



HAL
open science

Les Déformations de la couverture mésozoïque au nord de l'Oisans - Alpes françaises.

Jean Paul Depardon

► **To cite this version:**

Jean Paul Depardon. Les Déformations de la couverture mésozoïque au nord de l'Oisans - Alpes françaises.. Géologie appliquée. Université Claude Bernard - Lyon I, 1979. Français. NNT: . tel-00588117v2

HAL Id: tel-00588117

<https://theses.hal.science/tel-00588117v2>

Submitted on 27 Aug 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



N° d'ordre

Année 1979

P. Vialon

THESE

présentée

DEVANT L'UNIVERSITE CLAUDE BERNARD – LYON I

pour obtenir

le DIPLOME DE DOCTEUR DE SPECIALITE (3ème cycle)

DE SCIENCES DE LA TERRE

(GEOLOGIE)

par

Jean Paul DEPARDON

LES DÉFORMATIONS DE LA COUVERTURE MÉSOZOÏQUE

AU NORD DE L'OISANS.

Soutenue le 4 janvier 1979, devant la commission d'examen :

MM.	M. CHENEVOY	Président
	M. GAY	Rapporteur
	P. GEVIN	Examineurs
	J.P. GRATIER	
	P. VIALON	

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD - LYON I -

Président honoraire : M. le Pr J. BOIDIN

Président : M. le Pr D. GERMAIN

Premier Vice-Président : M. le Pr E. ELBAZ

Deuxième Vice-Président : M. ROUSSET, Attaché de Recherche

Troisième Vice-Président : M. BRULA, étudiant

Secrétaire Général de l'Université : M. J. RAMBAUD, Administrateur Civil

UNITES D'ENSEIGNEMENT ET DE RECHERCHE (U.E.R.)

- U.E.R. de Médecine GRANGE-BLANCHE..... : Monsieur Bernard SALLE, M.C.A.
- U.E.R. de Médecine ALEXIS-CARREL..... : Monsieur le Pr René MORNEX
- U.E.R. de Médecine LYON-NORD..... : Monsieur Jean Pierre NEIDHART, M.C.A.
- U.E.R. de Médecine SUD-OUEST..... : Monsieur le Pr Jean NORMAND
- U.E.R. de Sciences Pharmaceutiques... : Monsieur le Pr Charles-Albert BIZOLLON
- U.E.R. de Techniques de réadaptation.. : Monsieur Alain MORGON, M.C.A.
- U.E.R. de Biologie humaine..... : Monsieur Jean-Pierre REVILLARD, M.C.A.
- U.E.R. I.R.E.P.S. : Monsieur Albert MILLON, Professeur d'E.P.S.
- U.E.R. de Sciences Odontologiques..... : Monsieur le Dr Roger VINCENT
- U.E.R. de Mathématiques..... : Monsieur le Pr PICARD
- U.E.R. de Physique..... : Monsieur le Pr Jean DELMAU
- U.E.R. de Chimie-Biochimie..... : Monsieur le Pr Jean HUET
- U.E.R. de Sciences de la Nature..... : Monsieur le Pr René GINET
- U.E.R. de Sciences Physiologiques..... : Mademoiselle le Pr Jeanne-Françoise WORBE
- U.E.R. de Physique Nucléaire..... : Monsieur le Pr Mark GUSAKOW
- I.U.T. n°1 : Monsieur le Pr Albert VILLE
- I.U.T. n°2 : Monsieur J. GALLET, Directeur E.N.S.A.M.
- Observatoire de LYON..... : Monsieur Guy MONNET, Astronome Adjoint
- U.E.R. de Mécanique..... : Mademoiselle le Pr Geneviève COMTE-BELLOT

R é s u m é

L'étude des déformations de la couverture mésozoïque (Trias au Dogger) du Nord de l'Oisans (massif du Haut Dauphiné, Alpes françaises) montre la succession de trois générations d'éléments structuraux :

1. Des plis "anciens" P_1 , sans doute originellement E-W (équivalent possible des plis anté-sénoniens du Dévoluy), très rarement accompagnés d'un clivage S_1 .

2. Une schistosité régionale S_2 , de flux, réorientant les plis précédents, et globalement disposée en "Y" renversé (branche longue du secteur de Besse de direction 20° et branche courte du secteur de La Grave orientée entre 140° et 170°). Elle est associée à divers styles de plis P_2 (en fait plis P_1 réorientés et accentués) et conduit au découpage de la roche en pseudo-amygdales ; elle porte deux étirements glissements 2 et 3 ; c'est aussi elle qui sert de plan de chevauchement dans la couverture.

3. Une schistosité de crénulation, développée localement et graduellement d'Ouest en Est, surtout à partir des premiers chevauchements de couverture. Elle se rencontre aussi près des accidents socle/couverture tant que la schistosité régionale n'occupe pas une position critique. Elle est associée à un ensemble de plis P_3 et à des plans de glissement. La linéation 3 sur S_2 lui est contemporaine. Son orientation est généralement plus méridienne que celle de la schistosité S_2 locale.

L'analyse des mécanismes (analogie avec un modèle de cisaillement et d'expulsion de coin de socle) permet d'expliquer l'ensemble des déformations régionales par un déplacement d'abord N-S du socle, puis par un raccourcissement E-W entraînant un débordement du socle et de la couverture vers l'Ouest.

PLAN : I. INTRODUCTION 1

I.1. RÉGION DE LA GRAVE : Géographie & Géologie. 2

	Page
<u>I.1.1. GEOGRAPHIE</u>	2
I.1.1.1. Situation régionale	2
I.1.1.2. Géographie locale	2
<u>I.1.2. GEOLOGIE : TRAVAUX ANTERIEURS</u>	2
I.1.2.1. L'Oisans dans le contexte alpin occidental...	2
I.1.2.2. Géologie du Nord de l'Oisans	3
A. Massifs cristallins externes	3
B. Couvertures sédimentaires	3

I.2. ANALYSE STRUCTURALE. 6

<u>I.2.1. PROBLEMES</u>	6
<u>I.2.2. METHODES</u>	6
I.2.2.1. Analyse des affleurements	7
I.2.2.2. Synthèse	7
I.2.2.3. Interprétation	8

II. DESCRIPTION

9

II.1. OBJETS.

10

<u>II.1.1. OBJETS SIMPLES</u>	10
II.1.1.1. La stratification S_0	10
II.1.1.2. La schistosité régionale S_2 et les éléments associés	12
A. Schistosité de flux S_2	12
B. Etirement-glisement dans S_2 : X	13
C. Les veines concordantes	18
D. Les plis P_2	18
E. "Plis" de la linéation d'intersection	22
II.1.1.3. Les plis anciens P_1	24
A. Plis obliques à S_2	24
B. Plis déformés par P_2 et S_2	26
C. Coexistence de deux systèmes de plis synschisteux	26
D. Conclusion	28
II.1.1.4. La schistosité de crénulation S_3 et les objets associés	28
A. Schistosité de crénulation S_3	28
B. Linéation d'étirement-glisement X_3	29
C. Plis P_3	30
II.1.1.5. Plans de glissement et failles	33
A. Plans de glissement	33
B. Failles	34
II.1.1.6. Les joints : fentes sèches et diaclases	40
A. Fentes sèches	40
B. Diaclases	40
C. Filons	41

<u>II.1.2. OBJETS COMPLEXES</u>	42
II.1.2.1. Corps de section amygdalaire	42
A. Corps liés à S_2	42
B. Corps liés à S_3	43
II.1.2.2. Vraies amygdales	45
A. Lentilles dans l'Aalénien des Rivets	45
B. Mégalentilles du Carixien des Buffes	45
C. Mégalentilles du Dogger de Serre Bernard- Gros Têt.....	46

II.2. RELATIONS SPATIALES.	48
----------------------------	----

<u>II.2.1. ORIENTATION DE LA STRATIFICATION - S_0 -</u>	48
<u>II.2.2.- S_2 - SCHISTOSITE REGIONALE</u>	50
<u>II.2.3.- B_2 - AXES ET LINEATION D'INTERSECTION</u>	51
<u>II.2.4.- S_3 - SCHISTOSITE DE CRENULATION</u>	52
<u>II.2.5.- P_3 - AXES DU STRAIN SLIP</u>	53
<u>II.2.6.- X - LINEATION D'ETIREMENT-GLISSEMENT</u>	54

II.3. CONCLUSION.	55
-------------------	----

III. INTERPRETATION 57

III.1. DONNÉES COMPLÉMENTAIRES.	58
<u>III.1.1. DONNEES RELATIVES A LA COUVERTURE</u>	58
III.1.1.1. Flysch	58
III.1.1.2. Synclinal de Bourg d'Oisans	58
III.1.1.3. Failles du Bas Dauphiné et Vercors	59
<u>III.1.2. DONNEES RELATIVES AU SOCLE</u>	59
III.1.2.1. Grands accidents et jeux	59
A. Chevauchement de la Meije	59
B. Chevauchement du Combeynot	59
C. Accident 140 type Vallée de l'Alpe du Villars	60
III.1.2.2. Blocs de socle	60
A. Chevauchement	60
B. Poinçonnement	60
III.2. MODÈLE DE DÉFORMATION.	62
<u>III.2.1. STADE -1-</u>	62
III.2.1.1. Existence des plis P_1 ?	62
III.2.1.2. Importance régionale	63
<u>III.2.2. STADE -2-</u>	64
III.2.2.1. Observation cartographique	64
III.2.2.2. Observation en coupe	65
<u>III.2.3. STADE -3-</u>	66
<u>III.2.4. PLACE DU HAUT-DAUPHINE DANS L'ARC ALPIN</u>	68

BIBLIOGRAPHIE 69

PLANCHES HORS-TEXTE (n°:1 à 15)..... 72

CARTES (6) (insérées dans le rabat de la couverture)



1^{ère} PARTIE

INTRODUCTION

I.1. : RÉGION DE LA GRAVE: Géographie & Géologie

I.2. : ANALYSE STRUCTURALE

I. INTRODUCTION

I.1. REGION DE LA GRAVE : Géographie & Géologie.

I.1.1. GEOGRAPHIE.

I.1.1.1. Situation régionale

Au coeur des Alpes françaises, le Haut Dauphiné est une vaste région culminant à la Barre des Ecrins (4 103m) ; il est parfois improprement dénommé Pelvoux, Ecrins ou Oisans du nom des massifs qui le constituent.

L'Oisans, pour sa part, correspond au bassin du Vénéon et de la Romanche, au Nord du Haut Dauphiné. Il doit son nom à une tribu celte (les Ucennis) ayant occupée cette région. Sa partie sud, composée de hautes montagnes (Meije, Combeynot, Soreiller..) s'oppose à la partie nord, région d'alpage s'élevant progressivement depuis la Romanche jusqu'à la frontière savoyarde.

I.1.1.2. Géographie locale

La région étudiée correspond à la partie nord de l'Oisans ; elle est limitée par un triangle montagneux : les Grandes Rousses à l'Ouest, les massifs de la Meije et du Combeynot au Sud, l'ensemble Goléon-Galibier au Nord-Est (voir carte géographique 1/100 000ème Pl. 1).

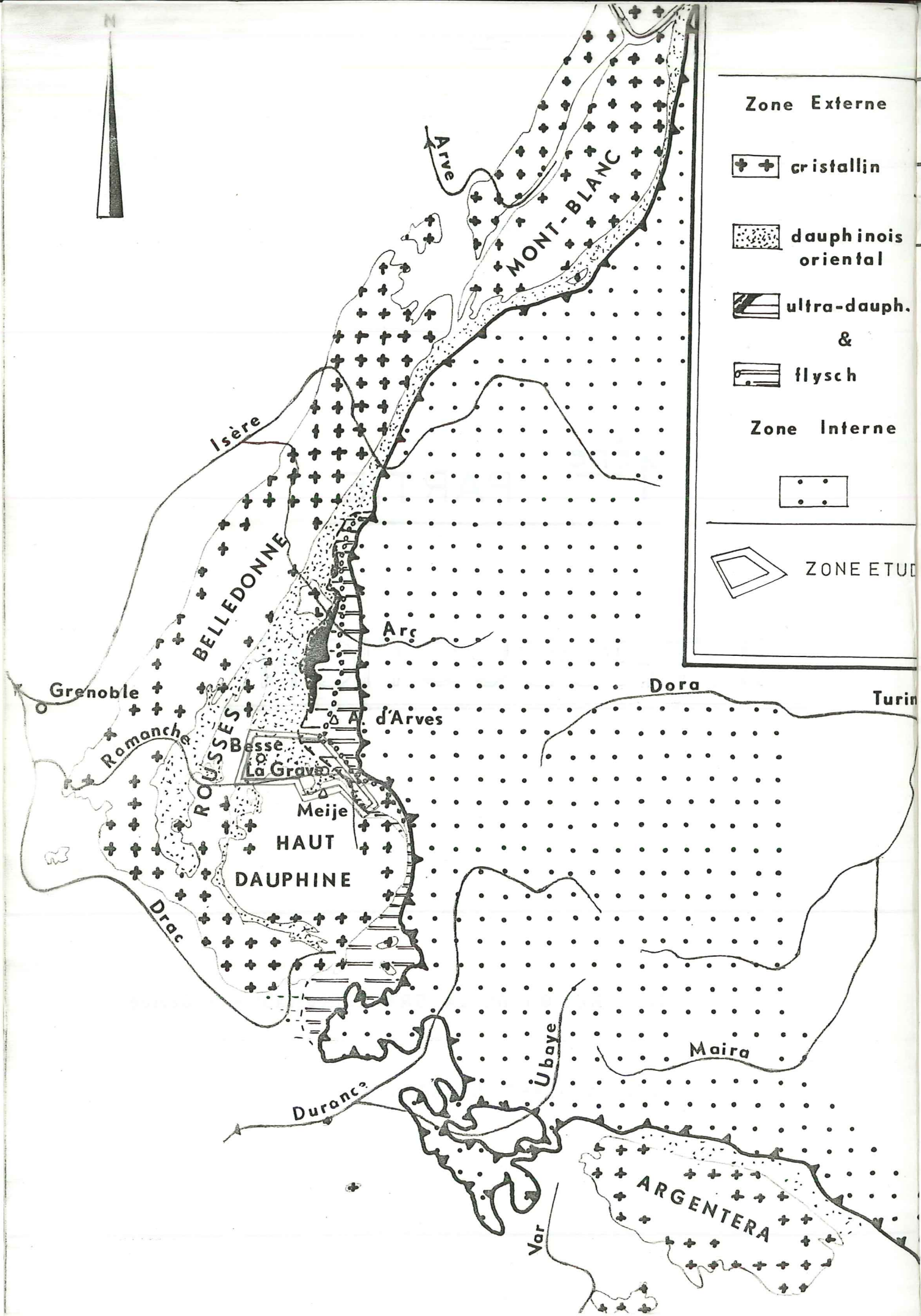
L'orographie est caractérisée par la présence de deux axes : celui de Besse-Les Deux-Alpes à l'Ouest et celui des Buffes-La Grave, prolongé par la vallée de l'Alpe de Villar, à l'Est. Ces deux axes délimitent au centre le plateau d'Emparis, coupé du haut massif, par la combe de Malaval (La Romanche).

I.1.2. GEOLOGIE : travaux antérieurs

Cette présentation géologique résume les travaux antérieurs à la thèse.

I.1.2.1. L'Oisans dans le contexte alpin occidental

On distingue, dans les Alpes, une zone interne et une zone externe, en fonction de divers critères (position, paléogéographie, métamorphisme...). La carte ci-contre montre leur extension,



tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

leur limite commune (chevauchement pennique frontal) et indique la position du secteur étudié.

La zone externe (ou dauphinoise) comprend une ossature de granite et schistes cristallins (Massifs Cristallins Externes) et une enveloppe sédimentaire conservée de part et d'autre. A la bordure orientale s'individualise la zone ultradauphinoise vaste écaille caractérisée par la présence d'un Jurassique complet (Callavo-Oxfordien et Tithonique connu) et par son flysch priabonien transgressif et discordant sur les assises mésozoïques plissées ("chaîne arvinche" de R. BARBIER).

I.1.2.2. Géologie du Nord de l'Oisans

A. Massifs cristallins externes

Deux unités cristallines bordent le terrain : la chaîne des Grandes-Rousses et l'ensemble Meije-Combeynot. Il s'agit de formation polymétamorphique se rapportant au moins au Calédonien et à l'Hercynien (voir LE FORT et PECHER ; LACOMBE .)

Du point de vue tectonique ces massifs se comportent comme un bâti rigide, réagissant aux efforts alpins par une déformation discontinue : blocs limités par des fractures dont certaines sont bien connues : faille bordière des Grandes-Rousses (direction : 20°), chevauchement de la Meije (direction : 50°), accident limitant le Combeynot au Sud-Ouest (direction : 150°).

B. Couverture sédimentaire

La série sédimentaire est du type dauphinois à l'Ouest et au centre du terrain, ultradauphinois à l'Est. La carte géologique de La Grave (1/50.000ème) (*) et sa notice explicative en donnent une vue détaillée. Le tableau suivant présente les caractéristiques essentielles sans indiquer d'épaisseur ; il n'est pas possible, en effet, de fixer ce paramètre comme le montrera la suite de cet exposé.

(*) carte géologique - LA GRAVE - : je remercie M. BARFETY (B.R.G.M. Grenoble) d'avoir mis ses minutes à ma disposition, avant parution de la carte

		Zone Dauphinoise Orientale	Zone Ultra-Dauphinoise
OLIGOCÈNE	PRIABONIEN	/	Flysch des Aiguilles d'Arves - gréseux - gréso-schisteux - gréso-calcaire à calcaire - conglomératique
	<hr/>		
JURASSIQUE	Malm	?	Calcaire tithonique
	Callovo-Oxfordien	?	Marnes à accidents siliceux (Clos des Chamois)
	Dogger	Calcaires sablonneux (Ouest) Marno-calcaires (Centre)	Marno-calcaires localement sablonneux
	Aalénien	Schistes noirs fins	Schistes noirs fins
	"Lias schisteux" Domérien Toarcien	Schistes gris ou marno-calcaires Schistes roux (Chambon)	Schistes gris : marneux à calcaires
	Lias	"Lias calcaire" Carixien	Calcaires et marno-calcaires alternés réduits: Emparis
TRIAS		- Argillite (rares schistes verts, rouges ou gris vert) - Calcaires et dolomies - Grès minces	Gypse (Nord) - Dolomies - Grès et conglomérat

A l'opposé du socle, cette couverture stratifiée doit, à priori, réagir en se plissant et s'aplatissant, mais son hétérogénéité lithologique (de détail), laisse supposer une certaine diversité quant au résultat de la déformation (ductilité plus ou moins grande suivant la teneur en argile et calcaire).

Classiquement, l'histoire géologique se résume en quatre épisodes :

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

1- durant le secondaire se produit une sédimentation guidée par une paléogéographie nord-sud. Cette direction a été cependant remise en question par R. BARBIER et J.C. BARFETY.

2- à la fin du Crétacé ou au début du Tertiaire, la Z.U.D est le siège de mouvements qui donnent naissance à des plis Est-Ouest ("Chaine Arvinche"), ce qui entraîne une importante érosion atteignant parfois le socle (Combeynot).

3- la tectonique anténomulitique est alors scellée par le flysch des A.A.

4- Le flysch est à son tour repris par une tectonique avec chevauchements, d'âge Oligo-Miocène.

D'autres éléments structuraux ont été signalés par R. BARBIER et J.C. BARFETY (op. cit.), par J.C. BARFETY (notice explicative de la feuille 1/50.000ème La Grave):

- Schistosité régionale associée aux plis (ceux des formations dauphinoises et ultradauphinoises mais aussi ceux du flysch).

- Schistosité tardive de crénulation.

- Plis anciens Est-Ouest développés dans la zone ultradauphinoise (mais aussi signalés dans le flysch : Trois Evêchés !), et écaillage antéflysch vers le Nord.

Une étude du bassin de Bourg d'Oisans réalisée par J.P. GRATIER et Al a mis en évidence les mêmes objets et a précisé leur chronologie.

I.2. ANALYSE STRUCTURALE.

L'analyse structurale de la Zone Dauphinoise a été entreprise par P. VIALON (1968) puis par J.P. GRATIER et al (1970), dont les travaux ont servi de base à un modèle cinématique de l'arc alpin (VIALON 1973 ; BOUDON et al 1976)

La présente étude a pour but de compléter l'inventaire et en définitive de vérifier si le modèle en question est applicable à la région de La Grave.

I.2.1. PROBLEMES

Le problème est d'abord d'identifier et de décrire les objets structuraux. Il consiste plus précisément à définir leur style, leur caractère, leur orientation, leur répartition, à chercher leur signification mécanique, enfin à les situer les uns par rapport aux autres, c'est-à-dire à établir leur chronologie.

D'une façon plus générale le problème est aussi de replacer ces objets dans leur cadre géologique régional en s'efforçant de répondre aux questions suivantes : -Les plis anténumulitiques existent-il ? Si oui, sont-ils l'équivalent des plis Est-Ouest du Devoluy (et de Bourg d'Oisans) ; quelle est la signification de cette direction ? Pourquoi se retrouve-t-elle dans le flysch ?

- Existe-t-il une relation entre la schistosité régionale (phase majeure) et le chevauchement pennique frontal proche, ou les nappes décrites plus à l'Est ?

- La schistosité tardive, de fracture, est-elle l'homologue des "rétrocharriages" connus en zone briançonnaise ?

- Comment lier la déformation de la couverture (plis, schistosités) et celle du socle (faille, chevauchement) ?

I.2.2. METHODES

I.2.2.1. Analyse des affleurements

Chaque affleurement se présente comme un assemblage complexe de structures élémentaires. Son analyse consiste à distinguer les composantes élémentaires, à les situer du strict point de vue géométrique (orientation, relations mutuelles, et, éventuellement place dans un objet plus grand), enfin à dégager l'enchaînement des événements (chronologie). Ces opérations donnent une vue cinématique locale.

I.2.2.2. Synthèse

Cette phase consiste à définir la géométrie d'ensemble des éléments significatifs à l'échelle du terrain. Pour cela, j'utilise deux modes d'expression géométriques :

1er mode : les cartes structurales qui représentent les variations d'attitude des surfaces et des lignes (en l'occurrence schistosité, axe de plis et intersections, étirements...), et complètement la carte géologique ; cette dernière, pour sa part, rend plus particulièrement compte de la forme de SO, de la distribution des faciés, et de la disposition des grandes surfaces de discontinuité.

2eme mode : les projections stéréographiques, (*) qui rendent compte des relations géométriques entre les objets élémentaires d'un domaine défini, plus ou moins homogène, et servent à mettre en évidence des éléments qui échappent à l'observation directe (axe de mégaplis...). Elles permettent, aussi, éventuellement, d'établir des liens chronologiques ou d'identifier certains mécanismes de déformation.

A ce stade on reconstitue l'évolution structurale d'ensemble (régionale).

(*) Représentation des objets sur canevas : j'utilise des projections stéréographiques en hémisphère inférieur (WULF) et les comptages de densités sont effectués sur compteur de PRONIN.

I.2.2.3. Interprétation

Le but de l'interprétation est de déterminer les causes locales de l'évolution structurale en partant du principe que la déformation de la couverture est liée aux mouvements de blocs de socle. Pour ceci il faut : définir les accidents majeurs (au niveau du socle, en sortant le cas échéant du cadre régional : données externes), rechercher le jeu de ces accidents susceptible de rendre compte des structures observées dans l'enveloppe sédimentaire, en déduire la nature et la direction approximative des efforts auxquels la région a été soumise. Lors de ce travail, j'utilise des résultats de mécanique des roches, des systèmes expérimentaux ou théoriques (simulation de processus).

2^{ème} PARTIE

DESCRIPTION

II.1. : OBJETS

II.2. : RELATIONS SPATIALES

II.3. : CONCLUSION: Chronologie

II. DESCRIPTION

II.1. OBJETS.

A ce stade de la déformation je laisse de côté les questions de localisation, d'orientation géographique (caractères traités dans le prochain chapitre) et d'interprétation mécanique (troisième partie). Je présente les objets types, les plus courants, puis les variations géométriques rencontrées en fonction de la lithologie, de l'état initial du matériau. Cette énumération s'effectue selon un certain ordre : des objets simples (plans, lignes) aux plus complexes (associations de plans délimitant des volumes).

II.1.1. LES OBJETS SIMPLES

Ce sont des linéations et plans qui peuvent être pénétratifs ou non.

II.1.1.1. La stratification : S0

En pays sédimentaires, la stratification devrait être un guide important pour l'étude des déformations. Malheureusement la série est peu différenciée et, de plus, très tectonisée.

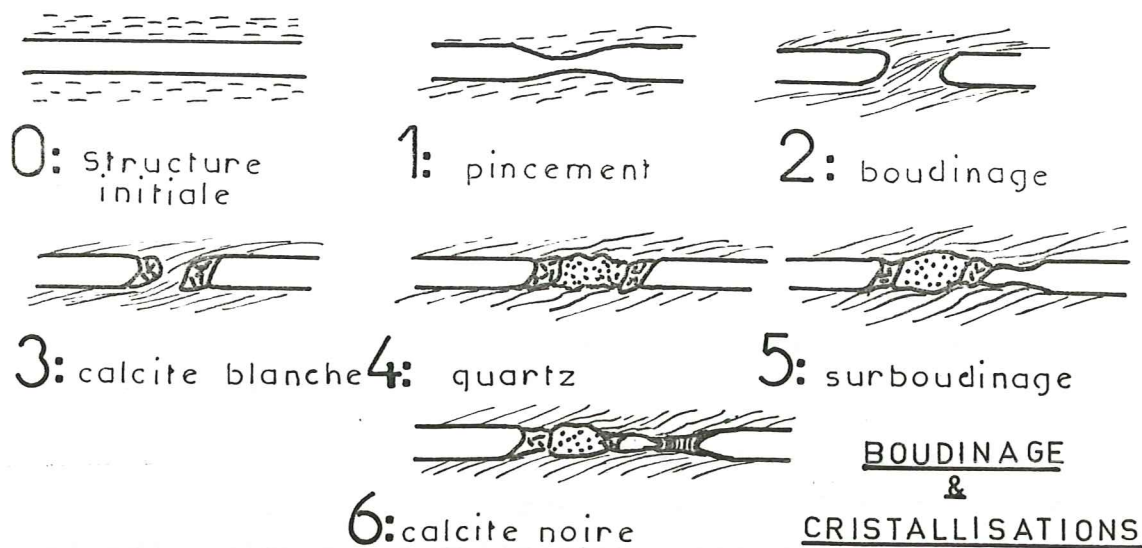
La stratification se présente sous divers aspects :

- elle est parfois conservée intégralement dans les alternances de marnes et marno-calcaires (stratification très différenciée : pl. 3, phot. 2) ou à la base de la série (S0 à proximité du socle : pl. 2, phot. 1) lorsque elle est en position normale sur le socle : elle apparaît alors seulement découpée par des failles.
- dans les cas les plus défavorables, S0 est complètement oblitérée par la schistosité régionale (S2 régionale, S0 invisible : pl. 3, phot. 3) cette situation est fréquente dans le "Lias schisteux".

Cependant divers phénomènes servent alors de révélateur (de stratification) : - altération superficielle très lente restituant des différences lithologiques originelles (altération différentielle : pl. 2, phot. 4.)

- veines de calcite concordantes ;
actuellement ces veines sont les seuls marqueurs de S0 dans les zones très schisteuses (remplissages plissotés dans S0 : pl.2, phot.3) elles sont constituées de calcite très blanche, xénomorphe, en petits lits millimétriques à centimétriques.

- boudins de marnocalcaires en milieu très incompetent (remplissage dans S0 boudinée : pl.2, phot.2, pl.3, phot.1). A l'ombre de ces résidus de S0, de la calcite et du quartz peuvent cristalliser. Le quartz et la calcite constituent alors le nouveau corps dur. Si le boudinage se poursuit, des cristallisations de calcite noire se développent à l'abri des remplissages de quartz-calcite, et des nouveaux boudins de la stratification fortement indurée (cf schéma).



Enfin, dans certaines zones (Torrent de la Valette) la stratification est le siège d'une induration généralisée (phénomène de dissolution-recristallisation habituellement liée à la schistosité régionale) à toute la masse du matériau : S0 conserve alors son caractère de surface dominante à travers les étapes de la déformation (S0 dominante : pl.3, phot.5).

II.1.1.2. La schistosité régionale S2 et les éléments associés

Il est difficile de décrire séparément la schistosité régionale, généralement de flux, la linéation d'étirement qu'elle porte, les veines qu'elle contient et les plis qui lui sont associés : d'où leur description commune.

A. Schistosité de flux S2 (*)

C'est une schistosité fine, de flux, (S2 générale : pl.3, phot.3). Lorsqu'elle est bien développée, la stratification n'est plus visible si ce n'est par l'alternance de bandes brunes et noires (oxydation différentielle), en particulier dans l'Aalénien. Le matériau acquiert alors un débit ardoisier. Il est parfois restructuré en une pseudostratification qui correspond à la cristallisation de calcite noire dans des zones de cisaillement empruntant S2 (phénomène de dissolution-recristallisation : GRATIER, 1978). La ségrégation minérale (pseudo S0 : pl.3, phot.1) reconstitue une alternance de bancs durs (induration importante) et de bancs noirs résistants (feuilletage fin sans néocristallisation). Ce faciès peut induire en erreur : on risque d'interpréter l'anomalie comme une stratification peu ou pas tectonisée. La schistosité fine est bien développée dans les marnes, donc dans la majeure partie du terrain. Mais, oblitérant S0 elle n'est pas la plus intéressante, d'où la description importante de types géographiquement mineurs.

Aux autres faciès lithologiques (calcaire, marnocalcaires, grès, dolomie) correspondent différents types de schistosité si l'on s'en tient à l'aspect macroscopique. Dans les bancs compétents calcaires, la schistosité est fruste (schistosité dans les calcaires : pl.3, phot.2) : discontinuités plus ou moins développées, espacées d'une dizaine de centimètres. Dans les dolomies et grès de base, ou dans le flysch gréseux, le clivage est encore plus grossier (intervalle de l'ordre du mètre). L'alternance des types lithologiques juxtapose les différents faciès de la schistosité ("refraction" de la schistosité : pl.3, phot.2).

(*) Indices chronologiques : ils seront justifiés par la suite.

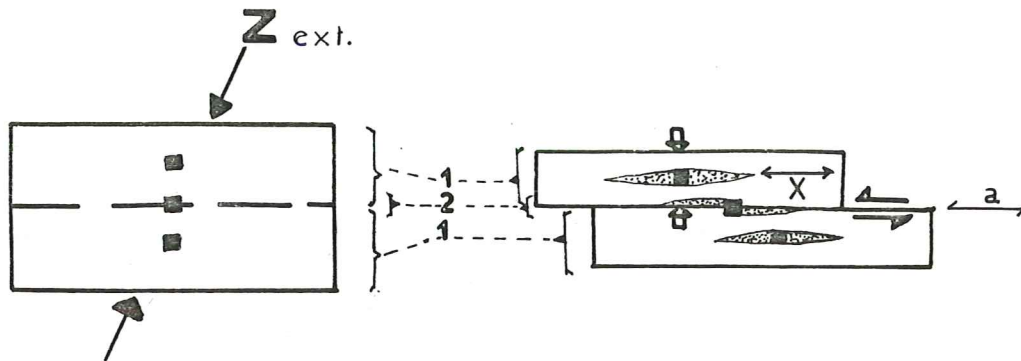
Les marnocalcaires, et calcaires sabloneux occupent une position intermédiaire : la stratification y reste visible bien que la schistosité y soit fine et découpe la roche en un litage régulier, centimétrique (litage dans les marno-calcaires : pl.3, phot.4).

En plus du facteur lithologique, intervient aussi la position relative des deux surfaces : la schistosité obli-tère d'autant moins la stratification que celle-ci lui est perpendiculaire. Une exception existe : les deux surfaces sont subparallèles ; l'induration liée à la schistosité s'effectue dans la stratification qui reste le plan dominant et unique.

B. Etirement-glissement dans S2 : X

a. Définition

La linéation communément appelée d'étirement peut résulter de deux phénomènes : une réorganisation pénétrative du matériau dans la masse (fluage) ou un glissement sur des plans plus ou moins espacés. Les deux phénomènes ne sont pas incompatibles et peuvent se dérouler simultanément (cf schéma). Dans une roche très feuilletée, il est difficile de faire la part de chacun d'eux. Pour cette raison, la linéation X est dite : d'étirement-glissement.



ETIREMENT - GLISSEMENT

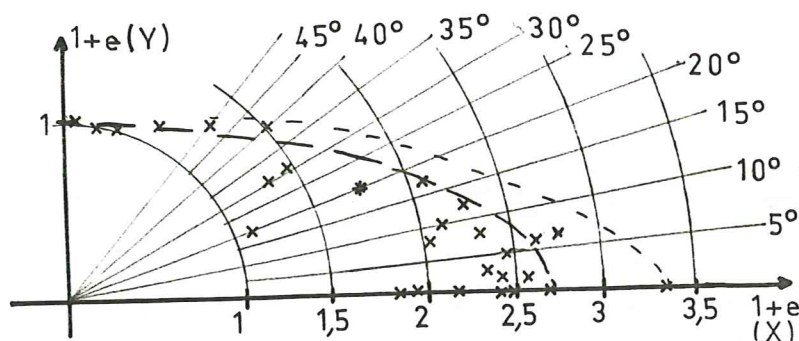
b. Expression de l'étirement

1. Les fossiles : ils sont brisés (Belemnites)
.....

ou simplement déformés (Ammonites) et donnent la direction et l'intensité de l'étirement (Belemnites et Ammonites étirées: phot.1 & 2,

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

pl.4) ; dans la zone de la Grave, pour une direction majeure de 25°/110° (*) de la linéation X, la valeur $\sqrt{\lambda}$ ($\sqrt{\lambda} = 1 + e = 1 + \Delta l / l_0$) est de l'ordre de 2,5 mais peut atteindre 3,5. Dans la zone de Besse, des mesures espacées (mesures épisodiques, strictement limitées à quelques affleurements de Carixien en bordure de la synforme et mesures isolées de rares belemnites dans le Lias schisteux) fournissent deux types de valeurs : en moyenne, pour une direction moyenne de 45°/75° on obtient une valeur de $\sqrt{\lambda} = 2$ (Cuculet, Montagne des Crevasses), alors que dans la bande de Carixien qui jalonne les Grandes Rousses, l'extension quadratique peut s'élever jusqu'à 5.



INTENSITE DE L'ELONGATION : Mesures de bélemnites

(les Rivets : falaise & éboulis de Carixien)

2. L'orientation dans la roche : La masse de la
.....

roche peut être étirée, ce qui se traduit par le parallélisme des objets linéaires (débris de fossiles, petites aiguilles ferrugineuses d'origine inconnue) supposant une rotation dans le plan de la schistosité. La roche présente alors une véritable linéation d'étirement minéral. C'est en général celle ci qui permet sur le terrain de relever l'orientation de X.

Dans les spilites de Côte-Plaine, les bulles de calcite et les taches de chlorite sont déformées et allongées parallèlement à la linéation X, la roche est souvent découpée en fuseaux orientés suivant le même axe. Les galets de boue du Lias Schisteux des crêtes de la Grande Côte permettent également de connaître la direction d'étirement.

Enfin la plupart

(*) 25/110 : pendage = 25° ; azimut du pendage = 110° compté sur tout le cercle de 0° à 360°. Notation équivalente de : pendage de 25° au 110°.

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

des charnières de plis, et des meneaux (en milieux compétent) obéissent à la même loi de réorientation (voir § :E).

3. Les halos : composition : des minéraux
.....

crystallisent à "l'ombre" des corps durs (monocristaux ou agrégats de grains de pyrite, nodules de marcassite, ammonites, belemnites tronçonnées...) ; il s'agit de fibres de quartz, de calcite ou de séricite très fines (inframillimétriques) et ne dépassant guère quelques centimètres de longueur. La direction moyenne des fibres indique celle de la linéation X.

types : divers types de
.....

halos sont distinguables aussi bien sur le plan S2 que dans un plan perpendiculaire passant pas la linéation : ~ Dans le plan de S2 on distingue trois catégories de halos : 1ere) halos simples :

. Les fibres sont rectilignes et le plus souvent de même nature : calcite ou quartz ou séricite. Parfois il y a association de deux minéraux : calcite et quartz à la Grave et à Besse, beaucoup plus rarement quartz et séricite, à Besse près des Grandes Rousses, à la Grave sous le chevauchement de la Meije.

. Sur le terrain on note une relation entre le type de cristallisation (calcite avec ou sans quartz d'une part, quartz avec ou sans séricite d'autre part) et l'azimut ; en effet, la première catégorie correspond généralement à une direction comprise dans le quadrant SE (X2) et la seconde située dans celui NE (X3) (les indices seront justifiés par la suite).

2eme) halos sigmoïdes :

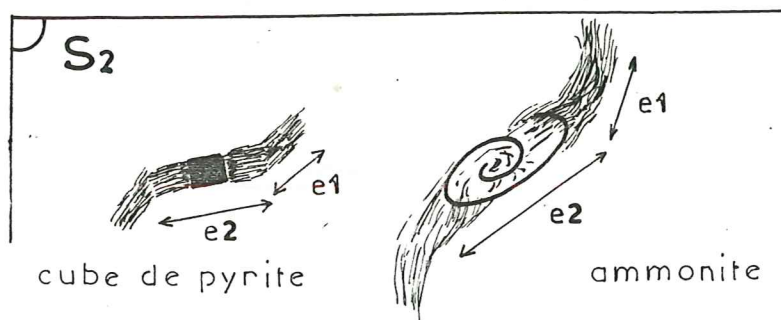
. Les "queues" développées autour des ammonites et à l'abri de la pyrite se présentent parfois, dans le plan de S2, sous forme d'ondulation (cf schéma). Le changement de direction est plus ou moins brutal.

. Dans le cas des cubes de pyrite il est net et semble correspondre à deux étapes distinctes. Il existe des plaques portant à la fois des halos sigmoïdes et des halos simples correspondant à l'une ou l'autre des deux directions de halos composés. Les types de cristallisations sont conformes à la règle précédemment énoncée.

. Pour les ammonites, le phénomène semble plus continu : les halos

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

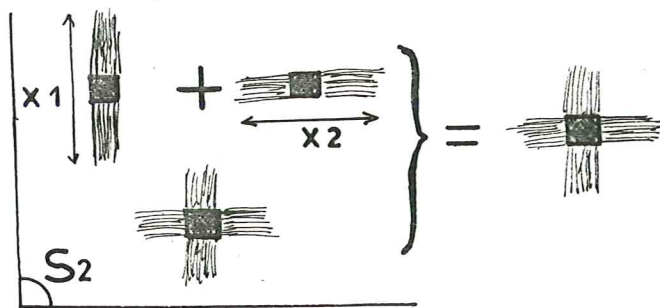
sigmoïdes varient entre les deux directions précitées et non plus de la première vers la seconde. Il existe donc un facteur d'évolution lié à la forme de l'objet, objet à bord plan → variation brusque, unique ; objet à bord arrondi → variation continue, alternée.



MODE DE VARIATION DE : X

3eme) halos en croix

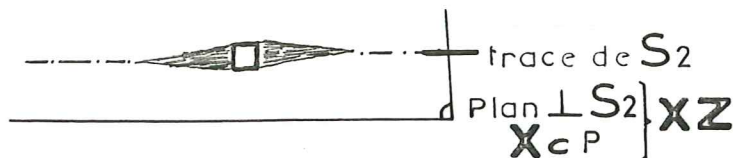
. On observe, très localement, en liaison avec la pyrite ou avec de petites ammonites, des halos en croix qui peuvent s'interpréter soit comme la superposition de deux étirements indépendants suborthogonaux (le premier halos ne servant pas de corps dur pendant la seconde déformation), soit comme l'expression d'une déformation caractérisée par un allongement dans toutes les directions du plan S2, la croissance de halos ne s'effectuant que sur les faces planes du cube.



ORIGINES DES HALOS EN CROIX

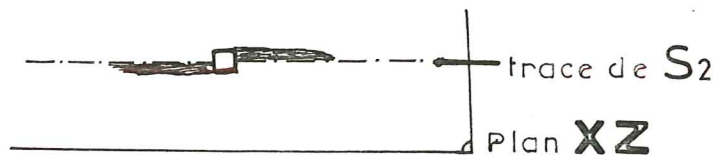
. Les halos sont composés de quartz et de calcite blanche.

~ Dans le plan perpendiculaire à S2 et passant par la linéation on relève deux cas de figures : 1) halos symétriques : (cf schéma) ces halos, les plus nombreux dans la zone de la Grave, sont dus à de l'aplatissement pur (à l'échelle considérée).



HALO SYMETRIQUE

2) halos asymétriques : (cf schéma). Quelques affleurements ont fourni des halos marqués par une "demi-queue" sur un plan S_2 , l'autre queue ayant été enlevée avec le bloc érodé. Cette figure s'interprète comme le résultat d'un glissement où le cristal de pyrite joue le rôle de corps dur striant la roche (PIJOLAT, B., 1978).



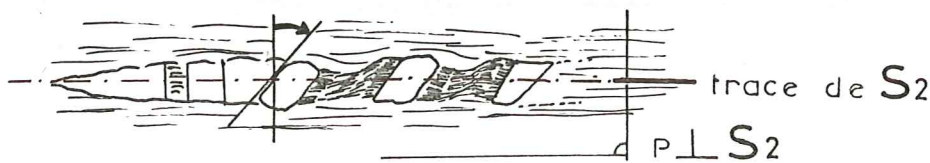
HALO ASYMETRIQUE

Dans les falaises de La Grave, des coupes naturelles, perpendiculaires à S_2 montrent des Ammonites à halos asymétriques, résultat d'une rotation du fossile lors d'un glissement dextre (cas ci-dessous).



HALO ASYMETRIQUE

Les Belemnites enregistrent également ces rotations : les éléments sont déviés et les fibres ne sont plus contenues dans le plan de la schistosité.



HALO SIGMOÏDE ET BELEMNITE

c. Répartition

Il existe une relation entre la répartition et l'orientation de ces types d'étirements-glissements. Pour le moment, je me bornerai à constater que les linéations marquées par des objets complexes sont plus fréquentes dans la zone de Besse que dans celle

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

de La Grave, et que la direction, à Besse, oscille entre un maxima à 110° et un autre à 70° alors qu'à La Grave elle est unique, à l'E.S.E. La chronologie (X2,X3) est examinée avec les objets 3.

Enfin il existe, de façon très épisodique, une linéation fruste, souvent marquée par la striation des remplissages quartzeux dans S2; les stries recoupent toutes les autres manifestations de l'étirement-glissement.

C. Les veines concordantes

Dans la schistosité S2, je distinguerai deux types de remplissage : dans les bancs compétents et près de la stratification boudinée.

- Dans les bancs compétents, sur les flancs ou à la charnière des plis, la schistosité est souvent le siège de remplissages de calcite blanche (remplissage dans S2 : pl.4, phot.2), plus rarement de quartz occupant une position centrale. Celui-ci peut être fibreux ou automorphe ; il est alors sensiblement parallèle à la linéation X marquée sur la schistosité des niveaux incompétents voisins. Parfois ces remplissages sont boudinés selon deux directions grossièrement perpendiculaires entre elles. Très localement (La Chal, La Grave), à une des deux directions sont associés de la séricite et du quartz qui cristallisent à l'ombre des boudins. L'ensemble calcite-quartz et séricite est découpé par l'autre direction (pl. 4, phot.4).

- De longues veines de calcite blanche se développent dans la schistosité, à l'abri des corps durs de S0 (compétence primaire ou acquise : induration générale ou rigidité due à des filonnets calciteux interbancs). Ce phénomène est de plus lié à la lithologie originelle car il se développe préférentiellement à un certain niveau du Lias Schisteux (Base de la falaise de La Grave, entre autres) (pl.2, phot.3).

- D'autres remplissages sont liés à un rejeu tardif de S2 dans un régime de fracturation.

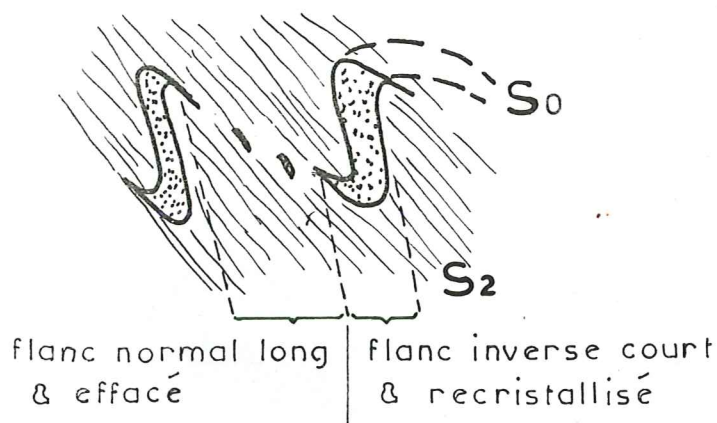
D. Les plis P2

En première approximation, la plupart des plis observés sur le terrain admettent la schistosité S2 comme plan axial. En toute rigueur, si certains plis sont réellement associés à la S2, d'autres sont obliques à celle-ci. De plus, la linéation d'intersec-

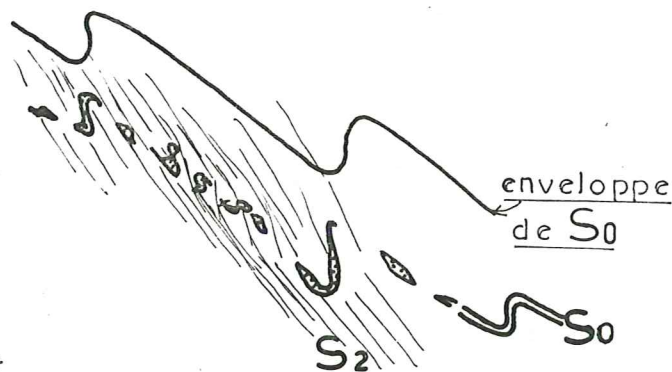
tion L(S2/S0) peut présenter une forme sinueuse dans le plan de la schistosité. Cette catégorie de "plis" fera l'objet d'un développement particulier dans la suite de l'exposé.

La géométrie des plis dépend essentiellement de la lithologie et plus précisément de la nature du degré d'homogénéité de celle-ci. Il est donc illusoire de vouloir caractériser une phase par un seul style de plis, et il est nécessaire de décrire les plis dans chaque type de formation.

— Dans les schistes fins (Lias Schisteux et Aalénien), les plis synschisteux sont dessinés par les remplissages calciteux interbanes qui soulignent la stratification (remplissages plissotés : pl.8, phot.1). Ils sont asymétriques, de taille variable (mm à m). La stratification des flancs inverses (de taille décimétrique) a recristallisé : ceux-ci sont donc seuls bien visibles dans le schiste. Au contraire, à l'échelle plurimétrique et hectométrique (route de La Grave à Villars, entre les deux tunnels) la succession des petits flancs inverses s'intègre dans une structure de flanc normal (cf schéma).



Echelle dm.: FLANC INVERSE



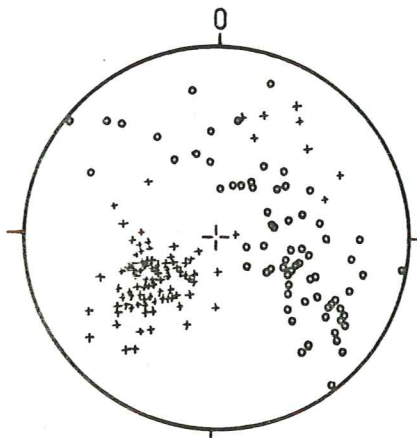
Echelle dm.: FLANC NORMAL

A l'échelle du panorama, le seul pli visible est celui de Côte Longue (plis de Côte Longue : pl.8, phot.2). Un banc carbonaté, très recristallisé, dessine dans le Lias Schisteux, une antiforme à plan axial courbe et déversée vers le SW. Le flanc inverse de cette structure est peu net, car, à ce niveau, la surface topographique tangente l'axe (rives escarpées du ravin du Tabuchet).

En général, dans les niveaux schisteux, les axes et linéations d'intersection présentent à l'affleurement, un aspect apparemment rectiligne. Mais ils sont en fait, réorientés parallè-

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

lement à la linéation d'étirement-glisement (pl.11, phot.2). Le groupement de plusieurs affleurements montre (cf stéréogramme) que les axes sont en toute rigueur, dispersés dans S2.



o B_2
 + πS_2

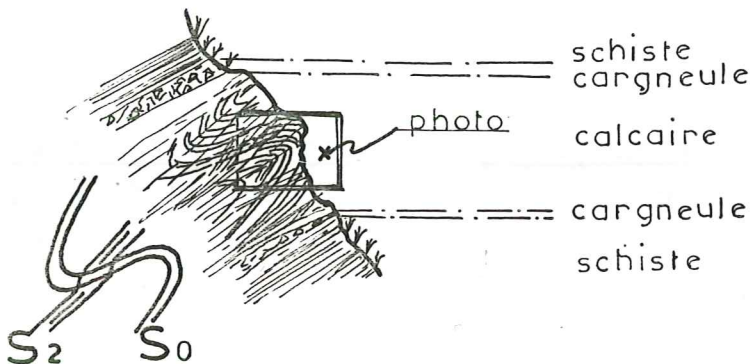
DISPERSION

- des axes B_2
- du clivage S_2

(La Grave, Le Maurian, Ventelon)

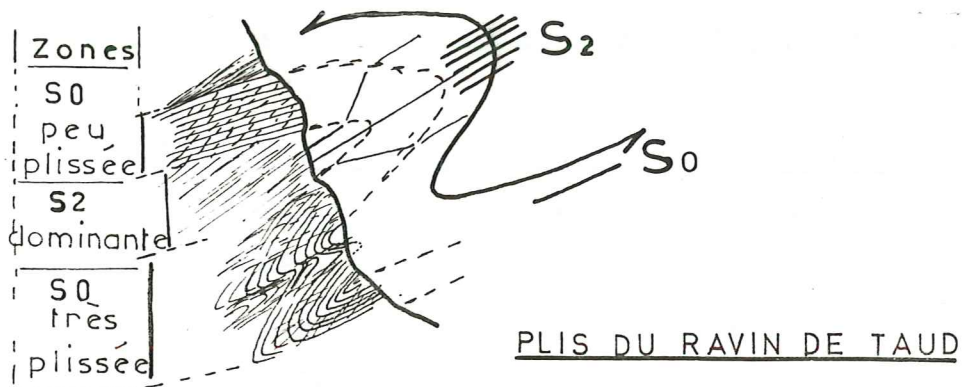
— Dans les calcaires lités (Carixien principalement), la schistosité découpe la stratification en meneaux sigmoïdes ; l'intersection donne la direction locale de l'axe, ce dernier étant souvent invisible (linéation d'intersection L2 : pl.8, phot.3). En effet les conditions d'affleurement (falaises subparallèles aux axes) permettent rarement de voir les plis plurimétriques de ces niveaux compétents. Le pli des Rivets est un exemple bien exposé (P2 des Rivets : pl.8, phot.4). La stratification, bien apparente, y dessine une antiforme flanquée vers le haut d'une synforme non visible sur la photographie (cf schéma). La même structure se retrouve

dans les Anrouchers où plusieurs plis se suivent : leur enveloppe est parallèle à la surface topographique, d'où l'importance à l'affleurement du Carixien.



PLIS DES RIVETS

Plus à l'Ouest, toujours dans le prolongement du pli des Rivets, au ravin de Taud, le Carixien montre une disposition analogue (cf schéma) ; il en résulte un épaississement apparent de la série. La zone plissée (flanc court) est en position globalement inverse, et la zone non plissée, mince (flanc long) est normale ; de plus les conditions d'affleurement masquent la structure générale : série normale.



Ces plis sont grossièrement cylindriques, en toute rigueur cylindroconiques compte tenu d'un amortissement longitudinal. Dans ce cas l'axe n'est pas parallèle à X.

