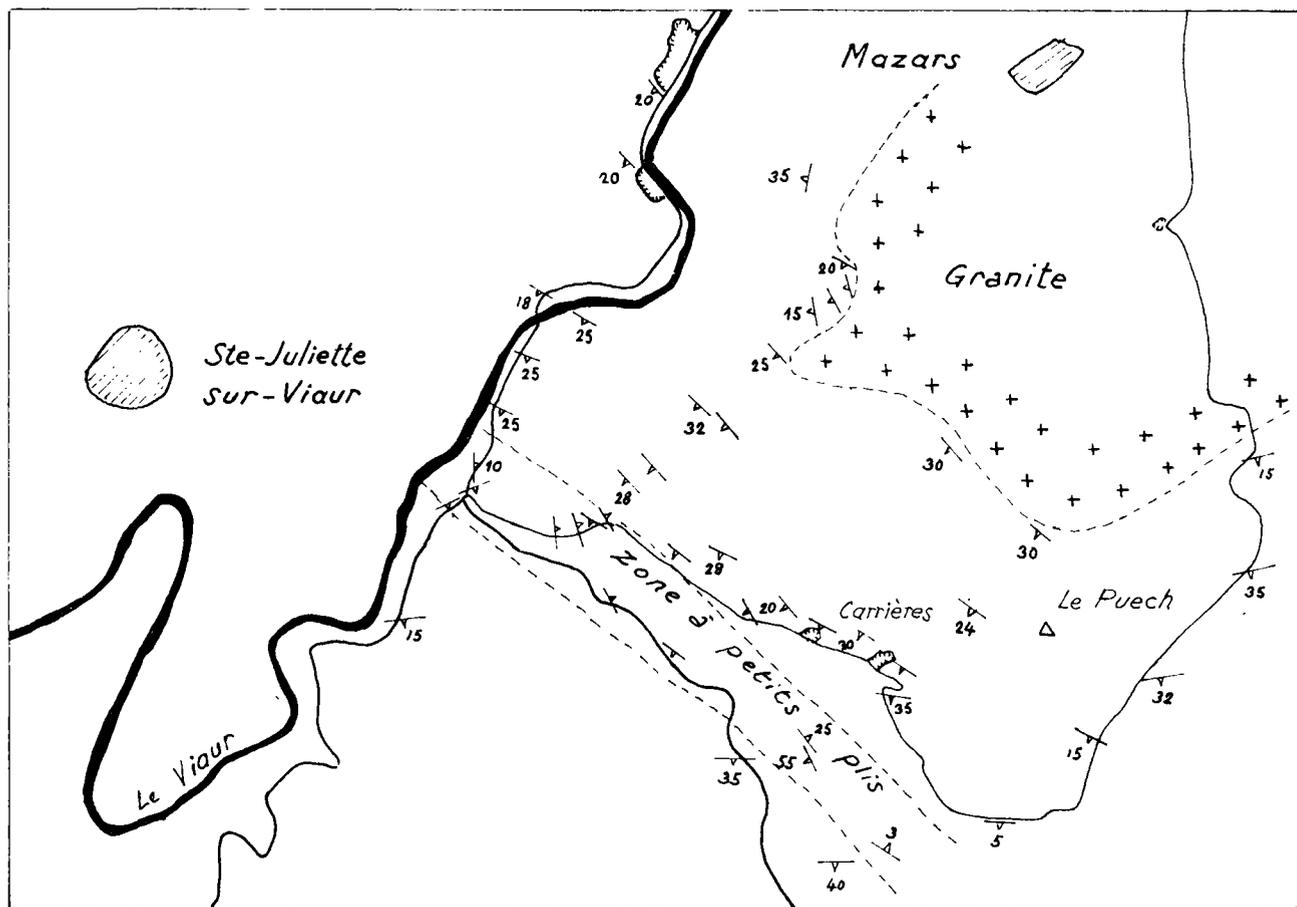
Modèle géométrique d'une "chaine" ou kink-band

- S** : surface du feuilletage
- P** : plans-limites
- r** : rotation interne
- R** : rotation externe
- T** : distance interne entre plans-limites