— Si le calcaire est massif, les plis sont cylindriques et prennent un aspect de voûtures ; la schistosité y est fruste ; elle est éventuellement soulignée par des remplissages dans la charnière et à l'extrados. La différenciation entre S0 et S2 est parfois délicate (P2 dans calcaire : pl.8, phot.5). Ces plis sont au minimum plurimétriques et le plus souvent pluridécamétriques (plis du Clos des Chamois sous les Trois Evêchés). Lorsque la schistosité contient une linéation X, la discordance angulaire entre l'intersection L (S2 /S0) et X est importante (30 à 40°).

— Dans les niveaux où alternent marnocalcaires fins et calcaires sablonneux (essentiellement le Dogger), les plis P2 (plis à flancs étirés parallèlement à la schistosité), sont la plupart du temps révélés par la linéation d'intersection L (S2 /S0) (Intersection sur S2 : pl.10, phot.3).

En coupe transversale, les plis sont très souvent asymétriques ; ce caractère se manifeste parfois par l'existence d'un flanc très développé par rapport à l'autre, réduit, voire inexistant. A la limite, la schistosité découpe la stratification sans déformation visible à l'oeil nu. La distance entre les plans varie de quelques centimètres dans les niveaux grossiers et compétents au millimètre dans les marnocalcaires fins où la stratification est alors totalement oblitérée. Dans tout le terrain les axes de plis sont sinueux dans le plan de schistosité, mais la longueur d'onde varie ;

pour cette formation, les sinuosités sont visibles à l'affleurement et sur échantillons (pl.11, phot.4).

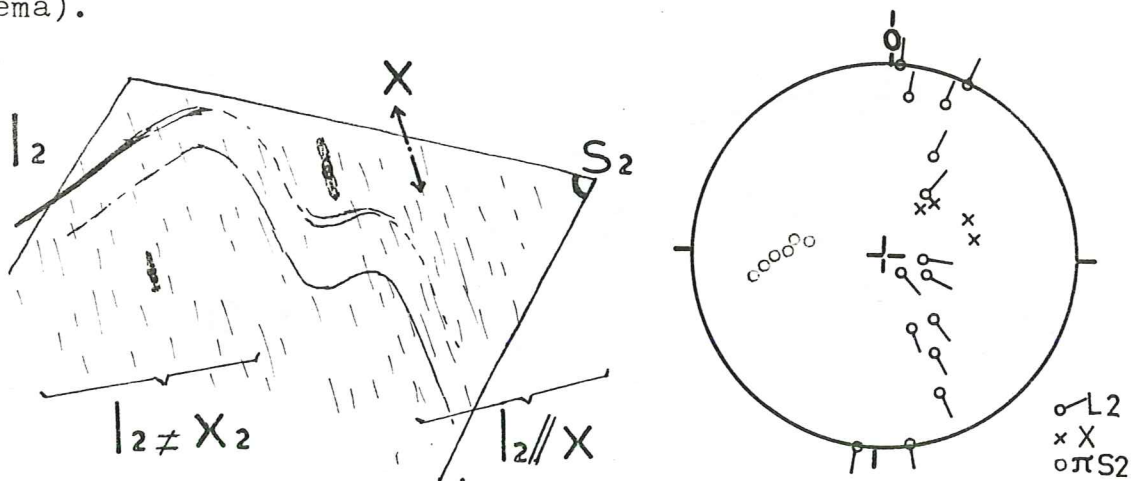
E. "Plis" de la linéation d'intersection

Pour la région étudiée, l'intersection se disperse dans tout le plan S2.

Le style de la déformation est surtout fonction de la lithologie : schistes, marnocalcaires et calcaires hétérogènes, calcaires.

a. Dans les schistes.

Un affleurement de schiste montre des ondulations très nettes. Il s'agit des schistes formant le talus de la route de Mont de Lans. Les deux linéations (étirement-glissement et intersection) y font un angle variable et peuvent être confondues (cf schéma).



VARIATION DE L2: Relation avec X (Mont de Lans)

b. Dans les calcaires hétérogènes et marnocalcaires.

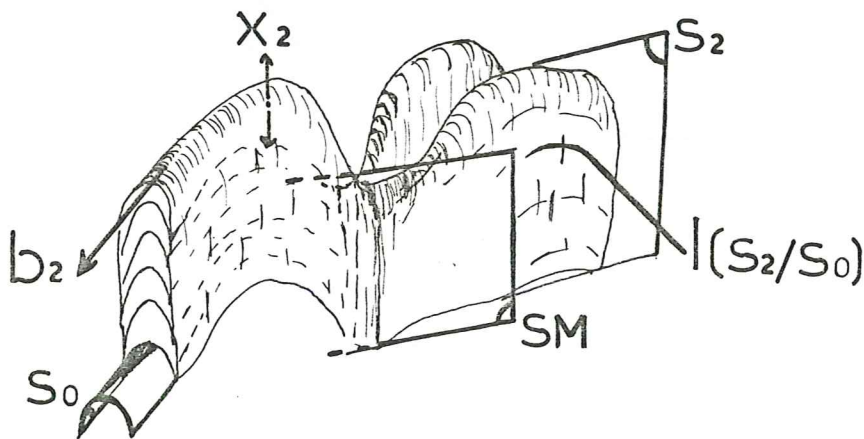
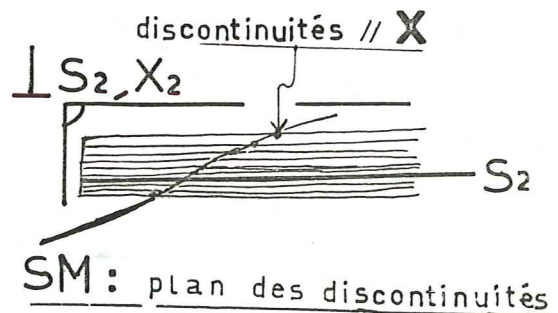
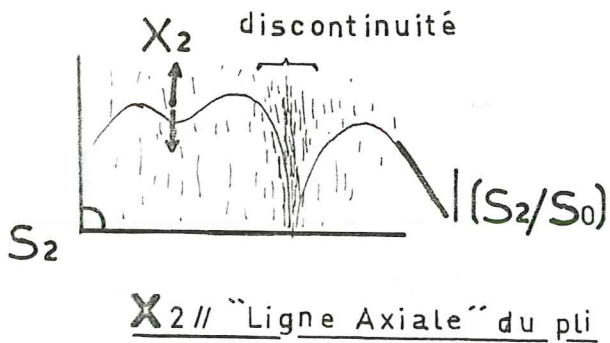
Dans le Dogger, en particulier, la linéation (S0 /S2) est très déformée. Elle peut dessiner dans le plan S2 : - de simples plis asymétriques (style de L2 : pl.11, phot.4) dans le cas d'une direction générale oblique à l'étirement ;

-des plis symétriques : linéation globalement perpendiculaire à l'étirement ;

- des arceaux (amplitude et demi-longueur d'onde décimétriques) avec alignement des branches parallèlement à l'étirement.

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

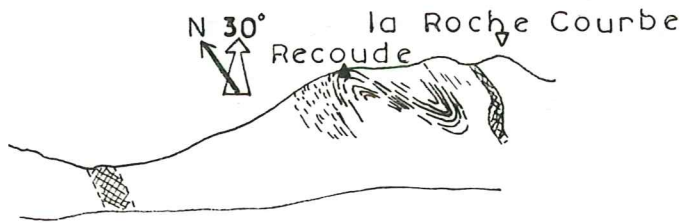
Dans ce dernier cas, la juxtaposition des discontinuités dans divers plans S_2 voisins définit un nouveau plan SM (SM et position par rapport à S_2 et S_0 : pl.11, phot.5 ; et schéma). Le débit de la roche en volume limité par S_0 , S_2 et SM (découpage S_2 , S_0 , SM : pl.11, phot.3 & 5) est d'autant plus sensible que la torsion de la linéation (et de S_0) est importante.



ONDULATIONS de (S_2/S_0) : Relations avec $X, S_2,$

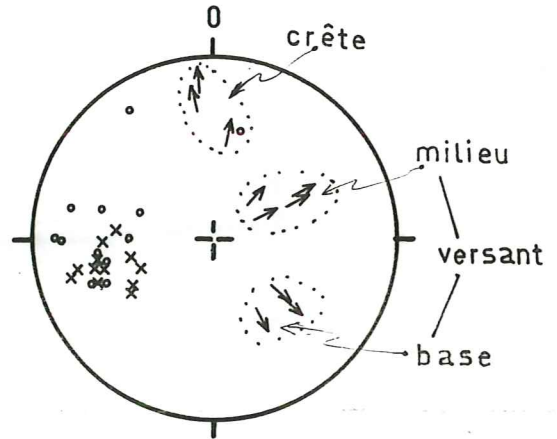
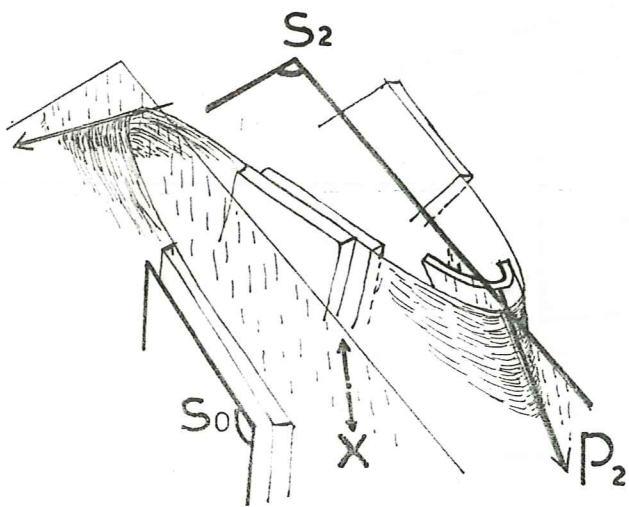
c. Dans les calcaires :

Je n'ai jamais pu observer d'ondulation à l'échelle d'un affleurement. La déformation se manifeste uniquement par une courbe de grande amplitude, par exemple au Clos des Chamois (flanc sud des Trois Evêchés) et à la Basse Sud de la Recoude (secteur du Pic du Mas de La Grave) de part et d'autre de l'arête sommitale (cf schéma).



Vue générale

depuis $x = 907,88$
 $y = 320,12$
 $z = 2780$



Mesures

$\pi S0 \circ$ $\nearrow L(S2/S0)$
 $\pi S2 \times$

ONDULATION DES AXES

DANS LES CALCAIRES

Reconstitution d'après les mesures

En carte ou sur stéréogramme la linéation d'intersection, de même que l'axe du pli, sont dispersés dans la schistosité.

En résumé, les ondulations de la linéation L (S2 / S0) dans la schistosité S2 peuvent présenter des flancs très étirés, parallèlement à X, leur juxtaposition donne naissance à une discontinuité SM telle que X soit l'intersection de SM et S2. Aucune relation nette, évidente, avec S3 (que l'on va examiner par la suite) ne permet de fixer la position chronologique de ce plan.

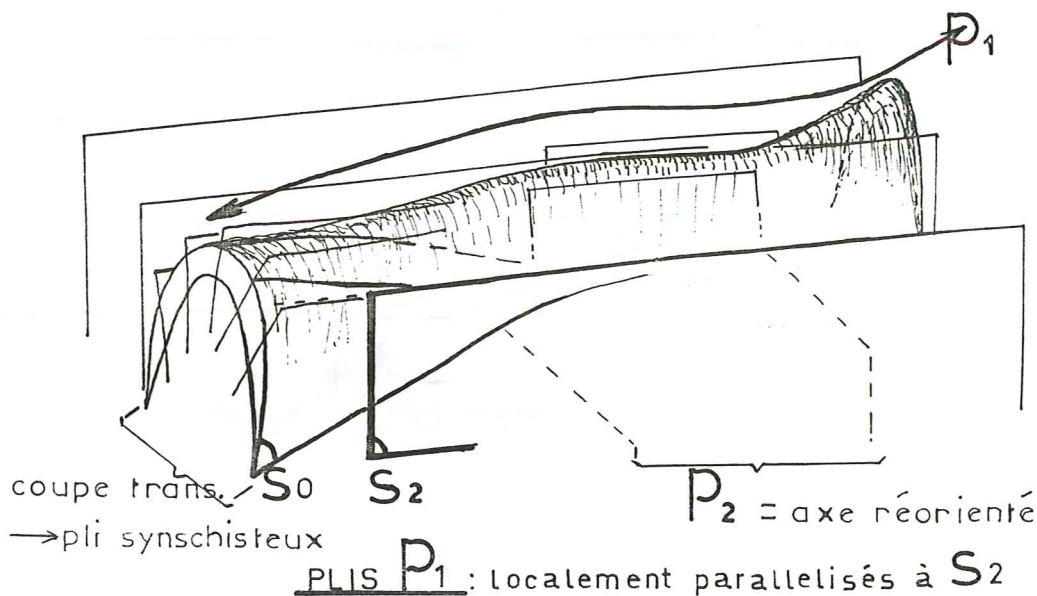
La présence d'ondulation de la linéation et d'axes obliques à la schistosité pose le problème de l'existence des plis anciens P1.

II.1.1.3. Les plis anciens P1

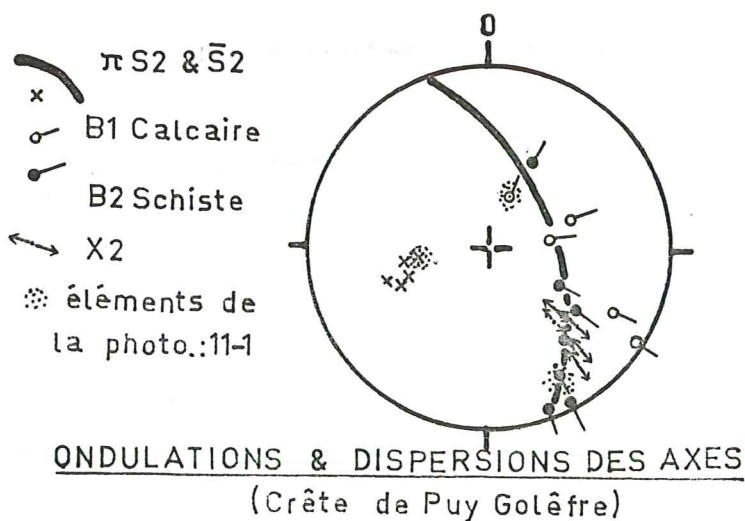
A. Plis obliques à la schistosité S2.

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

Dans les niveaux tendres où, localement, subsistent des horizons compétents, fins, la schistosité est distincte du plan axial de telle sorte que la linéation d'intersection n'est pas confondue avec l'axe du pli. Il s'agit de plis à flancs parallèles, présentant éventuellement une terminaison conique. Quelques affleurements ont fourni de tels objets : Flysch de Côte Plaine et Aalénien des Trois Rivets (cf croquis)



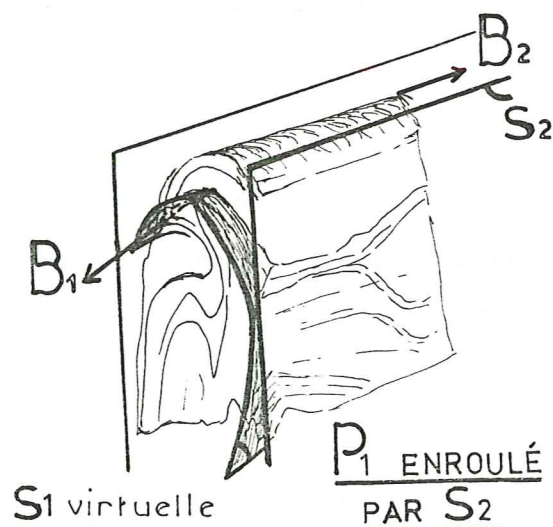
Sur l'arête de Puy Golêfre (à la base du Clos des Chamois), on observe dans un niveau compétent un pli métrique oblique à la schistosité S_2 des niveaux incompétents voisins (plis oblique : pl.11, phot.1). Dans le schiste, l'axe est contenu dans le plan S_2 et proche de la direction de l'étirement-glisement ; dans le calcaire, l'axe est oblique à S_2 .



Sur l'ensemble du site (diagramme), les axes des plis, dans les calcaires font parfois un angle important avec S2; dans les schistes, ils se dispersent sur la schistosité, un maximum apparaissant dans la direction de X;

B. Plis déformés par P2 et S2.

Le dessin ci-dessous (échantillon du Col des Ruillands) montre un pli déformé par le pli P2 et la schistosité S2 : le plan axial virtuel est enroulé ; il s'agit donc bien d'un pli antérieur.



Des objets identiques ont été trouvés à la Serre Bernard (Plateau d'Emparis) et au Pic Buffe d'en haut où le pli ancien possédait un vague clivage.

C. Coexistence de deux systèmes de plis synchistes (Savoie)

a. Lieux d'observations

Au Nord du terrain, sous les Aiguilles d'Arves (versant savoyard du Col Lombard) et sous les Aiguilles de la Saussa (Crête de Jétolet) il existe deux systèmes de plis, antérieurs à la schistosité de crénulation, et possédant chacun leur propre schistosité de plan axial.

b. Cas du Col Lombard

. Deux systèmes de plis hectométriques à kilométrique se développent sous le col : ~ 1er système : ce sont

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

des plis dont l'axe plonge d'une vingtaine de degré et dont la direction varie entre 110 et 145° ; le plan axial est souligné par une schistosité de flux discrète et locale, pentée vers le SW.

~ 2eme système : la direction des axes
.....
de plis est comprise entre 130 et 170° et le pendage de l'ordre de 30° ; la schistosité est plus marquée, plus générale et mieux réglée que la précédente, elle est pentée en moyenne au NE.

. Relations entre les deux systèmes : - A première vue, les deux systèmes se développent dans des domaines distincts (le premier plutôt au Nord du versant savoyard du Col et le second dans le Centre et le Sud de ce même versant) ; mais un examen plus approfondi montre que chaque famille de structures peut se rencontrer localement dans le domaine de l'autre. En particulier dans le secteur propre au deuxième système, la première subsiste : clivage fin limité à de petits bancs très compétents.

- La chronologie relative est fondée sur des observations de la rive gauche du torrent de la Saussa (affleurement face à la cabane de la Saussa). Le 1er système est représenté par un pli décimétrique dont l'axe plonge faiblement vers l'E.SE et dont le plan axial, non marqué par une schistosité est penté SW. Il est recoupé par un plan de schistosité à pendage NE ; des plis d'axe courbe correspondant à l'intersection de la structure précédente et du clivage (schistosité et plis du 2eme système).

. Relations avec la phase 3 : Le clivage précédent (2eme système) est parfois déformé par une schistosité de crénulation S3.

c. Cas de la Crête de Jétolet

La même structure (deux systèmes de plis synchistes) se retrouve sur la crête du Jétolet. Un strain slip local, mais franc, déforme le clivage du deuxième système.

D. Conclusion

Ces observations (B et C) permettent d'envisager l'existence d'une phase de plis P1, éventuellement accompagnés par une schistosité S1. On peut étendre cette conclusion aux structures décrites en (A) ; sans toutefois, écarter une autre hypothèse : cette géométrie peut être expliquée par une migration des charnières au cours de la déformation.

Nous verrons dans la partie-INTERPRETATION-, que l'existence d'un plan SM (plan de mouvement) est conditionnée par la présence d'une linéation anté-schisteuse, donc de phase 1.

II.1.1.4. La schistosité de crénulation et les objets associés

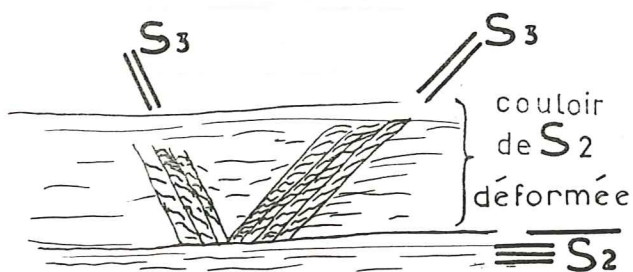
De même que précédemment, les objets tels que les plis, et linéations associées seront décrits à la suite de la schistosité.

A. Schistosité de crénulation S3

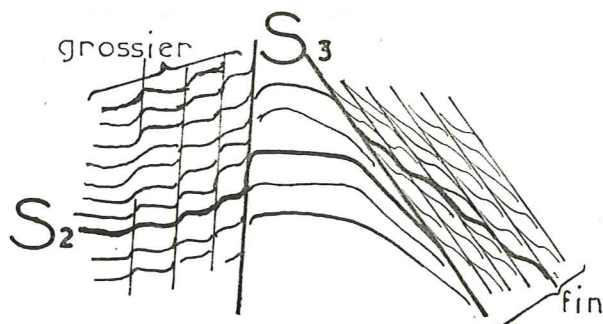
C'est une schistosité locale, fruste, mais pouvant être pénétrative à l'échelle de l'affleurement ou de l'échantillon. Elle s'exprime, généralement, sous la forme d'un "strainslip cleavage" (S3 générale : pl.5, phot.3), et varie entre deux styles extrêmes qui sont fonction de la lithologie : - des fractures irrégulières (fractures dans le Carixien : pl.5, phot.1) dans les roches très compétentes ou kink-bands dans celles très indurées par recristallisation suivant S2 (S2 avec petits kinks : pl.5, phot.4 & 5) ;

- une schistosité fine, avec importante réorganisation du matériau (couloirs de dissolution privilégiée) mimant une S2 (S3 à faciès de flux (type S2) : pl.5, phot.2) ; ce type se développe en bandes métriques, strictement limitées par deux plans S3 dans un contexte de S2 de flux. Je reviendrai sur ces couloirs à propos du développement longitudinal des plis.

De plus la schistosité S_3 présente deux caractères particuliers : - existence possible de plusieurs directions de plans de schistosité : alors que sur l'affleurement, il n'existe qu'une seule surface S_2 , il peut y avoir une ou deux (rarement 3) surfaces S_3 . Elles sont situées dans des bandes de déformation parallèles à S_2 (cf schéma de gauche ci-dessous). Si, parfois, les deux objets ont le même aspect macroscopique, le plus souvent, la direction de plan la plus fréquente débite finement la schistosité S_2 et l'autre, plus rare, est un clivage grossier (cf schéma de droite ci-dessous). Leur intersection n'est pas nécessairement contenue dans le plan S_2 .

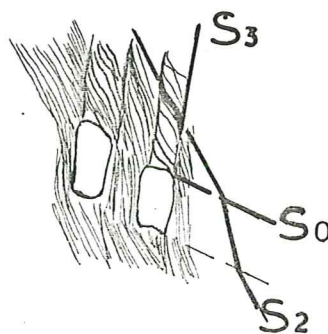
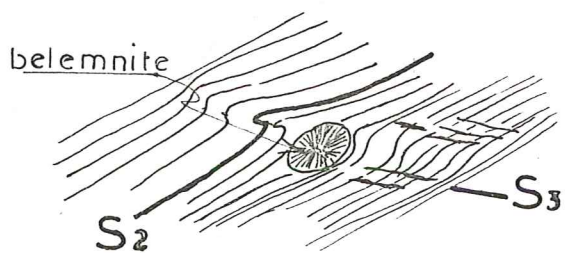


SCHISTOSITÉS S_3



DOUBLE STRAIN-SLIP

- relation avec une anomalie ponctuelle ou linéaire : un autre caractère accidentel de cette surface est sa localisation au voisinage de corps durs (belemnite, meneaux) sur lesquels elle s'appuie.

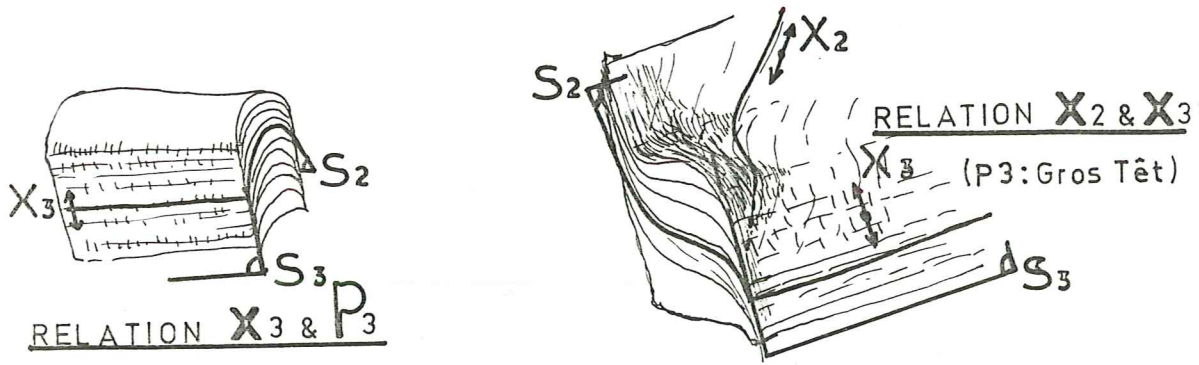


INDUCTION DE S_3 : sur fossile et sur meneaux

B. Linéation d'étirement-glisement X_3 .

Il s'agit d'un élément le plus souvent exprimé

sur un plan, dans une discontinuité, et non pas d'une orientation linéaire au sein de la roche. Ce sont des fibres de quartz et séricite, en fins placages sur la schistosité S3 ou sur S2 dans les flancs rompus de plis de celle-ci. Lorsque S2 contient X3 et X2 (S2 joue le rôle de S3), les deux linéations sont sécantes. Leur position relative est alors identique à celle des deux directions matérialisées par les halos sigmoïdes décrits au II.1.1.2.B:étirement sur S2 (cf schéma).



Il s'ensuit que la linéation d'étirement-glisserment est synchrone de S2 quant à la direction dans le quadrant SE, et syn S3 quant à l'autre

Sur la schistosité fruste, de crénulation, les fibres peuvent être remplacées par des stries.

C. Plis P3

Dans la caractérisation des plis P3, deux critères sont à prendre en considération : d'une part le style, perpendiculaire et parallèlement à l'axe (B3), d'autre part la nature de la surface déformée (stratification ou schistosité ancienne) et celle de la surface jouant un rôle actif lors de la déformation (stratification, schistosité S2, nouvelle schistosité)

a. Style

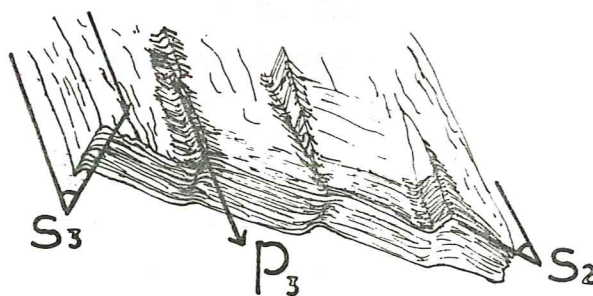
- perpendiculairement à l'axe (= style transversal) :

Il existe de nombreux cas de figure. Le plus courant est un strain-slip dont la charnière est circulaire ou ogivale (pl.9, phot.2 & 3 ; pl.5, phot.3) ; les plis P3 tendent à présenter une ou deux charnières (ogive et chevron d'une part, plis cofrés et kink d'autre part). Les crénulations ou petits plis réguliers

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

ont leurs homologues dans le groupe des P2 et seule la détermination de S2 comme surface déformée permet une identification certaine . L'amplitude et la demi-longueur d'onde dépassent rarement quelques décimètres .

Les plis les plus simples comprennent : des microflexures (crénulation) , dont le style transversal est variable (marche d'escalier: cf schéma ; microplis symétriques ,



CRÉNULATION

asymétriques) , surtout développés dans les schistes fins ; des plis en "tuiles romaines" plus ou moins régulières (pl.9 ,phot. 1) de taille décimétrique , localisés dans les zones où S2 mime une stratification ; des voissures (pl. 9,phot. 5) tardives , métriques à plurimétriques , de grande longueur d'onde et de faible amplitude : elles influent peu sur la géométrie finale .

Les plis P3 les plus complexes , coffrés en l'occurrence (pl. 9,phot. 4) , résultent de l'association de deux directions de plans de crénulation et de leurs plis associés (cf double strain-slip p.29) . A l'intrado , les schistosités s'estompent et l'objet devient un pli coffré , asymétrique , continu , tel que le montre la photographie 4 de la planche 9 .

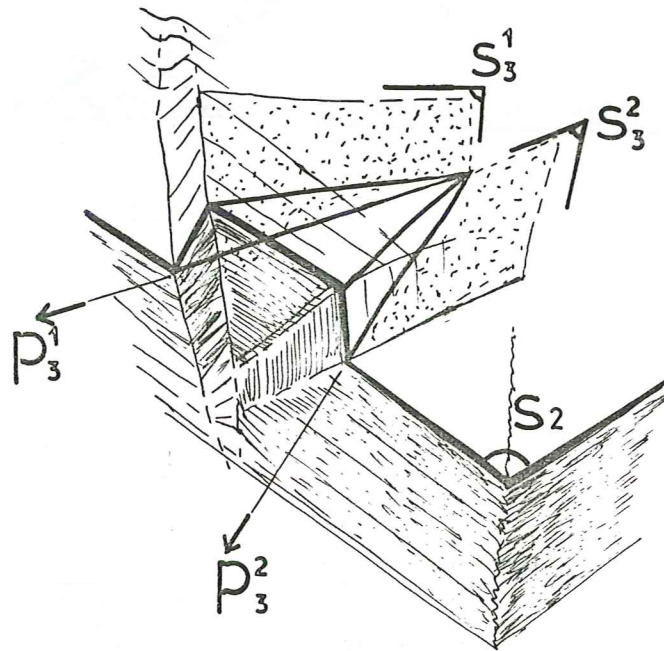
- parallèlement à l'axe (= style longitudinal) :
.....

Les plis sont parfois cylindriques : c'est le cas des tuiles de la pseudostratification (pli cylindrique : pl.10 phot.3) dont l'amortissement est très faible , et des plis liés à un strain-slip régulier (surfaces S3 subparallèles) . Ces derniers se terminent soit par un défaut de parallélisme , soit par une disparition progressive de la schistosité : de tous les objets P3 , ce

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

sont ceux qui présentent le plus fort développement longitudinal . De très grands plis de strain-slip (pl.9, phot.2) , déformant S2, peuvent se suivre sur plusieurs kilomètres : en fait , il ne s'agit pas d'un pli parfaitement cylindrique , de grande extension , mais de relais de plis , c'est à dire d'une zone de déformation comprise entre deux plans S3 très proches de la position régionale de S2 . On peut prendre comme exemple de ce type de structure la zone déformée qui se développe au dessus du Carixien des Rivets , du torrent de Martignard au torrent de la Chabanerie , ou celle qui traverse le cirque de la Crevasse . L'une et l'autre correspondent à des chevauchements sur la carte géologique .

Au contraire , beaucoup de P3 sont coniques (plis coniques : pl.10, phot.1 et 2) . Ils s'accompagnent souvent de microplis homoaxiaux . De même les "kink-band" conjuguées s'amortissent à l'intersection des plans de kink (cf schéma) .



KINK-BAND
(falaise de la Grave)

b. Surfaces actives et surfaces passives .

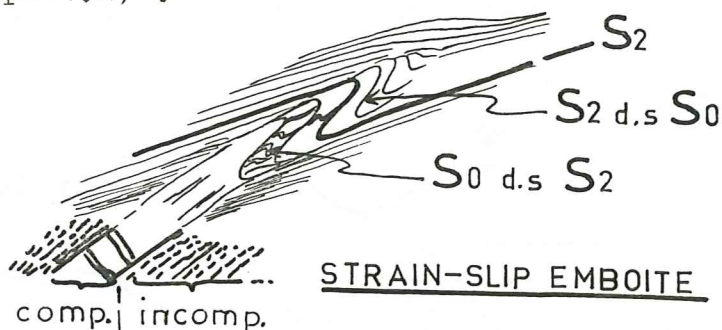
Trois surfaces peuvent être actives ou

déformantes (S_0, S_2, S_3) et deux passives ou déformées (S_0, S_2) .

Plusieurs cas de figures sont envisageables suivant la surface qui joue le rôle actif lors de la déformation (S_3, S_0, S_2) .

1. S_3 est exprimée indépendamment des surfaces précédentes : déformation de S_0 et/ou S_2 prenant les caractères d'un strain-slip typique (cas particulier : les tuiles) .

2. S_0 , en position critique , joue le rôle de S_3 : il se développe , au dépend de S_2 et à condition que celle ci fasse un angle important avec S_0 , un strain-slip grossier , irrégulier ; la déformation se manifeste dans des zones en forme de couloirs ou d'amygdales limités par S_0 . Particularité : strain-slip "emboités" (cf schéma et pl.12, phot.1) .



3. S_2 joue le rôle de S_3 : les plis P_2 sont accentués .

En résumé , les éléments caractéristiques de ce stade de la déformation , sont : -une schistosité épisodique , de crénulation ou de plis-fracture ; -des plis de taille relativement réduite et dont la forme varie de celle d'une tuile à celle d'un kink .

II.1.1.5. Plans de glissement et failles .

A. Plans de glissement .

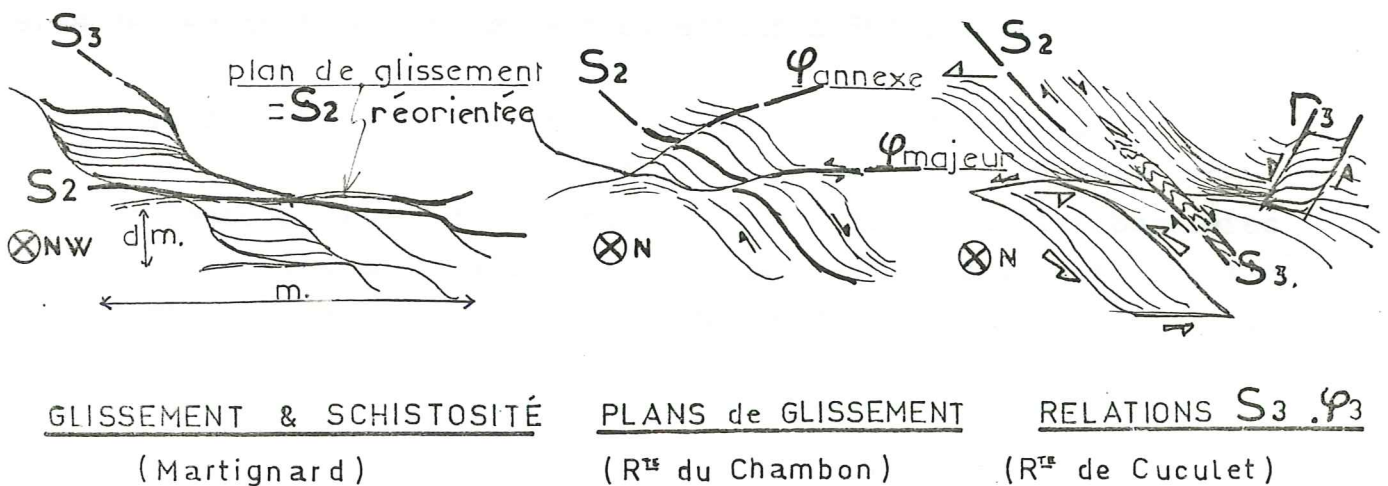
Certaines discontinuités horizontales , dans la couverture correspondent soit à de simples flexures de S_2 , soit à des plans de ruptures qui participent à la déformation de S_2 : ce sont les plans de glissement .

Ils sont matérialisés par une surface nette (définie au centimètre près) , gauche et ondulante , Souvent ils

empruntent une ancienne discontinuité et de ce fait n'ont pas d'individualité propre .

La distance entre deux plans successifs est métrique et l'extension "horizontale" varie du mètre au décimètre , la taille est notablement plus importante que pour la majorité des objets liés à S3 . La surface est subhorizontale , ou pend faiblement vers l'Est , quelquefois vers l'Ouest .

Ces structures sont surtout localisées dans le Lias Schisteux et l'Aalénien , dans le coeur et les points bas de la synforme de Besse , et dans les vallées des Buffes et du Maurian où elles apparaissent plus spécialement au dessous des premières barres de Carixien . Les relations avec les schistosités sont données par les schémas suivants, relevés sur la route du Chambon , sur celle de Cuculet , et dans le torrent de Martignard .



B. Failles .

a. Introduction .

-Un caractère important des failles de cette région est leur mode d'expression : .le mouvement se fait presque entièrement dans le plan de fracture ; les accidents de ce type apparaissent dans des milieux très compétents ou à forte différence de compétence .ex: faille du socle d'Emparis ; faille de la Pucelle .

.même s'il existe un plan de discontinuité lithologique , le mouvement est la somme du jeu d'une multitude de plans (zone faillée) . Il en est ainsi dans des matériaux peu compétents et dans le cas de faible différence de compétence

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

.ex: faille entre le houiller et le Lias au Chambon (pl.6, phot.4);
chevauchements dans le plan S2 de la couverture .

.failles en relais : la direction majeure de la faille n'est jamais exprimée sous forme d'un plan mais il s'agit de l'intégration de plusieurs directions annexes de plans de faille ; les surfaces réelles représentent souvent des Riedels (fracture de Riedel : cf ROBERT, 1976) du plan virtuel .ex: chevauchement sous le glacier du Tabuchet et la Pyramide de Laurichard entre socle et couverture .

-On peut encore plus simplement distinguer les failles subverticales et les failles très inclinées jouant généralement en chevauchement .

b. Failles verticales.

- Rappel : on entend par failles verticales celles dont le pendage est supérieur à 50° .

Remarque : il n'y a pas d'étude systématique de stries . Le jeu est défini de façon partielle .

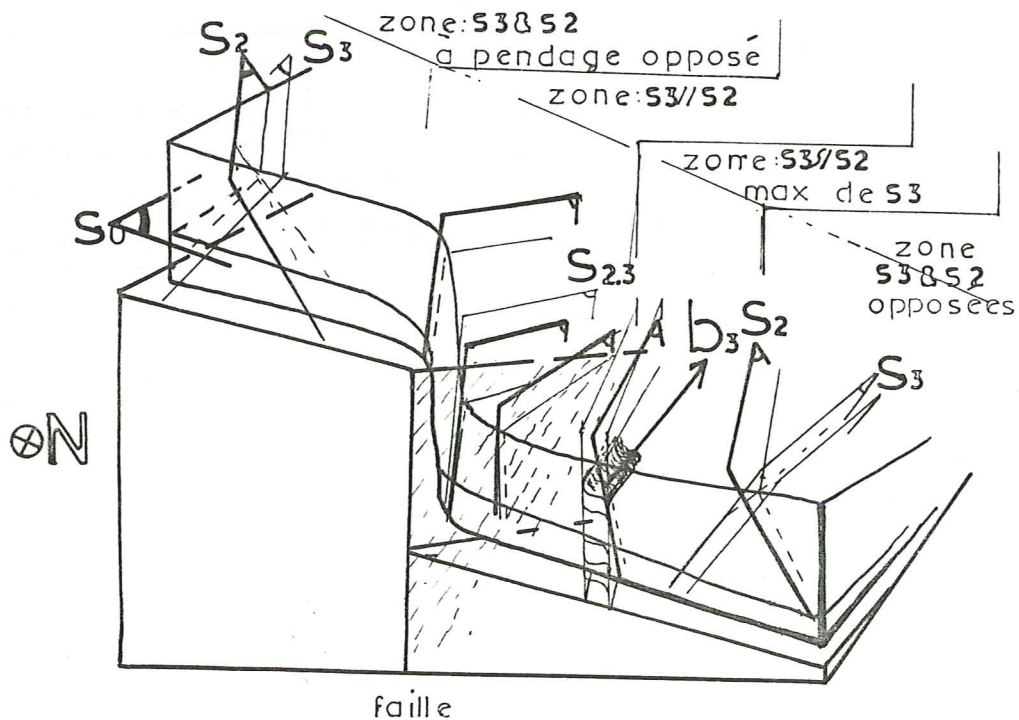
-Inventaire : * région occidentale (synforme de Besse , massif des Grandes Rousses) : .les failles bordières et les failles intracristallines des Grandes Rousses : leur direction est comprise entre 0 et 20° , leur pendage généralement vertical ; leur rejet admet une composante verticale telle que la région de Besse est en position de graben relativement aux régions voisines .

.un autre système de failles intracristallines (Grandes Rousses) possède des directions comprises entre 50 et 70° , et un pendage vertical .

* région centrale (Emparis) :
Le système prédominant est constitué de failles méridiennes , verticales ou fortement pentées vers l'Ouest ; la composante verticale est telle que les compartiments ouest sont probablement remontés (dans la partie est de la région) . Elles disparaissent vers l'Est .

* région orientale (zone de La Grave et massifs de la Meije et du Combeynot) : .les failles de direction 30° : verticales ou fortement pentées à l'Ouest , elles possèdent une composante verticale telle que les compartiments ouest sont en position haute relativement à ceux à l'Est . Cette famille

est représentée par les failles du Saut de la Pucelle , de Chal Vachère et des Enfetchores . Sur les lèvres de ces failles , le Trias reste souvent adhérent (faille de Chal Vachère : pl.6, phot.3) au socle , le reste de la couverture , par contre , est fracturé , étiré , et la schistosité régionale S2 parallélisée au plan de faille . La faille de la Pucelle (au dessus du hameau des Fréaux) montre en particulier les relations entre déformations de couverture et déformations de socle : le schéma ci-dessous figure la position des diverses surfaces en jeu .

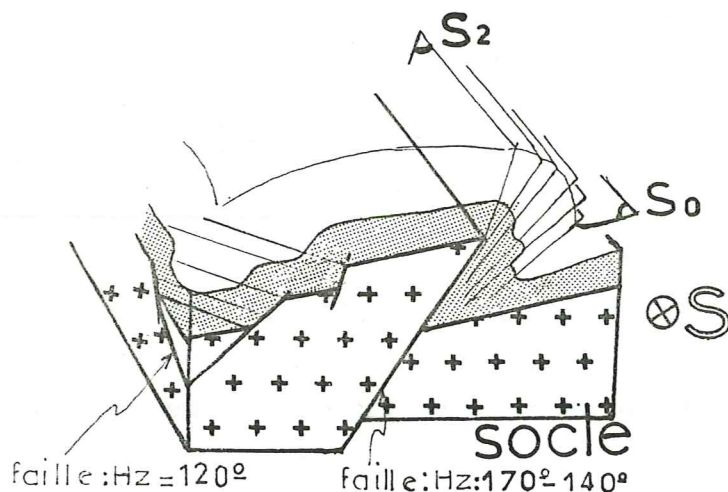


FAILLES & STRUCTURES -3- (Saut de la Pucelle)

la planche 14 qui représente la direction de la schistosité S2 (pour une portion du terrain étudié) montre un ensemble de flexures : la schistosité perd sa position NW-SE moyenne pour en acquérir une plus méridienne . Ces flexures s'organisent en couloirs correspondant pour certaines d'entre elles aux failles verticales de direction 30° .

les failles de direction 140° à 170° : le pendage varie de la verticale (direction subméridienne) à une valeur moyenne (50° pour les directions NW-SE) .

La composante verticale est telle que le compartiment Est est élevé ou chevauchant . Les plans NW-SE s'insèrent dans les grandes directions d'accidents majeurs où ils constituent des relais . Très exceptionnellement , il existe des relations entre les structures 2 (pli P2 , schistosité S2) et ces failles . C'est le cas sous le glacier du Tabuchet , dans les rochers entre Côte Longue et la Meijette .



La structure ci contre montre qu'à la déformation rigide du socle est liée une réponse ductile de la couverture . S2 est en éventail déversé vers le Sud-Ouest . Notons que ces failles sont le lieu de cristallisation de quartz chlorite , calcite et carbonates divers .

RELATION P₂-FAILLE DE SOCLE

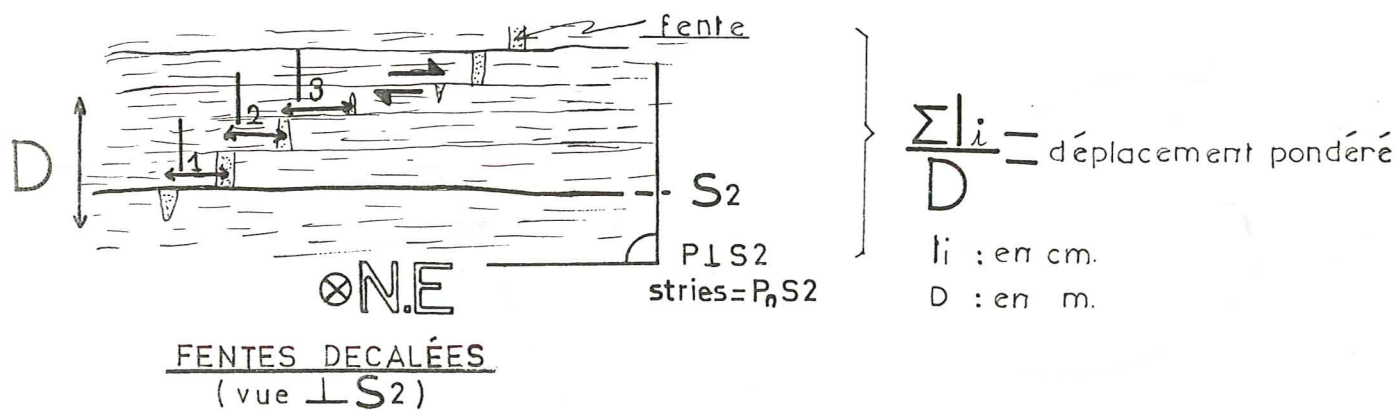
les failles de direction 120° : de pendage très variable , elles peuvent s'associer aux précédentes (failles 140 à 170°) pour former des coins de socle emboutissant la couverture (cf schéma ci dessus) .

c. Failles inclinées.

- Dans la couverture les accidents portés sur la carte géologique (zone de La Grave : 50°/70°; zone de Besse : 60°/105°) mettent en contact des unités lithologiques différentes ; en fait le mouvement contenu dans ce plan se manifeste aussi dans tous les plans voisins qui lui sont parallèles (S0, S2 ou S3) . Le jeu est complexe et dépend de sa localisation . A La Grave , une importante zone de décrochement dextre affecte la série sédimentaire : des fentes décalées montrent un jeu subhorizontal (stries au voisinage de la fente sur S2) d'une vingtaine de centimètres par mètre de roches affectées (cf schéma suivant) . Cette valeur peut atteindre 70cm/m . Un léger jeu normal accompagne cette déformation : pitch des stries d'environ 25° mesuré à partir de la direction 160° . Dans

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

la zone de Besse le jeu est essentiellement inverse et les fentes ne sont pas décrochées .

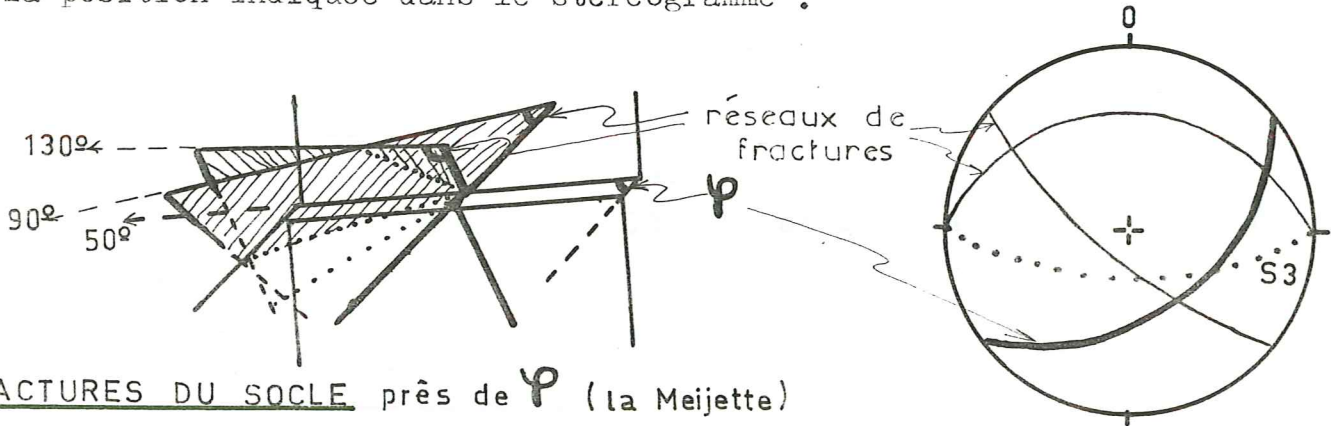


Ces failles sont soulignées par une brèche tectonique transformée en cargneule avec de nombreuses cristallisations de quartz , pyrite , chalcopryrite et azurite . Cette brèche est essentiellement constituée de dolomie triasique ; elle englobe parfois (sommet des Combes de Cuichinet-Valfroide) des éléments déjà schistifiés qui attestent l'origine tectonique et post-schisteuse de cette brèche .

-Les chevauchements de socle , sont , au contraire , bien individualisés . Ils mettent en contact socle et couverture ou socle et socle . Deux directions apparaissent sur la carte géologique ; elles correspondent à deux chevauchements importants : celui de la Meije (chevauchement Meije et Combeynot : pl.6, phot.1 et 2) qui n'est qu'une partie de l'accident Meije-Muzelle décrit par F. BARTOLI et Al(1974), de direction moyenne 50° , et le chevauchement du Combeynot-Col d'Arsine , appartenant peut-être à la zone de faille de l'Argentera-H^{te} Durance , de direction générale 140° .

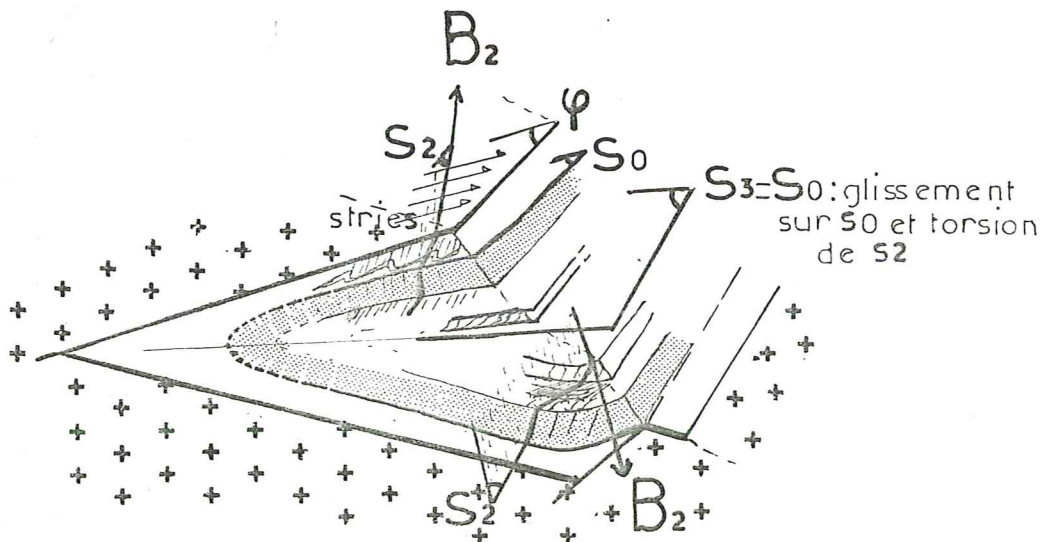
Les accidents de direction 50° ne sont pas , en fait , rectilignes mais résultent de la combinaison de directions 120° et 170° en relais . Lorsque le contact est réellement un plan de direction 50° (base Ouest des arêtes de la Meijette) , il est très localisé ; le socle est alors découpé par des fractures parallèles au contact d'une part , et par un réseau de deux directions orthogonales d'autre part (cf schéma et stéréogramme suivant) . Ce dernier s'étend aux "couvertures" compétentes sous-jacentes . Dans

les niveaux incompetent ou très laminés de la "couverture", la schistosité S2 est parallèle au contact et la schistosité S3 occupe la position indiquée dans le stéréogramme .



Le jeu d'un tel accident est complexe et fera l'objet d'un développement dans la troisième partie .

Des relations particulières avec les déformations de couverture ont été mises en évidence au niveau du chevauchement situé sur l'arête du Col du Lac au Col des Ruillands . Le schéma résume les observations relatives à un ensemble d'affleurements de cette crête : un niveau carbonaté est plissé entre deux éléments de socle . Le coeur est constitué d'un niveau intermédiaire incompetent et intensément déformé . La charnière n'est en fait pas visible . On remarque que la relation S0/S2 est constante quel que soit le flanc . Cette géométrie peut s'interpréter de deux façons :



CHEVAUCHEMENT & STRUCTURES-3- (Col du Lac)

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

- 1) un pli post schisteux P3 enroule la schistosité S2 avec S0 ;
- 2) des écaillés de socle entraînent sous un grand chevauchement des plis de couverture ; le clivage S2 représente le plan d'aplatissement de l'ensemble de la structure .

En ce qui concerne les relations entre failles subverticales et accidents inclinés , outre l'association déjà indiquée (relais), on signalera à la bordure d'Emparis l'existence de faille de socle subverticale évoluant en faille inverse puis en petit chevauchement enroulant S0 et S2 de la couverture sus-jacente .

II.1.1.6. Les joints : fentes sèches et diaclases .

A. Fentes sèches .

Il existe un réseau de fentes sèches se rattachant peut-être à la schistosité S3 . En particulier le Dogger de l'arête de Praouat (fentes dans le Dogger:pl.7,phot.1) est découpé par un réseau dense de fractures , qui peut être confondu avec S3 absente . La position ($70^{\circ}/350^{\circ}$) de ces plans est cependant assez différente de celle de la S3 la plus proche ($50^{\circ}/105^{\circ}$) .

B. Fentes d'extension .

Les fentes ouvertes , remplies , sont fines , souvent groupées en joints potentiels (*) (joint potentiel sénestre : pl.7,phot.3) de deux types :- joints peu évolués où les fentes sont planes;

- joints évolués avec des fentes sigmoïdes et injection de quartz dans le plan de glissement (pl.7;phot.5) .

Le remplissage des fentes est de calcite , avec parfois du quartz central . Les proportions apparentes de ces deux minéraux varient ; la puissance du coeur quartzeux augmente en fonction de la proximité du socle (vers le plateau d'Emparis en particulier) , où le quartz est prépondérant , de même qu'au voisinage du flysch . L'allongement du quartz fibreux ou automorphe de ces fentes correspond à l'étirement X2 contenu dans la schistosité S2 , suborthogonale (pour La Grave au moins) . Plus rarement le centre de la fente comporte des carbonates bruns et exceptionnellement de la chlorite . Cette dernière ne se rencontre que dans les fentes proches

(*) joint potentiel : groupement de fentes d'extension , en échelons , le long d'un plan virtuel .

du chevauchement de la Meije et dans une faille du Gros Têt à Emparis , pour le Mésozoïque ; dans le flysch gréseux pour le Tertiaire .

La taille des fentes (dimension selon Z) varie de quelques centimètres (synforme de Besse ,Crête des Buffes) à plusieurs mètres (Crête de Bataillettes au dessus des Rochers Rouges) pour présenter une valeur moyenne de quelques décimètres au mètre (falaise de La Grave)

Dans la zone de La Grave , les fentes présentent un fort pendage (50 à 90°) pour une direction de pendage de 150 à 180° ou l'opposé : 330 à 360° . A la direction 180 sont associés de forts pendages . A Besse , ils présentent la même dispersion (50 à 90°) et les directions de pendage sont comprises dans la fourchette 310-340° . La direction 310° présente des pendages forts et peu dispersés .

Le "jeu potentiel" des systèmes de fentes en échelon est normal : forts pendages des fentes et des joints .

A La Grave les fentes sont coupées par le jeu dextre du plan S2 (fentes découpées par le glissement sur S2 : pl.7,phot.4) .

C. Filons .

Dans le socle , la plupart des filons sont à quartz xénomorphe , parfois automorphe (socle d'Emparis,les Freaux, Chancel) , avec des mouchetures de galène , chalcopryrite , pyrite plus rarement . Leur puissance varie de la dizaine de centimètres (Chancel) au mètre (1,50m au Fréaux) pour des extensions horizontales du décamètre à la centaine de mètres . Leur direction est assez variable , même localement , plus souvent comprise dans la fourchette 80° à 110° , dans d'autre cas presque méridienne . Le quartz peut être chloriteux et particulièrement automorphe comme dans les filons des Petits Lacs Cristallins (plateau d'Emparis), de puissance décimétrique , de longueur non visible et d'orientation Est-Ouest . D' autres filons sont à gangue de quartz et barytine avec des minéralisations de pyrite , chalcopryrite , blende et galène (filons du Grand Clot) , leurs épontes sont parfois très chloritisées et l' encaissant immédiat est une mylonite fine ; la direction peut aller de 340° à 360° ; la puissance est de dix à cinquante centimètres l'extension verticale est importante (centaine de mètres) et encore

plus horizontalement (cinq cent mètres au minimum) .

Dans les zones de chevauchement , particulièrement dans les arêtes de la Meijette et au dessous du Tabuchet , on observe trois types de filons : des fissures tapissées de séricite , cérusite , avec de la calcite automorphe sous le chevauchement (puissance \approx cm; extension \approx dam; orientation: $90^\circ/150^\circ$) ; des filons de quartz, épidote , chlorite dans le cristallin proche du contact anormal , jouant en faille car très mylonitisés et portant de longues et fines stries (plan de glissement d'orientation variable: de $70^\circ/18^\circ$ à $70^\circ/81^\circ$); enfin des filons de quartz automorphe , subhorizontaux , de taille métrique , associés aux failles en relais à jeu inverse .

Dans la couverture , hors des zones de chevauchement du socle , les minéralisations (en zones filoniennes) sont de deux types : des imprégnations dans les brèches tectoniques en liaison avec certains accidents (Rochers Rouges) subparallèles à la schistosité régionale , et des filons de quartz-baryte avec pyrite et galène (puissance=0,10m à 1,50m; extension horizontale=100m; orientation: $74^\circ/31^\circ$) ou de pyrite massive (puissance=20cm; extension horizontale=5 à 10m; orientation: $90^\circ/149^\circ$) , encaissés dans les dolomies triasiques très fracturées reposant sur et contre le socle au Chazelet .

II.1.2. OBJETS COMPLEXES .

Il s'agit de structures définies par un ensemble de surfaces et de linéations présentant une certaine unité .

L'anisotropie de la roche peut se traduire par un débit particulier , avec deux possibilités :-une ou deux surfaces de discontinuité = corps prismatiques dont une des dimensions n' est pas définie ("pseudoamygdales") .

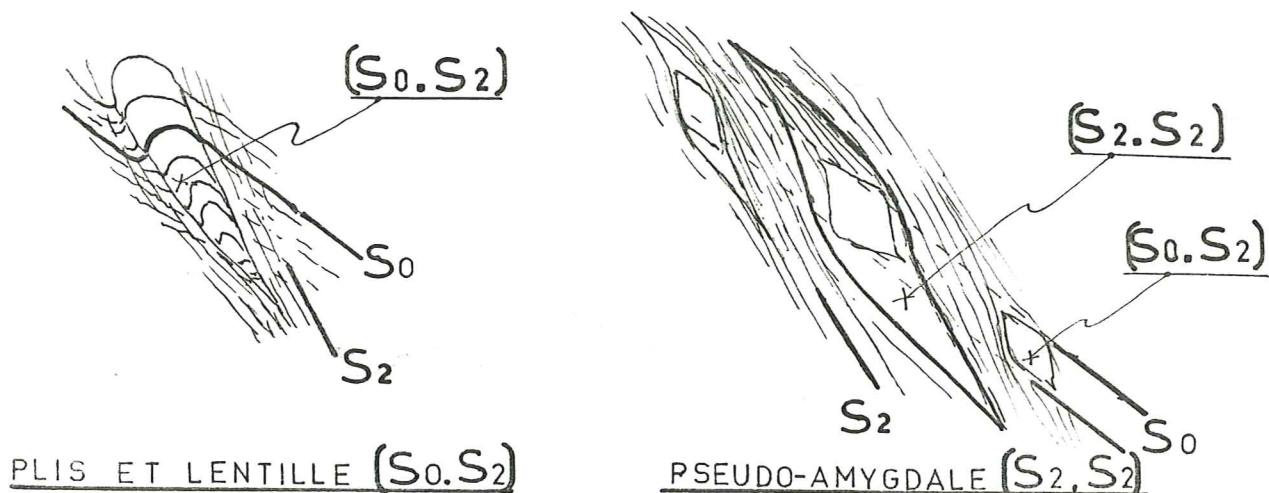
-trois surfaces de discontinuité = corps dont toutes les dimensions sont définies ("vraies amygdales") .

II.1.2.1. Corps de section amygdalaire .

A. Corps liés à S2 .

Certains corps doivent leur existence à l'association de deux types de surfaces ; il s'agit en l'occurrence de la stratification et de la schistosité S2 . Ils se présentent comme des prismes à allongement parallèle à l'axe des plis , de section losangique plus ou moins aplatie suivant la compétence du matériau (découpage sur S2 et S0 : pl.3,phot.2;pl.4,phot.2) .

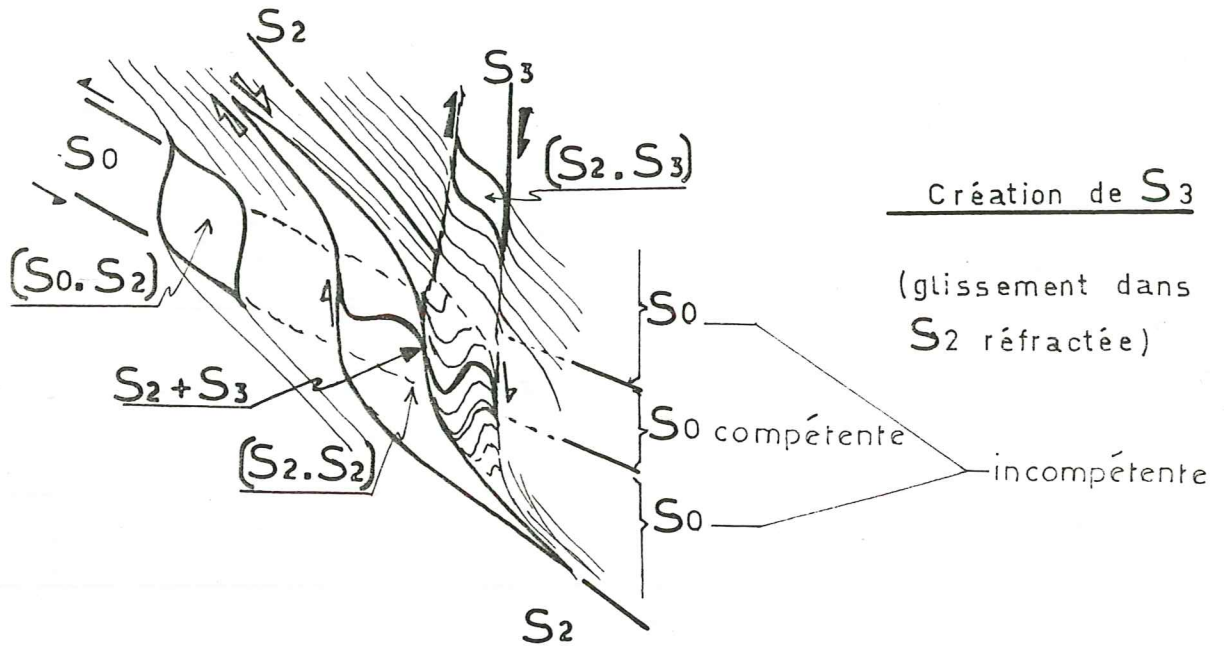
D'autres sont limités par des surfaces d'un même type , S2 en l'occurrence . Il peut s'agir soit de couloirs de plissement (cf schéma) soit de figures d'applatissement à valeur d'ombre de pression (cf schéma) . Ces derniers se rencontrent dans l'Aalénien avec des fragments d'anciens bancs carbonatés ayant perdu leur continuité du fait des étirements et glissements (pl.12,phot.2; pl.13,phot.2) .



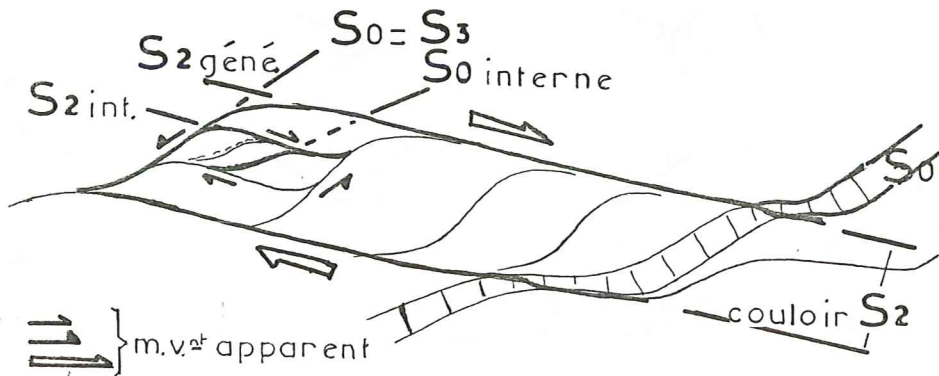
B. Corps liés à S3 .

Des objets très semblables à ceux qui viennent d'être décrits , se développent en liaison avec S3 : il s'agit de pseudoamygdales limitées par des surfaces S0 ou S2 et par des surfaces S3 (microlithon: pl.5,phot.3;pl.13,phot.3 et 4) .

Le schéma ci dessous représente un banc compétent dans un domaine incompetent . Il s'y développe , en plus des volumes précédemment décrits , un phénomène remarquable : la schistosité S2 réfractée (orientation locale dans le banc compétent) se prolonge dans l'environnement schisteux en déformant la S2 générale. Le plan S3 ainsi créé découpe des amygdales [S2.S3] .



Lorsque la schistosité S_3 est confondue avec S_0 , il existe un emboîtement des amygdales, où, selon l'échelle considérée, un plan en déforme un autre (cf schéma). Il est impossible d'établir une chronologie des surfaces d'anisotropie en partant de telles observations.



LENTILLES EMBOITEES

Dans tous les cas, les lentilles sont homoaxiales et les arêtes parallèles.

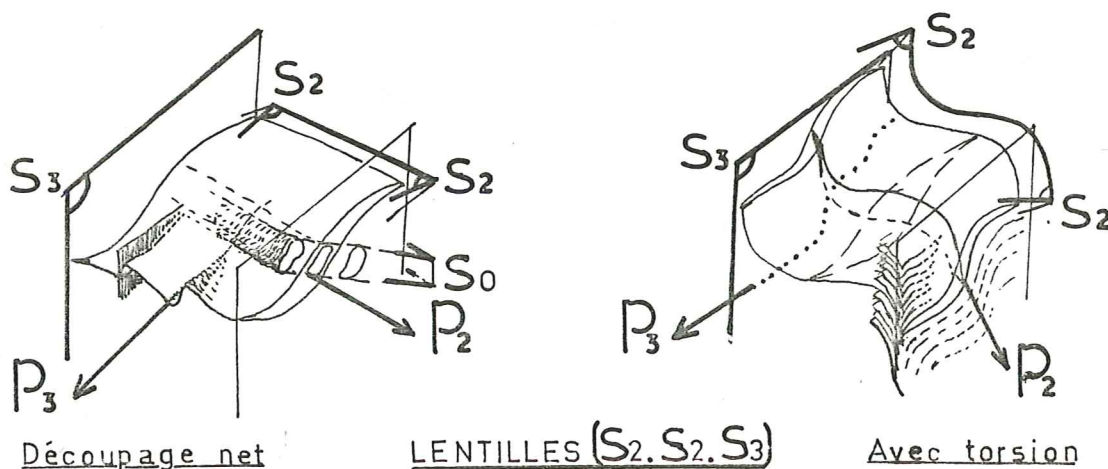
Le caractère fruste, épisodique, de la schistosité S_3 , témoignant d'une déformation limitée, explique l'absence d'une surface d'ordre supérieur S_4 (plan qui présenterait avec S_3 les mêmes rapports que cette dernière avec S_2). De plus

l'anisotropie est suffisante pour absorber tous les mouvements sans recourir à une nouvelle discontinuité : ceux ci s'engagent pour la plupart dans les surfaces préexistantes (S_0, S_2, S_3) .

II.1.2.2. Vraies amygdales .

A. Lentilles de l'Aalénien des Rivets .

Ce sont des objets de types $S_2.S_2$ (réfraction et coalescence de deux plans voisins) limités , longitudinalement , par une schistosité de crénulation S_3 avec des microplis parallèles à l'intersection S_2/S_3 (lentilles:pl.13,phot.2) .Le plan S_3 n'est pas nécessairement matérialisé par une discontinuité ; il peut être simplement défini par des flexures successives des plans S_2 ; dans ce cas , les plans limites sont difficilement déterminables de même que les directions d'axes de plis et de crochons (cf schéma) . Ces types de lentilles sont très répandus , le second en particulier au voisinage des failles subverticales entre le socle et la couverture (faille de Chal Vachère par exemple) .



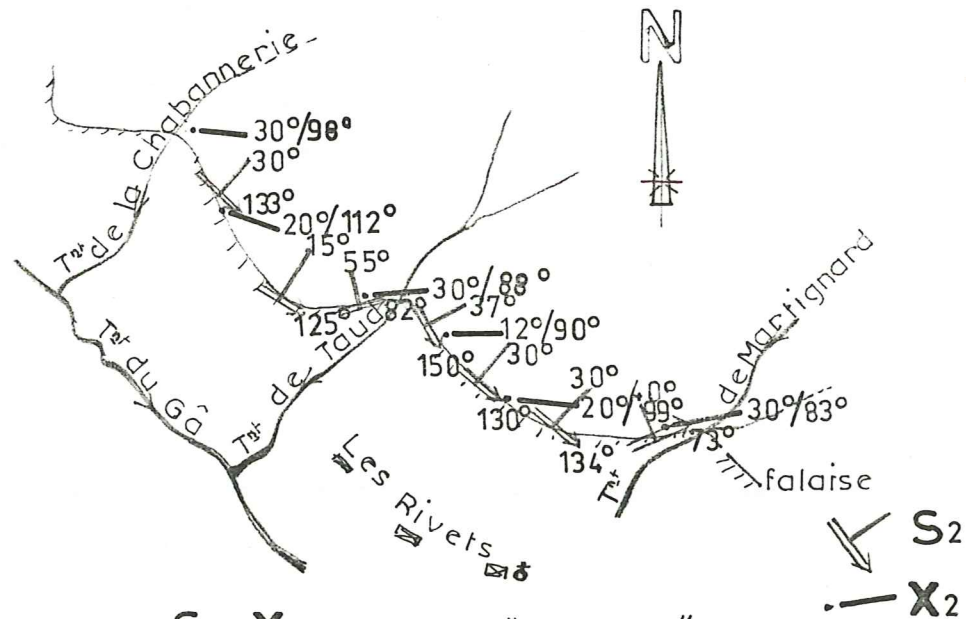
B. Mégalentilles du Carixien des Buffes .

Le Carixien de la vallée des Buffes dessine des festons ; la schistosité possède la même forme (cf extrait de carte structurale cidessous) . Sur le terrain , la schistosité est évidente , aisée à identifier dans la partie du feston regardant vers l'Ouest (pendage général: $28^{\circ}/70^{\circ}$) . Les zones à regard sud présentent une disposition plus complexe (surfaces de schistosité anastomosées) et des indices de fortes recristallisations ; la schistosité y est plus pentée et tournée vers le Nord (pendage moyen

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

50°/30°) . L'intersection des deux directions coïncide avec l'orientation de la linéation X locale .

De plus , sur l'ensemble de la falaise , la position de la schistosité en flanc inverse est identique à celle de la stratification en flanc normal , et vice versa .



DISPOSITION S₂.X₂ DANS LES "FESTONS"
(Carixien - Vallée des Buffes)

Ainsi , chaque feston correspond à une amygdale délimitée par trois surfaces (S₀ , S₂ générale , S₂ locale qu'on peut assimiler à SM) du même type que celles décrites p.23 (chapitre II.1.1.3.E)

C. Mégalentilles du Dogger de serre Bernard - Le Gros Têt .

Dans cette zone , le Dogger est découpé par la stratification , une schistosité S₂ de type crénulation et la schistosité S₃ . Cette dernière surface dessine d'importants couloirs (plusieurs mètres de large sur 20 à 30 mètres de haut) dans les falaises du rebord Est d'Emparis (mégalentilles : pl. 3 , phot.1) . les couloirs en question sont associés à des failles inverses de même orientation (direction 170° et fort pendage ouest) , où cristallisent du quartz , des sulfures , carbonates ,

et même de la chlorite (cf: cristallisation exceptionnelle dans le Mésozoïque-II.1.1.6) . Compte tenu de leur direction et de leur rejet , ces failles peuvent être assimilées aux failles subméridiennes du socle d'Emparis (cf II.1.1.5.B) qui , dans cette zone , sont sub-verticales et montrent précisément un abaissement du compartiment est (remontée de l'Aalénien , stries sur quartz...) . On note que le mouvement apparent sur S3 , en dehors des zones faillées , est normal alors qu'il est inverse sur le plan de faille .

Cette structure se développe aussi bien à l'échelle régionale (lentille hectométrique) représentée par la photographie 1 de la planche 13 , qu'à l'échelle de l'affleurement (objets équivalents de quelques centimètres au décimètre) . Elle conditionne la morphologie de toutes les falaises d'Emparis : les surfaces d'affleurement correspondent aux limites les moins visibles des amygdales (S0 en petits plis à flancs étirés , et S2) ; les couloirs de schistosité et les failles s'expriment par des cols et des couloirs morphologiques .

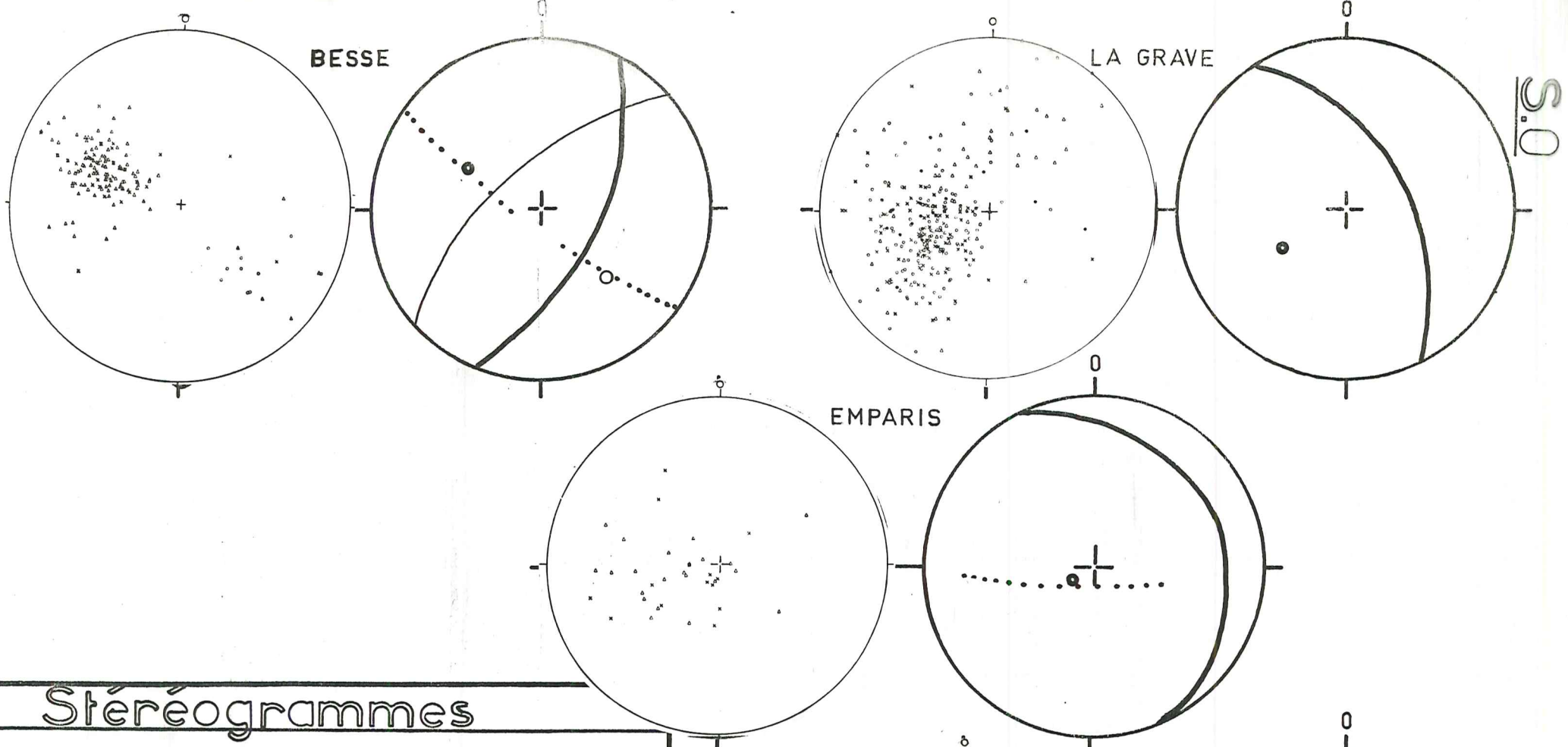
II. 2. RELATIONS SPATIALES.

La répartition géographique et l'orientation des objets simples donneront une vue d'ensemble de la géométrie régionale.

Sur la carte géologique (1/50.000-LA GRAVE) deux grands domaines apparaissent , définis par les directions des faciès à l'affleurement : secteur de Besse à l'Ouest , de La Grave à l'Est avec le Plateau d'Emparis faisant la jonction . Les indentations de sédimentaire dans le cristallin forment un secteur particulier au Sud , près des chevauchements de la Meije , du Combeynot et de leurs annexes .

II .2.1. ORIENTATION DE LA STRATIFICATION .

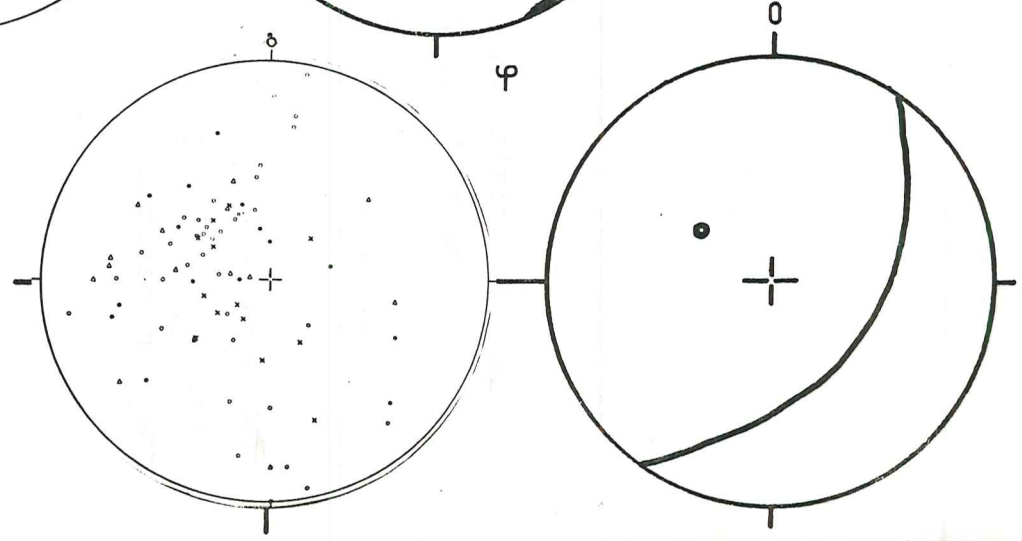
Les cartes d'objets sont complétées par un ensemble de stéréogrammes (1 par secteur) construits à partir des relevés de terrain . Le commentaire des cartes et des canevas , sous forme d'un tableau , est en vis à vis de ces derniers .



Stereogrammes

Maxima :
 BESSE = 53/115 LA GRAVE = 46/60
 EMPARIS = 15/65
 $\varphi = 40/125$

mesures	interpretation
x } πS	πS moyen & S moyenne
o } ou	plan de dispersion
o } L	L moyenne
	épaisseur du trait = \circ d'importance



Carte aspect général

- Orientation : - deux directions : NNE à l'Ouest et NW à l'Est.
 - pendages Est.
- Caractères généraux : - souvent en "lambeaux" ; plus continue dans les marnocalcaires.
 - simplicité de la zone Ouest / zone Est.
 - SO est parallèle aux accidents majeurs cartographiés.

aspect sectorie

BESSE

- Répartition :
 - bien visible sur les deux bordures de Carixien.
 - non identifiable près des contacts faillés.
 - simples reliques dans tout la zone centrale schisteuse.
- Orientation :
 - plan moyen : 53/115.
 - bien réglée.
 - synclinorium plus complexe au Nord qu'au Sud.

LA GRAVE

- Répartition :
 - essentiellement visible dans la base compétente de la série.
 - observation et mesures très discontinues dans les schistes.
- Orientation :
 - plan moyen : 46/60.
 - très variable en azimut et en pendage.
 - zone de forte variabilité = vallée du Maurian.
 - au Nord : la direction de 50 tourne pour se raccorder à celle de Besse.

EMPARIS

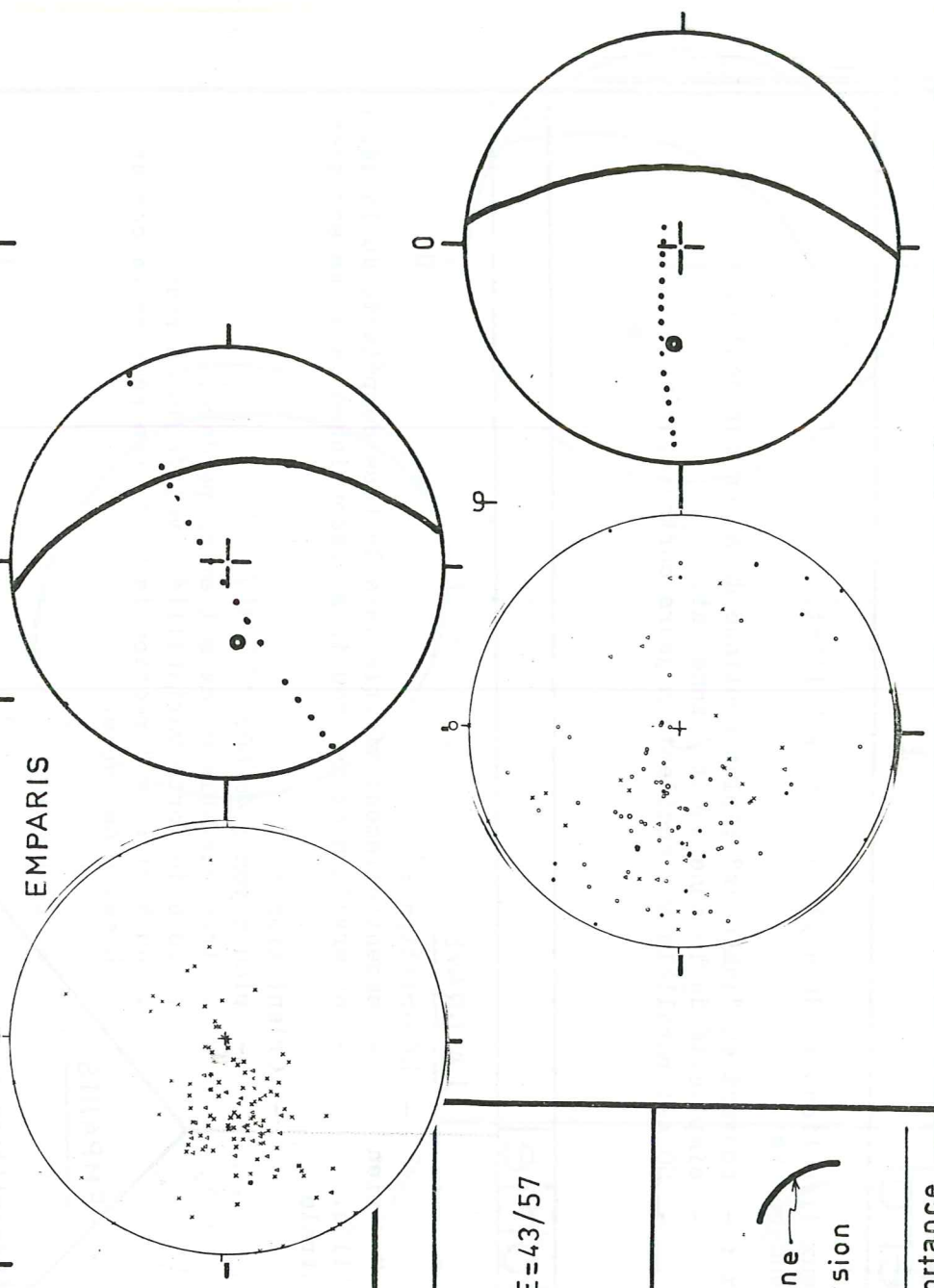
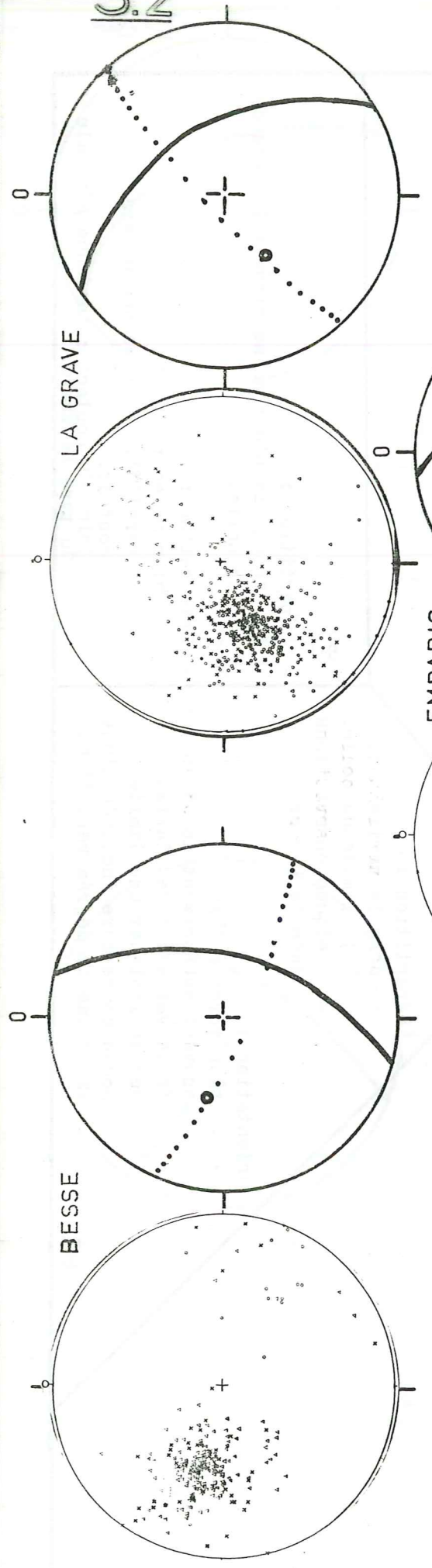
- Répartition :
 - dans la partie Sud, à la limite du socle.
 - quelques observations dans le Dogger.
- Orientation :
 - plan moyen : 15/65.
 - souvent subhorizontale, d'où une forte variation de l'azimut.
 - semble indiquer une limite socle/couverture inclinée d'une vingtaine de degrés vers l'ENE.

φ

- Répartition :
 - assez visible : on se situe à la base de la série.
- Orientation :
 - plan moyen : 40/125.
 - parallélisation au socle vers le contact.
 - loin du contact : tendance générale du type La Grave.

SO - STRATIFICATION

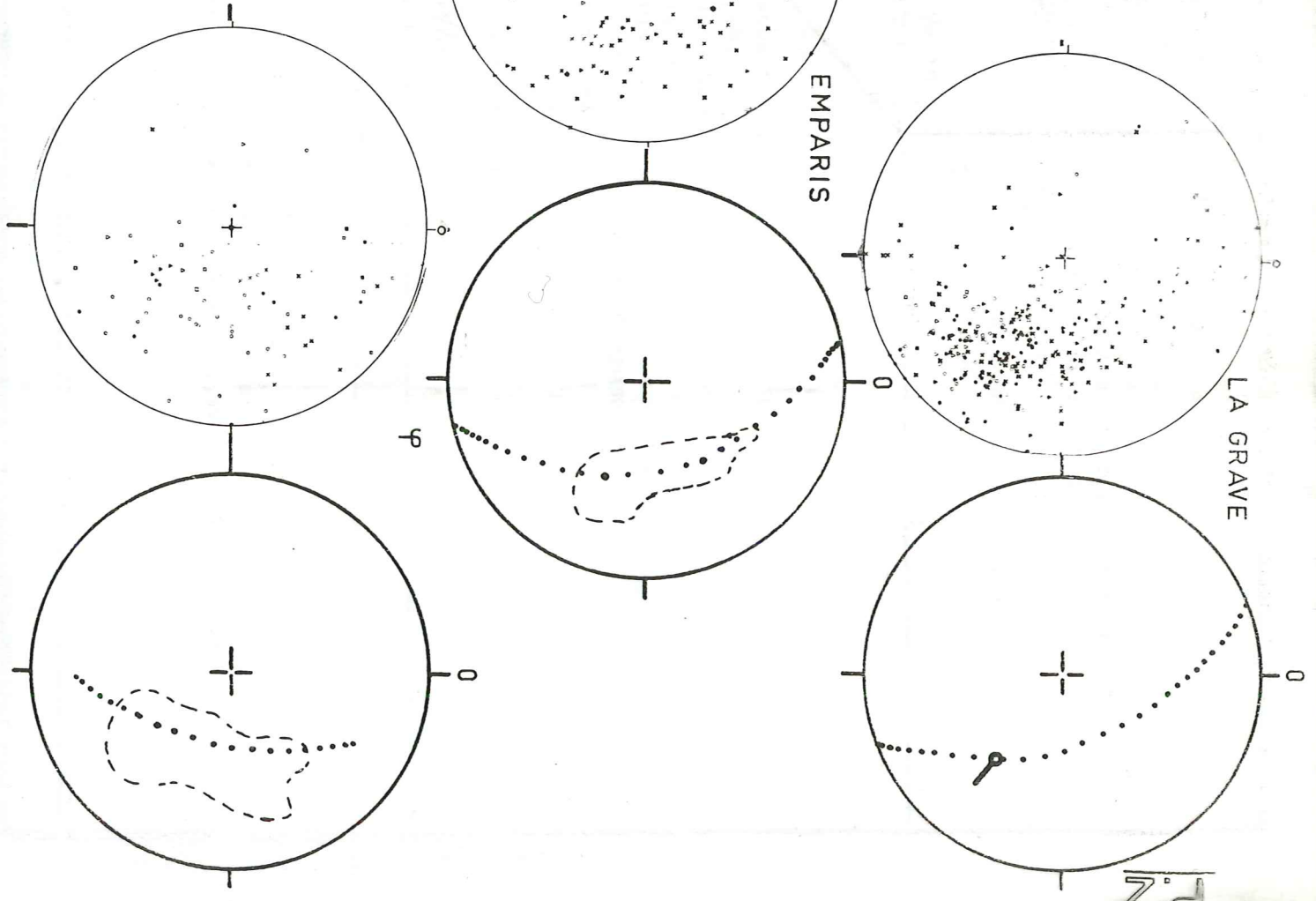
S.2



Stereogrammes

Maxima :
 BESSE = 50/104 LA GRAVE = 43/57
 EMPARIS = 40/81 $\varphi = 50/95$

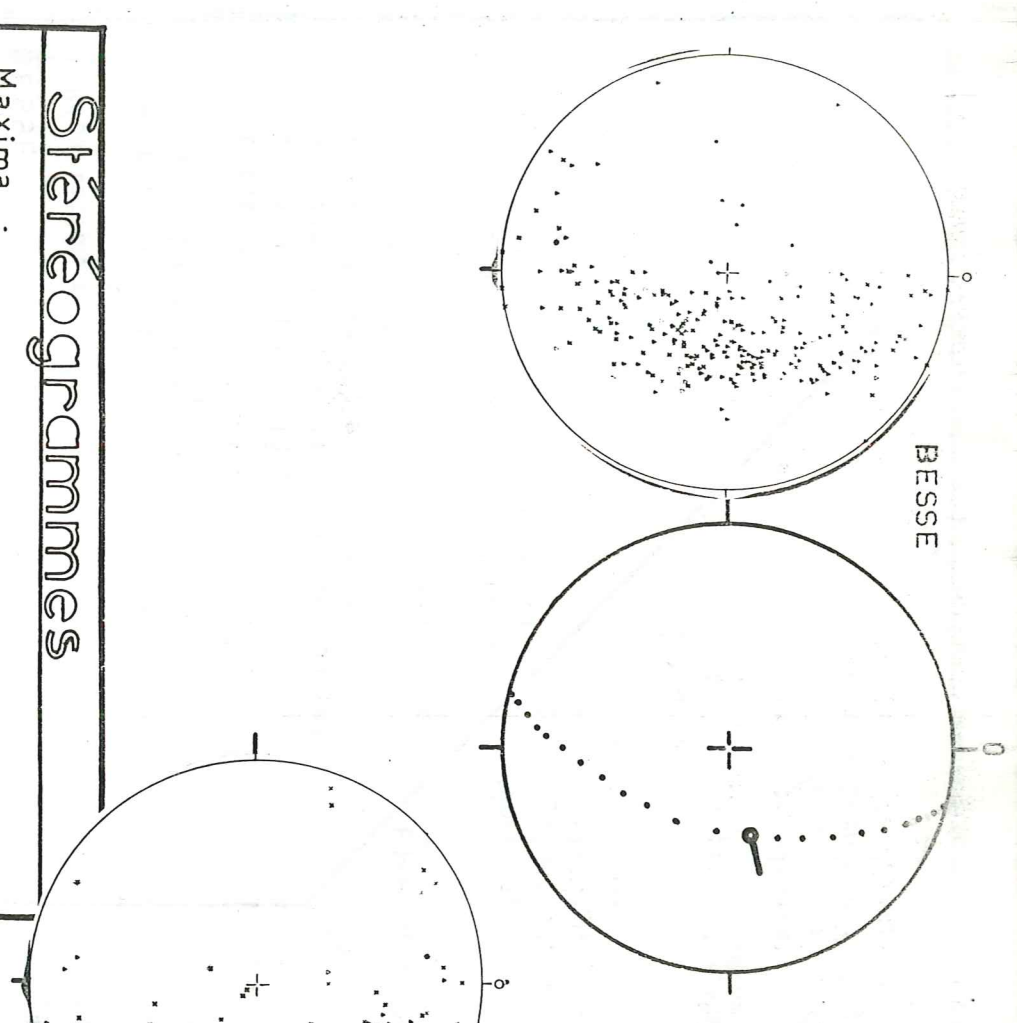
Légende :
 mesures $\left\{ \begin{array}{l} \pi S \\ \text{ou} \\ L \end{array} \right.$
 interpretation $\left\{ \begin{array}{l} \pi S \text{ moyen \& S moyenne} \\ \text{plan de dispersion} \\ L \text{ moyenne} \end{array} \right.$
 épaisseur du trait = 2 d'importance



Stereogrammes

Maxima :
 BESSE = 45/75 LA GRAVE = 32/128

Légende :
 mesures $\left\{ \begin{array}{l} x \\ \pi S \\ \text{ou} \\ L \end{array} \right.$
 interpretation $\left\{ \begin{array}{l} \pi S \text{ moyen \& S moyenne} \\ \text{plan de dispersion} \\ L \text{ moyenne} \end{array} \right.$
 épaisseur du trait = 2 d'importance



Carte aspect général

Orientation : - . . . distribution dans un plan S2 moyen penté Est. - . . . pour l'Ouest du terrain : direction parallèle Grande Rousses. - . . . pour l'Est du terrain : direction parallèle vallée de la Buffe.

aspect sectorie

BESSE

Répartition : zone médiane schisteuse bien fournie. Orientation : - axe moyen : 45/75. - large dispersion dans un plan 50/105 (S2). dans la zone médiane de la synforme : vague alternance du Sud vers le Nord de bandes EW où les directions d'axes semblent homogènes.

LA GRAVE

Orientation : - axe moyen : 32/128. et dispersion dans le plan 50/70 S2. bon réglage sur la direction Sud-Est. zone bien homogène au NW du torrent de Martignard.

EMPARIS

Répartition : peu d'objets à la base. très bien fournie dans le Dogger. Orientation : pas de moyenne évidente. répartie dans un plan moyen : 40/77 S2 moyen. raccord progressif avec Besse. raccord brutal avec La Grave : limite (= rive droite du torrent du Gâ) entre système La Grave bien réglé et Emparis très désordonné.

ψ

Orientation : - forte variance et large nuage. dispersion dans S2 moyen. au niveau du contact : faible dispersion.

Carte aspect général

Répartition : généralisée. Orientation : - pendage Est. deux zones quant à la direction - Ouest : pendage vers l'Est - Est : pendage vers le Nord-Est => en forme générale ("y" renversé) parallélisme avec grands accidents => avec S0 générale.

aspect sectorie

LA GRAVE

Répartition : homogène.

EMPARIS

Orientation : - plan moyen : 43/57. inversion du pendage localement (P3). plus variable qu'à Besse dans le détail : dispersion identique à S5. descline des flexures (faille de la Pucelle) et des festons (les Buffes). zone orientale complexe (sous le flysch).

Répartition : S2 apparaît pratiquement à partir du Carixien, inexistante dans le Trias.

ψ

Répartition : uniformément développée.

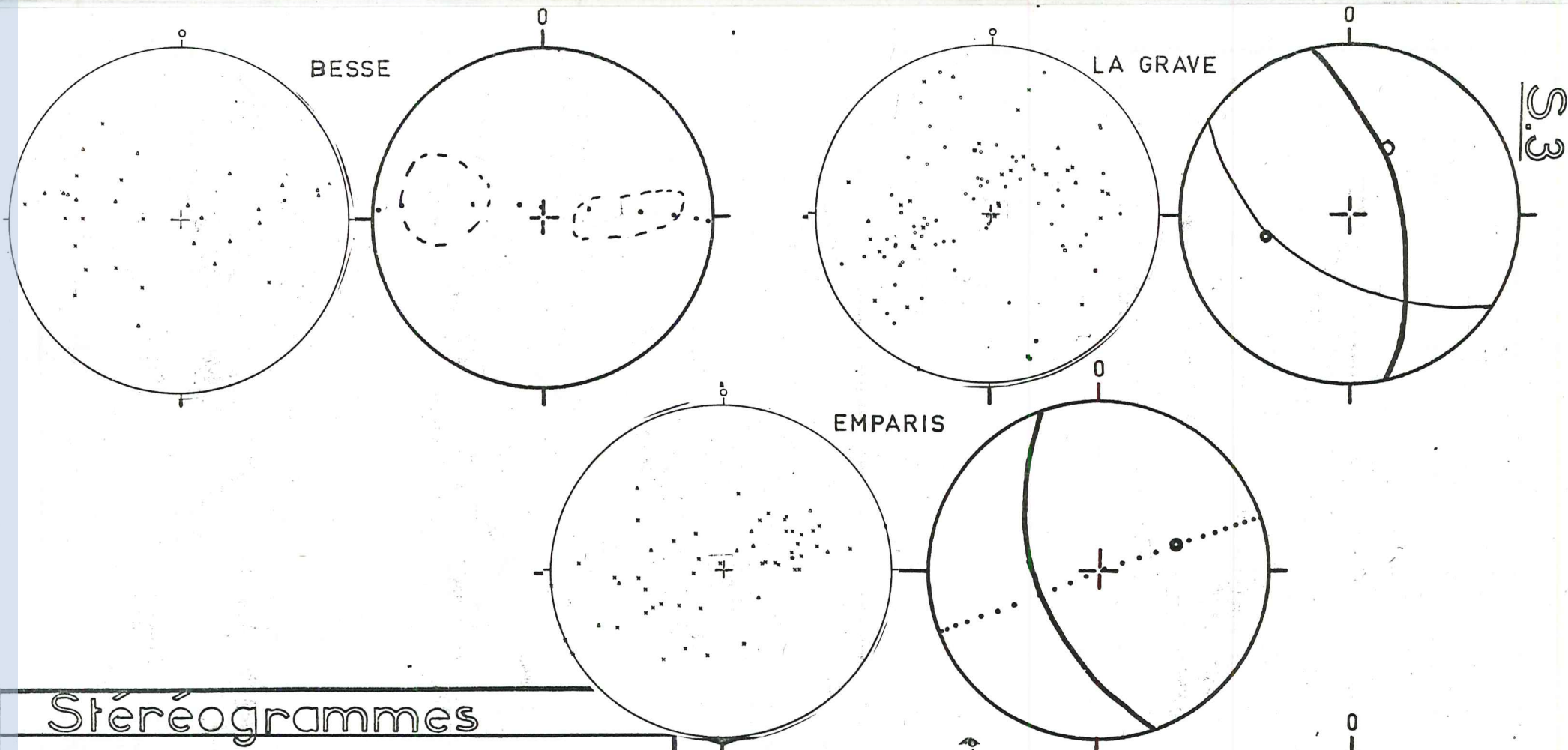
Orientation : - plan moyen : 50/95. près du socle : parallèle au contact. loin du socle : position type La Grave. très forte variabilité sans structure nette dans la distribution.

BESSE

Répartition : assez homogène. mais moins bien exprimée dans le Carixien à la limite d'Emparis.

Orientation : - plan moyen : 50/104. inversion du pendage dans le Sud-Est souvent parallèle au contact socle/couverture. en général parallèle aux Grandes Rousses. localement flexures : vallée de la Salse ; proximité du socle faille.

Orientation : - plan : 40/82 pour l'ensemble du plateau. zone intermédiaire où l'orientation type La Grave domine. vers le bord Ouest seulement apparaît la direction type Besse.