# Secteur de Comps-la-Grandville

## Localisation géologique des carrières

Echelle : 1 / 25 000



$\swarrow_{15}$  Direction et pendage de la foliation

fig.13

DOURGNE - ARDOISIÈRE EN EXPLOITATION  
ET TRAVAUX ANCIENS

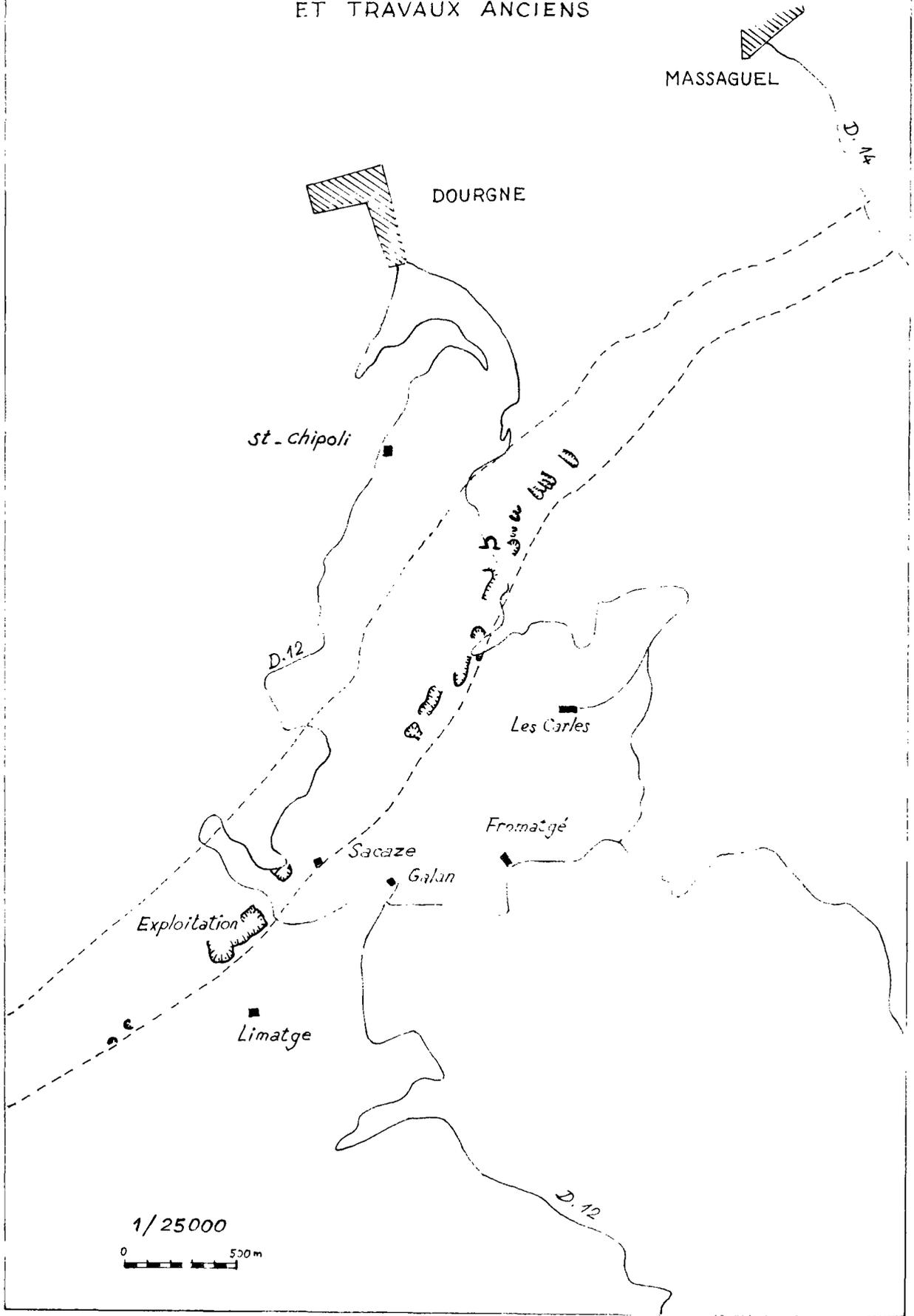
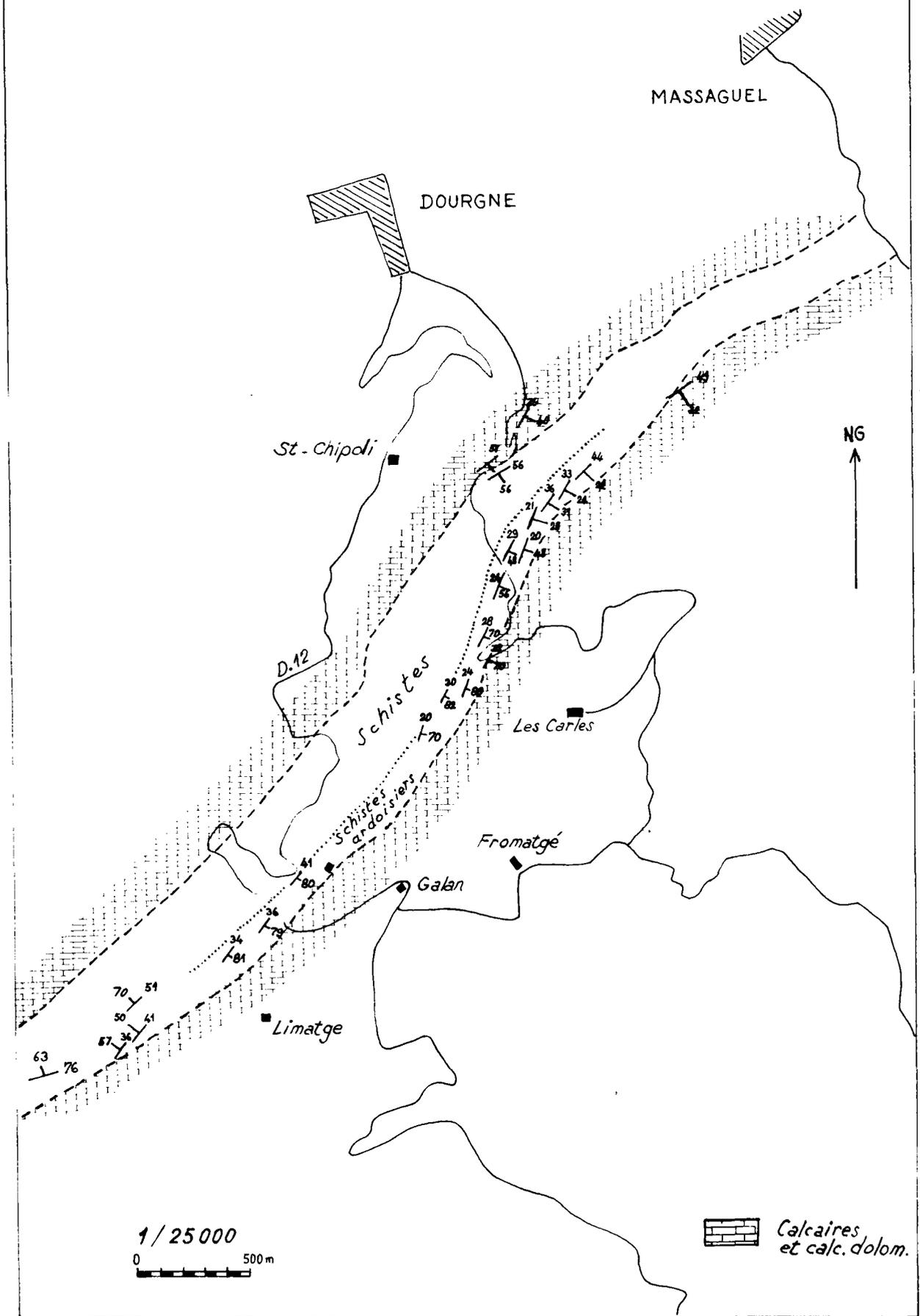


fig.14



Gisements ardoisiers  
du Tarn et de l'Aveyron

- Secteur de S<sup>t</sup> Hippolyte -

PHOTO - FRACTURATION

 *Lignaments hiérarchisés*

Ech. 1 / 50 000