Stereogrammes

Maxima :

LA GRAVE=55/78

EMPARIS = 50/250

Légende :

mesures

x } πS
 . } ou
 o } L

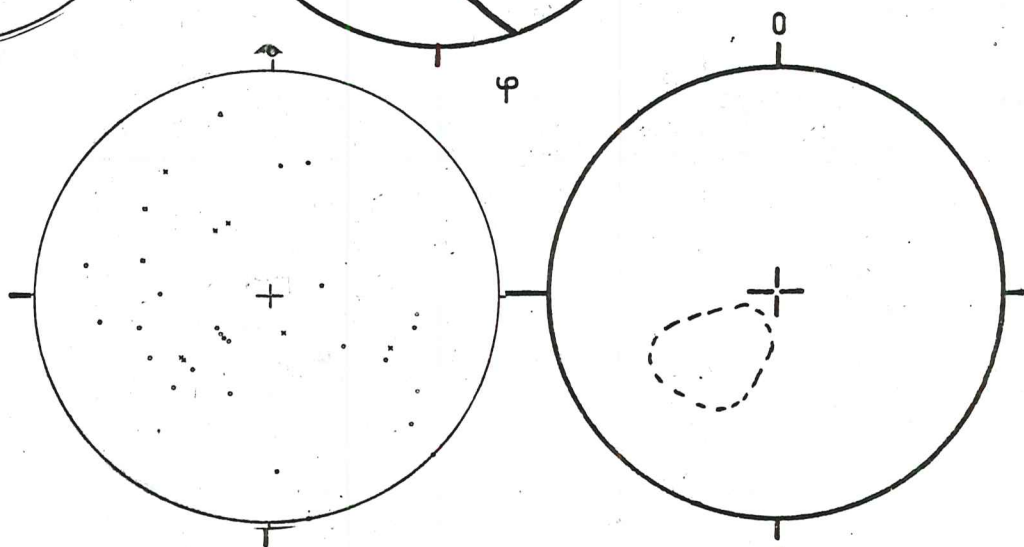
interpretation

πS moyen & S moyenne

plan de dispersion

L moyenne

épaisseur du trait = \varnothing d'importance



Carte | aspect général

- Répartition : - épisodique.
- fréquence accentuée vers l'Est et près des contacts anormaux.
- Orientation : - pendage à l'Est ou à l'Ouest ; et une direction grossièrement NS.
- Caractères généraux : - disposition plus variée à l'Est qu'à l'Ouest.
- l'existence de deux zones est moins sensible à l'examen global de la carte.

aspect sectoriel

BESSE

- Répartition :
 - forte densité : . contact des Grandes Rousses.
 - . accidents intra-couverture.
 - augmentation générale de la densité d'Ouest en Est.
 - peu d'objets dans l'ensemble.
- Orientation :
 - nuage très grossier ("moyenne" : 64/95).
 - . relativement bien réglée en direction avec pendage Est ou Ouest.
 - . au Sud, forte variation de la direction

LA GRAVE

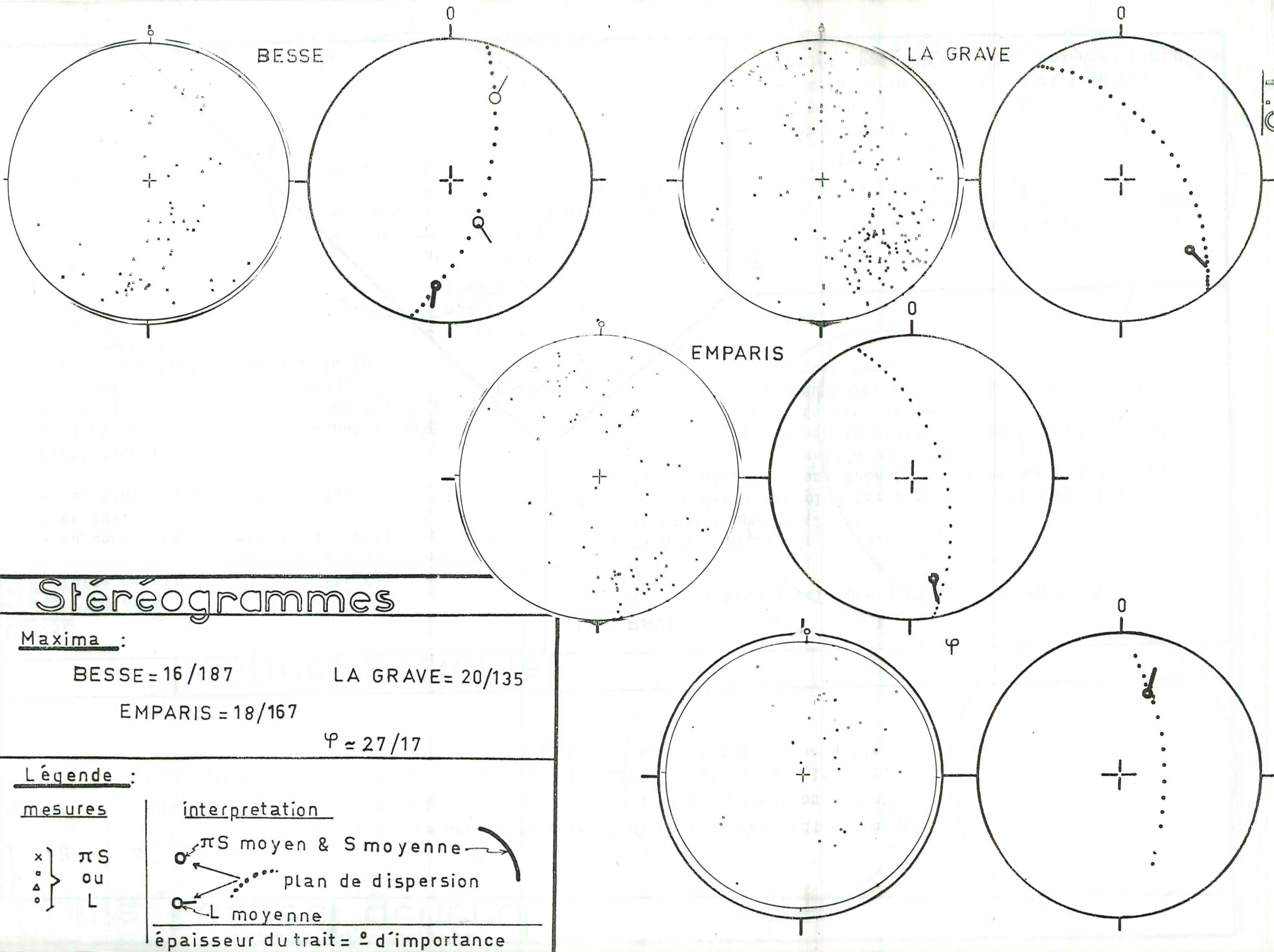
- Répartition : bien développée surtout dans les schistes.
- Orientation :
 - . plan prédominant : 55/78.
 - . accessoirement : 42/214.
 - . les pendages les plus forts sont les pendages Est.
 - . la direction : - est très irrégulière surtout dans la vallée du Maurian.
 - semble réglée sur les directions de failles de socle.
 - au Nord, elle prend le même azimut qu'à Besse.

EMPARIS

- Répartition : plus spécialement dans l'Aalénien.
- Orientation :
 - plan prédominant : 50/250.
 - zone bien réglée en direction (type proche de celui de La Grave).
 - transition Besse/Emparis : progressive vers le rebord ouest du plateau.

φ

- Répartition : objet bien développé dans les chevauchements type Meije, mais pratiquement inexistant sous le Combeynot dans la vallée de l'Alpe.
- Orientation :
 - aucun plan prédominant.
 - très forte variabilité et trop peu d'objet pour définir des tendances régionales



Stéréogrammes	
Maxima :	
BESSE = 16/187	LA GRAVE = 20/135
EMPARIS = 18/167	$\varphi \approx 27/17$
Légende :	
mesures	interprétation
x } πS	πS moyen & S moyenne
• } ou	plan de dispersion
o } L	L moyenne
	épaisseur du trait = σ d'importance

Carte aspect général

- Répartition : id. S_3 .
- Orientation : sensiblement Nord-Sud, en toute rigueur dispersée dans un plan voisin de S_2 .
- Caractères généraux :
 - bien réglé loin du socle, sur tout l'ensemble.
 - près du socle : variation.

aspect sectoriel

BESSE

- Orientation :
 - axe le plus fréquent : 16/187.
 - direction NS assez bien réglée pour les faibles valeurs de plongement.
 - direction beaucoup plus variable pour les valeurs plus fortes.
 - passage continu avec le secteur d'Emparis.

LA GRAVE

- Orientation :
 - axe le plus fréquent 20/135 et dispersion nette dans S_2 mais en fait différentes zones :
 - au Sud du Maurian : direction NW ou SE + quelques directions NS.
 - au Nord du Maurian : direction NNW ou SSE (faible pendage) + direction NE à fort plongement.
 - caractère : plusieurs directions en relais (variation de la direction) ou superposées (correspondant aux diverses structures 3).

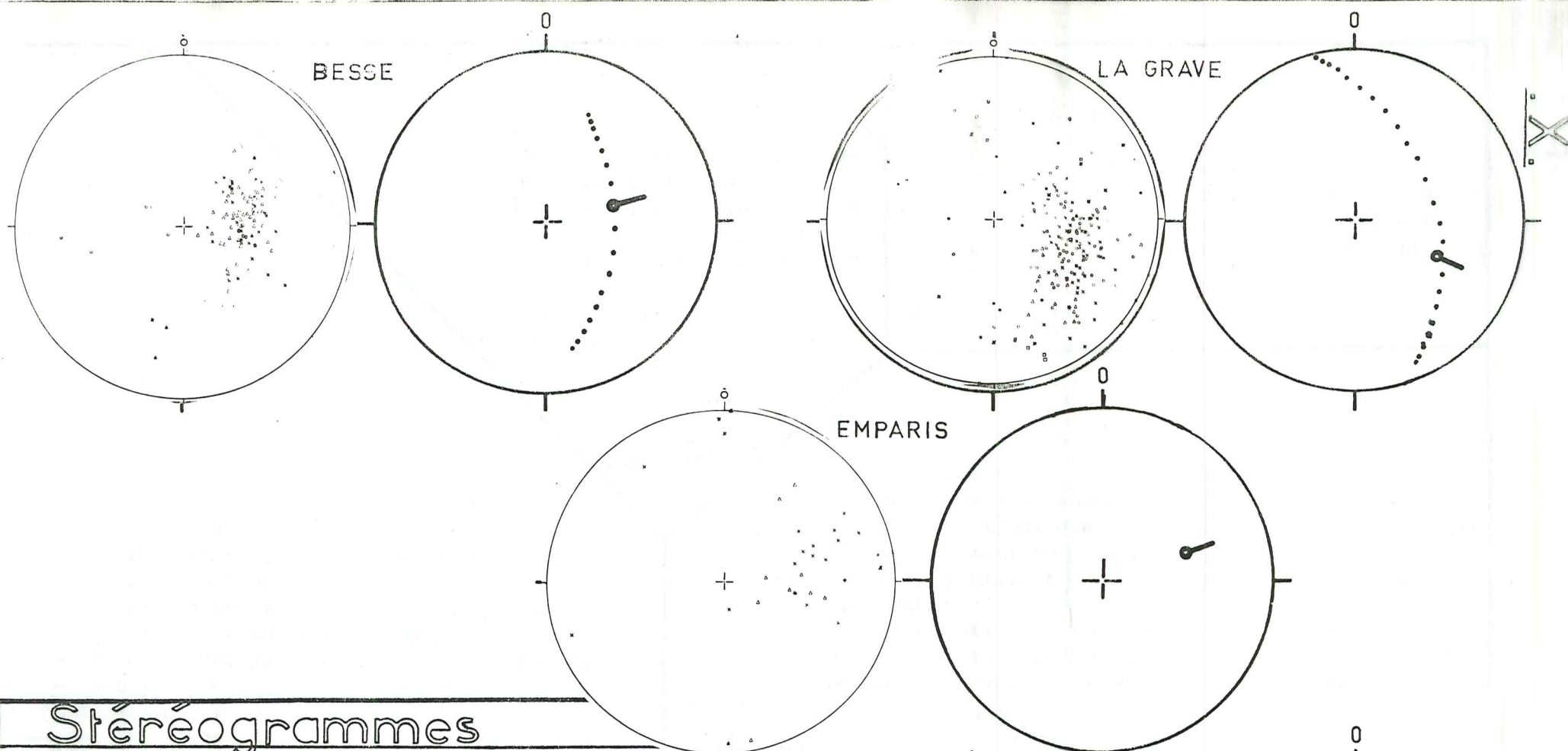
EMPARIS

- Orientation :
 - axes dominants 18/167 : axes sensiblement NS à faible pendage.
 - localement apparition de la direction vers l'E ou le NE.
 - bonne jonction entre La Grave et Besse, en position comme en variété (direction NE "transverse").

φ

- Orientation :
 - dispersion très lâche (maxima $\approx 27/17$).
 - vers le chevauchement de la Meije : parallèle à la direction de l'accident.
 - vers le chevauchement de l'Alpe : perpendiculaire à la direction de l'accident.

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

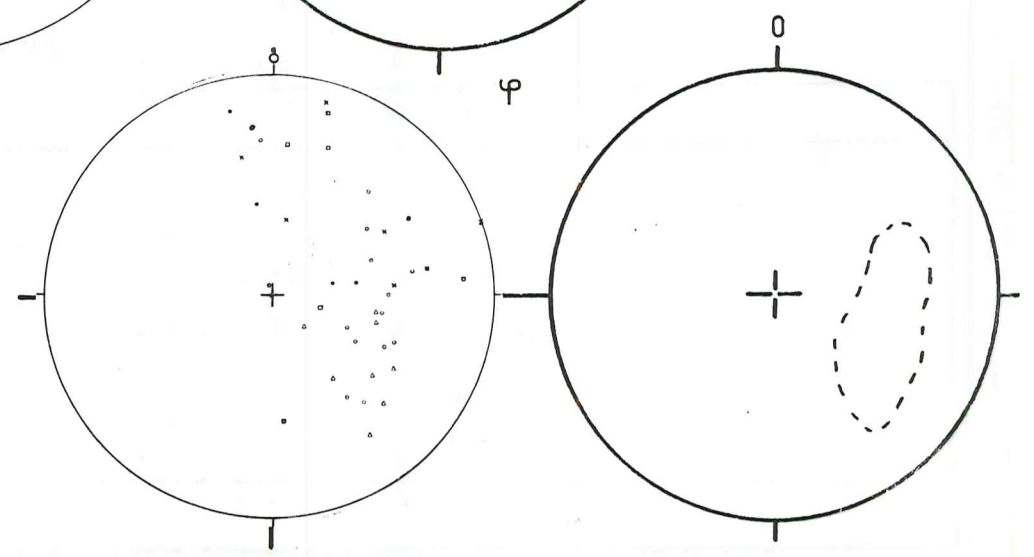


Stereogrammes

Maxima :
 BESSE = 45/74 LA GRAVE = 32/115
 EMPARIS = 34/72

Légende :

mesures	interpretation
x } πS	πS moyen & S moyenne
o } ou	plan de dispersion
o } L	L moyenne
	épaisseur du trait = \varnothing d'importance



Carte aspect général

- Répartition : très généralisée sur S_2 .
- Orientation : deux directions : à l'Ouest : dominance de la direction NE (X_3).
à l'Est : dominance de la direction SE (X_2).
- Caractères généraux :
 - dispersion dans S_2 moyenne.
 - variation près du socle.
 - direction annexe NS (faible pendage) dans tous les secteurs.

aspect sectoriel

BESSE

- Répartition : X_3 dominant et bien marqué (sauf vers le Sud). X_2 épisodique.
- Orientation :
 - maximum de X : 45/74.
 - au Nord du secteur : direction NE s'infléchissant vers E et SE en passant des Grandes Rousses au Pic du Mas de La Grave.
 - au centre et au Sud : les deux directions peuvent être juxtaposées.

LA GRAVE

- Répartition : X_2 dominant, marqué dans les schistes comme dans les calcaires.
- Orientation :
 - maximum de X : 35/115.
 - bonne homogénéité de la direction SE.
 - parfois deux directions localement : NE + SE.
 - linéation tardive NS rare.
 - zone au SW, vers le socle d'Emparis : type Besse.

EMPARIS

Orientation :

- maximum de X : 34/72.
- passage Besse-La Grave :
 - . continu au Nord d'Emparis.
 - . discontinu au Sud : le type Besse présente une forte extension vers l'Est (vallée du torrent du Gâ et zone des chevauchements).

φ

- Orientation :
 - très forte variance.
 - dans l'ensemble, caractère du secteur de Besse.

II.2.6. - X - LINÉATION D'ÉTIREMENT-GLISSEMENT

II. 3. CONCLUSION.

Généralités : Dans la couverture sédimentaire , la stratification est largement oblitérée , la lithologie reste cependant le facteur prépondérant du style des trois stades de déformation : le premier se place avant l'apparition de la schistosité régionale , le second lui étant synchrone et le troisième , postérieur , caractérisé par la formation de la schistosité de crénulation ; ce découpage ne doit pas masquer une réelle continuité de l'évolution .

Le socle sous-jacent est très faillé : les réseaux subméridiens et verticaux dominant , mais l'originalité du découpage du socle consiste en un réseau de directions de chevauchement (50° et 140°) dont la seconde possède des répliques nettes dans la couverture .

Récapitulation chronologique :

Phase 1 : l'essentiel de la géométrie se rapportant à la première phase apparaît comme des plis plus E-W que les structures postérieures , sur lesquels on ne possède que des renseignements indirects sauf en Savoie où ils sont particulièrement bien développés et même associés à une schistosité S1 , et épisodiquement sur le reste du terrain (clivage S2 déformant des plis P1) .

Phase 2 : la deuxième phase est caractérisée par une schistosité de flux , développée dans toute la région avec cependant une accentuation de la densité macroscopique du clivage vers le SE . La schistosité dessine un grand "Y" renversé : une branche subparallèle aux Grandes-Rousses (direction 20° :secteur de Besse) et l'autre empruntant sensiblement l'axe -Vallée des Buffes , La Grave , Vallée de l'Alpe- (direction 160°) ; le pendage est systématiquement vers l'Est . Dans la couverture , les accidents majeurs empruntent ce plan .

les plis P2 accompagnant la schistosité sont partout présents et montrent une dominance des flancs normaux sur les flancs inverses . La linéation d'intersection (S2/S0) est distribuée dans tout le plan S2 (particulièrement à La Grave) selon un mode fortement influencé par le jeu de l'étirement-glissement .

la linéation d'étirement-glissement X2 (quadrant SE) participe à des déformations guidées par S2 (décalage de fentes ; décrochement dextre-normal sur S2 à La Grave) et se trouve , localement , engagée dans les mêmes déformations que S2 (enroulement

par les P3) .

Phase 3 : l'objet principal de la troisième phase est un clivage grossier (schistosité de crénulation) . Il est accompagné de divers types de plis , souvent coniques , et parfois en relais dans des bandes de déformation . La schistosité S3 est , dans l'ensemble , plus méridienne et plus pentée que la schistosité S2 à laquelle elle est associée

la linéation X3 (du quadrant NE) , bien développée à Besse , recoupe parfois X2 , marque le glissement sur les flancs rompus de P3 , se situe près de l'objet dur dans les halos sigmoïdes .

des plans de glissement (Riedel) témoignent d'un mouvement en faille inverse dans S2 , en accord avec la direction de glissement X3 . Ils contribuent à déverser la schistosité S2 vers l'Ouest , sans affecter sa direction .

l'ensemble des plans S0 , S2 , S3 conduit au développement d'amygdales surtout dans la zone centrale et occidentale de Besse . A La Grave le phénomène est compliqué par la présence des déformations liées à X2 : plan SM et schistosité générés à partir de cet étirement-glissement .

3^{ème} PARTIE

INTERPRETATION

III.1. : DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

III.2. : MODÈLE DE DÉFORMATION

III. INTERPRETATION

III.1. DONNÉES COMPLÉMENTAIRES

III.1.1. DONNEES RELATIVES A LA COUVERTURE .

III.1.1.1. Flysch .

J'ai observé , dans le flysch de la Crête de Chaillol , des déformations superposées , équivalentes à celles du Mésozoïque , bien que celui-ci comporte des plis P1 tronqués par la discordance . On y note la même séquence : plis P1 moins méridiens que la schistosité , clivage et réorientation des plans axiaux et des axes , fracturation tardive débitant le clivage (S3 grossière localisée dans les grès) .

Des observations identiques ont été faites par P. VIALON à la Crête du Pic Blanc du Galibier . R. BARBIER et J.C. BARFETY signalent par ailleurs les plis E-W du flysch des Trois-Evêchés.

De plus il importe de remarquer que la limite inférieure du flysch est parallèle aux accidents majeurs du Mésozoïque donc à la schistosité régionale . Au voisinage même de la discordance (base Sud-Ouest des Trois Evêchés) , toutes les surfaces sont parallèles au plan de base du flysch qui est strié . La discordance est au moins partiellement tectonique .

III.1.1.2. Synclinal de Bourg d'Oisans et synclinaux intracristallins du Haut Dauphiné .

J.P. GRATIER et AL.(1973) ont démontré l'existence de la même séquence de déformation dans les synclinaux Ouest et Sud-Ouest du massif , celle là étant principalement sous le contrôle des failles 50° .

Plus récemment J.P. GRATIER et AL.(1976) minimisent les plis anciens P1 pour insister , au contraire , sur l'effet de l'étirement-glissement dans le bassin de Bourg d'Oisans . Ils démontrent la relation entre l'intensité du glissement , le serrage par les masses cristallines , et les variations du pitch de la linéation d'intersection sur la schistosité régionale .

III.1.1.3. Failles du Bas Dauphiné et Vercors .

Les études sédimentologiques (ARNAUD, H.; FERRY, S.; ...) et tectoniques (GIDON, M.; ROBERT, J.P.) ont démontré l'importance des failles 50° à jeu sénestre et de leurs satellites dextres (voir en particulier l'interprétation de J.P., ROBERT.). Leur influence se ressent pendant toute la sédimentation mésozoïque puis pendant la déformation dont elle conditionne, dès la fin du secondaire, la localisation et les modalités.

J.P., MASSE envisage même, dans le cas de la faille de Nîmes, un décrochement sénestre de l'ordre de 40 Km.

III.1.2. DONNÉES RELATIVES AU SOCLE .

III.1.2.1. Grands accidents et jeux .

A. Le chevauchement de la Meije .

C'est une fracture ancienne, au moins hercynienne (cf. BARTOLI, F., PECHER, A., VIALON, P.).

Son jeu a évolué, pendant l'Alpin : -jeu sénestre marqué par des canelures subhorizontales et des stries grossières (gradins d'arrachement);

-jeu inverse lui succédant : fines stries, développées sur les canelures dans le sens du pendage (chevauchement vers le N W);

-jeu final dextre-inverse : diaclase horizontale (axe Y=Nord-Sud) où cristallise du quartz automorphe à allongement vertical.

B. Le chevauchement du Combeynot .

L'accident, limitant au Nord-Ouest le Combeynot, constitue la prolongation du chevauchement de la Meije, décroché de celui-ci par l'accident dextre de la Vallée de l'Alpe du Villar.

Au voisinage du contact, de nombreuses fractures ont fonctionné en failles inverses (stries).

C. Accident 140° type Vallée de l'Alpe de Villar .

On possède peu d'indications sur cet accident. Deux thèses s'opposent (in LACOMBE) : l'une présente l'accident comme une simple faille , pratiquement verticale , très légèrement inverse (P.VERNET) et l'autre comme un chevauchement important (P.GIDON) . J'opterai plutôt pour la seconde interprétation vu la position de la schistosité S2 faiblement pentée vers le Nord-Ouest au voisinage du socle . Je soulignerai l'importance de son expression topographique , et de son rejet (décrochement d'au moins 4Km du chevauchement de la Meije) , son subparallélisme avec la direction du clivage régional et avec celle des chevauchements intra-couverture .

Sa prolongation vers le Sud-Est , au delà du Col d'Arsine , le long de la bordure orientale du massif , puis sous les nappes de l'Embrunais-Ubaye , permettrait de le relier à l'accident de l'Argentéra .

III.1.2.2. Blocs de socle .

Le découpage en blocs de socle , par ces failles , est présenté dans la publication de J. BOUDON et Al. à l'échelle des Alpes françaises , et par la planche 15 à l'échelle du terrain . Il s'accompagne de phénomènes de chevauchement et de poinçonnement .

A. Le chevauchement .

J.P., GRATIER et Al. montrent que le chevauchement du Rochail (flèche vers le NW) résulte du jeu de blocs de socle dans un système 50° dextre .

B. Le poinçonnement .

Les relations supposées entre les mouvements de blocs de socle et le développement du clivage (phénomène de poinçonnement) ont été étayées par les observations de terrain (étude des "marches d'escalier" du socle et de la couverture au Sud

de la synforme de Besse-Les Deux Alpes (entre le glacier de Mont de Lans et le hameau de Cuculet) mais non vérifiées par les études théoriques (modèle numérique de J. BONDON -Thèse-).

III.2. MODÈLE DE DÉFORMATION

INTRODUCTION :

Selon le modèle de J. BOUDON et Al. (1976) l'évolution structurale résulterait d'une compression globale N-S persistante, s'exerçant sur un assemblage de blocs délimités par des failles 50° et 140°, à jeux respectivement sénestre et dextre, et par leurs "riedels".

Ce modèle n'est pas applicable ici en raison de l'importance des mouvements verticaux (dont il ne tenait pas compte) et de la disymétrie de la région étudiée. On notera en particulier que les relations entre le clivage S2 d'une part, et les accidents 50° et 140° d'autre part ne sont pas celles qu'on pouvait prévoir.

Ces difficultés nous ont conduit à proposer un autre modèle selon lequel le raccourcissement à l'échelle du terrain serait d'abord N-S, puis E-W même si le déplacement de certains blocs de socle s'effectue vers le Nord.

III.2.1. STADE -1-

III.2.1.1. Existence de plis P1 ?

S'il on peut admettre localement l'existence de plis P1 (petits objets du Col des Ruillands) et même d'une schistosité S1 (secteur savoyard), le problème reste posé pour l'ensemble du terrain.

La discussion doit tenir compte des données suivantes : 1) il existe des plis dont le plan axial n'est pas parallèle à S2, surtout développés dans des niveaux compétents ;

2) la linéation d'intersection (S2/S0) est ondulante dans le plan S2 ;

3) les sinuosités présentent une relation déterminée avec l'étirement-glissement (parallélisme de la "ligne axiale" et de X) ;

4) la schistosité S2 portant une linéation courbe peut être associée à un plan SM oblique , tel que X est l'intersection de S2 et SM , la linéation d'intersection sur ce plan est aussi déformée .

A priori , on peut envisager trois hypothèses:

~hypothèse 1 : une génération de plis anciens P1 est déformée par des plis P2 , synschisteux, avec glissement (plan a.b = S2) ;

~hypothèse 2 : les plis P2 synschisteux sont repris par un glissement hétérogène (ou non : cf SANDERSON, D.J.) tel que S2 soit le plan de glissement (a.b = S2);

~hypothèse 3 : les plis P2 synschisteux sont déformés par un glissement hétérogène (ou non) tel que la direction "a" soit contenue dans S2 mais que le plan de glissement ne soit pas confondu avec S2 (a.b \neq S2) .

Toutes ces hypothèses rendent compte de la courbure de la linéation (S2/S0) et du parallélisme entre la "ligne axiale" et l'étirement-glissement mais seules les hypothèses 1 et 3 expliquent également la présence de plis obliques à S2 et d'un plan SM .

Ainsi les données prises en considération au début de cette discussion ne permettent pas d'affirmer l'existence d'une phase 1 générale . Mais elles renforcent la présomption tirée des autres arguments (plis antérieurs aux P2 par lesquels ils sont déformés , présence de deux schistosités antérieures à S3) .

III.2.1.2. Importance régionale .

Compte tenu de leur orientation , les structures S1-P1 correspondraient à un raccourcissement N-S .

On est tenté d'établir une corrélation avec les plis du Dévoluy , mais un tel rapprochement pose un problème : en effet , les structures en question sont présentes dans les forma-

tions mésozoïques où elles sont recouvertes en discordance par le flysch , et dans le flysch lui-même . La chronologie dépend aussi de la façon dont on interprète la discordance .

Si elle est stratigraphique , les premiers plis sont équivalents à ceux du Dévoluy . Dans le flysch , ils figurent soit le premier stade d'un raccourcissement continu Nord-Sud (modèle de J. BOUDON et Al.) , soit la fin de la période du serrage initial Nord-Sud (modèle proposé) .

Si la discordance est tectonique , tous les plis sont syn à post-numulitique (modèle envisagé) .

III.2.2. STADE -2- .

Les stades 2 et 3 sont beaucoup mieux connus que le précédent . Le stade 2 , pour sa part , est caractérisé par un serrage E-W se traduisant par le pincement de la couverture dans des structures de socle et par son cisaillement (chevauchement vers l'Ouest) .

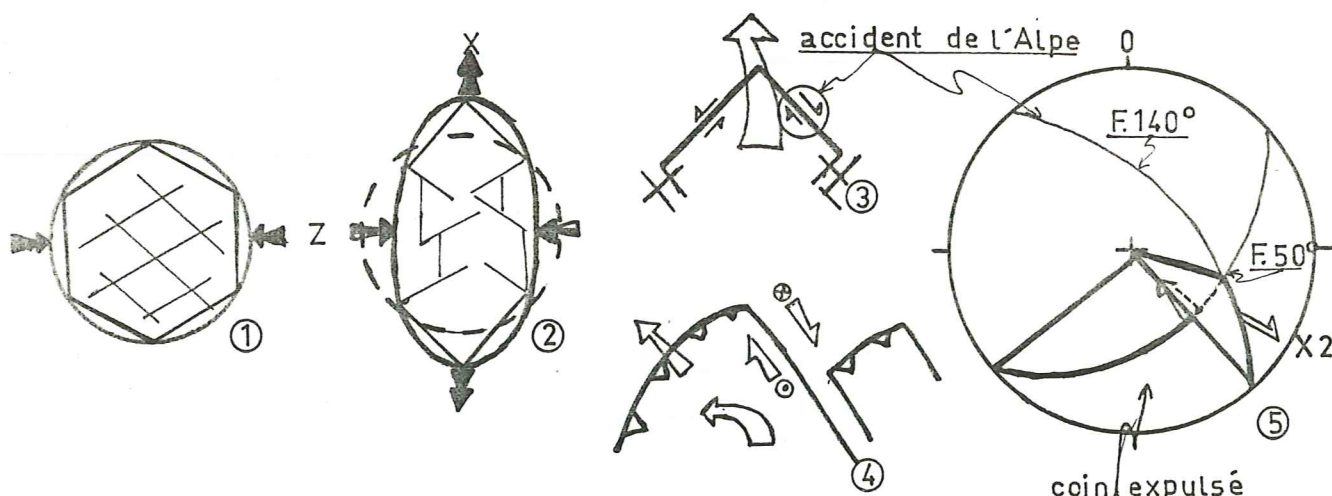
III.2.2.1. Observation cartographique .

La schistosité S2 est globalement N-S : elle correspond à un raccourcissement E-W .

La forme en "Y" renversé est due à un effet de poinçonnement du cristallin (mouvement local vers le Nord) conformément au modèle suivant .

On considère l'ensemble du Haut Dauphiné comme un objet polygonal se déformant au sein d'une matrice sous l'effet du serrage E-W (schéma 1) . Le raccourcissement E-W est compensé par une extension N-S (2) . Les mouvements propres au bloc nord du Haut Dauphiné sont représentés par le schéma n° 3 correspondant à la partie sud du terrain : la schistosité S2 se moule sur le socle .

A l'Ouest cette influence n'est pas sensible parce que la direction du clivage est essentiellement déterminée par la bordure des Grandes Rousses . Les mouvements observés au niveau du bloc de la Meije font l'objet des schémas n°4 et 5 : chevauchement vers le Nord-Ouest et l'Ouest pour la faille 50° et jeu dextre-normal pour la zone de l'accident de la Vallée de l'Alpe; dans ce dernier secteur la schistosité S2



SERRAGE E-W & EXPULSION DU BLOC NORD

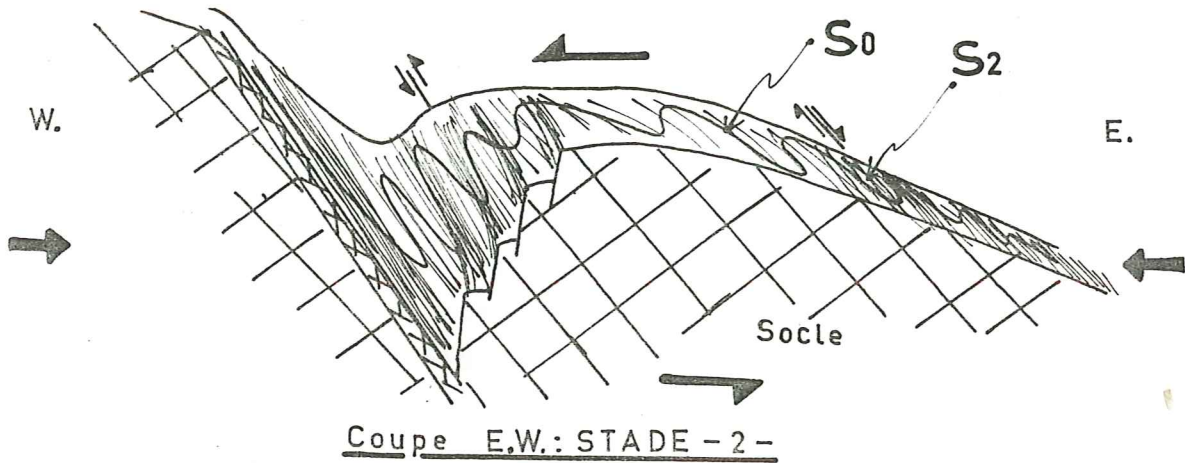
tend à se paralléliser à l'accident profond , son jeu dextre-normal (X2) résultant de l'engagement du mouvement profond sur le clivage . C'est cet étirement-glisement qui provoque , dans cette zone , la transposition des plis P1 dans S2 , et l'ondulation de la linéation (S2/S0) .

III.2.2.2. Observation en coupe .

En coupe le serrage et le cisaillement de la stratification se traduisent par des plis pincés dans des structures synclinales de socle , et déversés vers l'Ouest .

La densité et l'orientation du clivage sont fonction de la place dans la mégastructure : clivage plus serré dans les zones de pincement ou glissement , déversement général vers l'Ouest avec des variations de pendage liées à la topographie du socle sous-jacent .

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

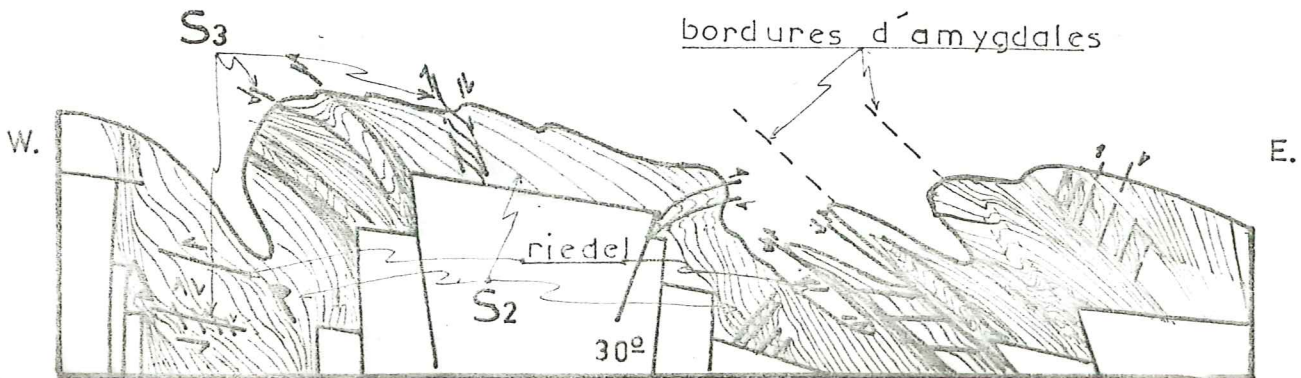


Le stade 2 est accompagné par un étirement -glissement dans S2 . Le sens du glissement à l'Ouest est tel qu'il conduit à un chevauchement (jeu inverse) ; à l'Est , au contraire , par rapport à S2 , le bloc supérieur descend (jeu normal en accord avec la mégastructure schématisée ci dessus) . Les conséquences de ces glissements sont d'une part le développement d'amygdales (la structure de la couverture devient discontinue) et d'autre part la déviation des axes P1 et P2 .

La schistosité apparaît alors comme l'anisotropie majeure dans laquelle s'engagent toutes les déformations , les mouvements s'accroissant encore au stade 3 .

III.2.3. STADE -3-

La déformation du socle s'effectue par l'accentuation des chevauchements et par échappement vers le haut du coin central (Plateau d'Emparis) et du massif des Grandes Rousses ,



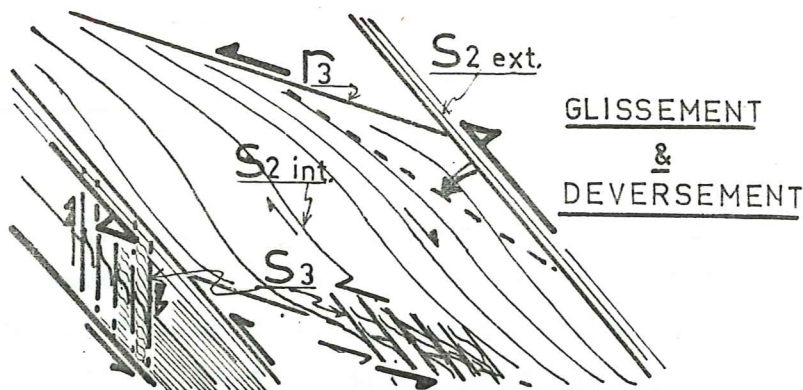
Coupe E.W.: STADE -3-

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

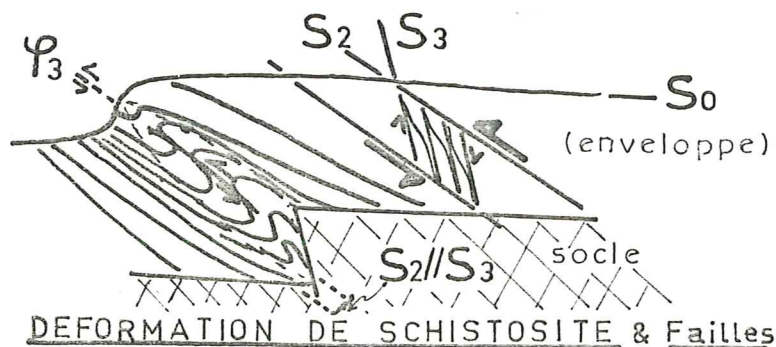
grace au jeu d'accidents subverticaux à tendance inverse .

La géométrie de la couverture (représentée par la coupe ci dessus à la fin de la phase 3) résulte de la combinaison de trois phénomènes :

-un déversement de la schistosité S2 dont le pendage tend à devenir plus homogène dans l'ensemble . Ce mouvement se produit dans un premier temps . Il est provoqué par le mécanisme figuré ci-dessous et conformément au glissement X3 .



-la localisation de la déformation , et notamment des plis P3 importants , dans d'étroites bandes de glissement . Le mouvement général de chevauchement vers l'Ouest engendre deux plans S3 : l'un accompagne le glissement principal dans S2 et l'autre le glissement d'ordre inférieur dans R3 . Hors de l'influence des accidents majeurs du socle ou de la couverture (chevauchement sur S2) , le jeu sur la schistosité S3 est "normal" (déscente du bloc supérieur vers l'Est) lorsque le pendage est vers l'Est , et "inverse" (montée du bloc supérieur vers l'Est) si le plan est penté vers l'Ouest .



tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

-un rétrochevauchement : les mouvements inverses sur les clivages à pendage ouest provoquent une torsion de la schistosité régionale S2 dont le pendage peut même devenir Ouest ; les plis P3 liés à des accidents de socle ou situés en bordure des amygdales de couverture , contribuent , dans une moindre mesure , à ce "rétro"déversement .

III.2.4. PLACE DU HAUT DAUPHINE DANS L'ARC ALPIN .

La bordure sédimentaire du Haut Dauphiné présente la même séquence de déformations que celle mise en évidence dans la région de La Grave -au style près , eu égard au matériau , et à la proximité des nappes à l'Est et au Sud-Est- séquence qui s'intègre dans un modèle où le raccourcissement , d'abord N-S , puis E-W , génère un cisaillement subhorizontal dans la couverture . Le modèle proposé (serrage et expulsion) pour expliquer la remontée du socle vers le Nord pourrait être transposé , à 90° près , à l'ensemble de l'Arc Alpin : la branche franco-italienne serait due à l'expulsion d'un mégabloc vers l'Ouest (d'où le mouvement apparent vers l'Ouest) . A l'échelle de la chaîne , l'hypothèse d'un déplacement persistant du socle vers le Nord , lié à la collision des blocs africain et européen envisagée dès 1916 par E. ARGAND , devient acceptable et permet d'intégrer l'ensemble des déformations .

BIBLIOGRAPHIE

Digitized by Google

BIBLIOGRAPHIE.

- ARGAND, E., (1916), - Sur l'arc des Alpes Occidentales - *Eclogae geol. Helv.*, vol. 14/1, pp. 145-191.
- ARNAUD, H., (1973), - Mise en évidence d'un important décalage antémiocène de sens sénestre le long de la faille de Presles (Vercors occidental).- *C.R.Ac.Sc.*, vol. 276, pp. 2245-2248.
- ARTRU, P., (1972), - Les Terres Noires du bassin rhodanien (Bajocien supérieur à Oxfordien moyen). Stratigraphie, sédimentologie et géochimie. - Thèse, Univ. Sc., Lyon-I.
- BARBIER, R. et BARFETY, J.C., (1972), - Les structures E-W de la zone ultra-dauphinoise du pays d'Arves et leur signification. - *Géol. Alpine*, vol. 48/2, pp. 151-158.
- BARTOLI, F., PECHER, A., VIALON, P. (1974), - Le chevauchement Meije-Muzelle et la répartition des domaines structuraux alpins du massif de l'Oisans (partie nord du Haut Dauphiné cristallin).- *Géol.Alpine*, vol. 50, 15 p.
- BOUDON, J. (1976), - Application de la méthode des Eléments Finis à l'approche mécanique d'un phénomène tectonique : le Poinçonnement (cas d'une couverture sédimentaire déformée par un mouvement d'un compartiment de son socle). - Thèse Docteur-Ingénieur, Univ. Sc. et Médic. Grenoble-I.
- BOUDON, J., GAMOND, J.F., et al., (1976), - L'arc alpin occidental : réorientation des structures primitivement E-W par glissement et étirement dans un système de compression global N-S ?.- *Eclogae geol. Helv.*, vol. 69/2, pp. 509-512.
- FABRE, P., ROBERT, J.P., (1975), - Analyse expérimentale des ruptures de la couverture liées à un mouvement décrochant du socle et applications. - *Ann. Soc. géol. Nord*, 1975, t. XCV, vol. 3, pp. 175-182.
- FERRY, S. (1978), - Cones d'épendage bioclastique en eau profonde et glissements sous-marins dans le Barrémien et l'Aptien inférieur vocontien de la Drôme; implications paléostratigraphiques.- Thèse 3ème cycle, Univ. Sc. Lyon-I.
- GRATIER, J.P., LEJEUNE, B., VERGNE, J.L., (1973), - Etude des déformations de la couverture et des bordures sédimentaires des massifs cristallins externes de Belledonne, des Grandes Rousses et du Pelvoux.- Thèses 3ème cycle, Univ. Sc. et Médic., Grenoble.
- GRATIER, J.P., et al., (1976), - Les variations longitudinales des valeurs d'aplatissement du synclinorium de Bourg d'Oisans, Alpes dauphinoises. Méthode de mesures et résultats.- 4ème Réunion ann. Sc. Terre, Paris, p. 208.

- GRATIER, J.P., (1978), - Mise en évidence de relation entre le changement de composition chimique et intensité de leur déformation. - Bull. Soc. géol. Fr. - à paraître -.
- GIDON, M., (1965), - Sur l'interprétation des accidents de la bordure méridionale du massif du Pelvoux.- Géol. Alpine, vol. 41, pp. 177-185.
- LACOMBE, J.C., (1970), - Etude pétrographique de la partie orientale du massif des Ecrins, Pelvoux : le complexe volcano-sédimentaire. - Thèse 3ème cycle, Fac. Sc. Grenoble.
- LEFORT, P., PECHER, A., (1971), - Géologie des terrains cristallins de la Meije (Alpes du Haut Dauphiné, France).- Géol. Alpine, vol. 47, pp. 69-78.
- MASSE, J.P., (1976), - Les calcaires urgoniens de Provence. Valanginien, Aptien inférieur. - Thèse, Univ. Sc. Aix-Marseille II.
- (PIJOLAT, B., (1978), - Les déformations des terrains secondaires de la région de Megève (Haute Savoie) : mise en évidence d'un zone de cisaillement dans un plan horizontal.- Thèse 3ème cycle, Univ. LYON-I.
- ROBERT, J.P., (1976), - Les décrochements, fracturations et mouvements de blocs associés; exemple des massifs subalpins dauphinois.- Thèse 3ème cycle, Univ. Sc. et Médic. Grenoble.
- SANDERSON, D.J., (1973), - The development of fold axes obliques to the regional trend.- Tectonophysics, vol. 16, pp. 55-70.
- VIALON, P., (1968), - Clivage schisteux : répartition et genèse dans le bassin mésozoïque de Bourg d'Oisans.- Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 44.
- VIALON, P. (1973), - Les déformations synschisteuses superposées en Dauphiné.- Bull. Suisse minéral. Pétro., vol. 54, n° 2-3, pp. 663-690.

PLANCHES

3564 An Planch...
1218 0-8


LISTE DES PLANCHES.

- PLANCHE 1 : LA REGION DE LA GRAVE
Extrait de 1/100.000^e PELVOUX-OISANS I.G.N. ; et principaux éléments topographiques.

- PLANCHE 2 : LA STRATIFICATION S₀, Aspect.
 - Photo 1 : Base de la série, intacte sur le socle, (de Route Nale, vue vers N.D. de Bon Secours et la cascade du Saut de la Pucelle).
 - Photo 2 : Résidu de stratification, * , (Torrent de la Valette ; x = 902,1 - y = 318,8 - z = 1820 ; secteur de Besse).
 - Photo 3 : Filonets plissotés : marqueurs de stratification, (Falaise de La Grave ; x = 919,95 - y = 312,80 - z = 1560 ; NE du village).
 - Photo 4 : Altération différentielle révélant S₀, (Crête de Bonnefin ; x = 902,0 - y = 316,5 - z = 1935 ; secteur de Besse).

- PLANCHE 3 : LA SCHISTOSITE REGIONALE S₂, Aspect.
 - Photo 1 : Induration différenciée dans S₂ = pseudostratification (Torrent du Gâ, source ; x = 907,88 - y = 318,80 - z = 2110 ; vallée des Buffes).
 - Photo 2 : Schistosité S₂ dans les calcaires, et réfraction (Clos des Chamois ; x = 916,1 - y = 314,7 - z = 2570 ; base S du Pic des Trois Evêchés).
 - Photo 3 : Schistosité S₂ : aspect le plus général (Cratère du Chazelet ; x = 911,40 - y = 312,90 - z = 1830 ; route du Chazelet).
 - Photo 4 : Schistosité dans le Dogger et plis à flancs étirés (Bloc éboulé de Serre Bernard ; x = 908,20 - y = 315,15 - z = 2370 ; flanc E Emparis).
 - Photo 5 : Schistosité et stratification parralèles (Torrent de la Valette ; x = 901,85 - y = 317,9 - z = 1600 ; secteur de Besse).

- PLANCHE 4 : ETIREMENT-GLISSEMENT X : marqueurs
 - Photo 1 : Bélemnites étirées dans le Carisien (Chalet Josserand ; x = 904,5 - y = 315,5 - z = 2250 ; flanc W Emparis).
 - Photo 2 : Remplissage dans S₂ : ouverture locale de S₂, (Coste Rouge ; x = 912,20 - y = 314,60 - z = 2270 ; Crête au dessus des Terrasses).
 - Photo 3 : Manifestation de l'étirement sur fossiles, orientations intense de la roche, halos (Ech. de bordure des Grandes Rousses).
 - Photo 4 : Double boudinage sur remplissage de S₂ (Pli de Côte Longue ; x = 913,28 - y = 312,00 - z = 1720 ; face au village de La Grave).

* La mire  visible sur les photos mesure 20 cm.

● PLANCHE 5 : LA SCHISTOSITE LOCALE S₃ : Aspect.

- Photo 1 : Schistosité grossière coupant S₀ et S₂ (Coste Rouge ; x = 912,20 - y = 314,60 - z = 2270 ; Crête au dessus des Terrasses).
- Photo 2 : Schistosité S₃ : faciès analogue à S₂ (Torrent de la Chabannerie ; x = 909,5 - y = 316,5 - z = 2000 ; Vallée des Buffes).
- Photo 3 : Schistosité S₃ typique (Crête du Coin Querellé ; x = 910,93 - y = 315,47 - z = 2230 ; Vallée des Buffes).
- Photo 4 : Petit kink dans une flexure de S₂ (Crête de Bonnefin ; x = 902,0 - y = 316,15 - z = 1935, au dessus de Besse).
- Photo 5 : Kink et remplissage associé (Ech. de la base du Pas de l'Ane ; x = 918,15 - y = 309,27 - z = 1800 ; Vallée de l'Alpe de Villar).

● PLANCHE 6 : LES FAILLES

- Photo 1 : Les chevauchements du Combeynot (Massif du Combeynot vu depuis les Cours).
- Photo 2 : Le chevauchement de la Meije (Massif de la Meije vu depuis le Ventelon).
- Photo 3 : Faille de Chal Vachère (vue depuis la rive droite du torrent de la Béou, sous le chalet de Chal Vachère).
- Photo 4 : Faille bordière des Grandes Rousses, entre Houiller et Lias (vue depuis le barrage du Chambon).

● PLANCHE 7 : FRACTURES, DIACLASES, JOINTS

- Photo 1 : Fractures sèches disposées en un réseau régulier (Torrent de la Valette ; x = 902,1 - y = 318,8 - z = 1820 ; secteur de Besse).
- Photo 2 : Petites fentes de calcite dans un banc calcaire (Crête du Pic Buffe ; x = 910,0 - y = 316,5 - z = 2230 ; frontière savoyarde).
- Photo 3 : Joint potentiel (Torrent de la Valette ; x = 902,5 - y = 319,5 - z = 1760 ; secteur de Besse).
- Photo 4 : Fentes décalées par le glissement sur S₂ (Torrent de Taud ; x = 910,5 - y = 315,9 - z = 2040 ; vallée des Buffes).
- Photo 5 : Joint potentiel ayant évolué en joint de cisaillement (Route N^{ale} de La Grave ; en amont du village).

● PLANCHE 8 : PLIS P₂ : Style.

- Photo 1 : Filonet plissé : flanc normal (Nouvelle route de Ventelon ; x = 912,72 - y = 313,27 - z = 1750 ; sous le hameau du Ventelon).

- Photo 2 : Plis hectométriques de Côte Longue (vue depuis La Grave, vers Côte Longue et La Chave).
- Photo 3 : Schistosité, stratification et intersection (chemin des ardoisières de Singuigneret ; $x = 902,1 - y = 312,2 - z = 1350$; au dessus du Chambon).
- Photo 4 : Pli dans le Carixien des Rivets (Crête des Rivets ; $x = 910,55 - y = 315,45 - z = 2142$; Vallée des Buffes).
- Photo 5 : Pli P_2 dans un calcaire massif (Coste Rouge ; $x = 912,20 - y = 314,60 - z = 2270$; crête dominant les Terrasses).
- Photo 6 : Pli à flancs étirés (bloc éboulé de Serre Bernard ; $x = 908,20 - y = 315,14 - z = 2370$; flanc E d'Emparis).

● PLANCHE 9 : PLIS P_3 : Style.

- Photo 1 : P_2 déformés par P_3 (bloc éboulé de Serre Bernard ; $x = 908,20 - y = 315,14 - z = 2370$; flanc E d'Emparis).
- Photo 2 : Zone de plis P_3 subparallèle à S_2 (Torrent de la Chabannerie ; $x = 910,2 - y = 316,8 - z = 2100$; Vallée des Buffes).
- Photo 3 : Divers "strain-slip" = P_3 (Ech. du chalet du Rif Tord ; $x = 905,45 - y = 314,25 - z = 2240$; flanc W d'Emparis).
- Photo 4 : Pli coffré (Ech. de Serre Bernard ; $x = 909,28 - y = 312,82 - z = 2250$; flanc E d'Emparis).
- Photo 5 : Voussure de S_2 (Sud de l'Echine de Praouat ; $x = 901,8 - y = 318,9 - z = 1950$; secteur de Besse).

● PLANCHE 10 : PLIS P_3 : Style -suite-

- Photo 1 : Plis coniques en relais (Ech. du Gros Têt ; $x = 907,70 - y = 315,40 - z = 2515$; flanc E d'Emparis).
- Photo 2 : Amortissement de P_3 déversé (rive gauche du torrent du Ferrand ; $x = 901,47 - y = 316,42 - z = 1500$; face aux Clavans, secteur de Besse).
- Photo 3 : P_3 en tuile (Ech. du chalet du Rif Tord ; $x = 905,45 - y = 314,25 - z = 2240$; W d'Emparis).

● PLANCHE 11 : ETIREMENT-GLISSEMENT ET STRUCTURES ASSOCIEES

- Photo 1 : Différence de réorientation entre calcaires et marnes sur un pli P_1 (Clos des Chamois ; $x = 915,7 - y = 314,5 - z = 2360$; sous les Trois Evêchés).
- Photo 2 : Aspect d'une linéation totalement réorientée (Crête de Bonnefin ; $x = 902,5 - y = 316,5 - z = 1840$; près de Besse).

- Photo 3 : Découpage complexe sur S_0, S_2, SM : réorientation inhomogène (Ech. du Petit Têt ; $x = 908,74 - y = 314,68 - z = 2370$; flanc E d'Emparis).
- Photo 4 : Diverses linéations plus ou moins réorientées (Ech. de Serre Bernard ; $x = 902,02 - y = 314,60 - z = 2330$; flanc E d'Emparis).
- Photo 5 : Surface SM intégrant les discontinuités parallèles à X (détail d'un échantillon précédent).

● PLANCHE 12 : DECOUPAGE S_2-S_0

- Photo 1 : Amygdales emboîtées S_2-S_0 dans un niveau compétent (route de Besse ; $x = 900,8 - y = 314,5 - z = 1265$).
- Photo 2 : Découpage et rotation dans un grand flanc normal - (nouvelle route de Ventelon ; $x = 912,72 - y = 313,27 - z = 1750$; sous le hameau de Ventelon).
- Photo 3 : détail de la précédente (id.).

● PLANCHE 13 : AMYGDALES S_0, S_2, S_3

- Photo 1 : Mégaamygdales du flanc E d'Emparis (Serre Bernard au Gros Têt, vue depuis la Crête des Orliers, rive gauche des Buffes).
- Photo 2 : Amygdale S_0, S_2, S_3 décimétrique (Ech. de la faille de Chal Vachère et de la Chapelle du Rivet du Bas).
- Photo 3 : Lentille liée à un glissement dans S_2 (Carixien de la falaise des Rivets ; $x = 910,12 ; y = 316,02 - z = 2085$; Vallée des Buffes).
- Photo 4 : S_3 et flexures de S_2 dans une zone de glissement (même provenance que précédemment).

● PLANCHE 14 : FLEXURES DE S_2

- Carte : $1/50.000^e$ (abords de La Grave) : trace de direction horizontale de S_2 .
- Schéma : interprétation des flexures.

● PLANCHE 15 : BLOCS DE SOCLE

- Carte : $1/100.000^e$, OISANS-PELVOUX, I.G.N.

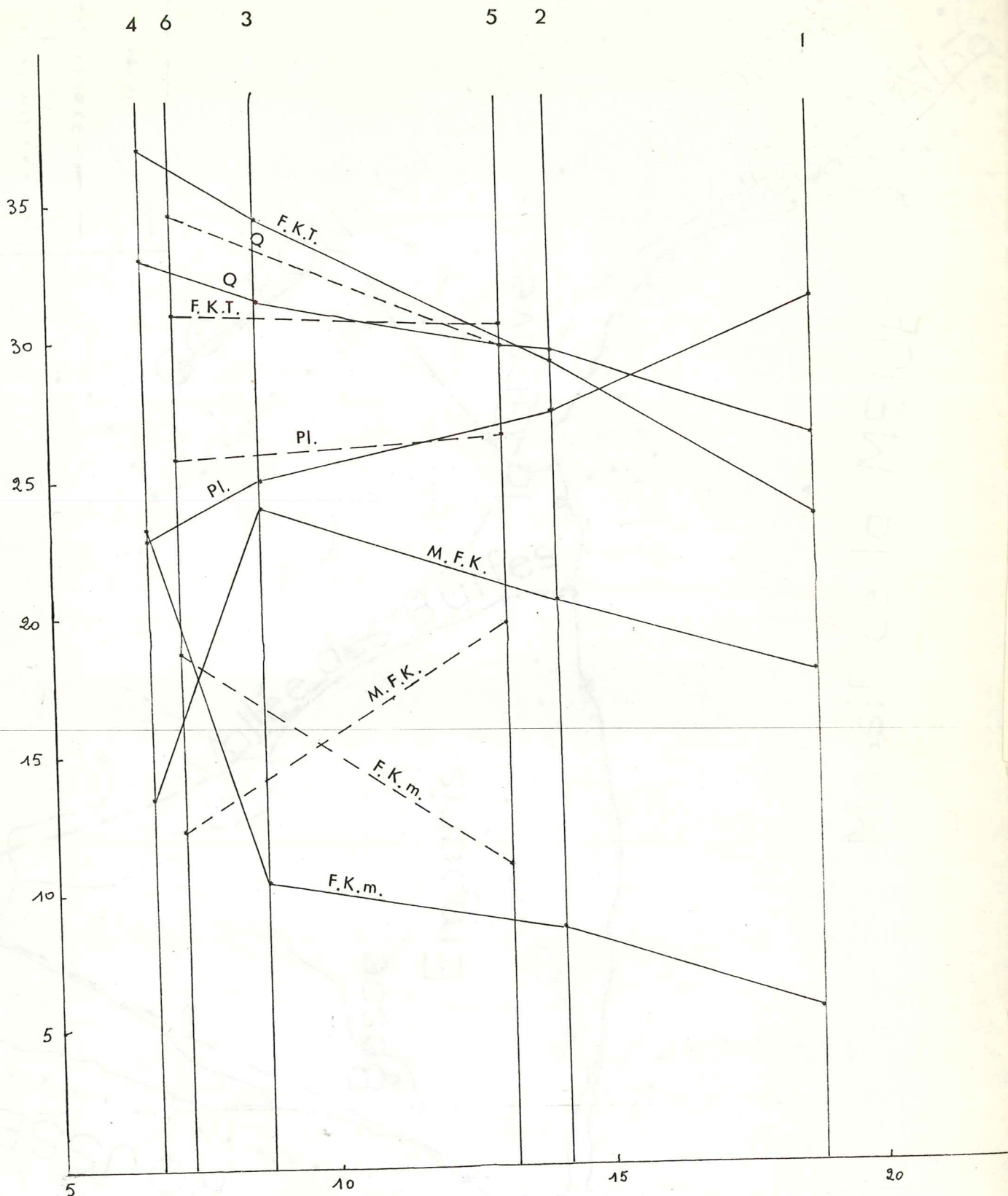
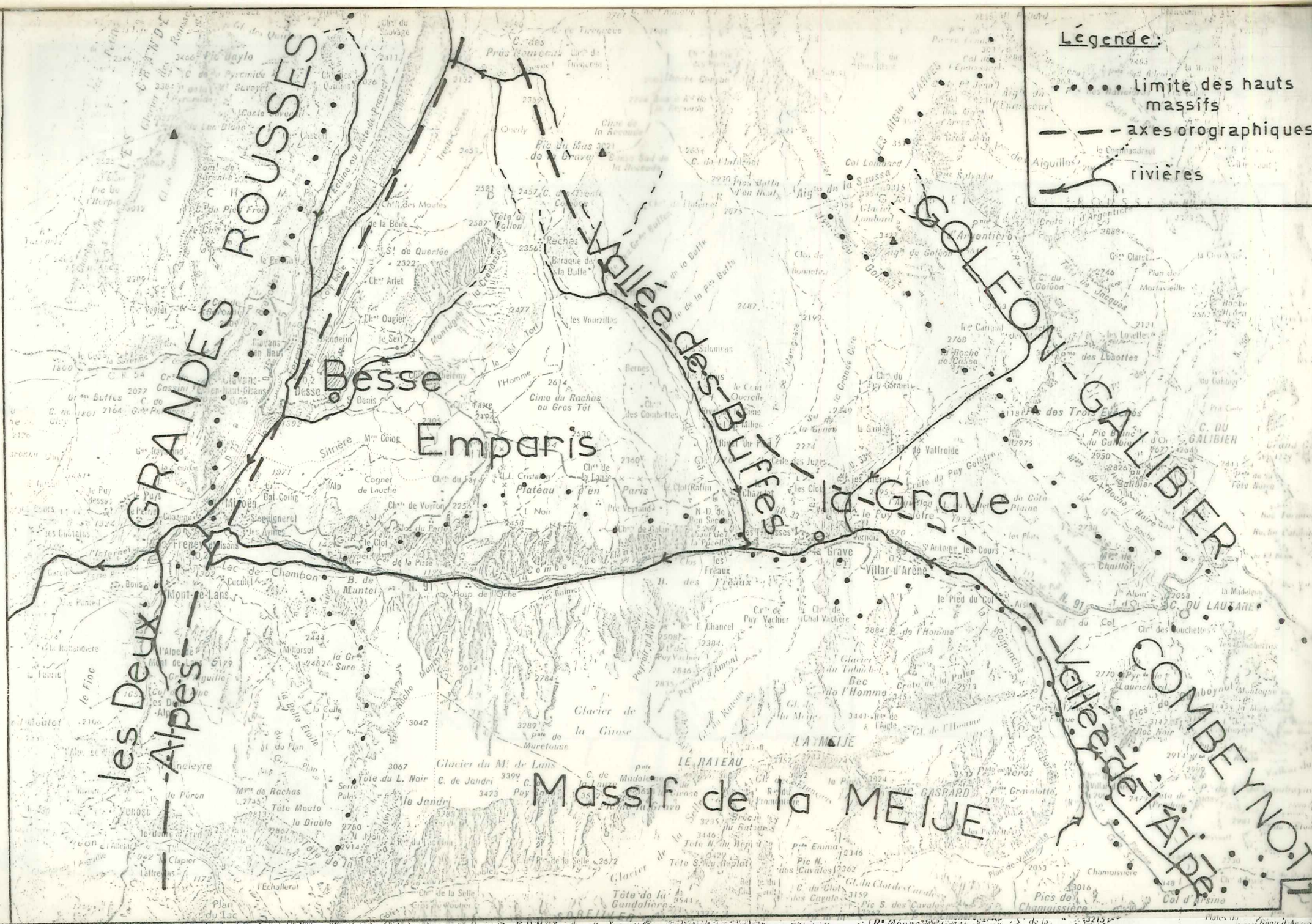


Planche : 7

Diagramme montrant la variation de la composition minéralogique modale de la roche totale en fonction de la teneur en biotite (d'après J.P. COUTURIE 1977)

- I : granite sombre ; 2 : gr. intermédiaire ; 3 gr. clair ;
- 4 : gr. pegmatoïde
- 5 ; gr. de St Cierge
- 6 : gr. de l'Eyrieux



Légende:

- limite des hauts massifs
- axes orographiques
- ~ rivières

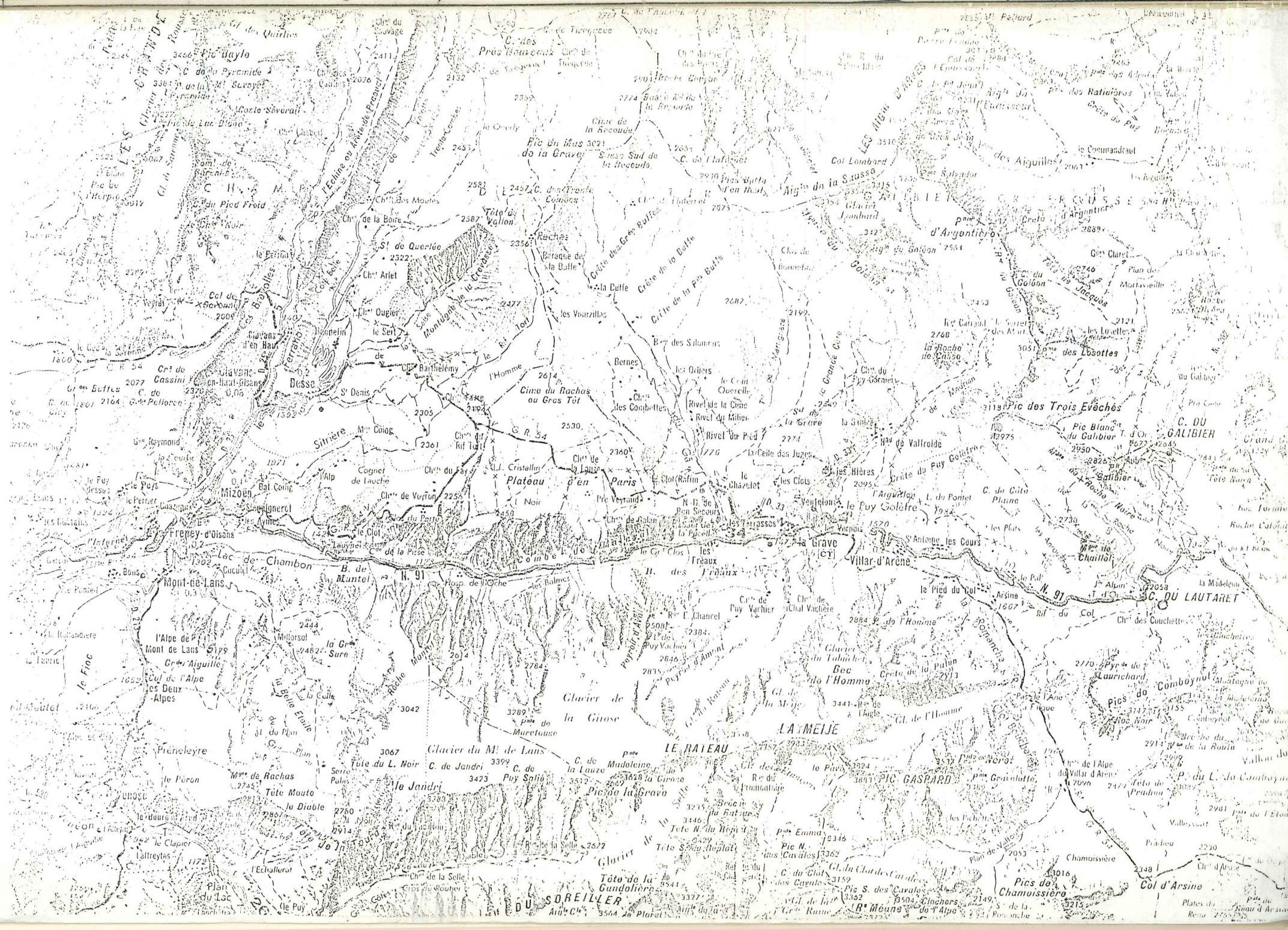
GRANDES ROUSSES
 les Deux Alpes
 Alpes

Besse
 Emparis

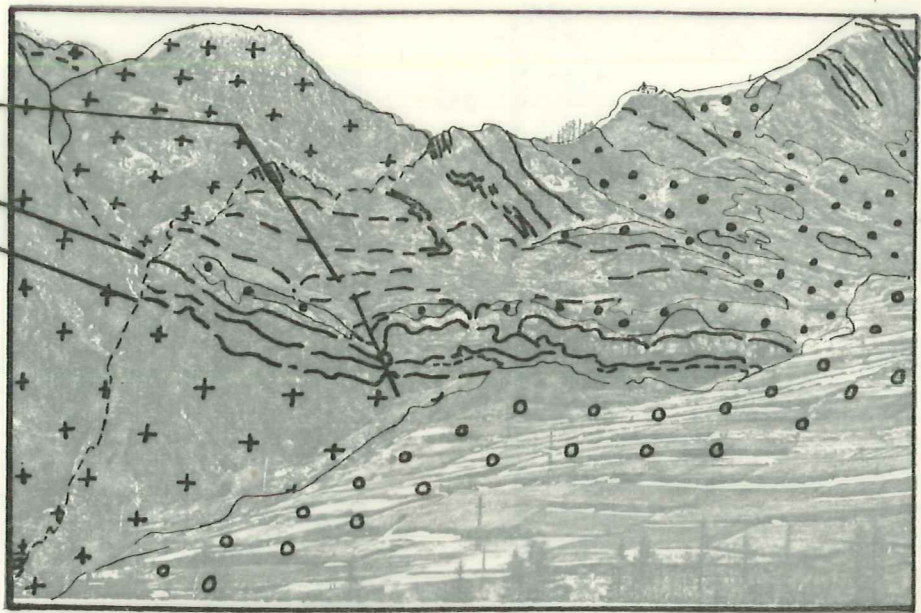
Massif de la MEIJE

VALLEE DES BUFFES
 la Grave
 VALLEE DE L'ALPE
 VALLEE DE L'ÂPRE
 COMBE Y NOIRE

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



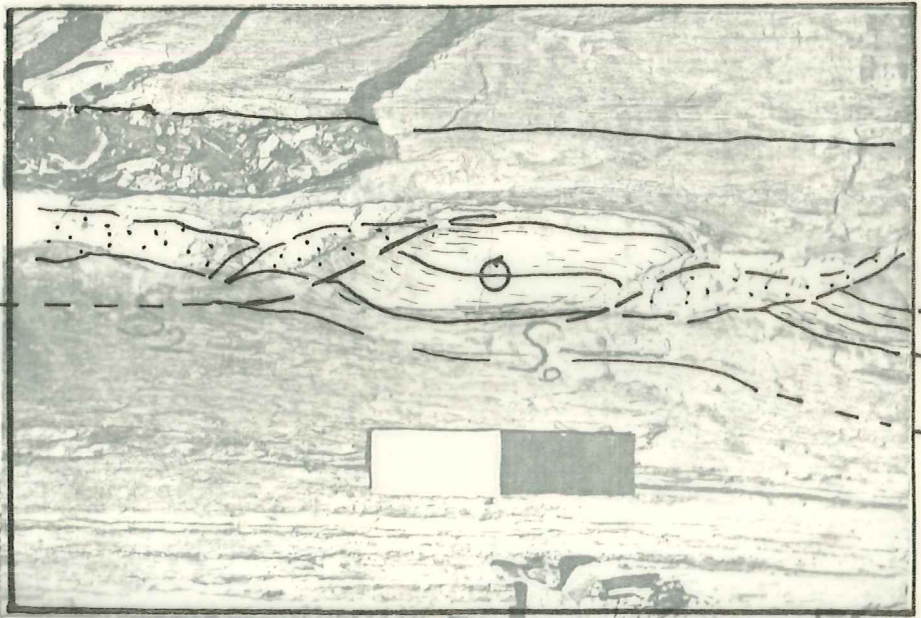
ias
rias
socle



S0 DE BASE

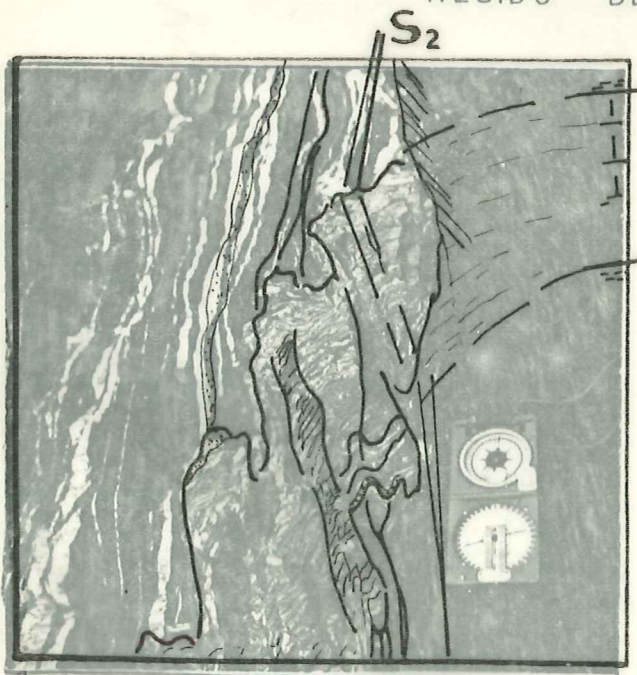
1

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



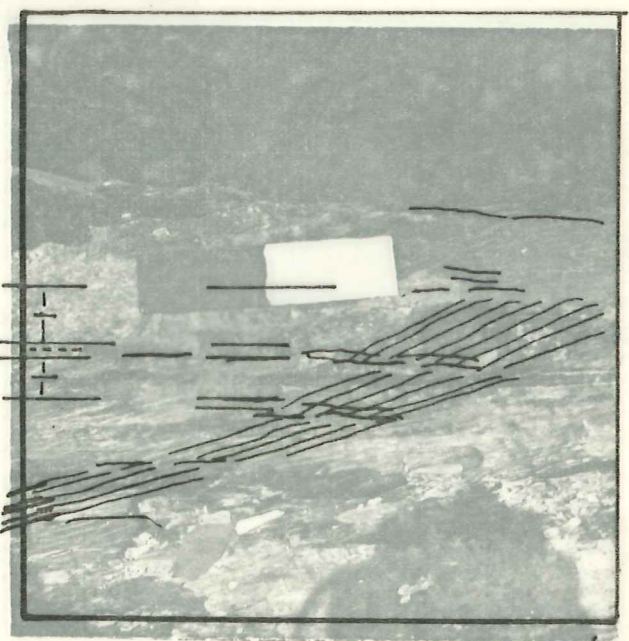
"RÉSIDU" DE S0

2



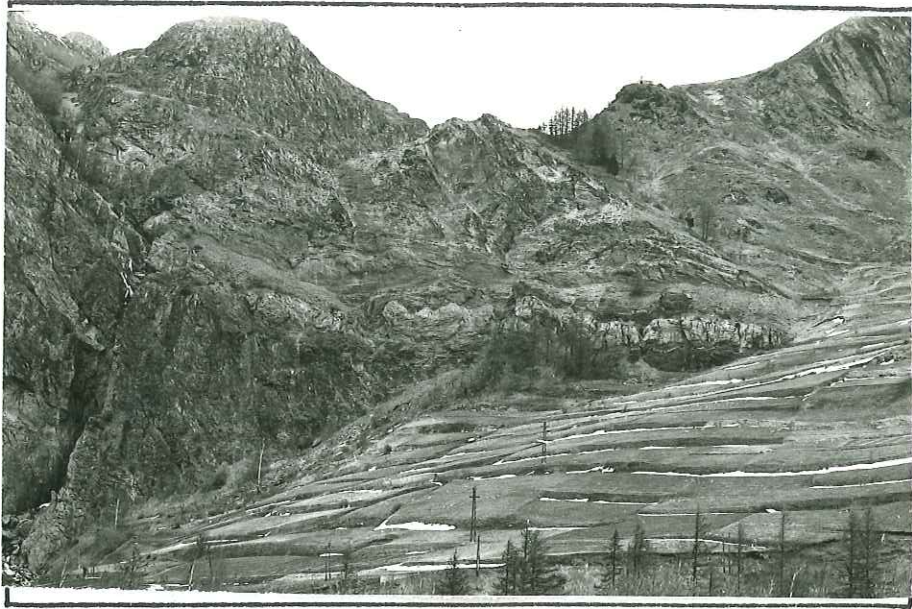
FILONNET = S0

3



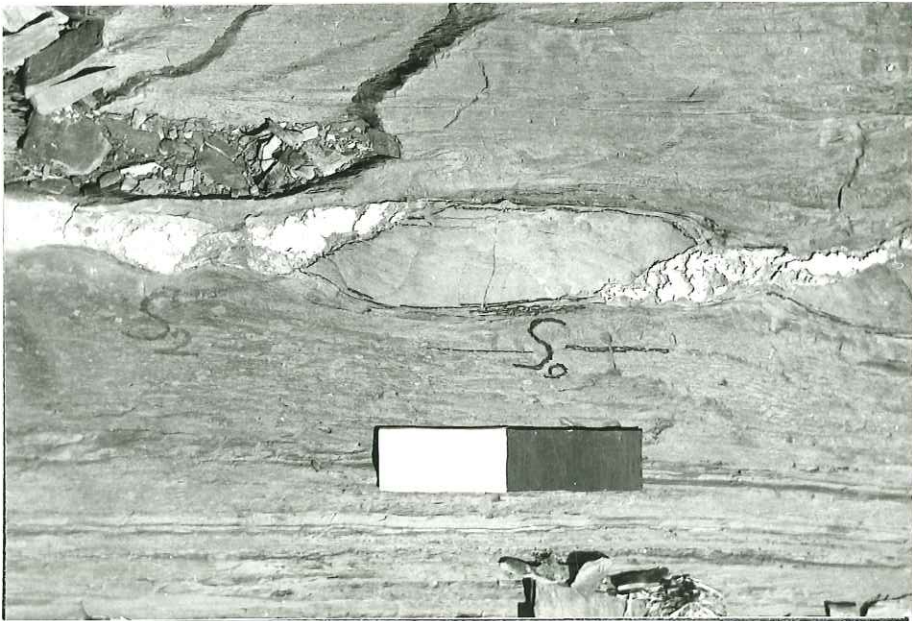
S0 & ALTERATION Dif!

4



S₀ DE BASE

1



breakage

"RÉSIDU" DE S₀

2



FILONNET = S₀

3

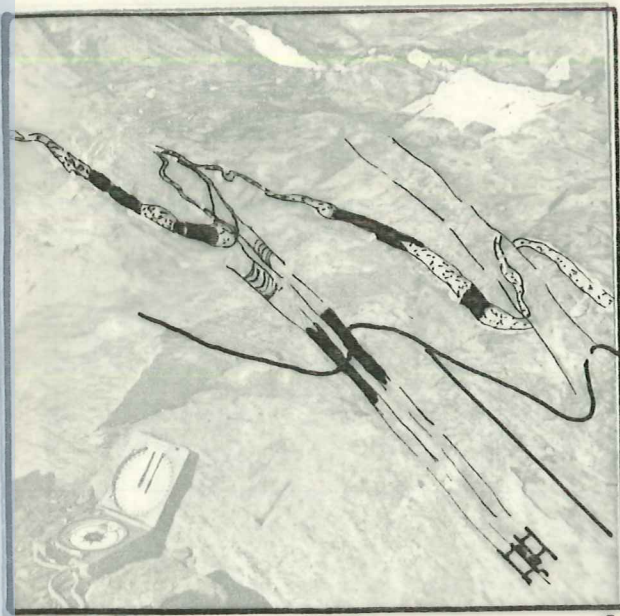


S₀ & ALTERATION Diff

4

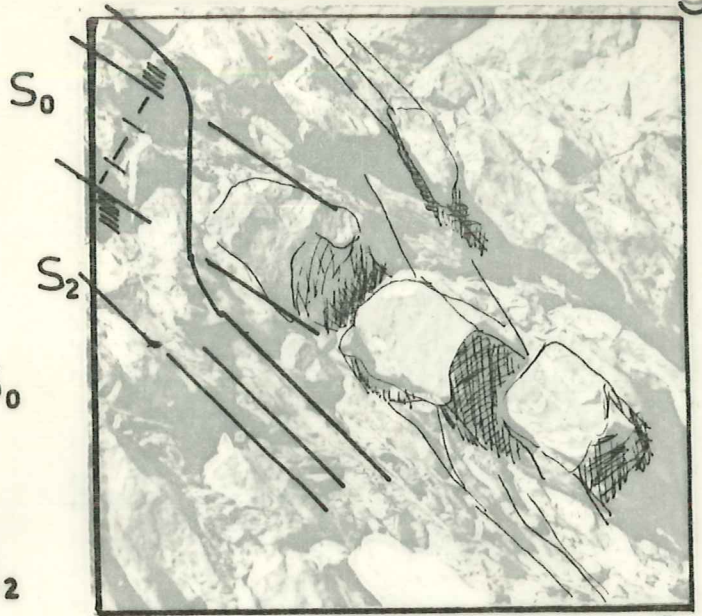
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



PSEUDO-STRATIFICATION

1



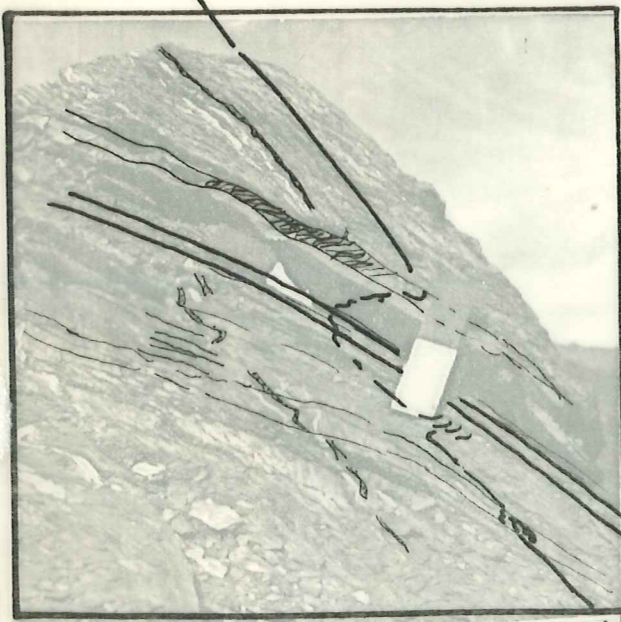
REFRACTION

2



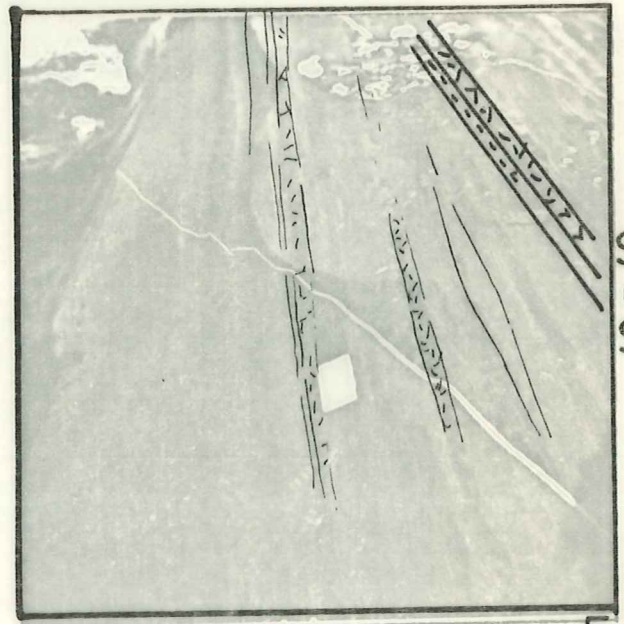
S2: ASPECT GENERAL

3



S0 & S2 DANS LE DOGGER

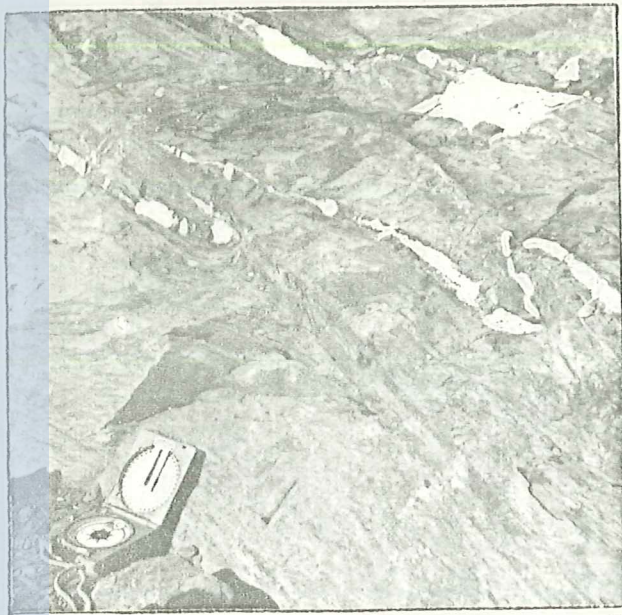
4



S0 & S2 PARALLELES

5

S0 = S2



PSEUDO-STRATIFICATION

1



REFRACTION

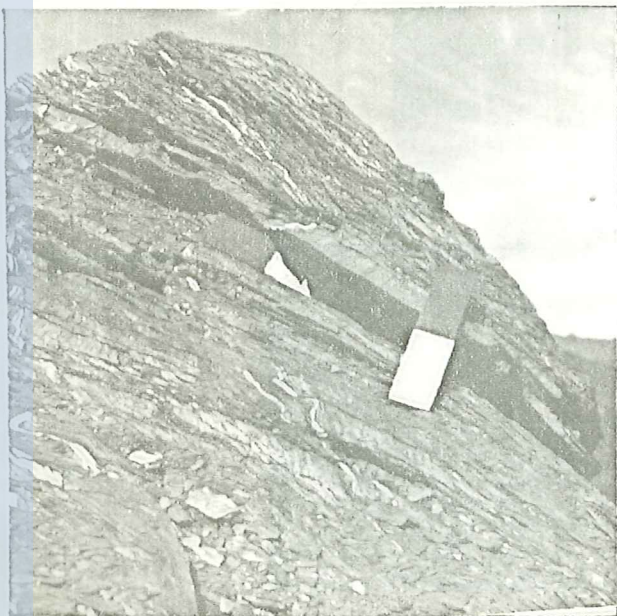
2

3



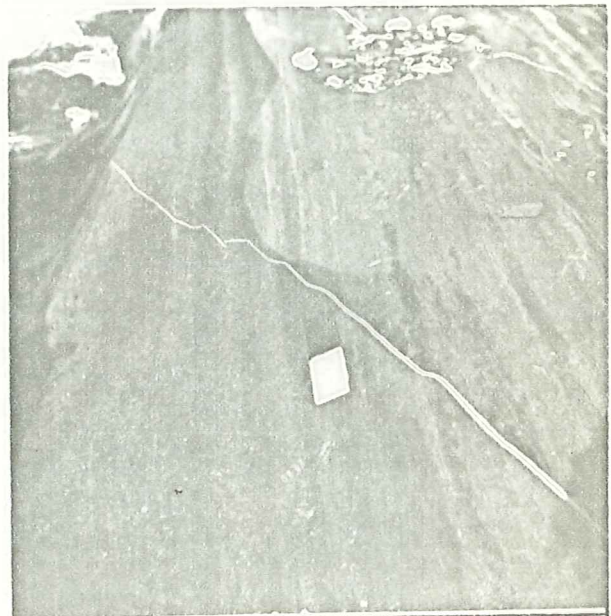
S₂ : ASPECT GENERAL

3



S₀ & S₂ DANS LE DOGGER

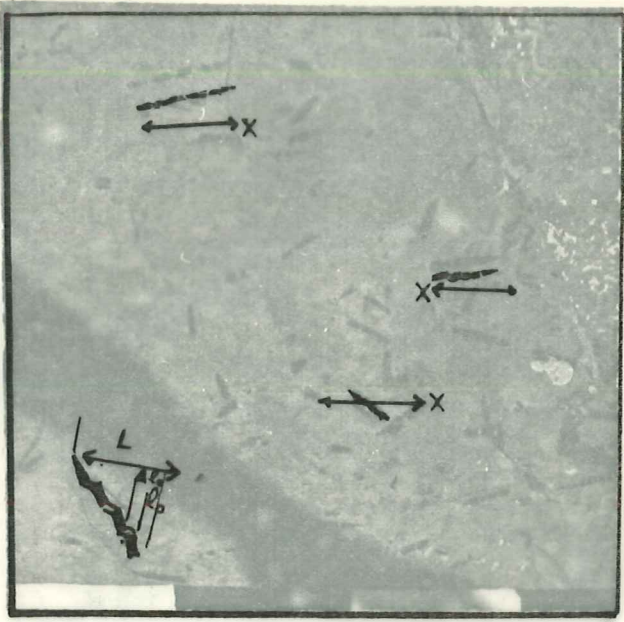
4



S₀ & S₂ PARALLELES

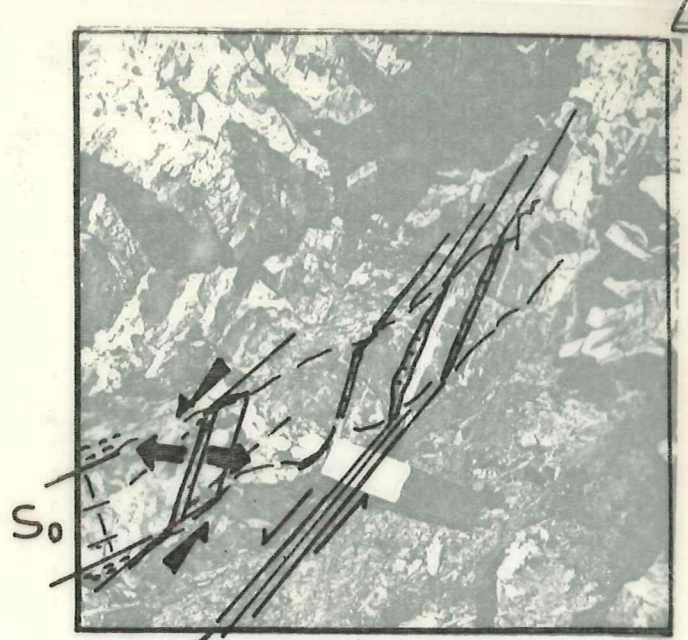
5

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



BELEMNITES ETIREES

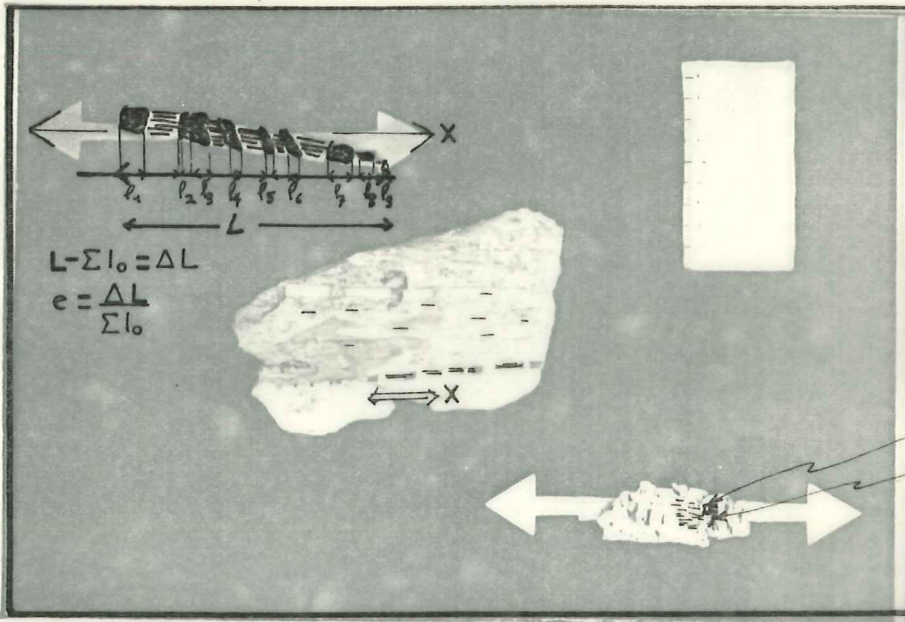
1



REPLISSAGE DANS S2

2

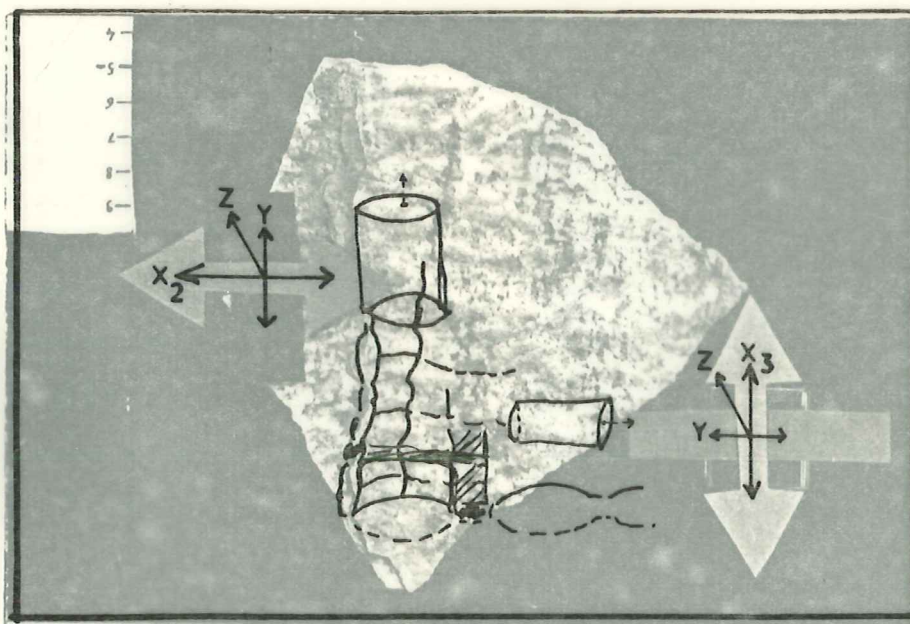
4



fantôme de pyrite fibres

ETIREMENT

3



DOUBLE BOUDINAGE

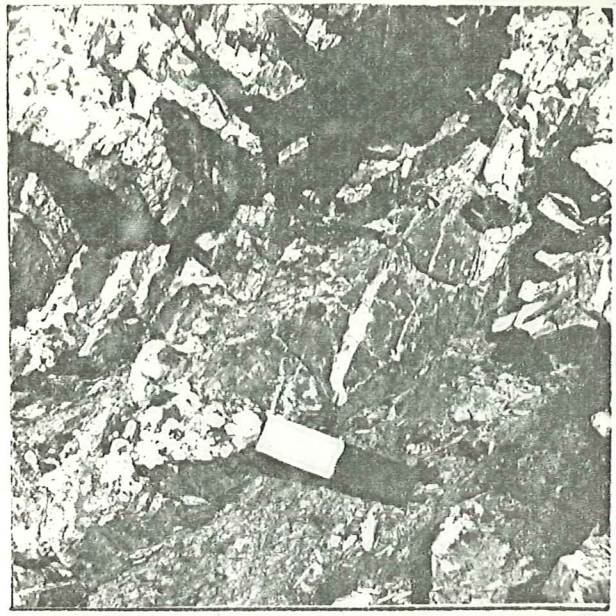
4

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



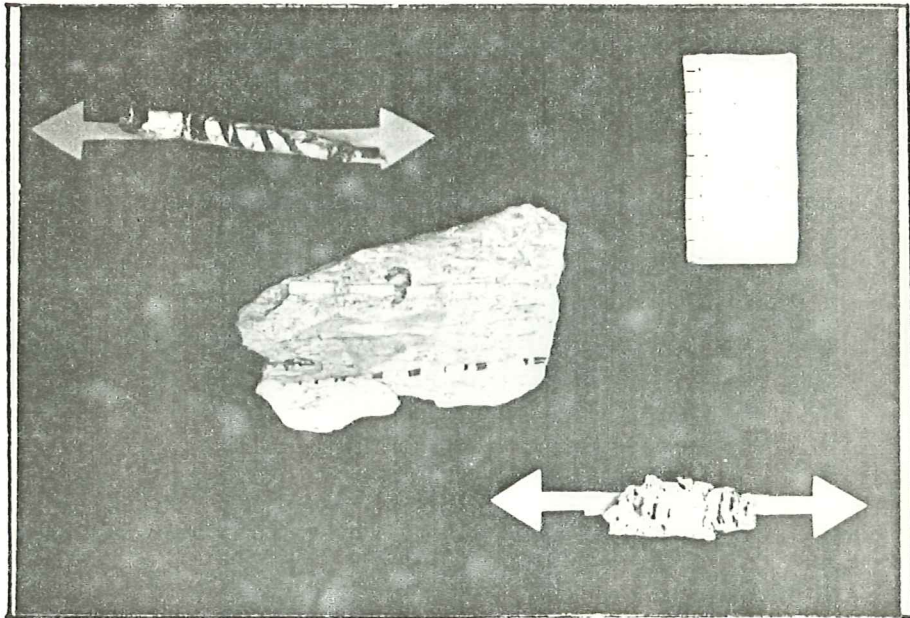
BELEMNITES ETIREES

1



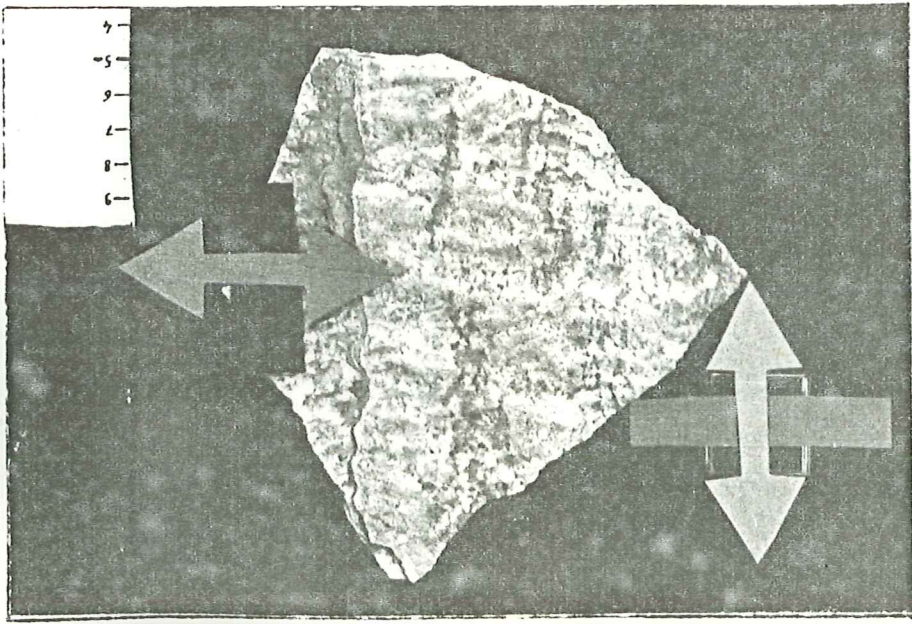
REPLISSAGE DANS S2

2



ETIREMENT

3



DOUBLE BOUDINAGE

4

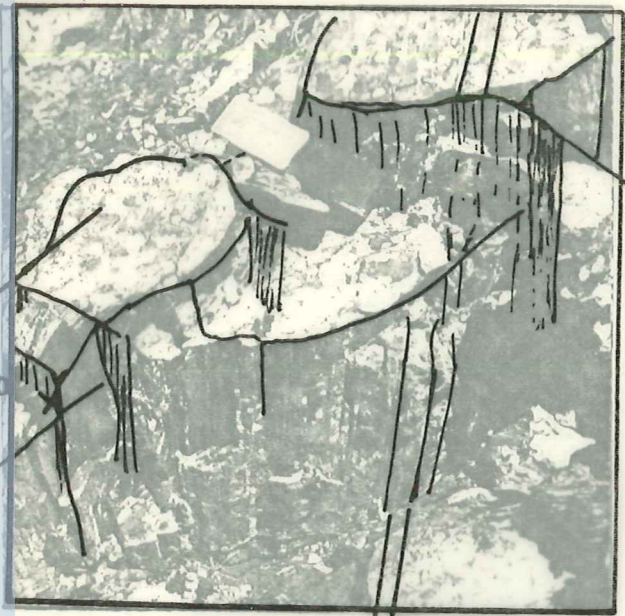
4

3

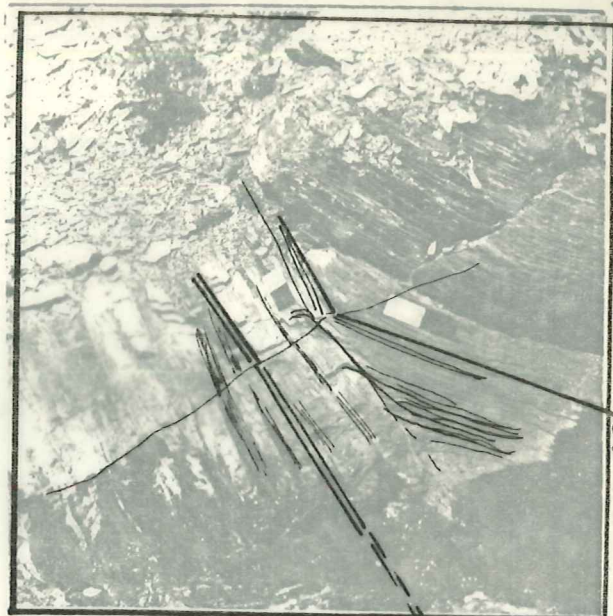
S2

33

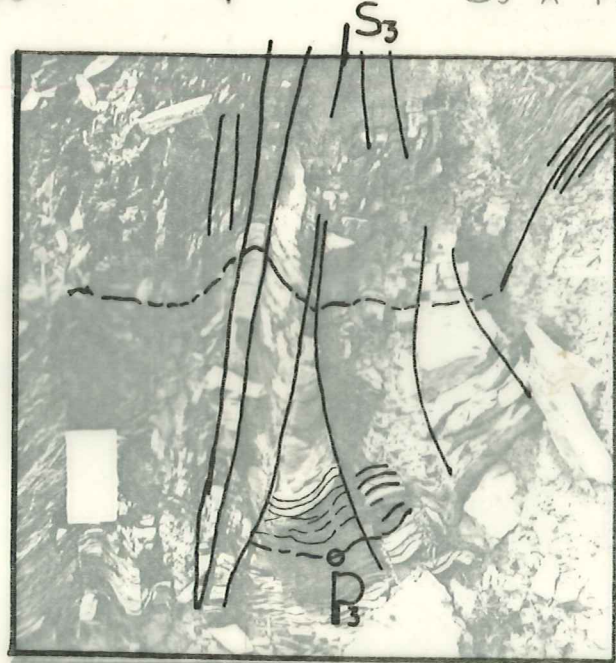
2



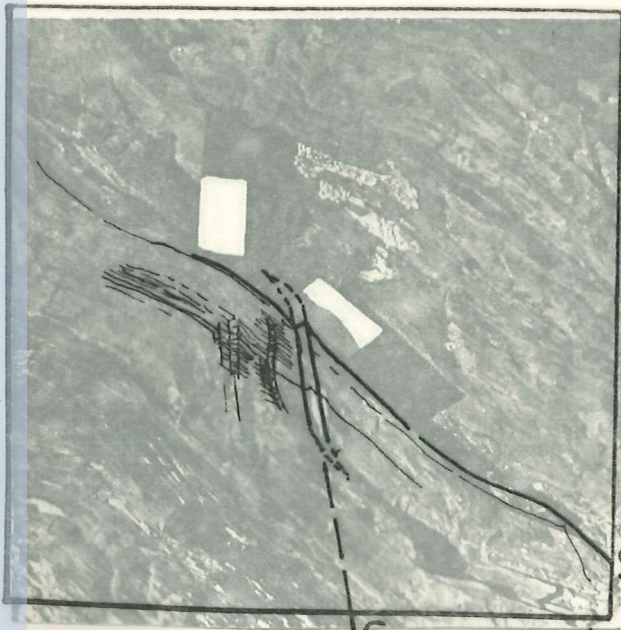
FRACTURES = S3 1



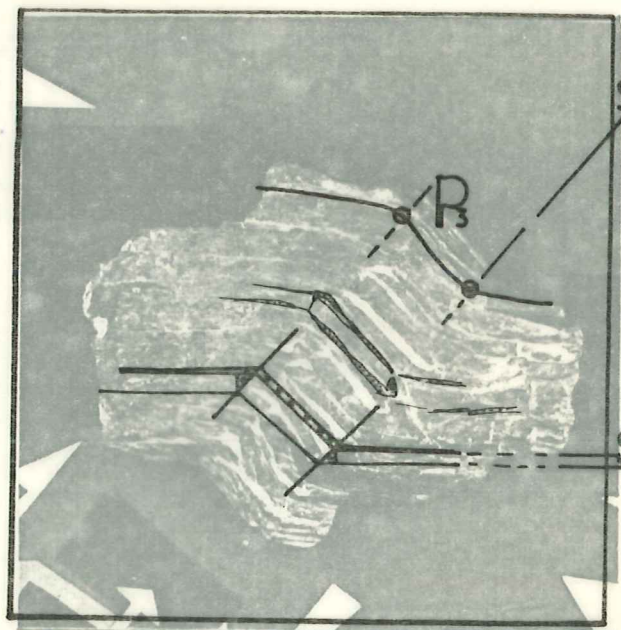
S3 A FACIES S2 2



S3 TYPIQUE 3



MINI-KINK 4



KINK 5

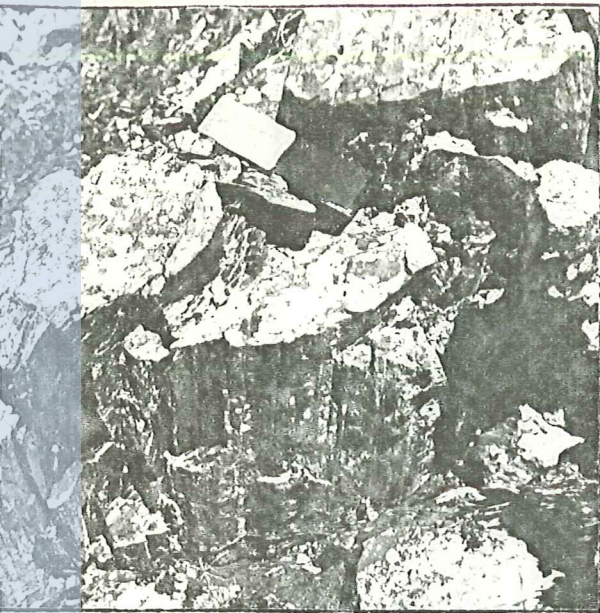
3

S2

S3

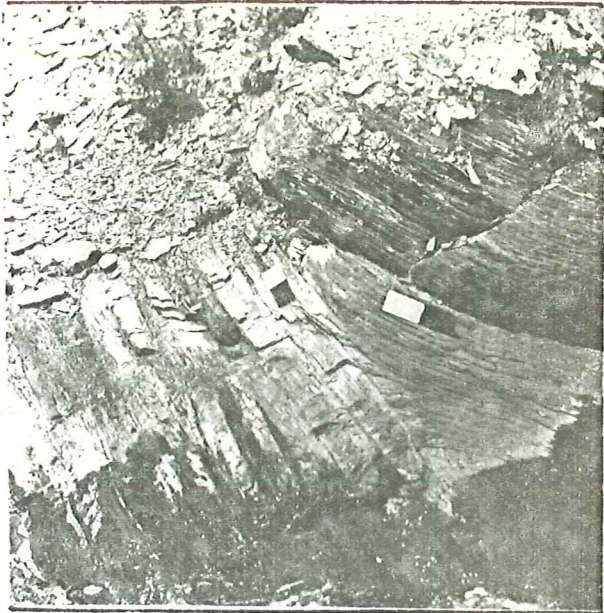
3

5



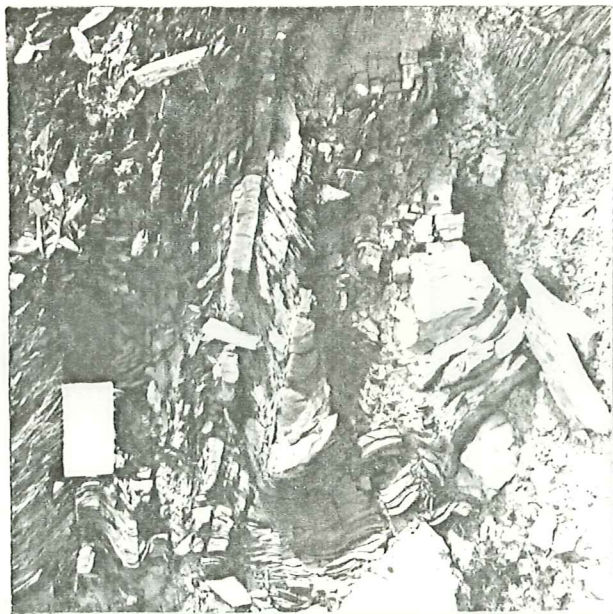
FRACTURES = S3

1



S3 A FACIES S2

2



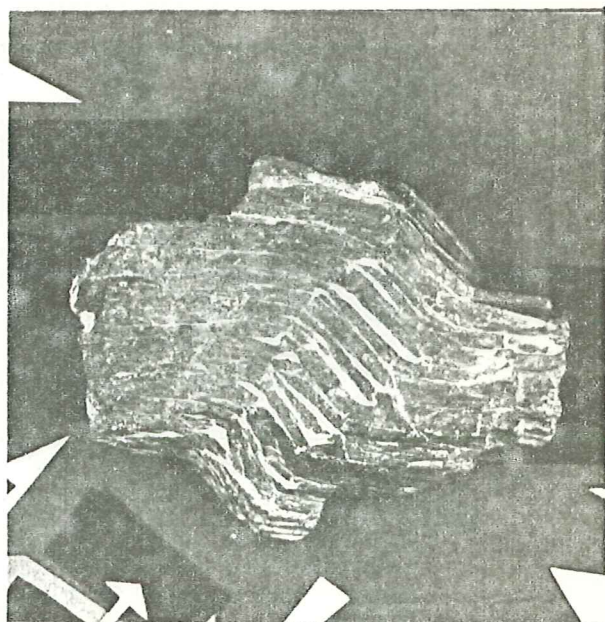
S3 TYPIQUE

3



MINI-KINK

4



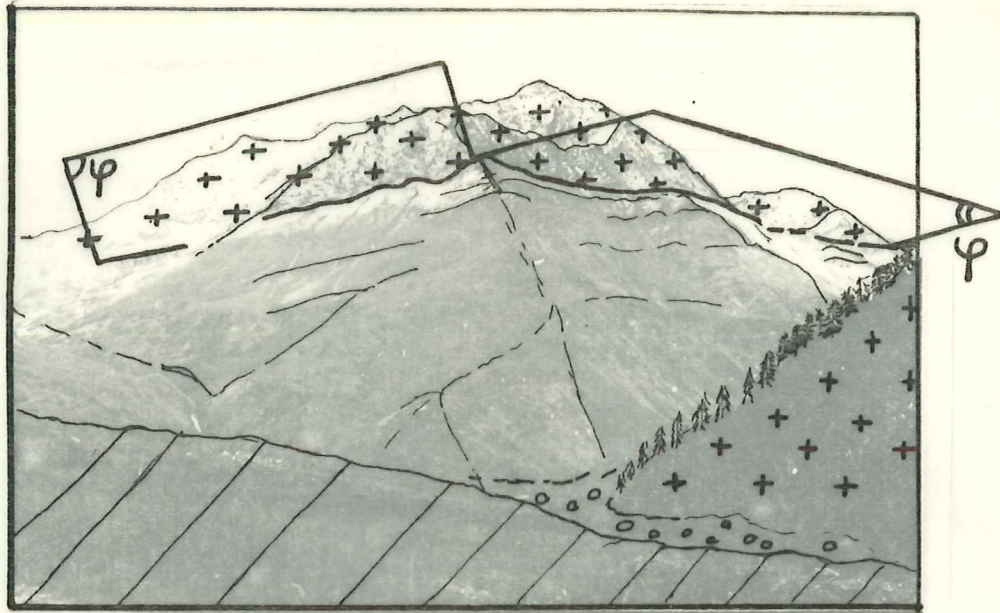
KINK

5

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

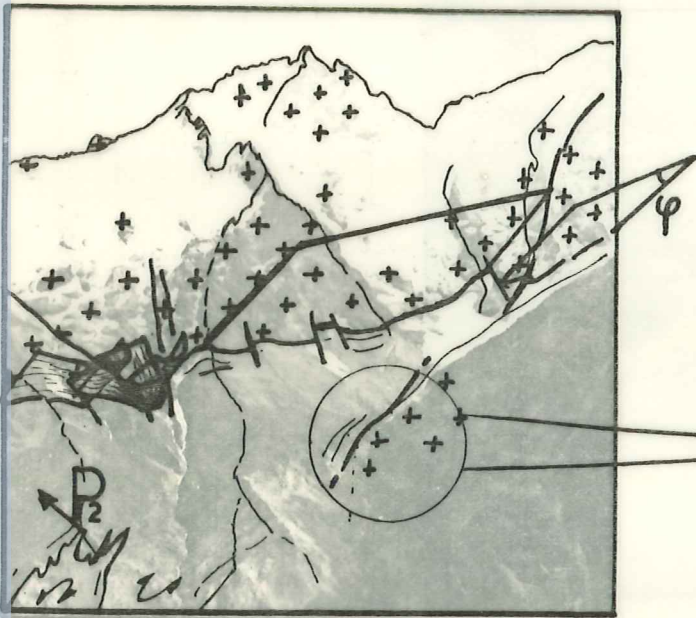
5

5



CHEVAUCHEMENTS DU COMBEYNOST

1



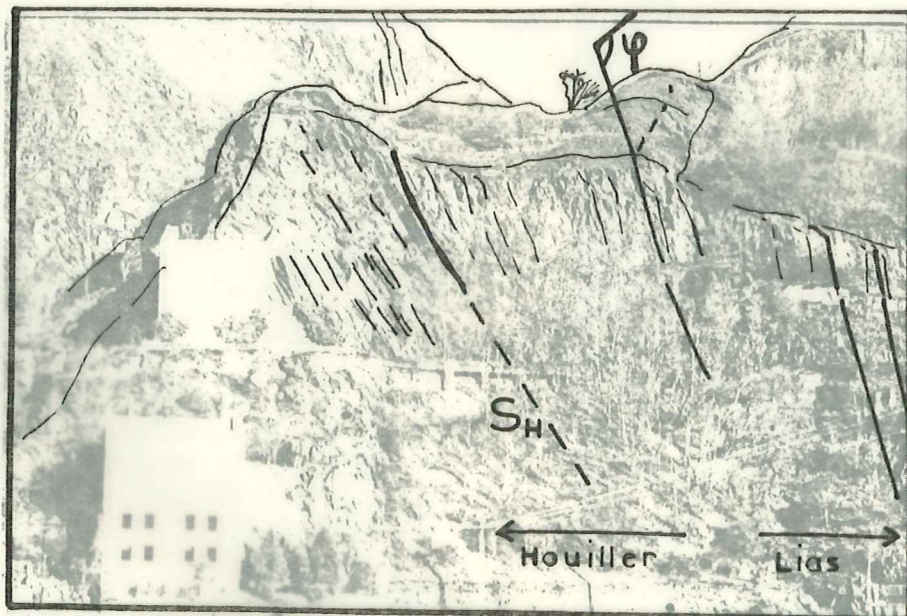
CHEVAUCHEMENT DE LA MEIJE

2



FAILLE DE CHAL-VACHERÈ

3



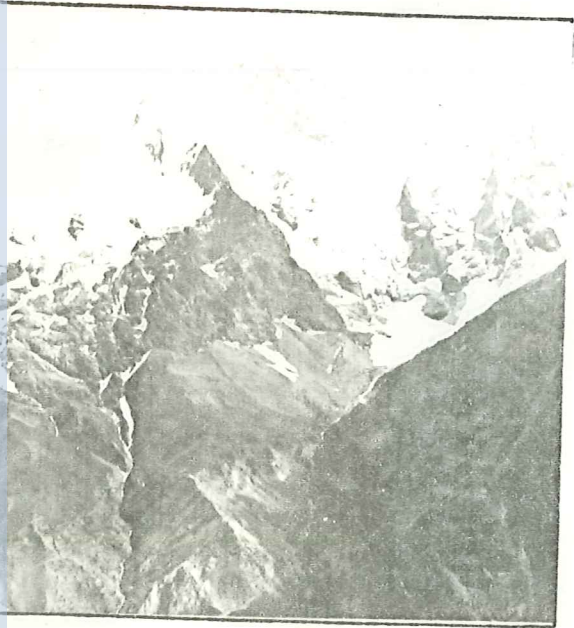
FAILLE BORDIÈRE DES GRANDES ROUSSES

4

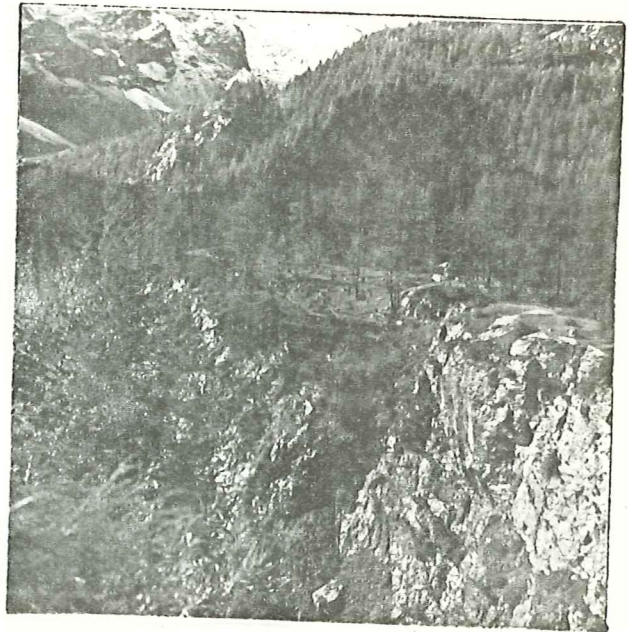
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



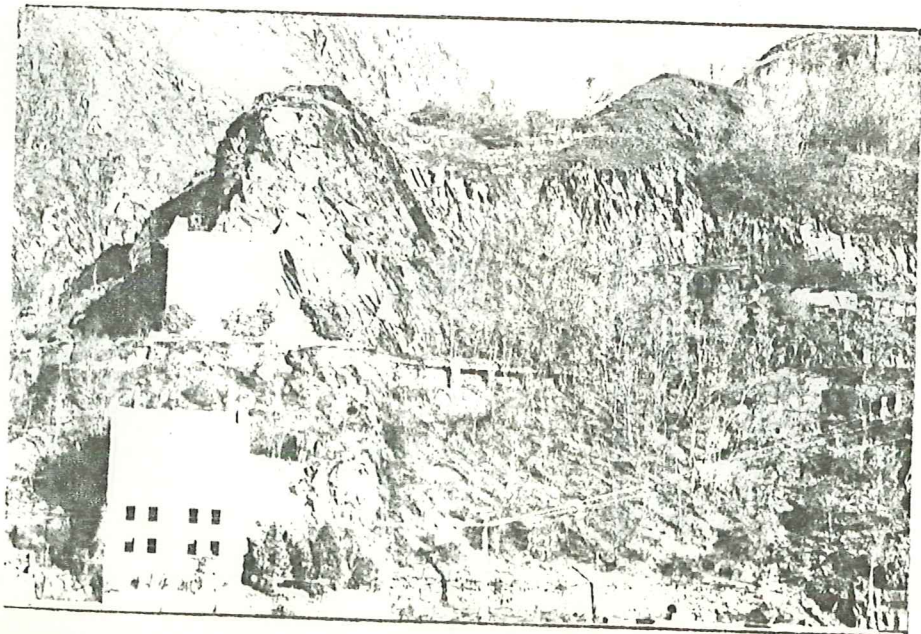
CHEVAUUREMENTS DU COMBEYNOST 1



CHEVAUUREMENT DE LA MEIJE 2

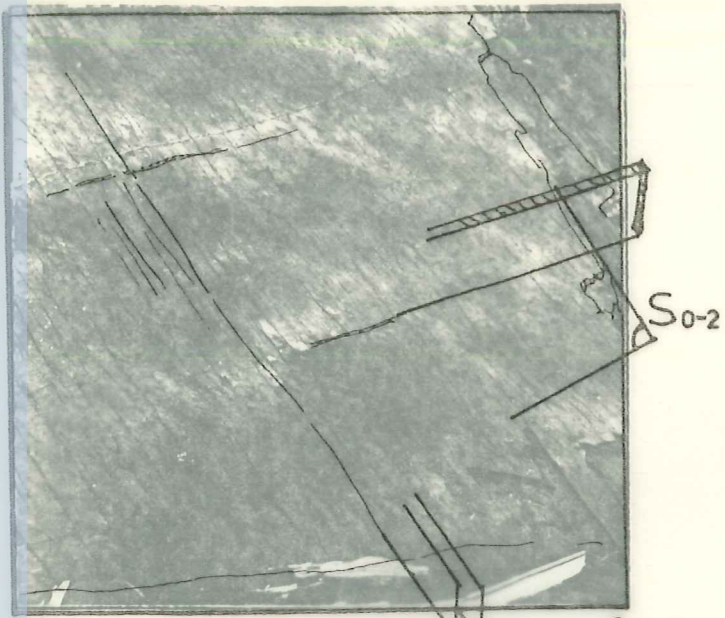


FAILLE DE CHAL-VACHERE 3

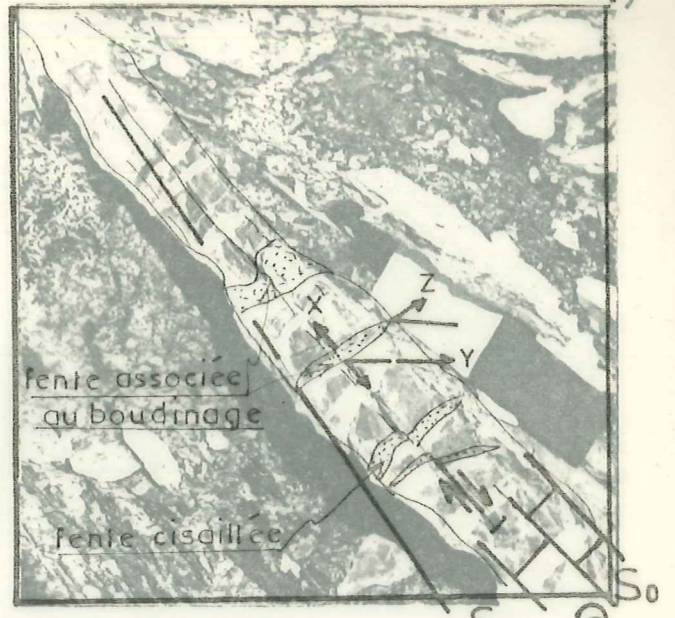


FAILLE BORDIERE DES GRANDES ROUSSES 4

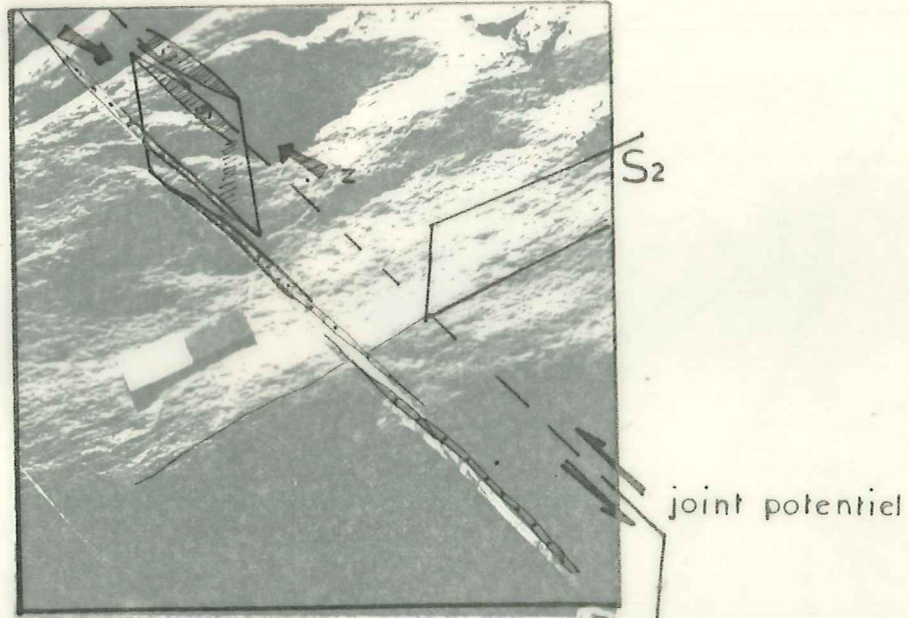
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



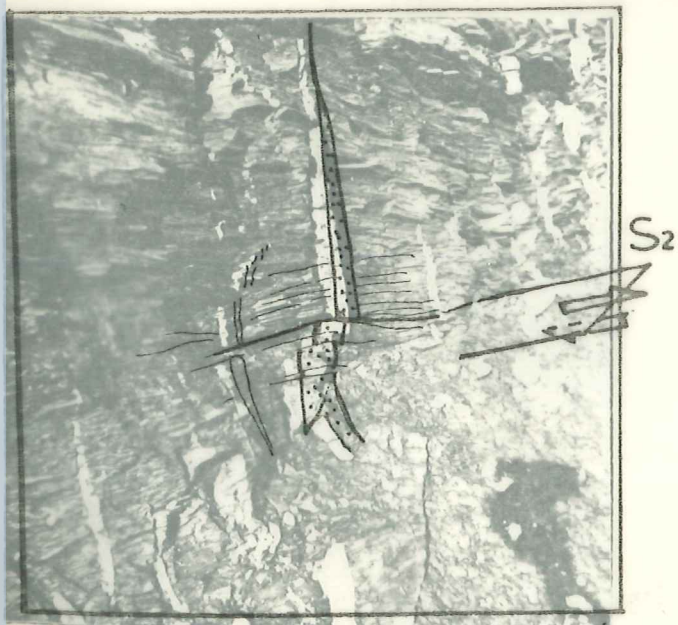
FRACTURES EN RESC ^{fente sèche} 1



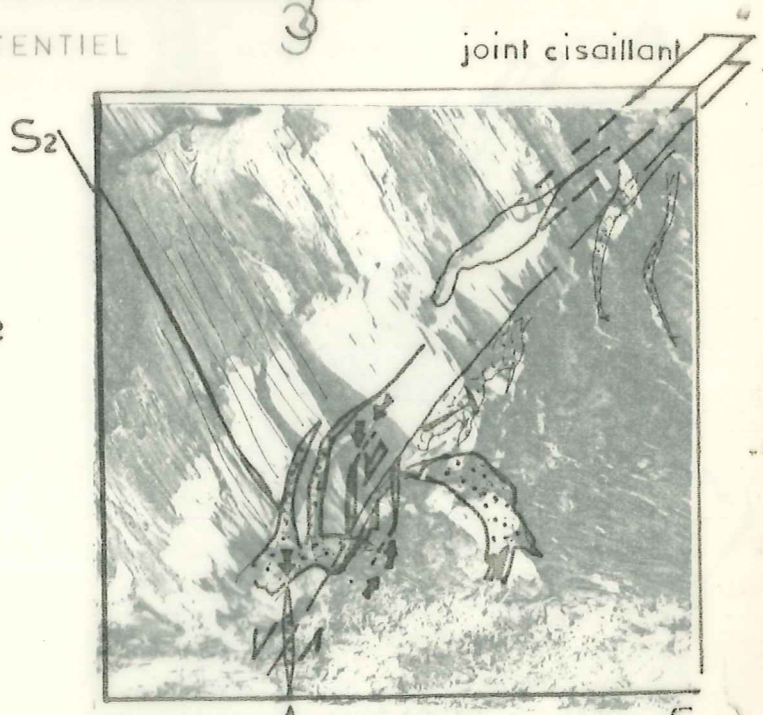
FENTE DE CALCITE ^{S2} 2



JOINT POTENTIEL 3



FENTE CISAILLEE 4

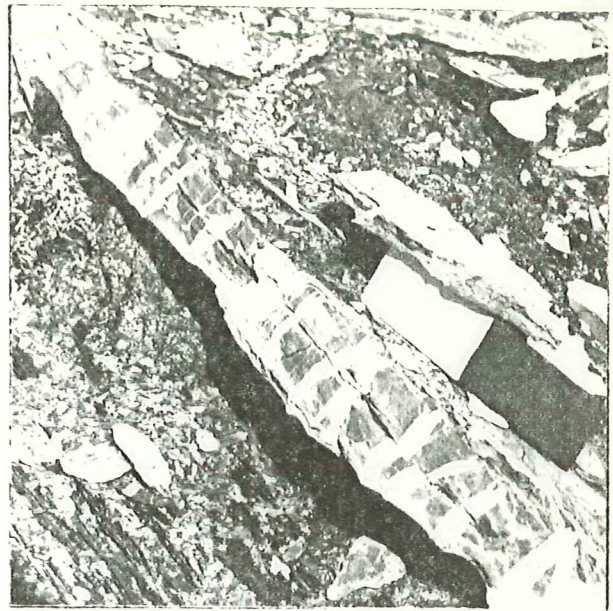


JOINT DE CISAILLEMENT 5



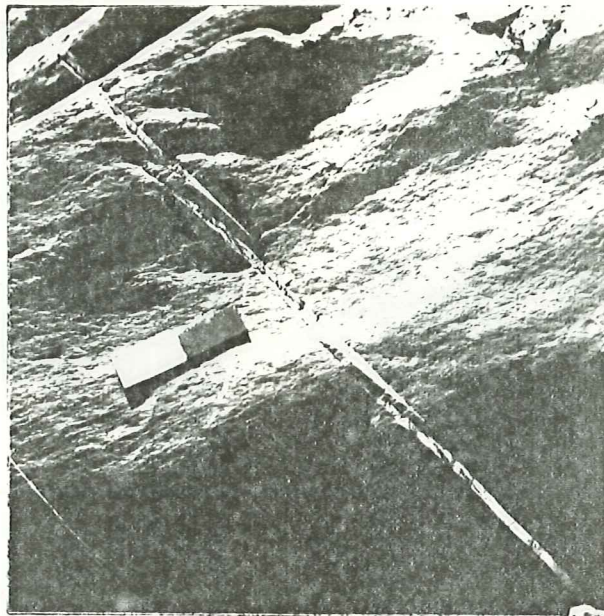
FRACTURES EN RESEAU

1



FENTE DE CALCITE

2



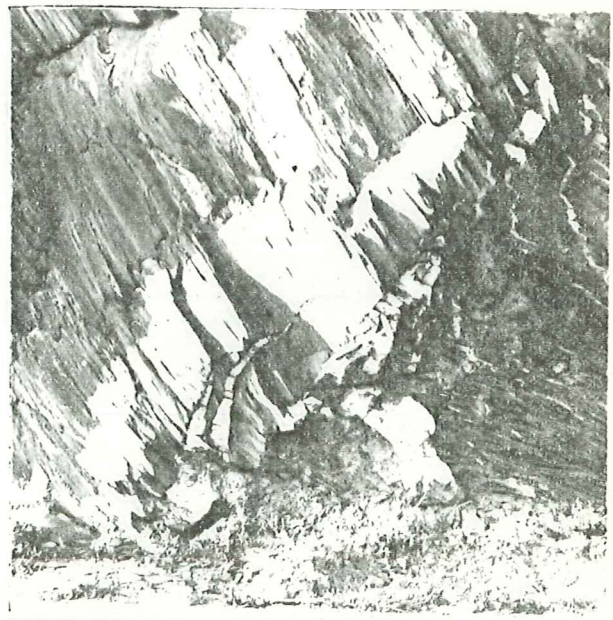
JOINT POTENTIEL

3



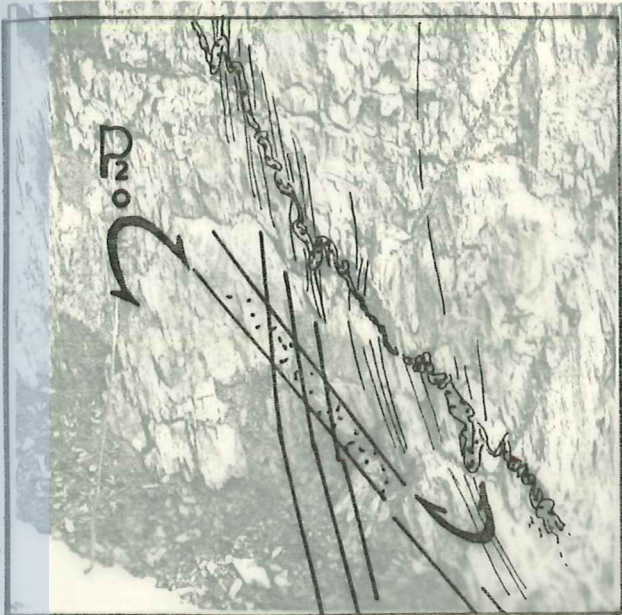
FENTE CISAILLEE

4

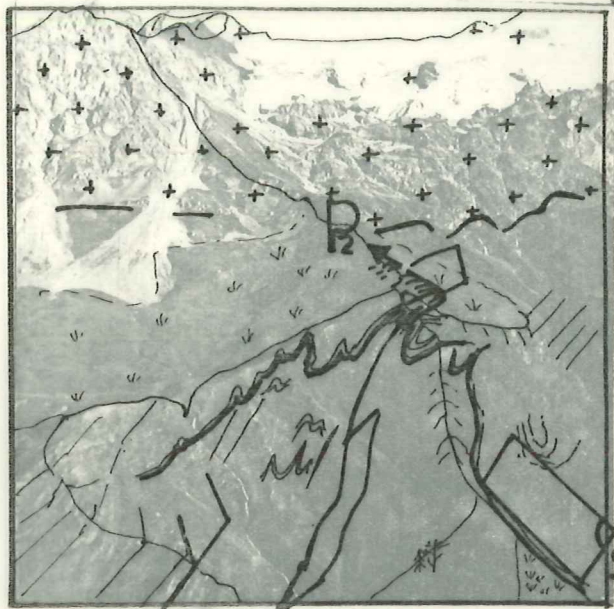


JOINT DE CISAILLEMENT

5



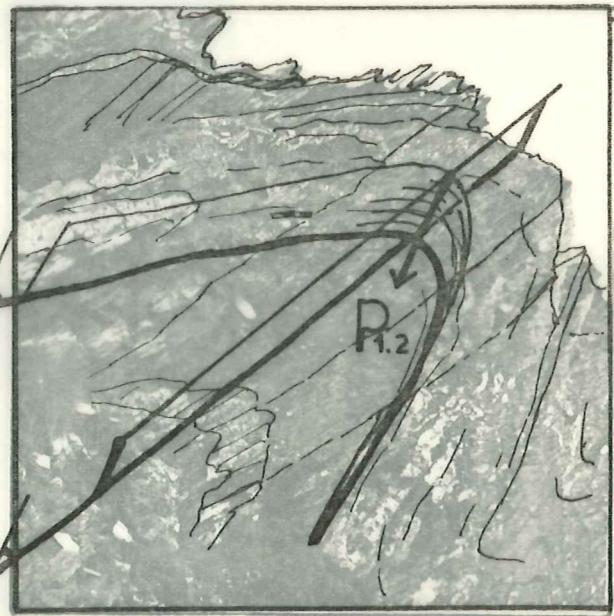
P₂ DE FLAN S₂ MAL S₀ 1



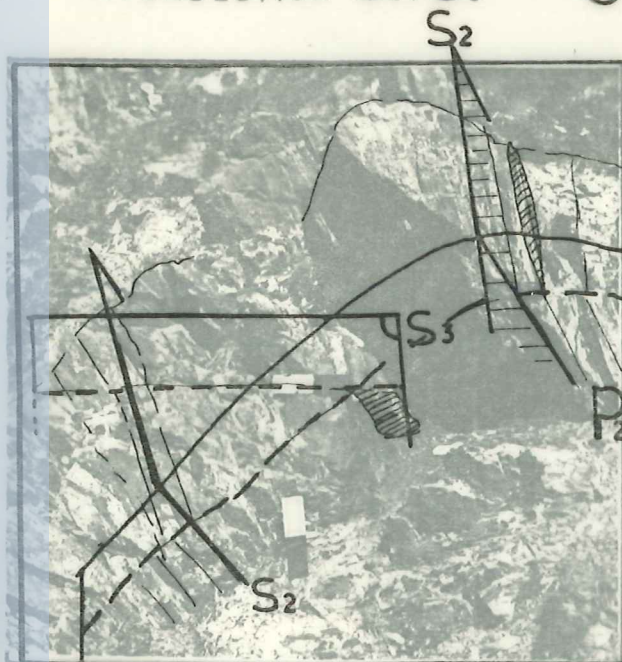
PLIS DE COTE-LONGUE 2



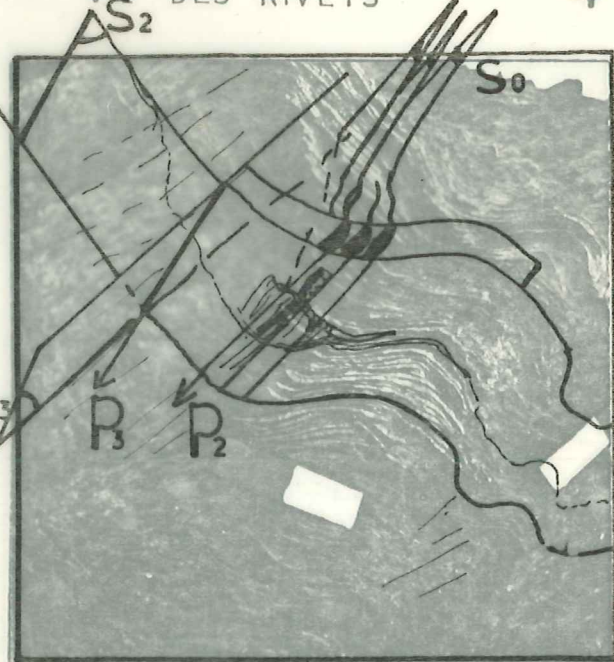
INTERSECTION S₂/S₀ 3



P₂ DES RIVETS 4



P₂ DANS CALCAIRES 5

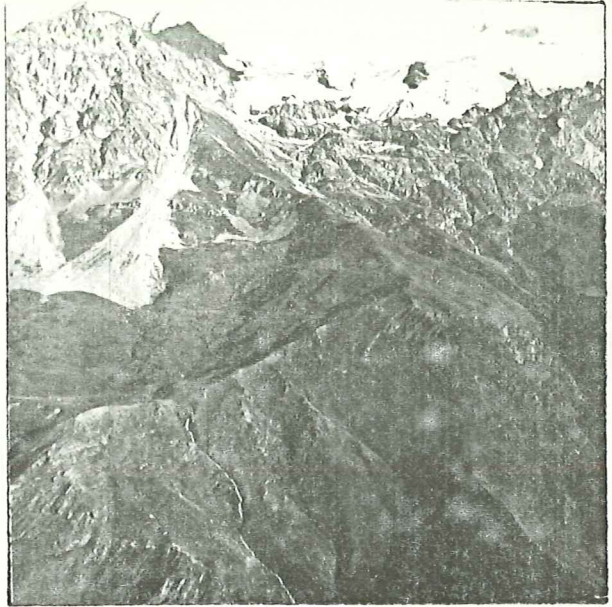


PLIS A FLANCS ETIRÉS 6

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



P₂ DE FLAN NORMAL 1

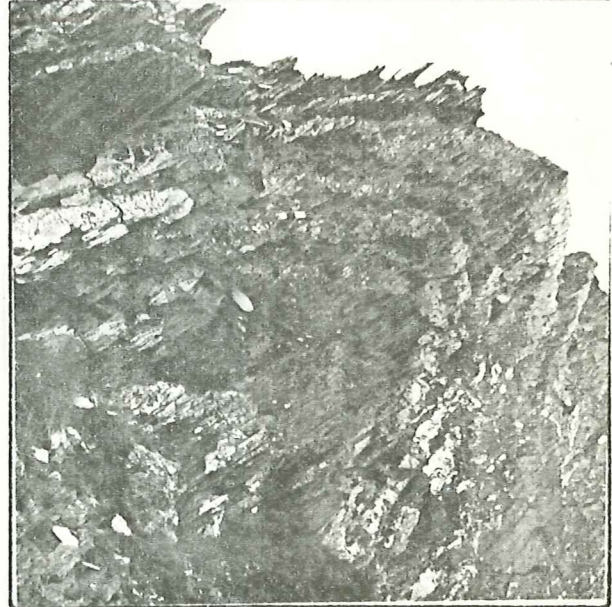


PLIS DE COTE-LONGUE 2

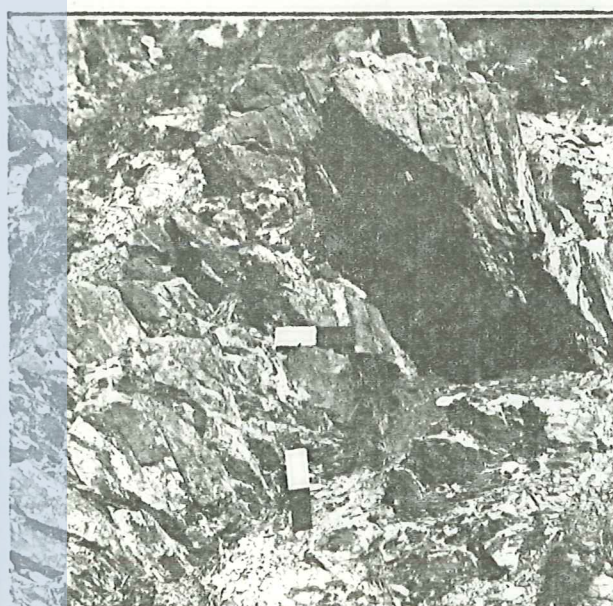


tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

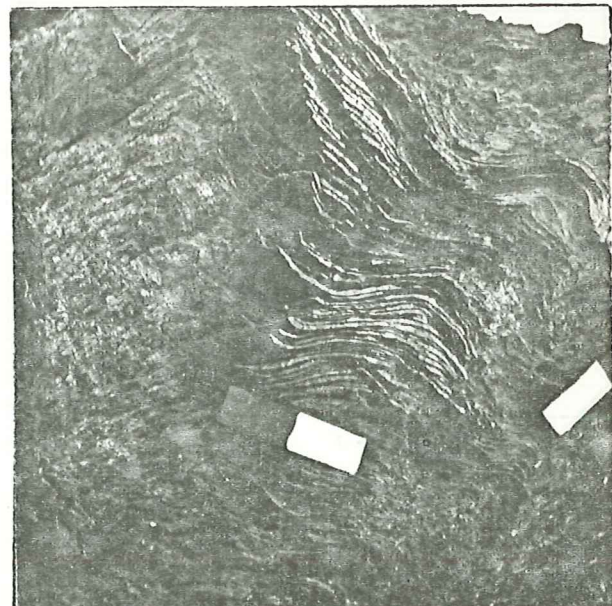
INTERSECTION S₂/S₀ 3



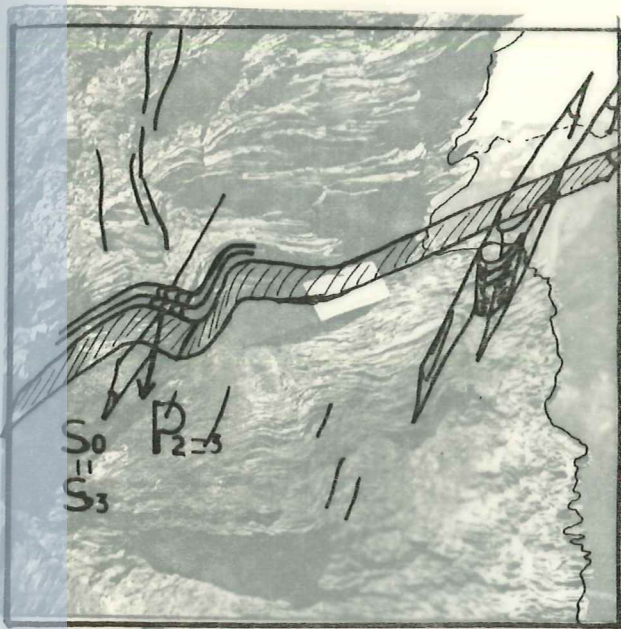
P₂ DES RIVETS 4



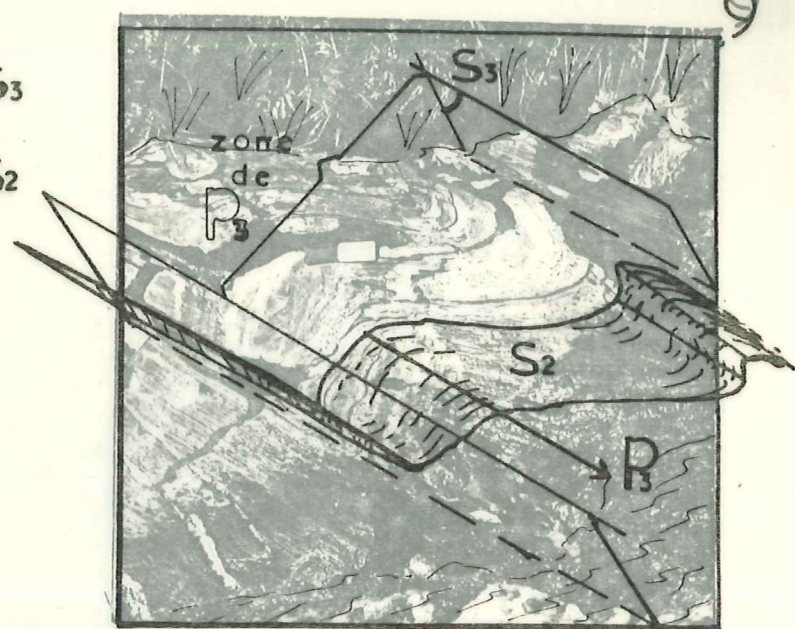
P₂ DANS CALCAIRES 5



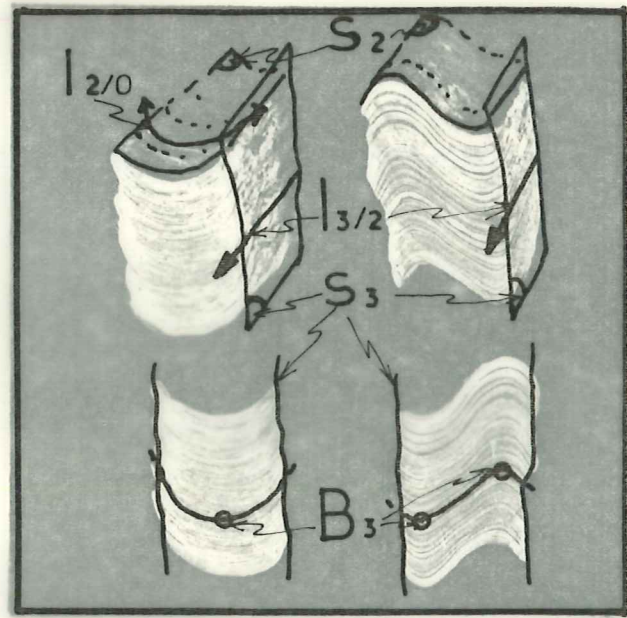
PLIS A FLANCS ETIRÉS 6



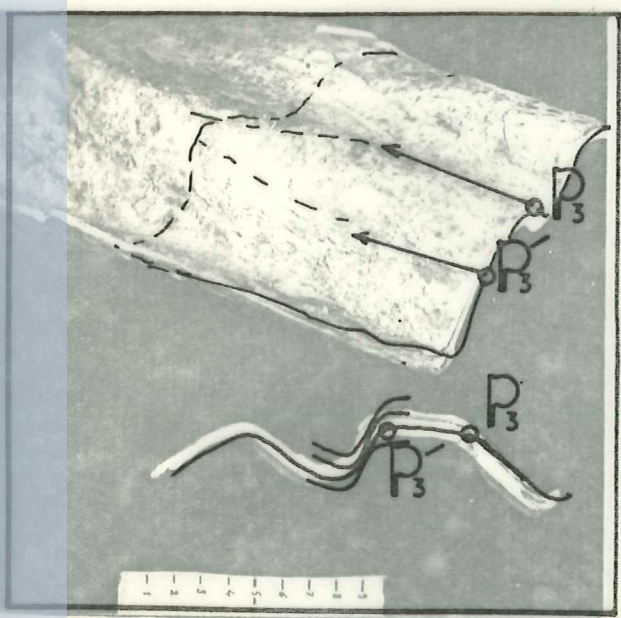
P₃ SUR S₂ 1



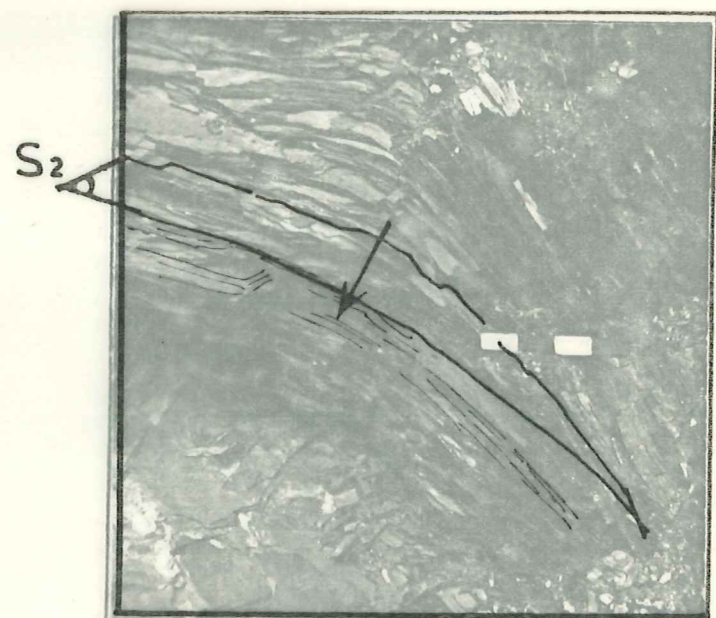
ZONE DE P₃ // S₂ 2



STRAIN-SLIP P₃ 3



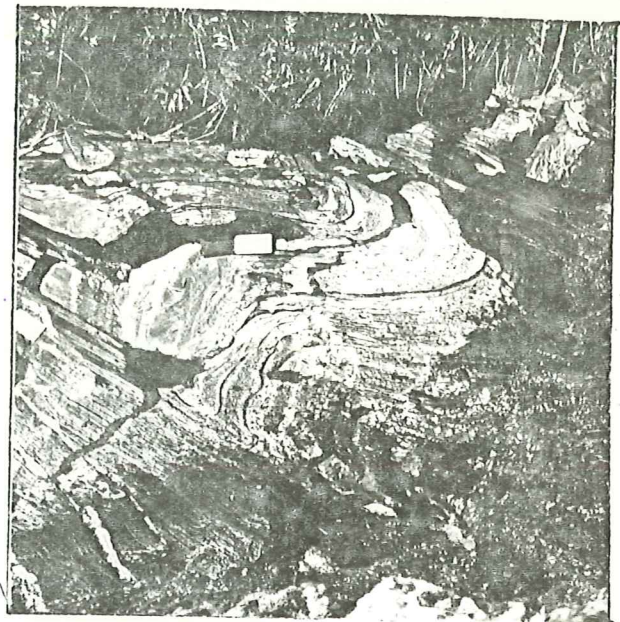
P₃ COFFRE 4



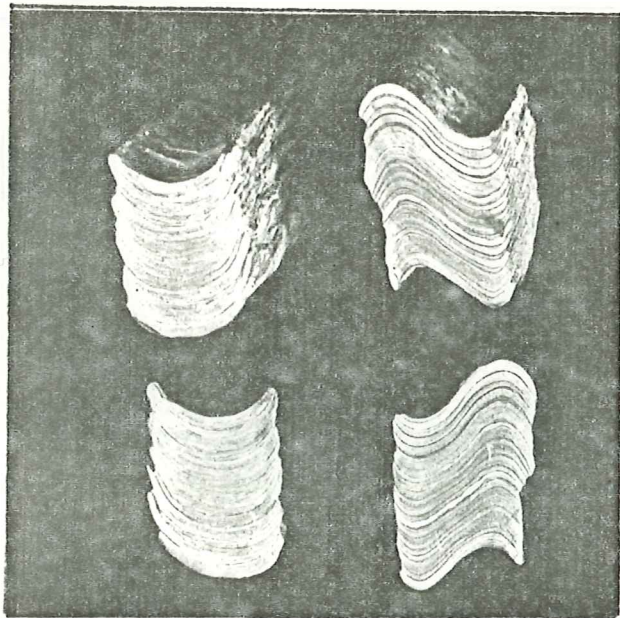
VOUSSURE 5



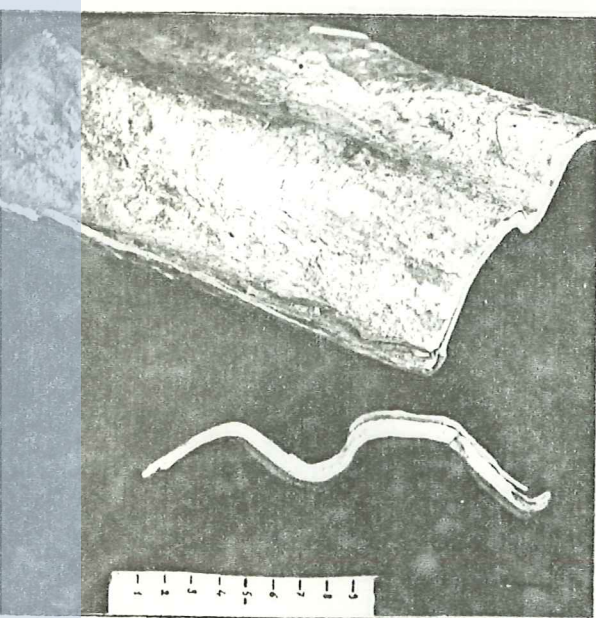
P_3 SUR S_2 1



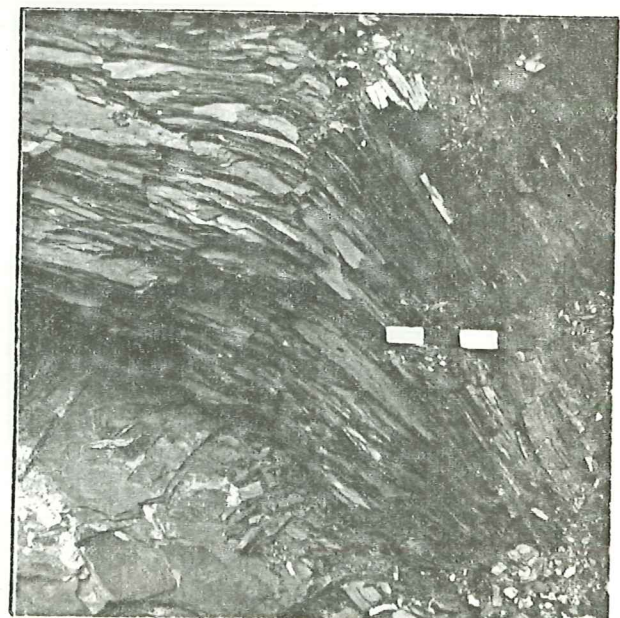
ZONE DE $P_3 // S_2$ 2



STRAIN-SLIP P_3 3

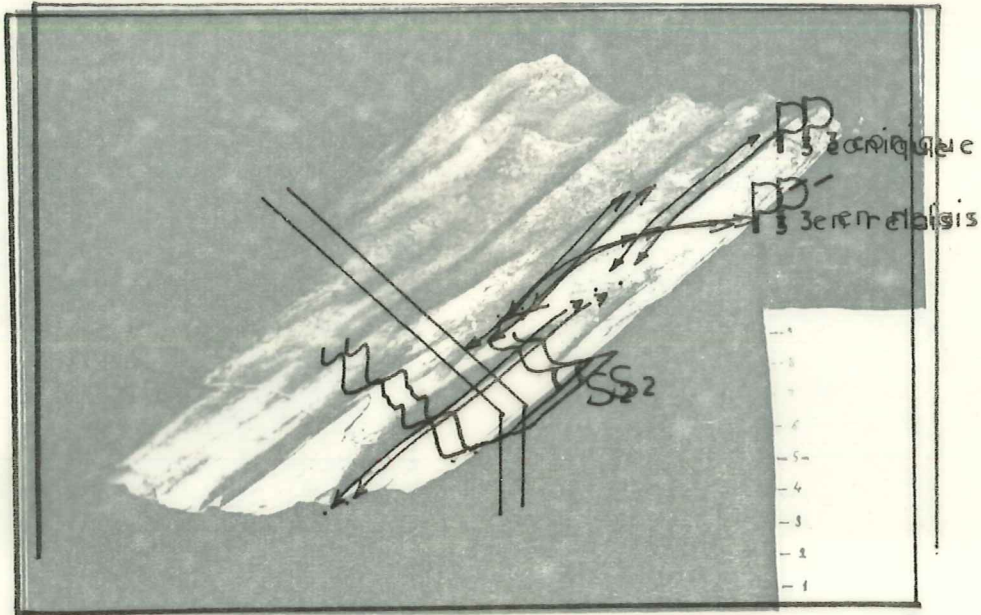


P_3 COFFRE 4



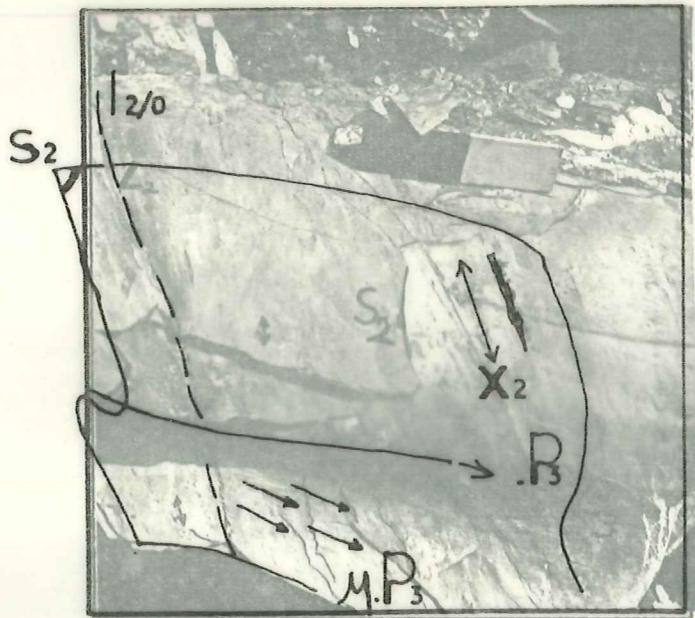
VOUSSURE 5

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



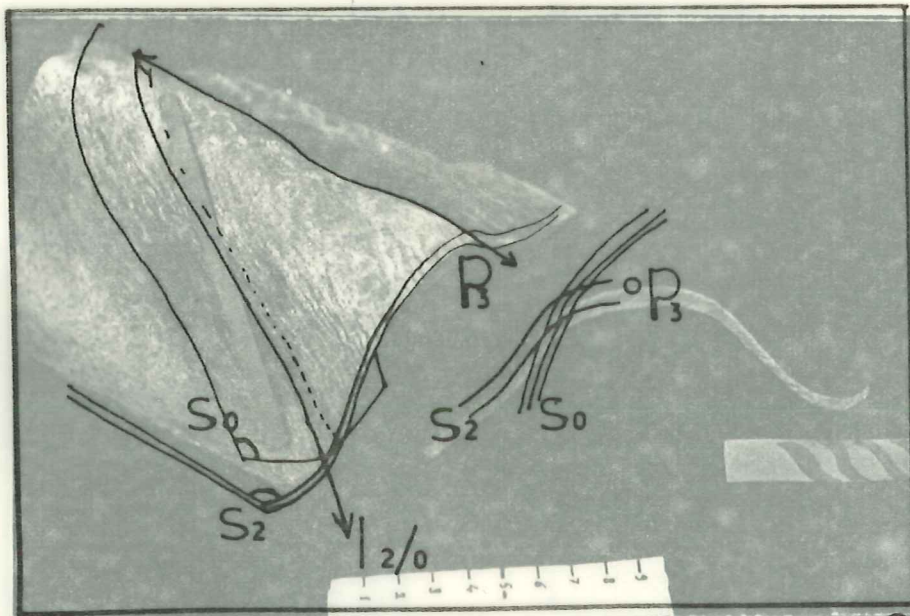
P₃ CONIQUE

1



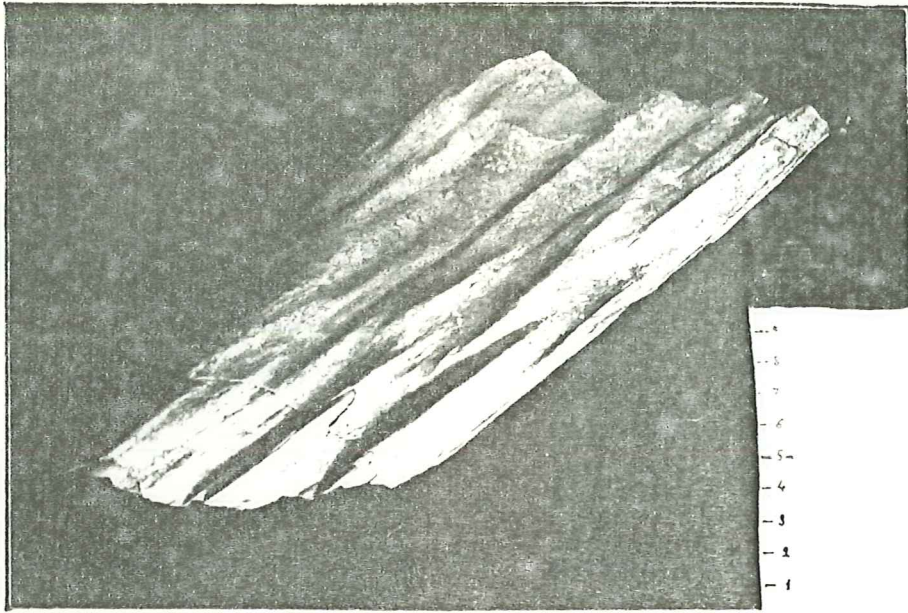
P₃ CONIQUE & DEVERSE

2



TUILE

3

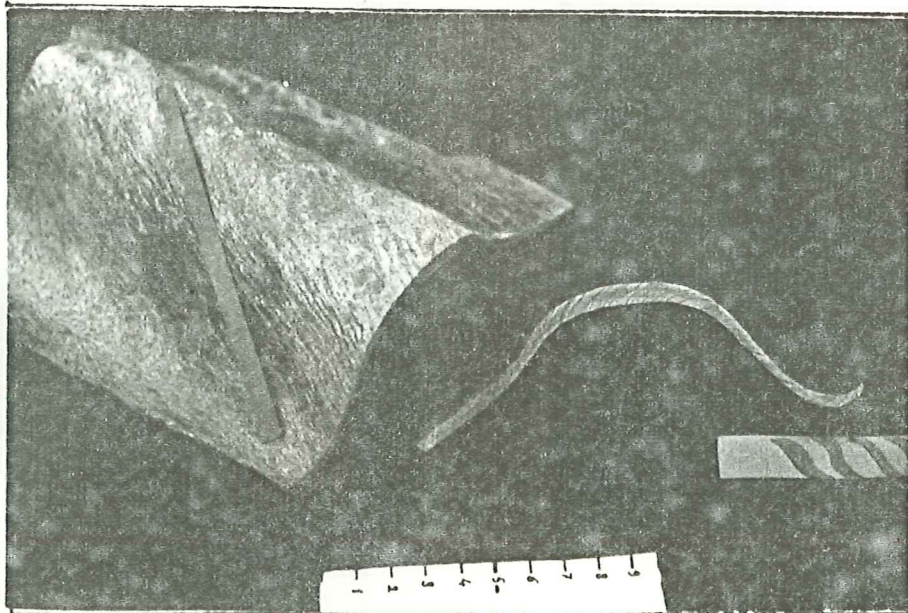


P₃ CONIQUE

1

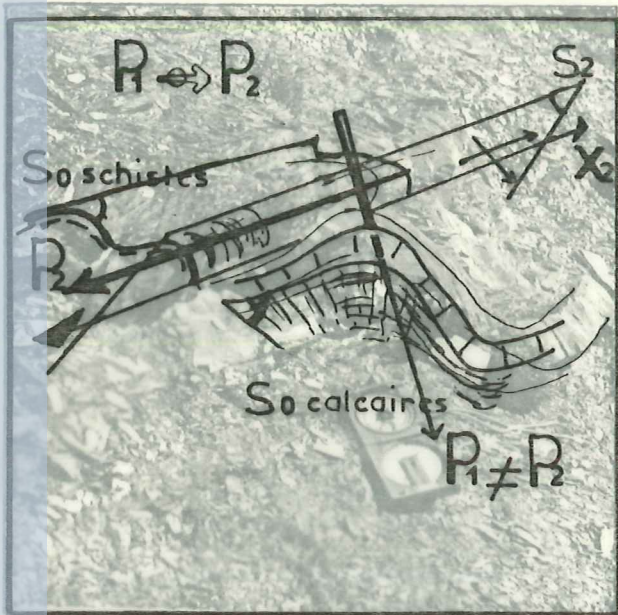


P₃ CONIQUE & DEVERSE 2

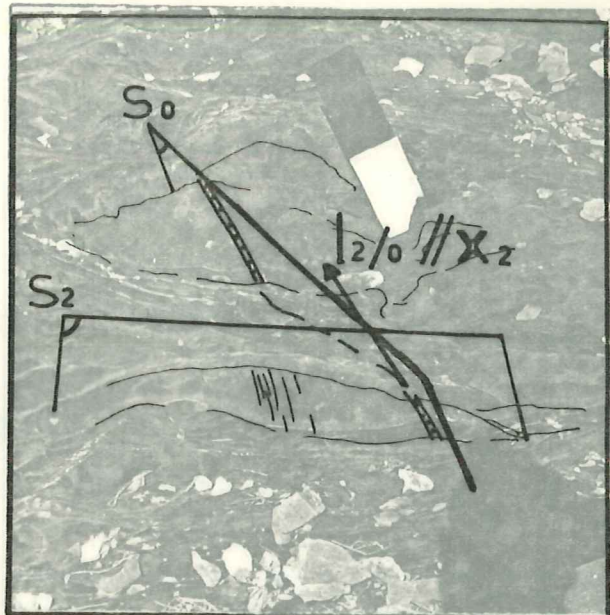


TUILE

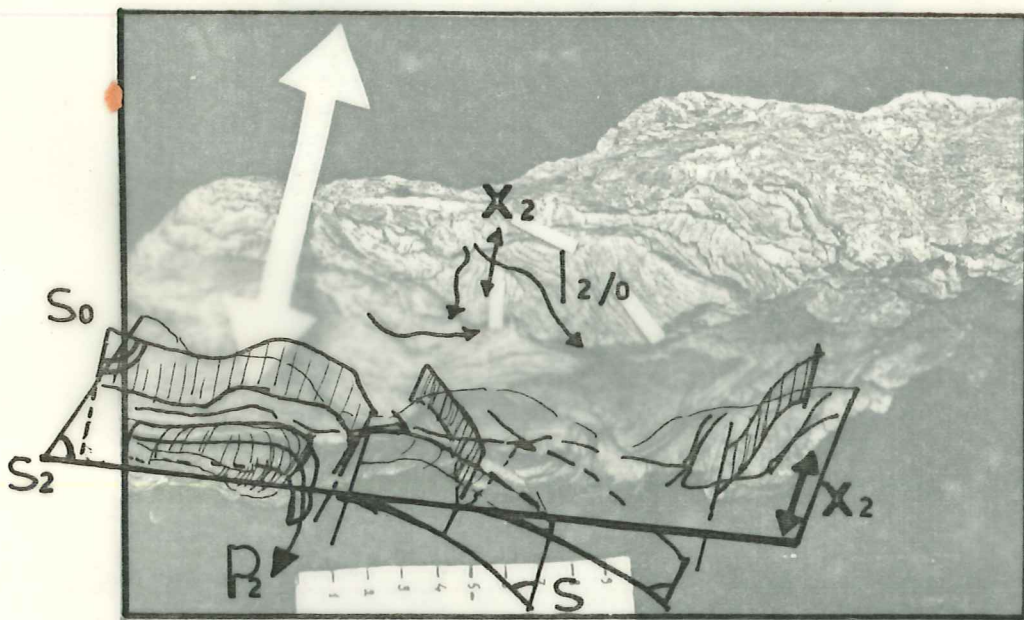
3



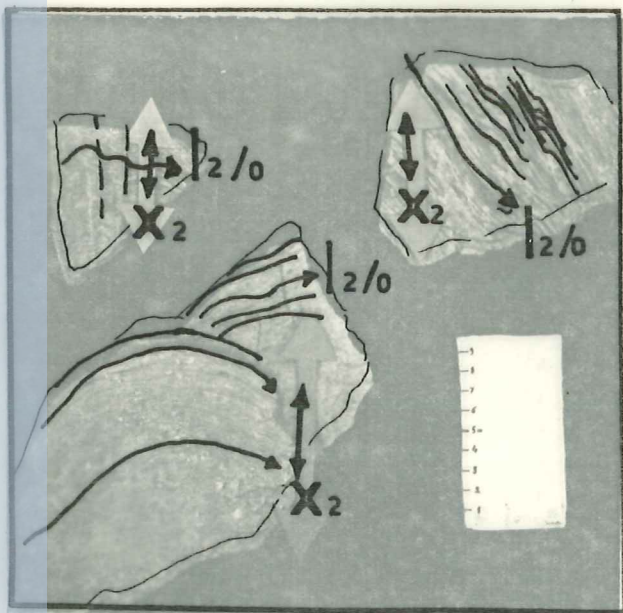
AXES DIVERGENTS (P₁ & P₂) 1



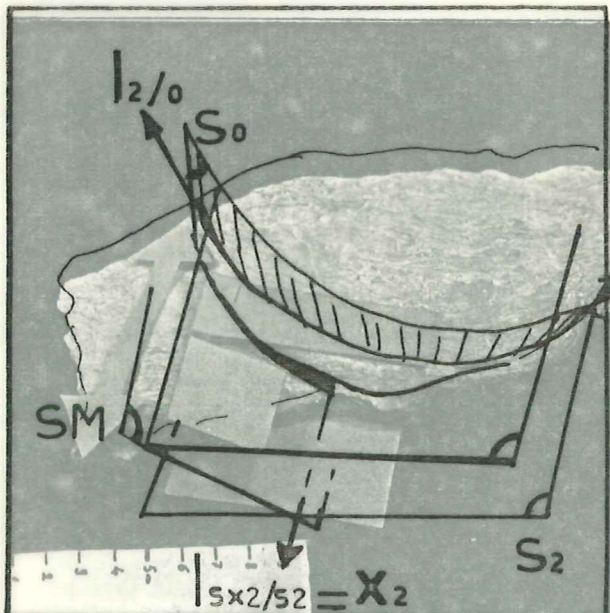
LINEATION SUR SCHISTE 2



DECOUPAGE COMPLEXE 3



ONDULATION & ETIREMENT 4

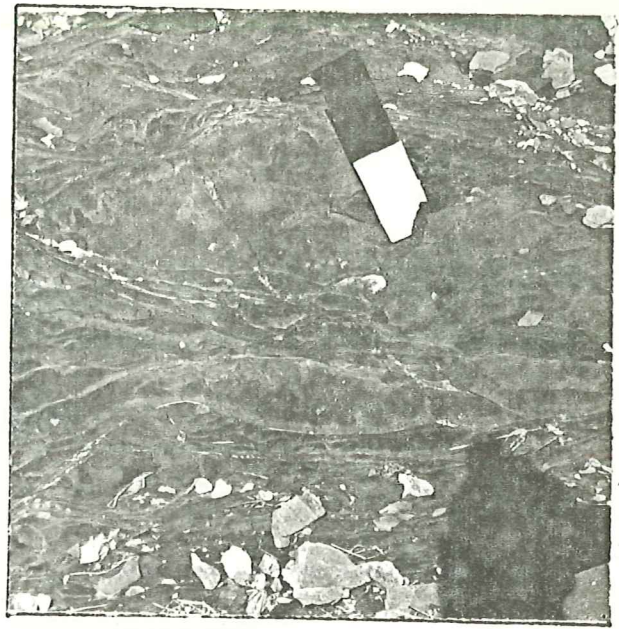


SURFACE SM 5

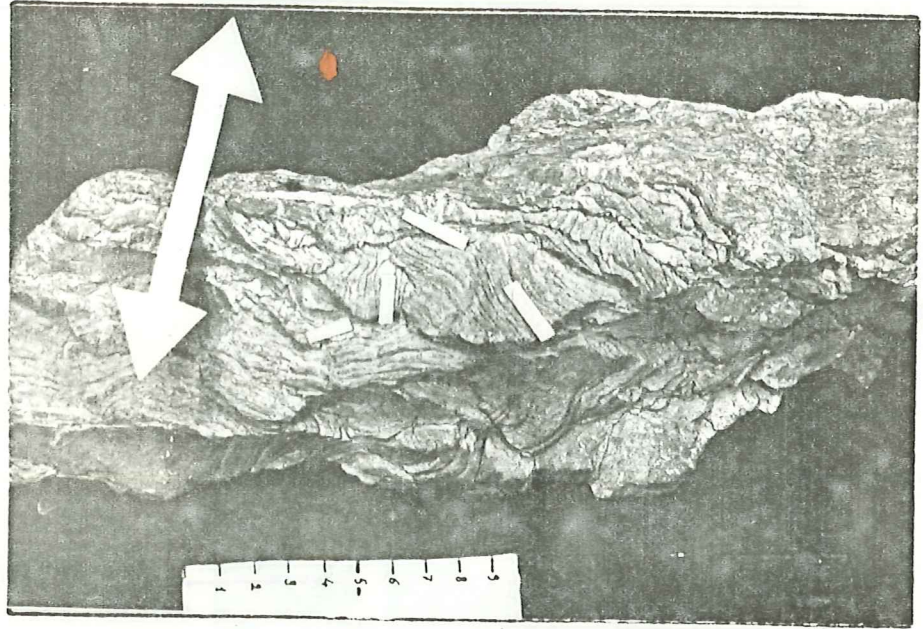
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



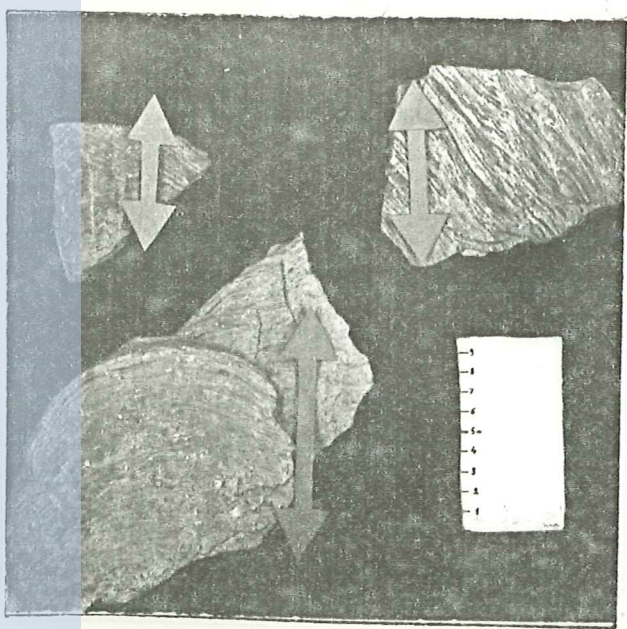
AXES DIVERGENTS (P₁ & P₂) 1



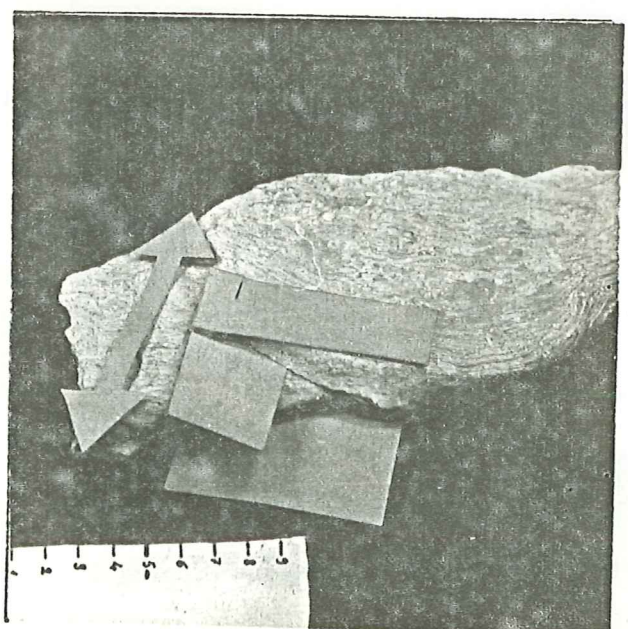
LINEATION SUR SCHISTE 2



DECOUPAGE COMPLEXE 3



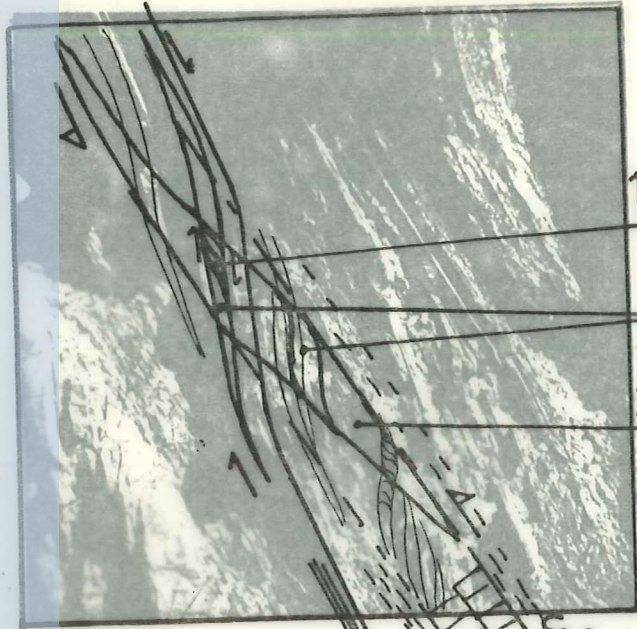
ONDULATION & ETIREMENT 4



SURFACE SM 5

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

se



S_2/S_0

S_2/S_2

S_0/S_0

ALVÉOLAIRES EMBOITEES S_0, S_2 & S_2, S_2

S_2 S_0



S_2/S_2

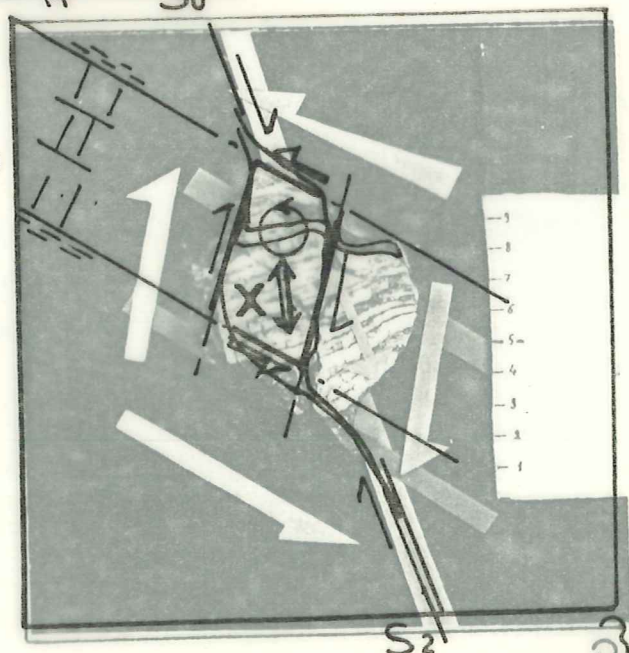
S_2 réfractée
 $\rightarrow S_3$ dans schistes

rotation: \rightarrow flanc opposé

référence
du Nord et de
l'Horizontale

S_2 S_0

ROTATION INTERNE :
Mouvements & Etirement associés



S_0

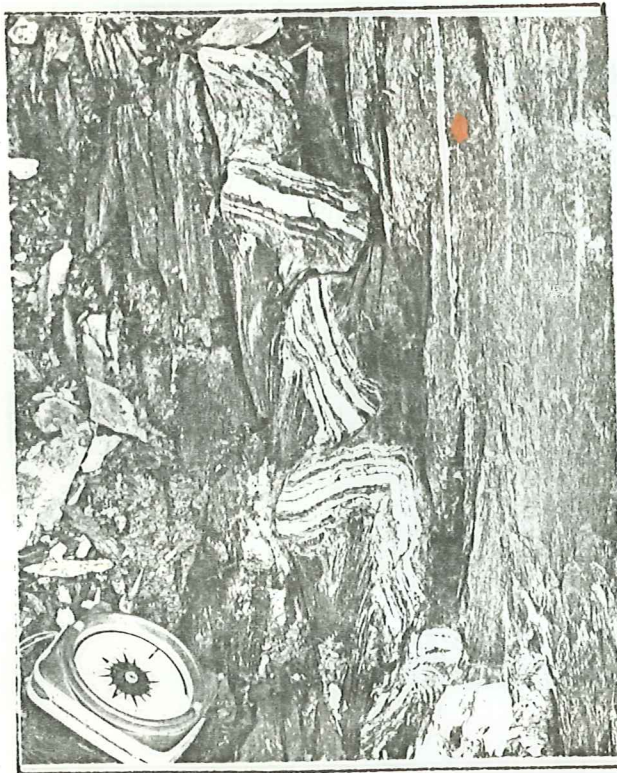
S_2

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



AMYGDALES EMBOITEES S0.S2 & S2.S2

1

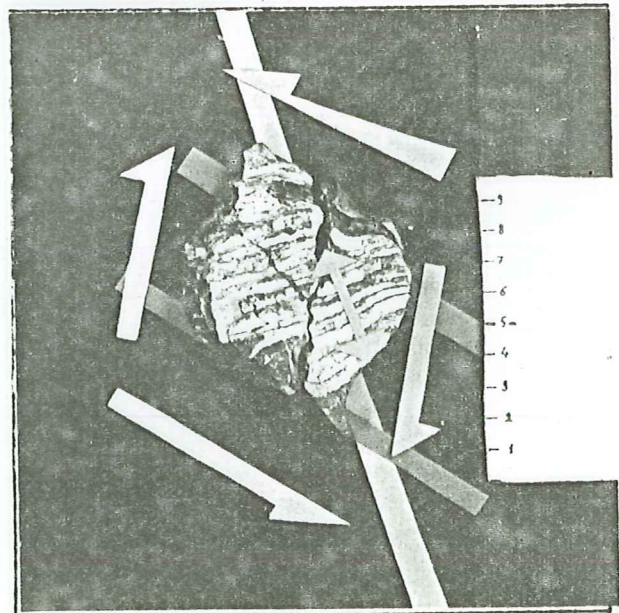


2

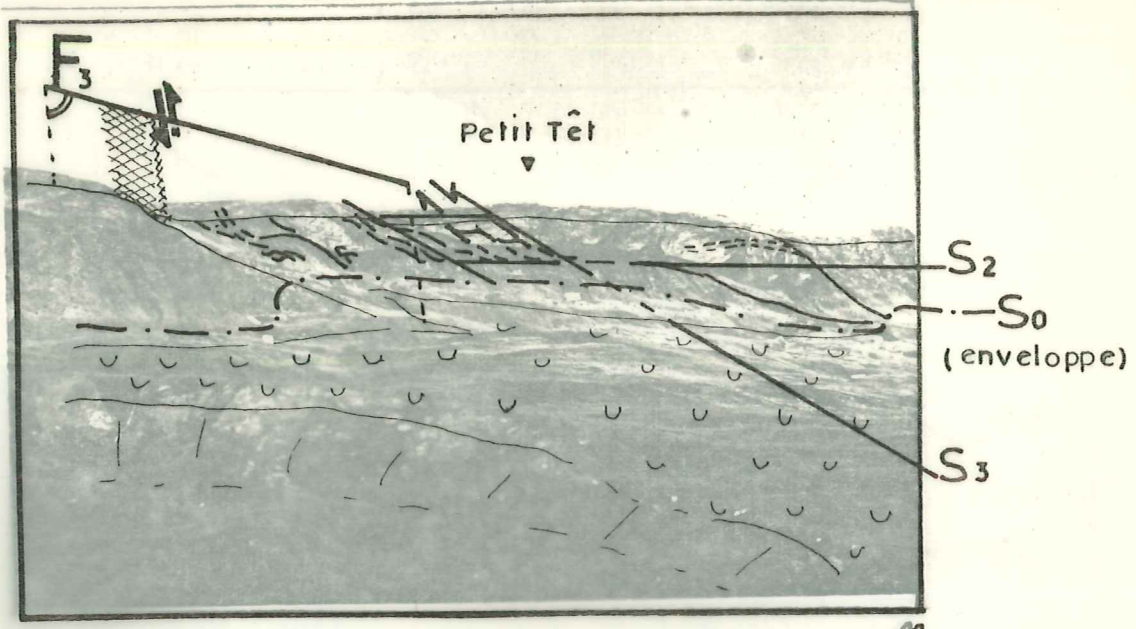
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011

ROTATION INTERNE
FLANC NORMAL

ROTATION INTERNE :
Mouvements & Etirement associés

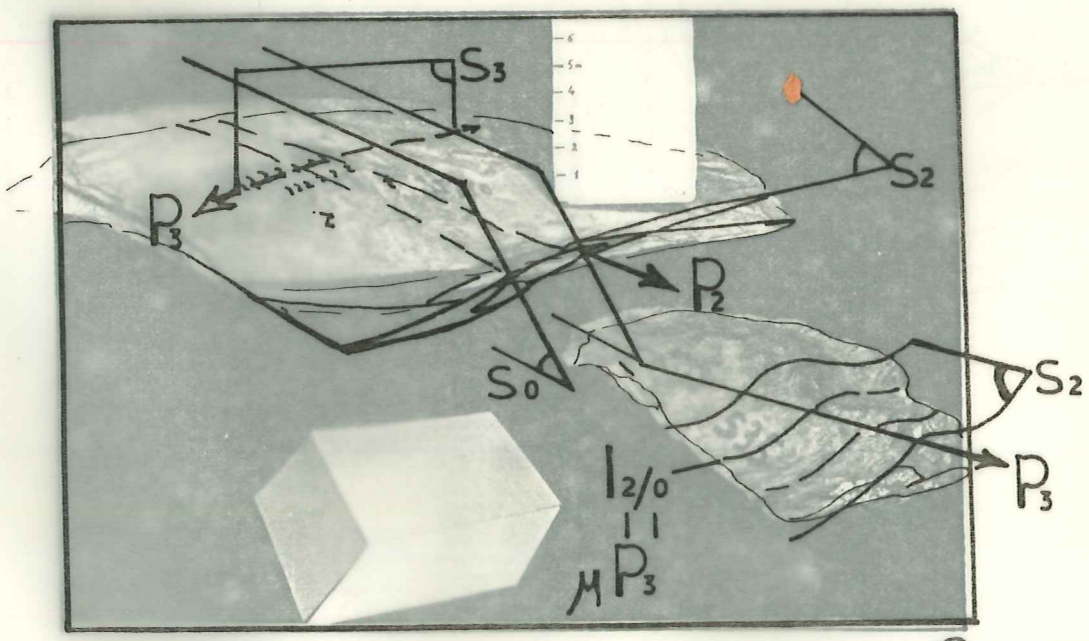


3



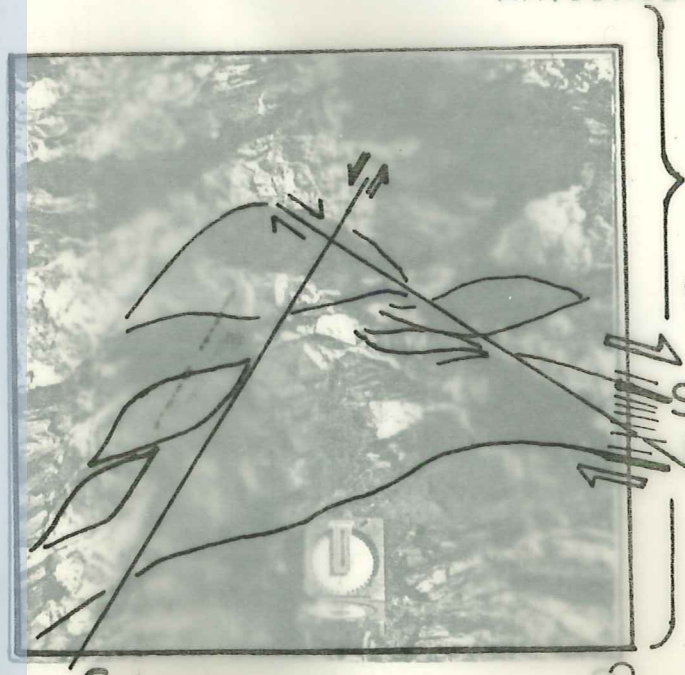
AMYGDALES hm.

1



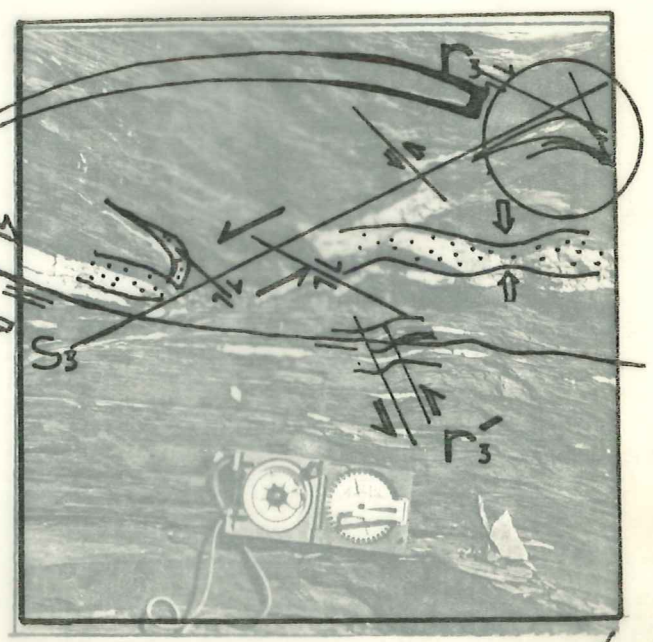
AMYGDALES dm.

2



S3 P3.S3.S2

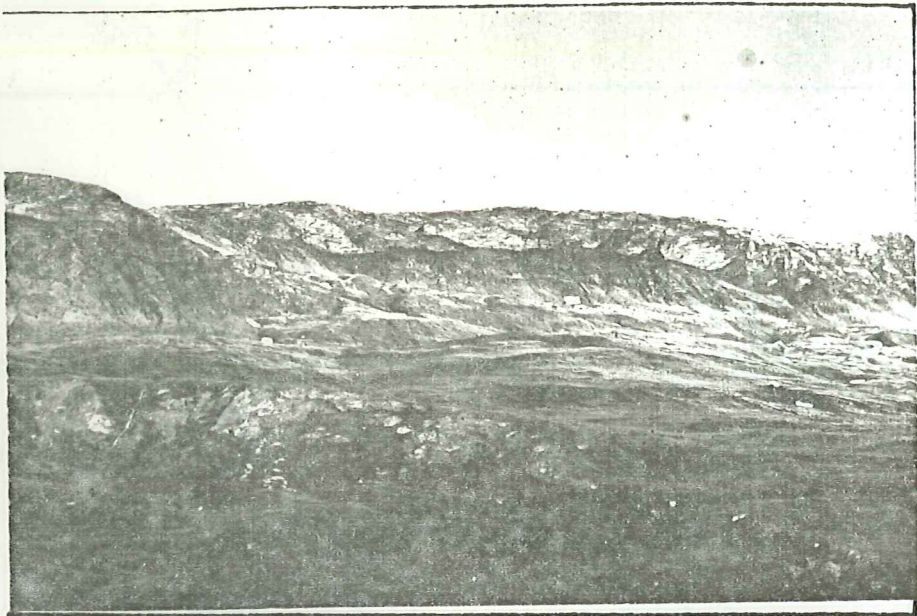
3



PLAN DE GLISSEMENT S3

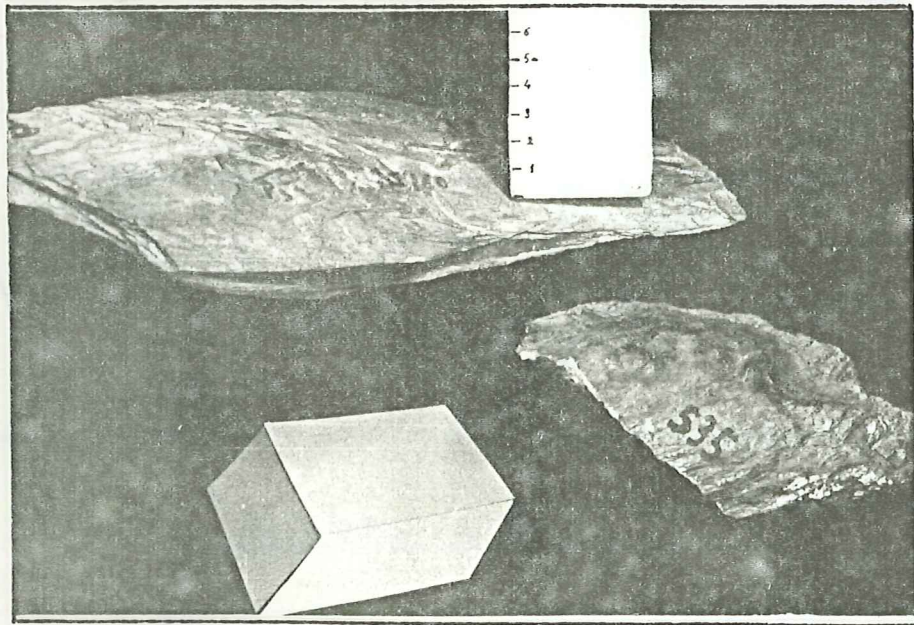
4

tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



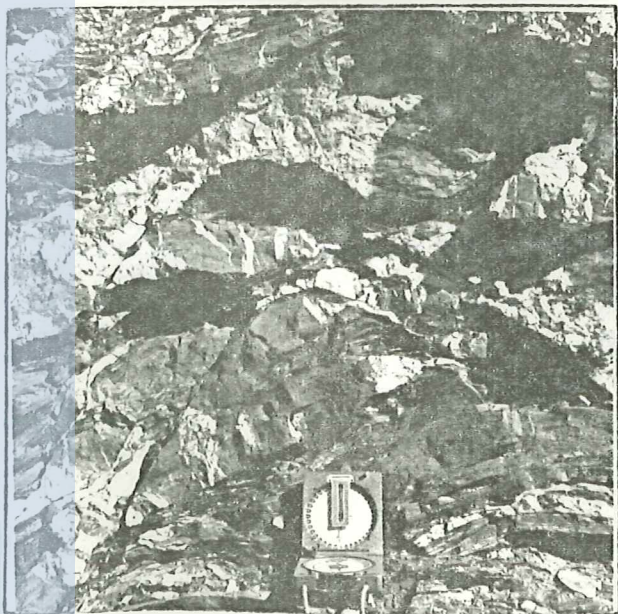
AMYGDALES hm.

1



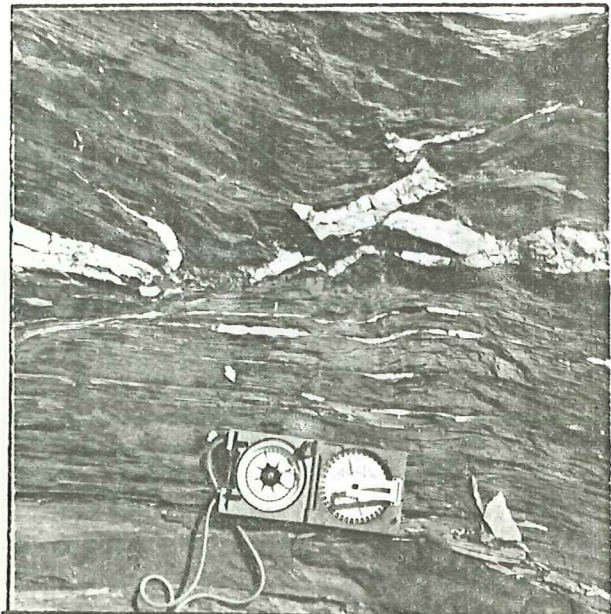
AMYGDALES dm.

2



LENTILLES P₃.S₃.S₂

3



PLAN DE GLISSEMENT S₃

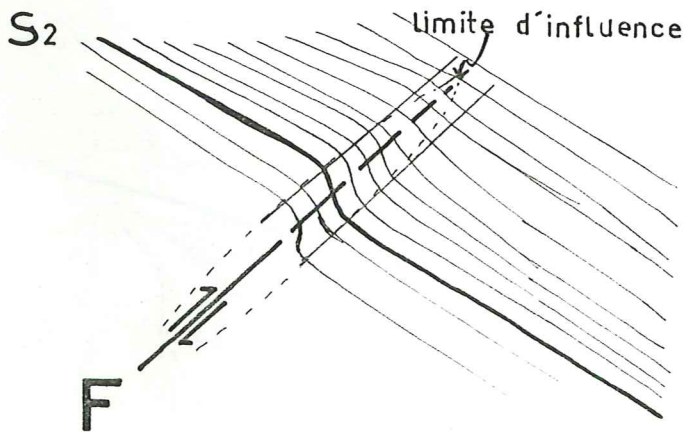
4

Direction de S2

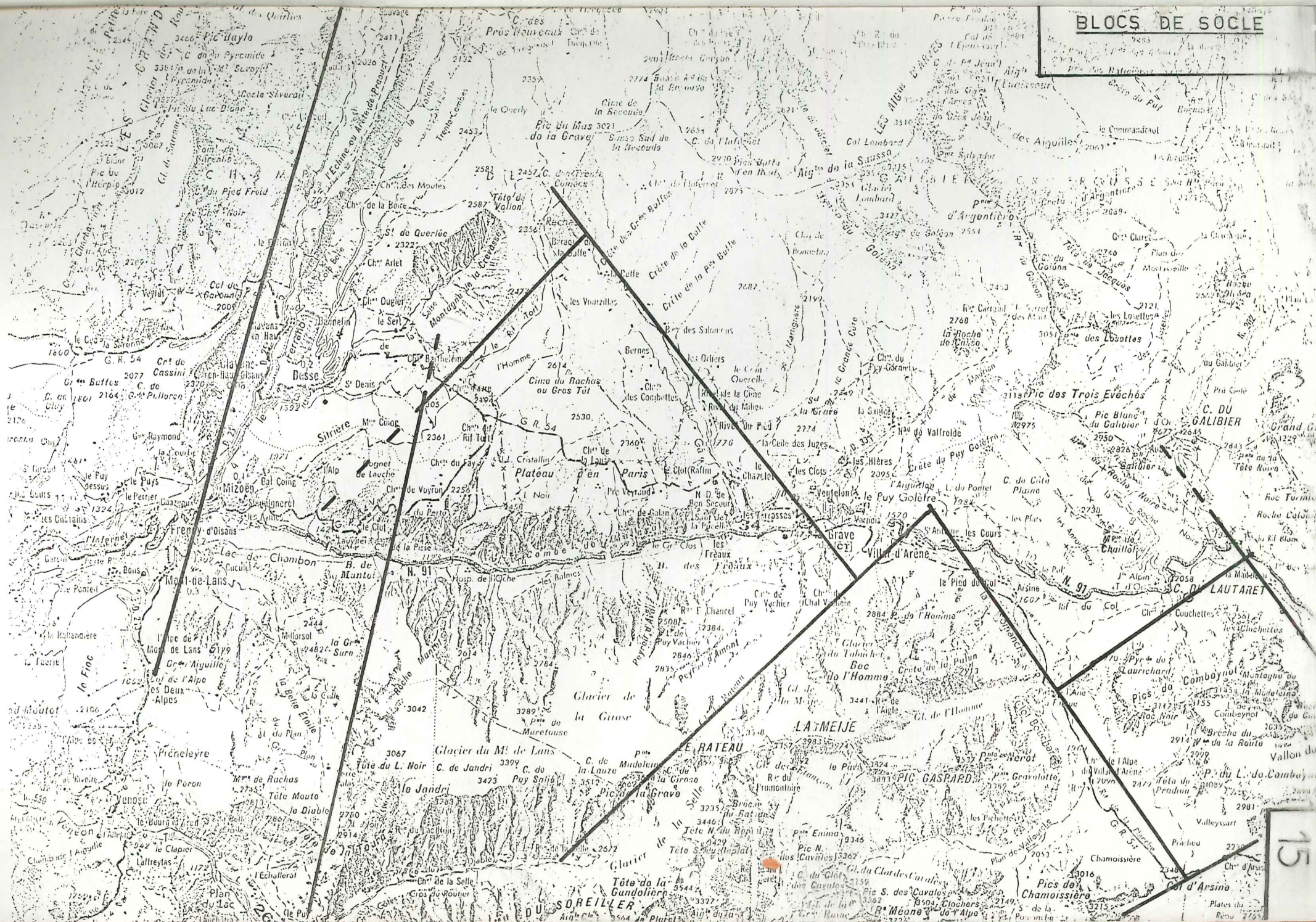


FLEXURES DE S2

↑ Carte & Interpretation ↓



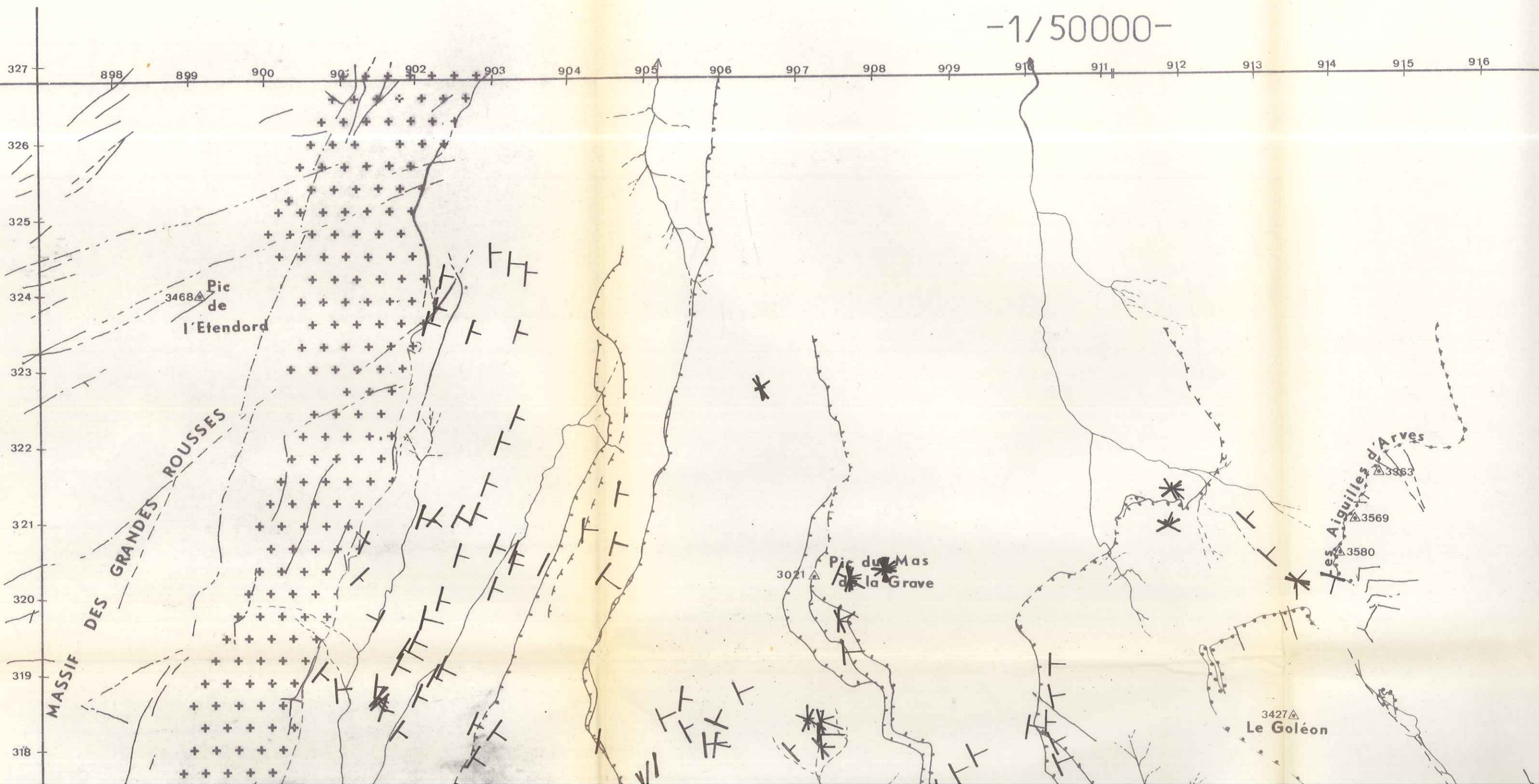
tel-00588117, version 1 - 22 Apr 2011



- ETUDE STRUCTURALE DE LA BORDURE NORD DE L'O

LA GRAVE

-1/50000-



STRUCTURALE

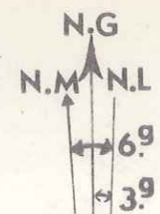
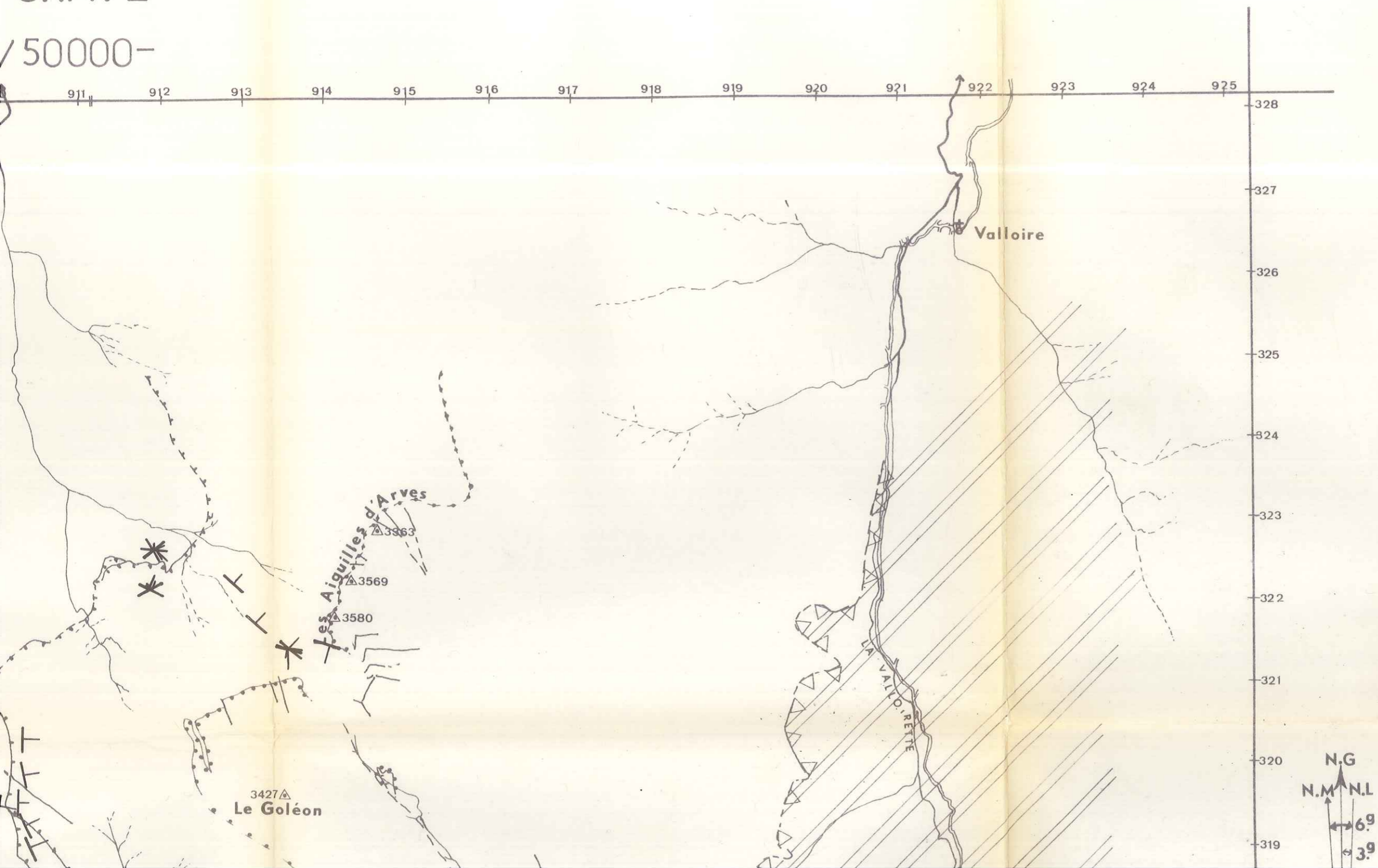
ORD DE L'OISANS -

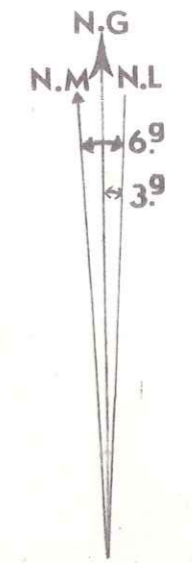
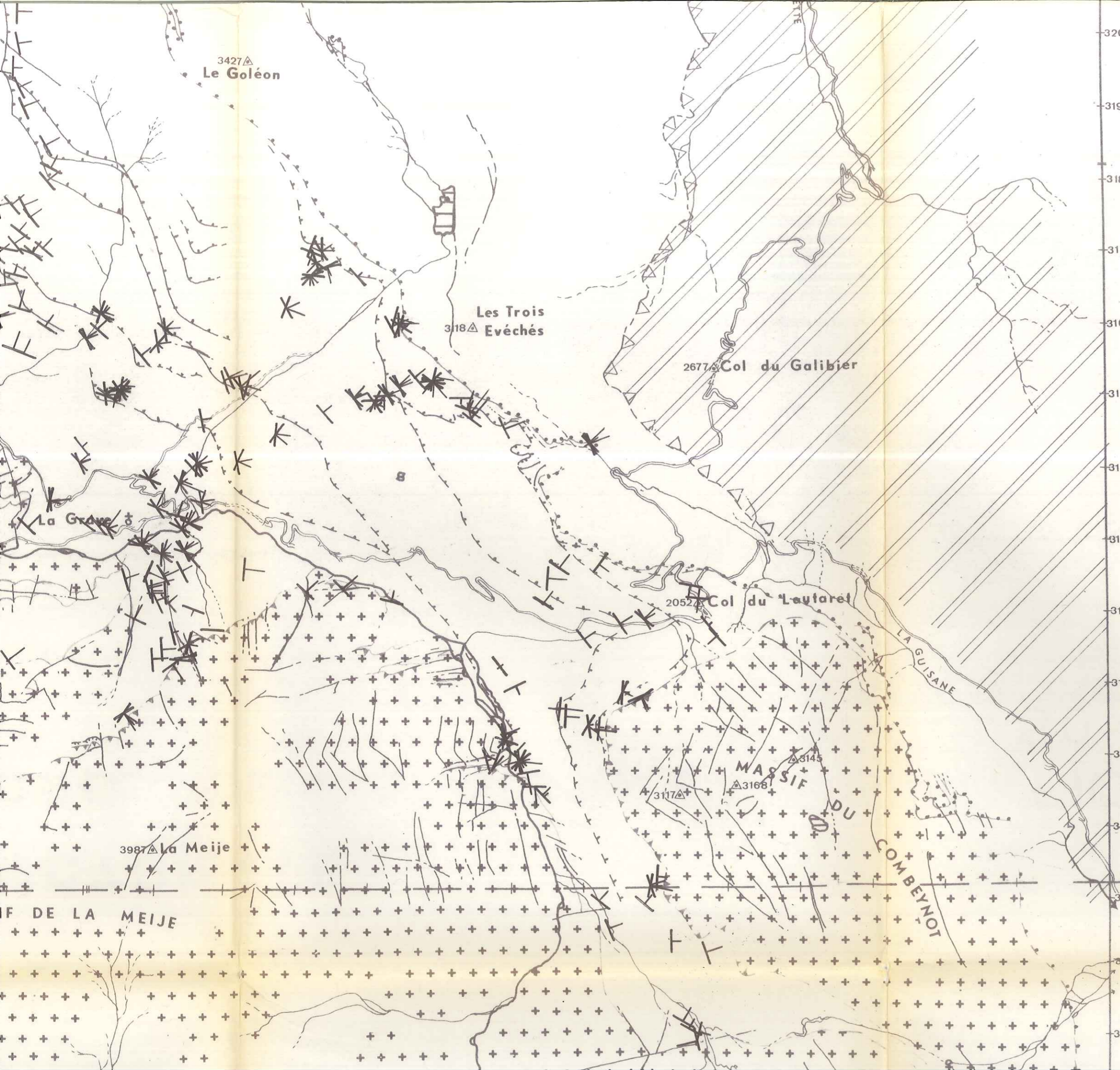
STRATIFICATION

S0

GRAVE

/50000-





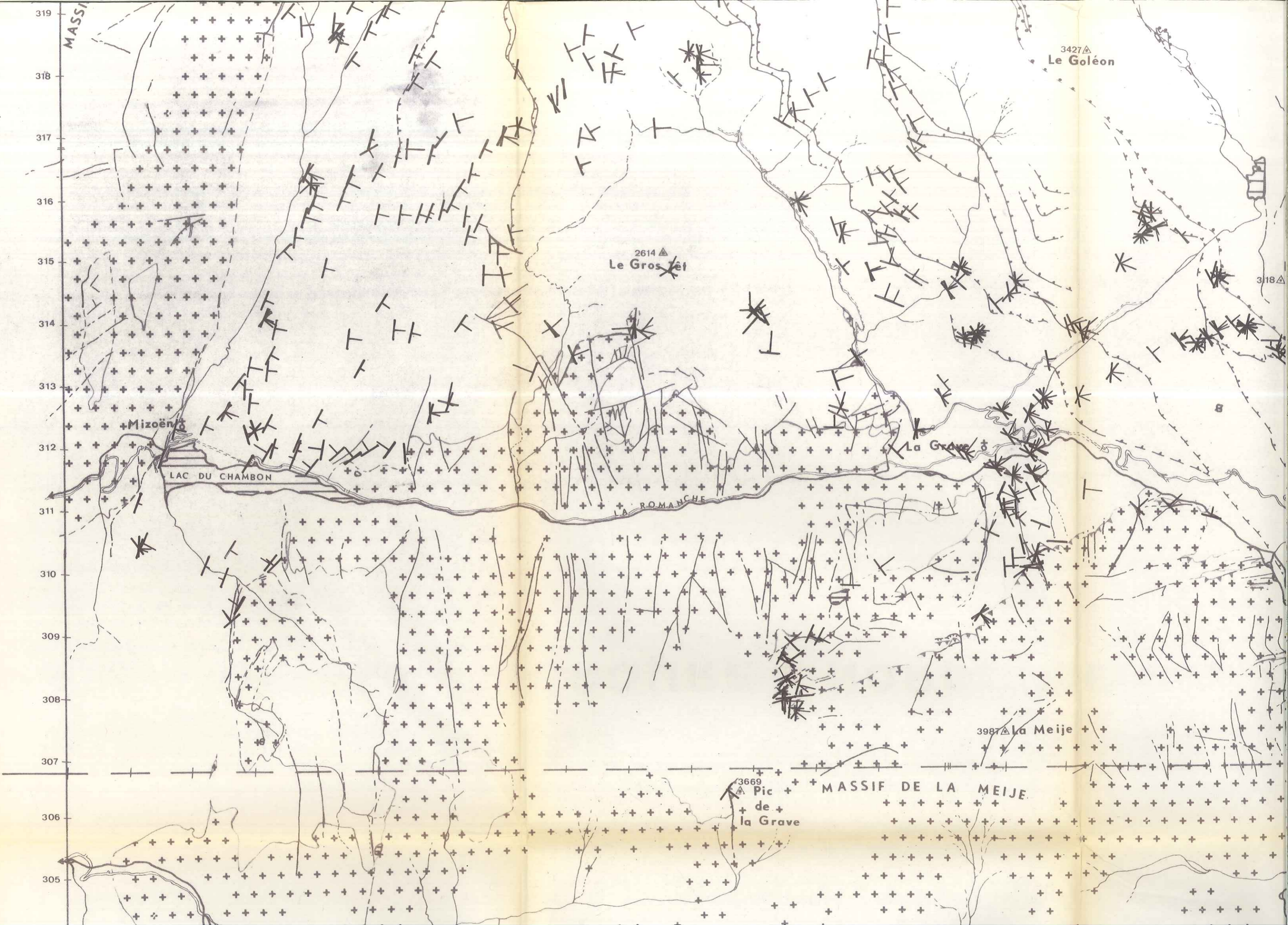
1 janv. 75

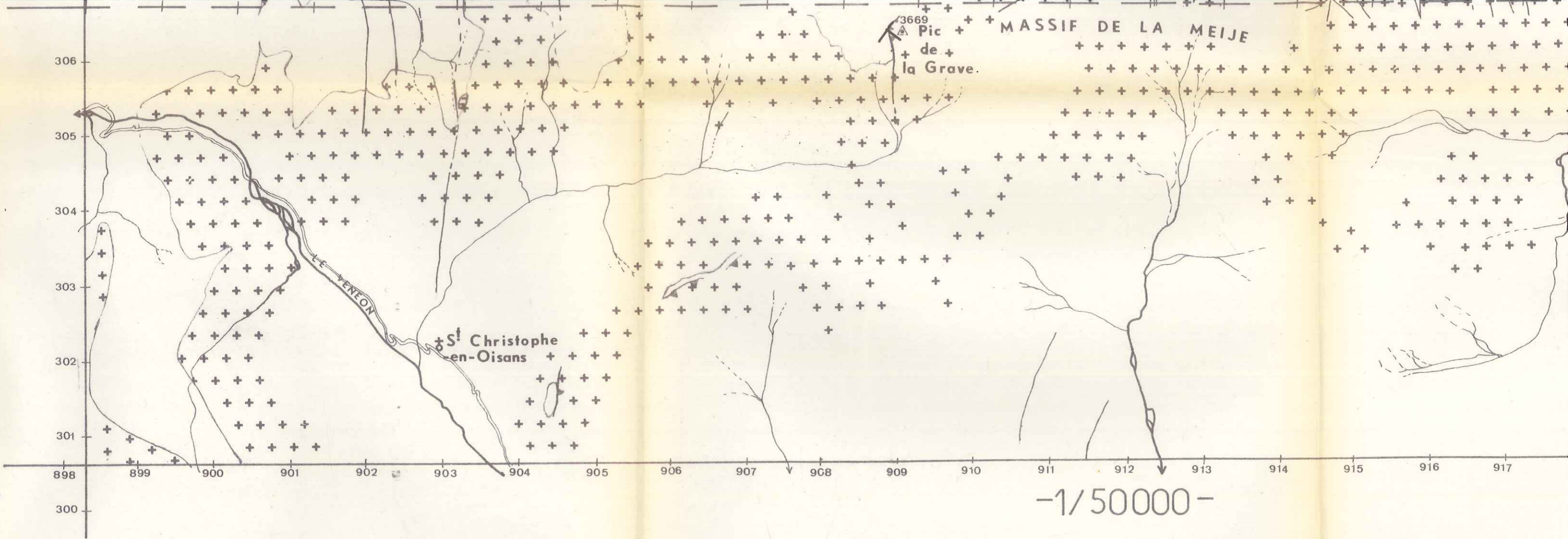
LEGENDE :

PENDAGE: 0

PLAN S₀ 0

0° 0-10° 10-30° 30-50° 50-70° 70-90° 90°





S^t - CHRISTOPHE - EN - OISANS

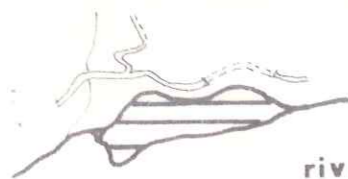
geographie

feuilles : - XXXIV. 35.
- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

⊕ principaux villages

△ sommets

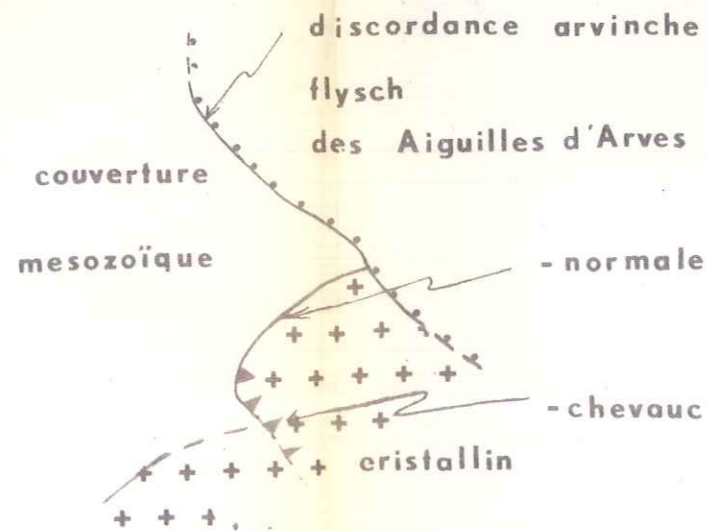


routes

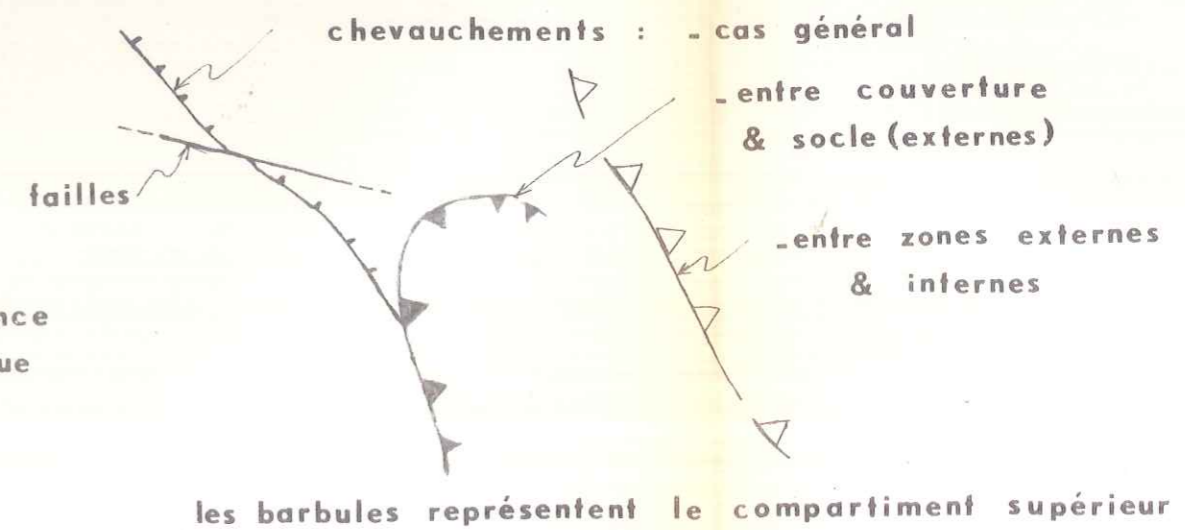
rivières & lacs

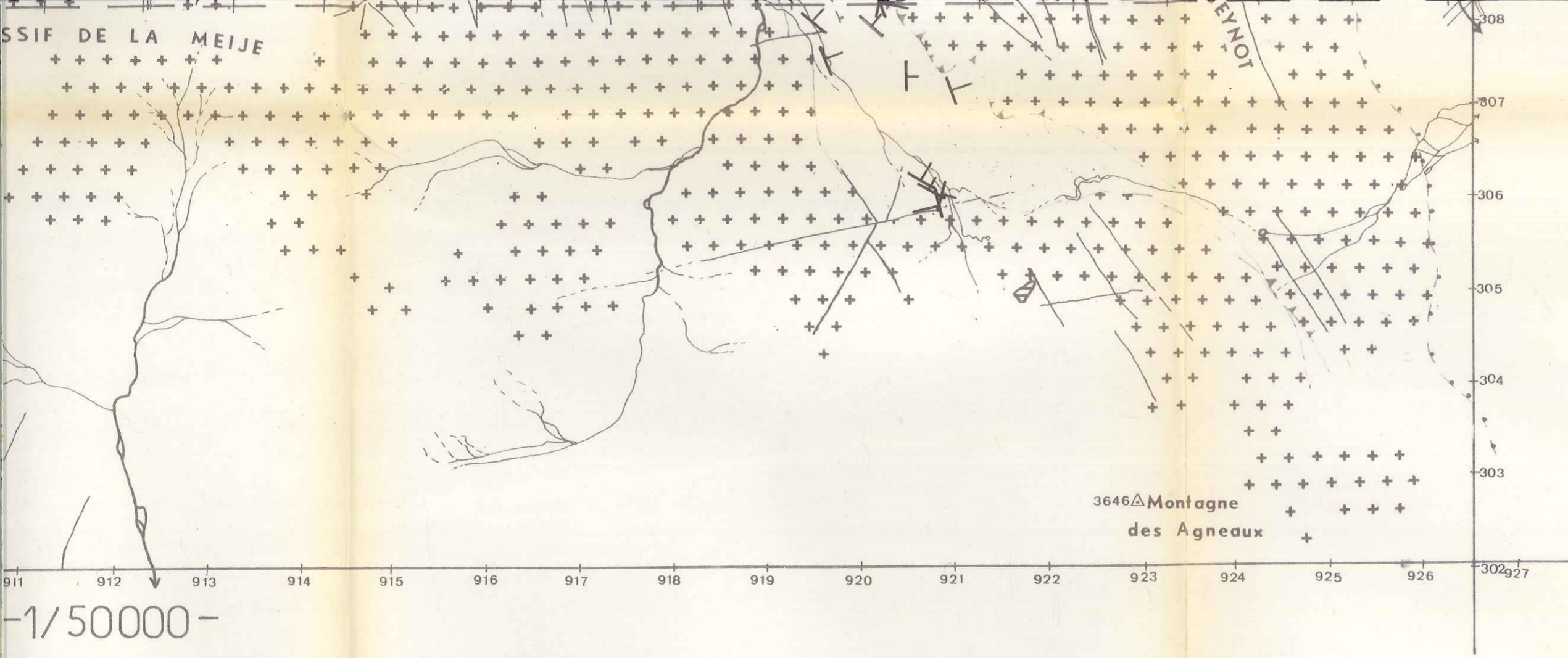
geologie

DISCORDANCES



CONTACTS TECTONIQUES

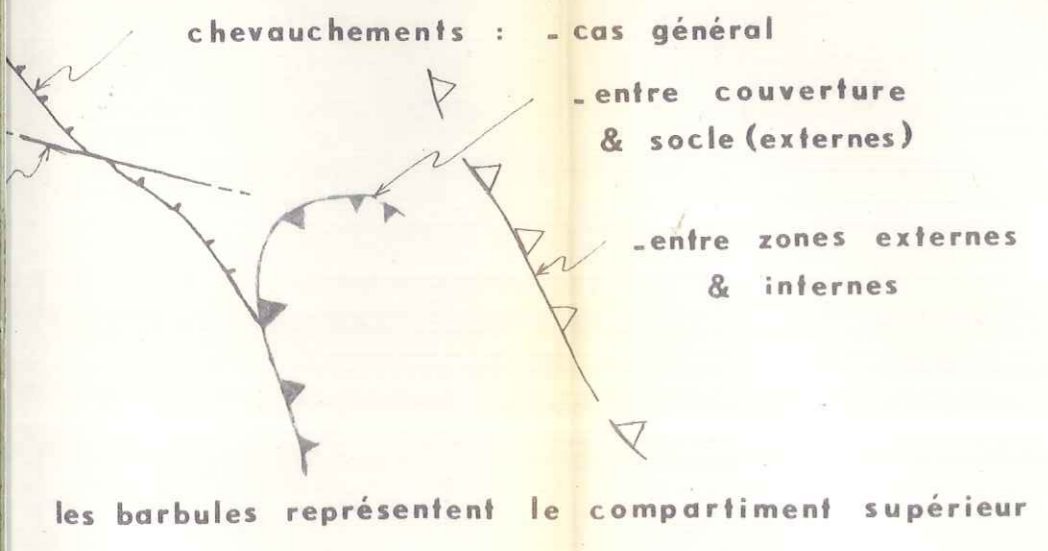




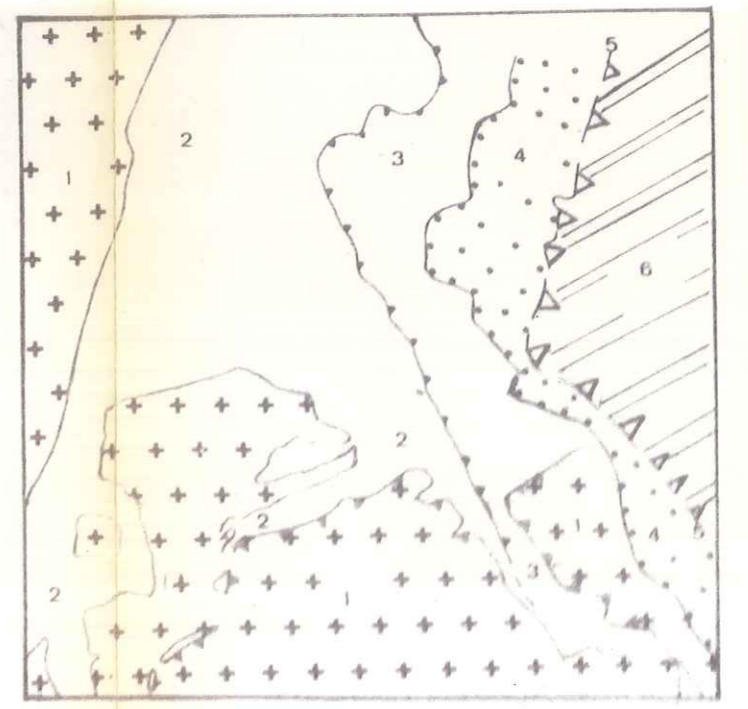
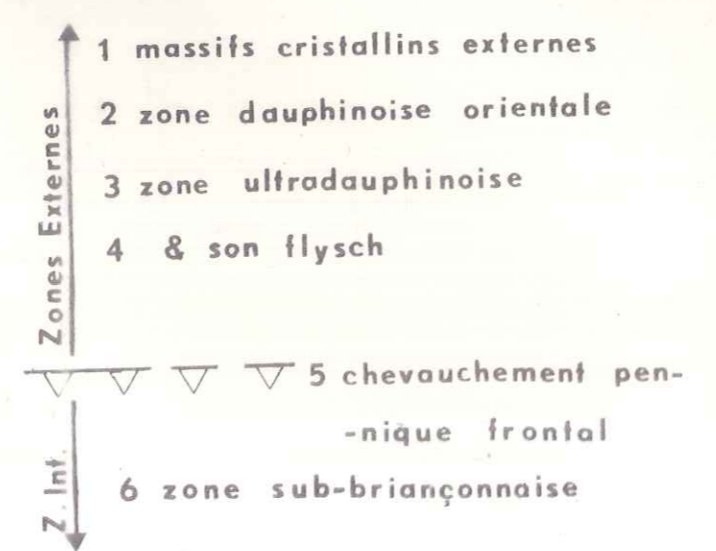
-1/50000-

TOPHE-EN-OISANS

POINTS TECTONIQUES



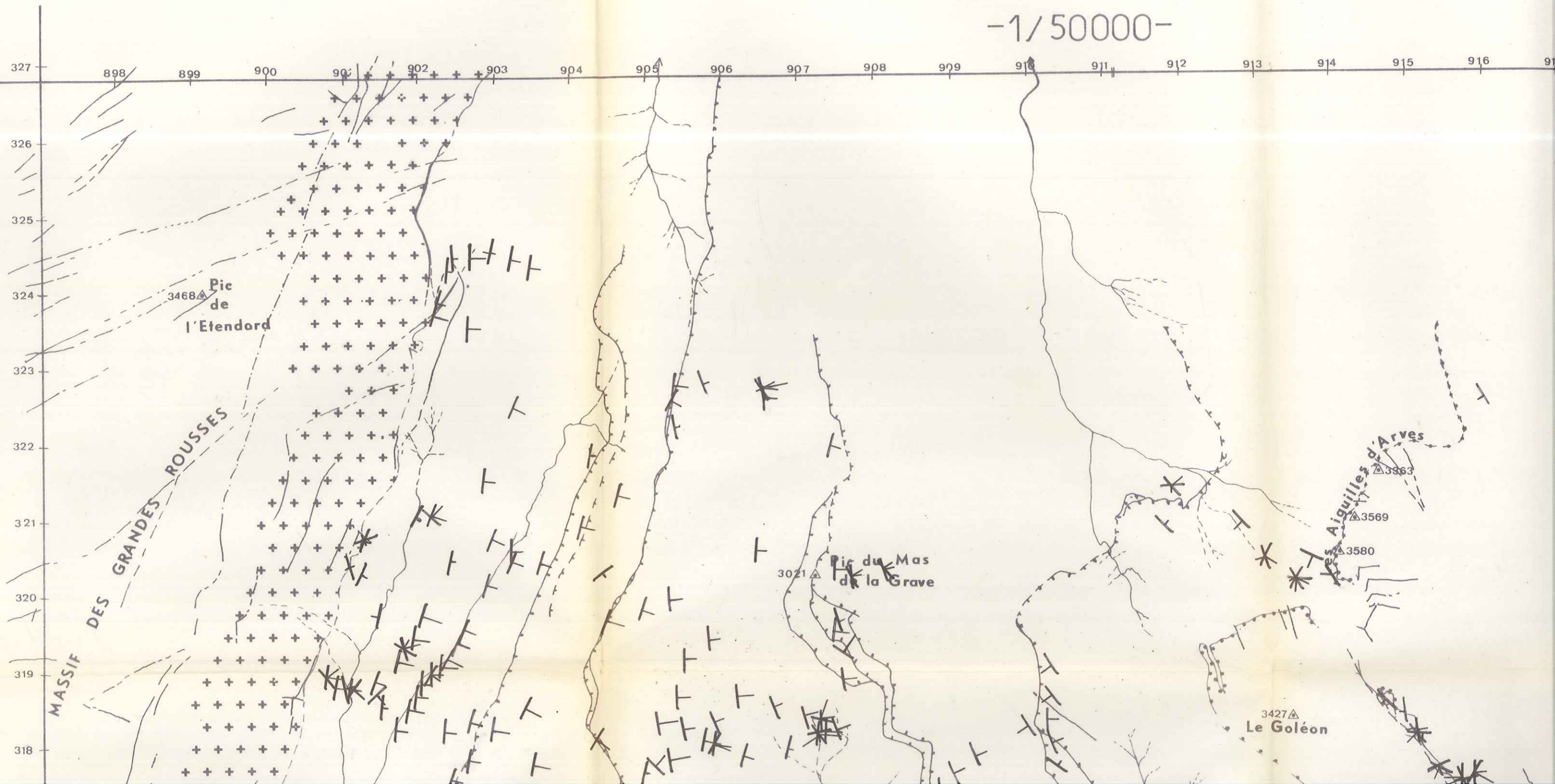
SCHEMA STRUCTURAL



- ETUDE STRUCTURALE DE LA BORDURE NORD DE L'O

LA GRAVE

-1/50000-



STRUCTURALE

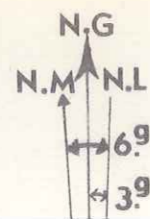
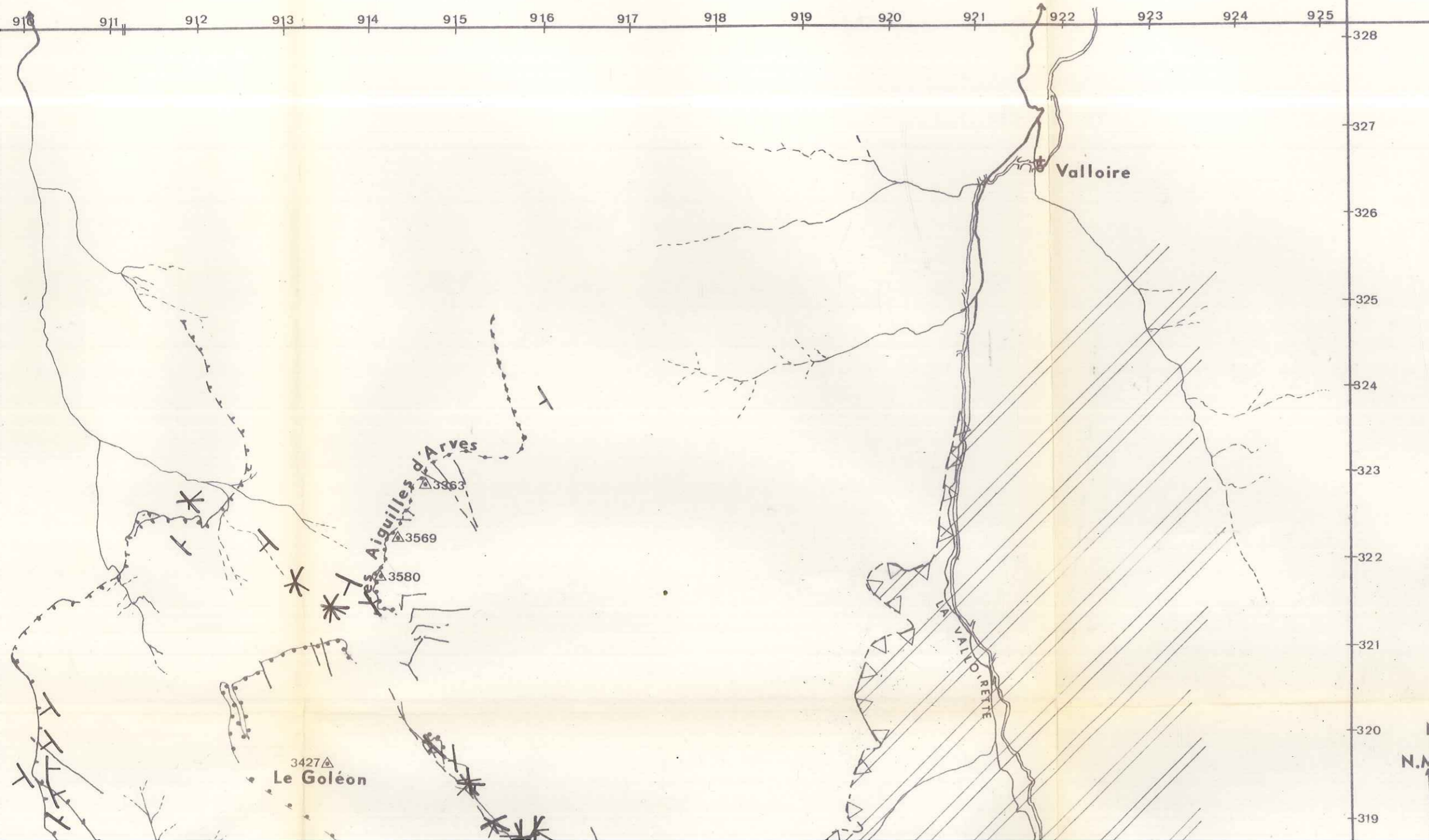
NORD DE L'OISANS -

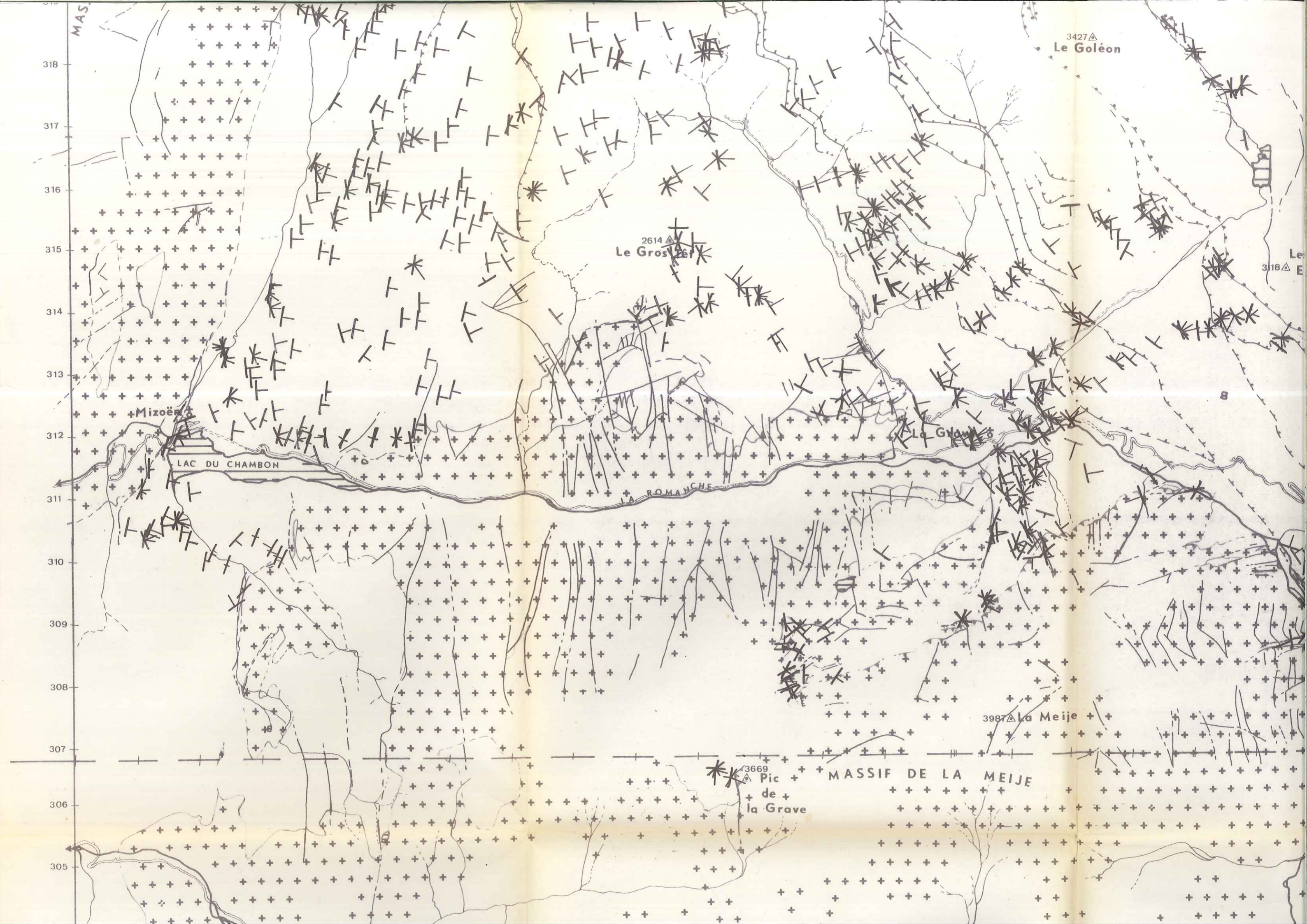
SCHISTOSITE

S2

A GRAVE

1/50000-





MAS

318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306
305

3427△
Le Goléon

2614△
Le Gros

Mizoën

LAC DU CHAMBON

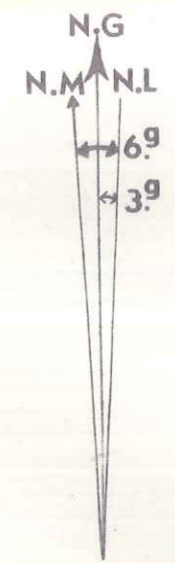
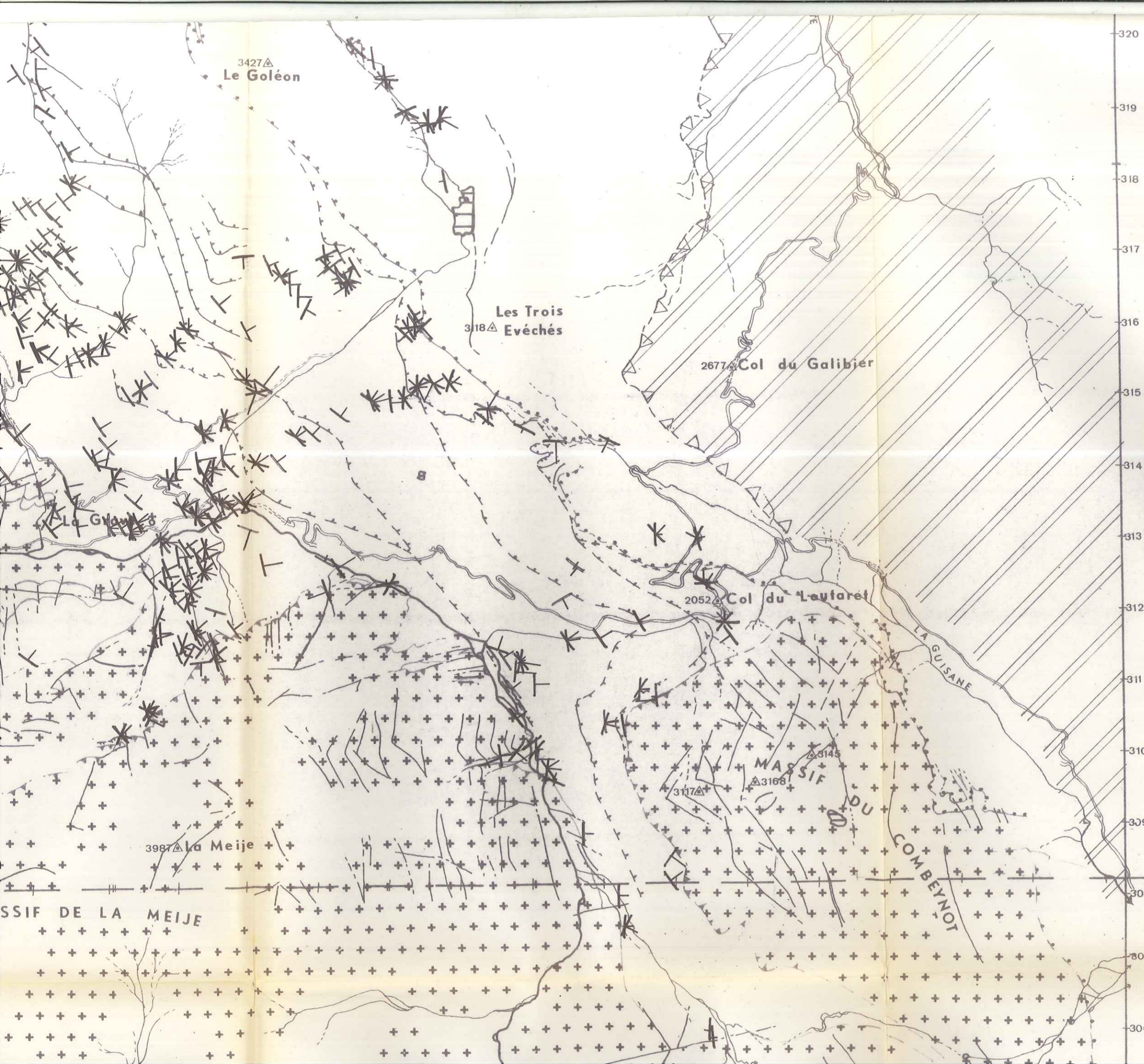
LA ROMANCHE

Le Grand

3987△
La Meije

3669△
Pic
de
la Grave

MASSIF DE LA MEIJE



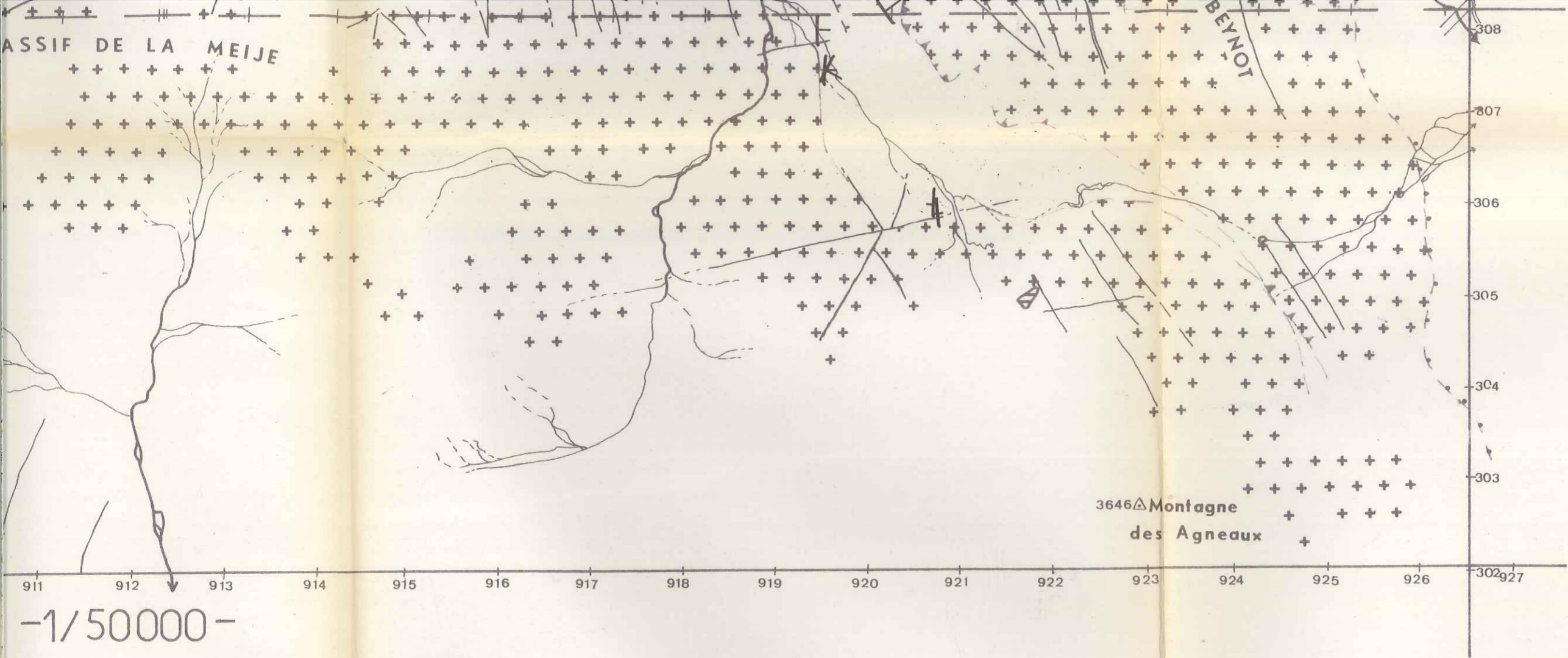
1 janv. 75

LEGENDE :

PENDAGE : 0

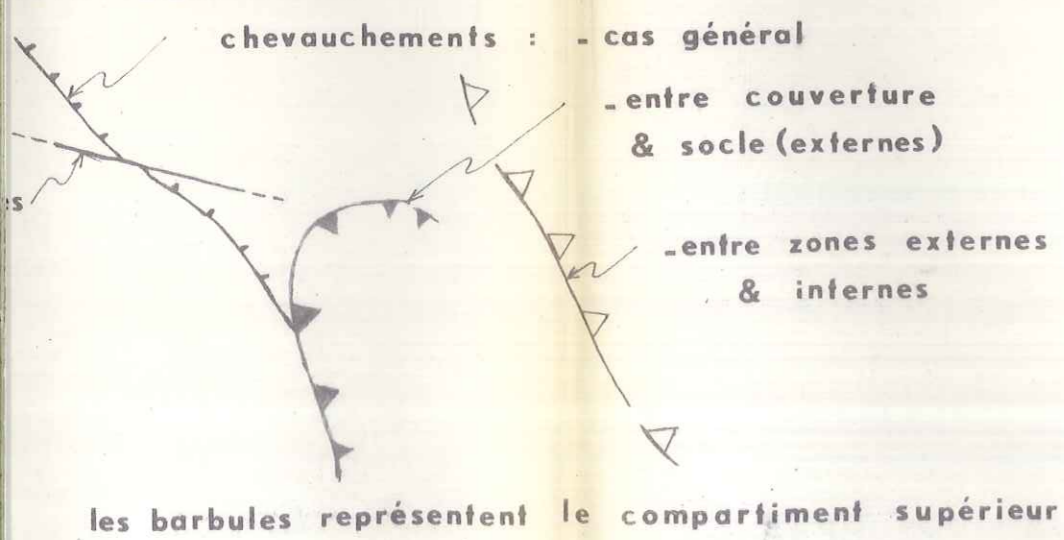
PLAN S2 0

0° 0-10° 10-30° 30-50° 50-70° 70-90° 90°

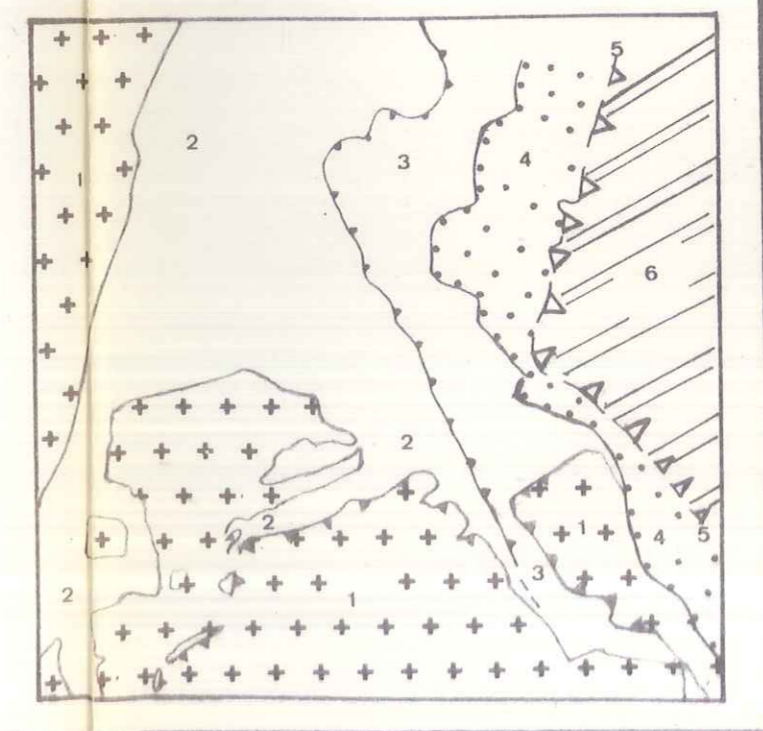
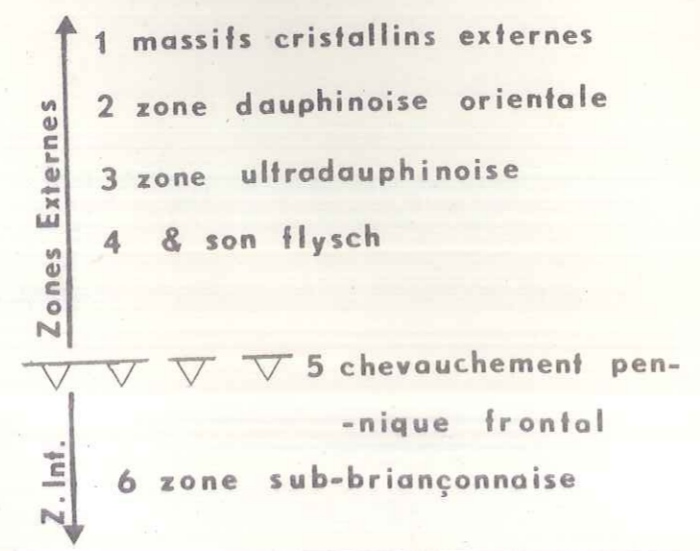


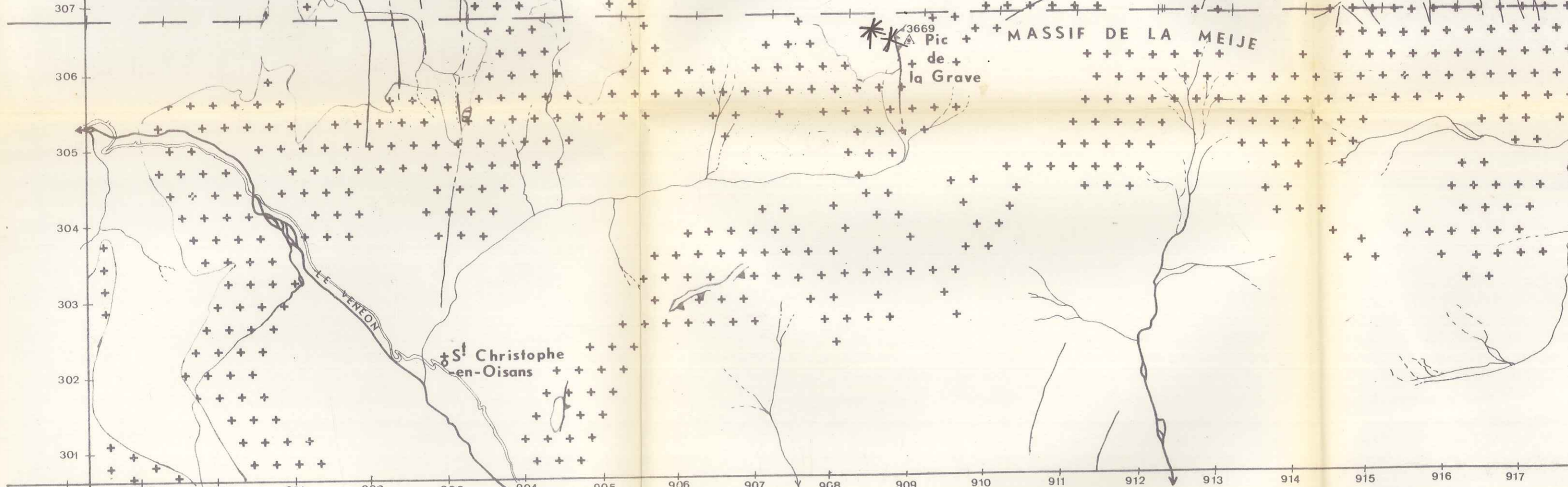
STOPHE-EN-OISANS

FACTS TECTONIQUES



SCHEMA STRUCTURAL





-1/50000-

ST-CHRISTOPHE-EN-OISANS

geographie

feuilles : - XXXIV. 35.
- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

♣ principaux villages

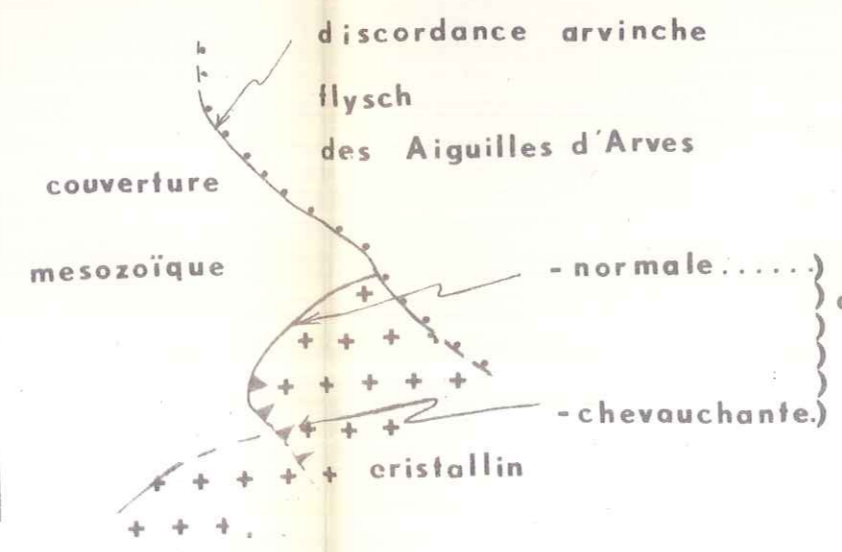
△ sommets

routes

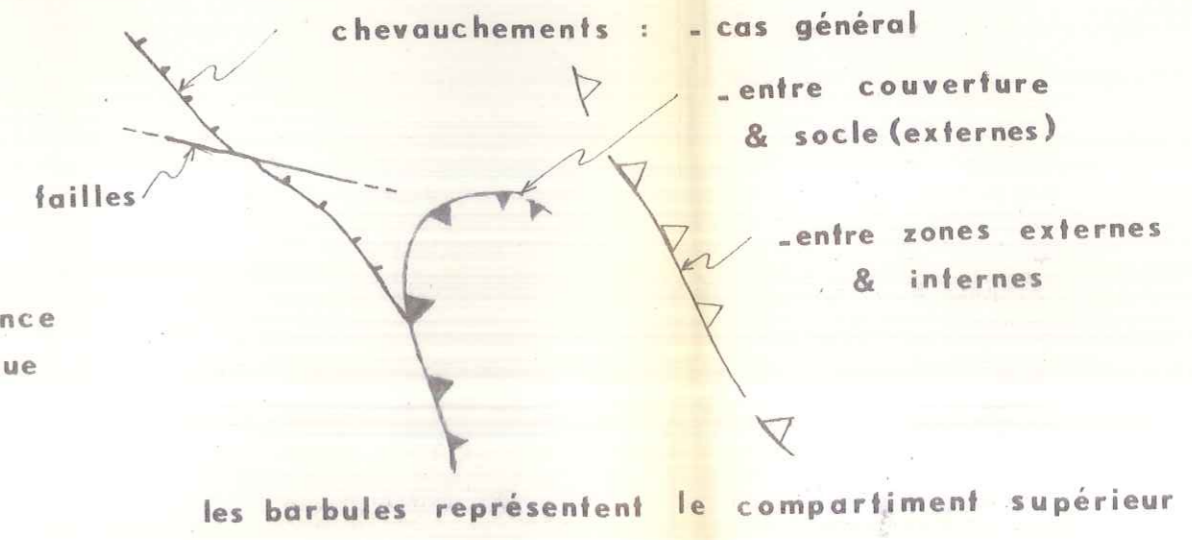
rivières & lacs

geologie

DISCORDANCES



CONTACTS TECTONIQUES

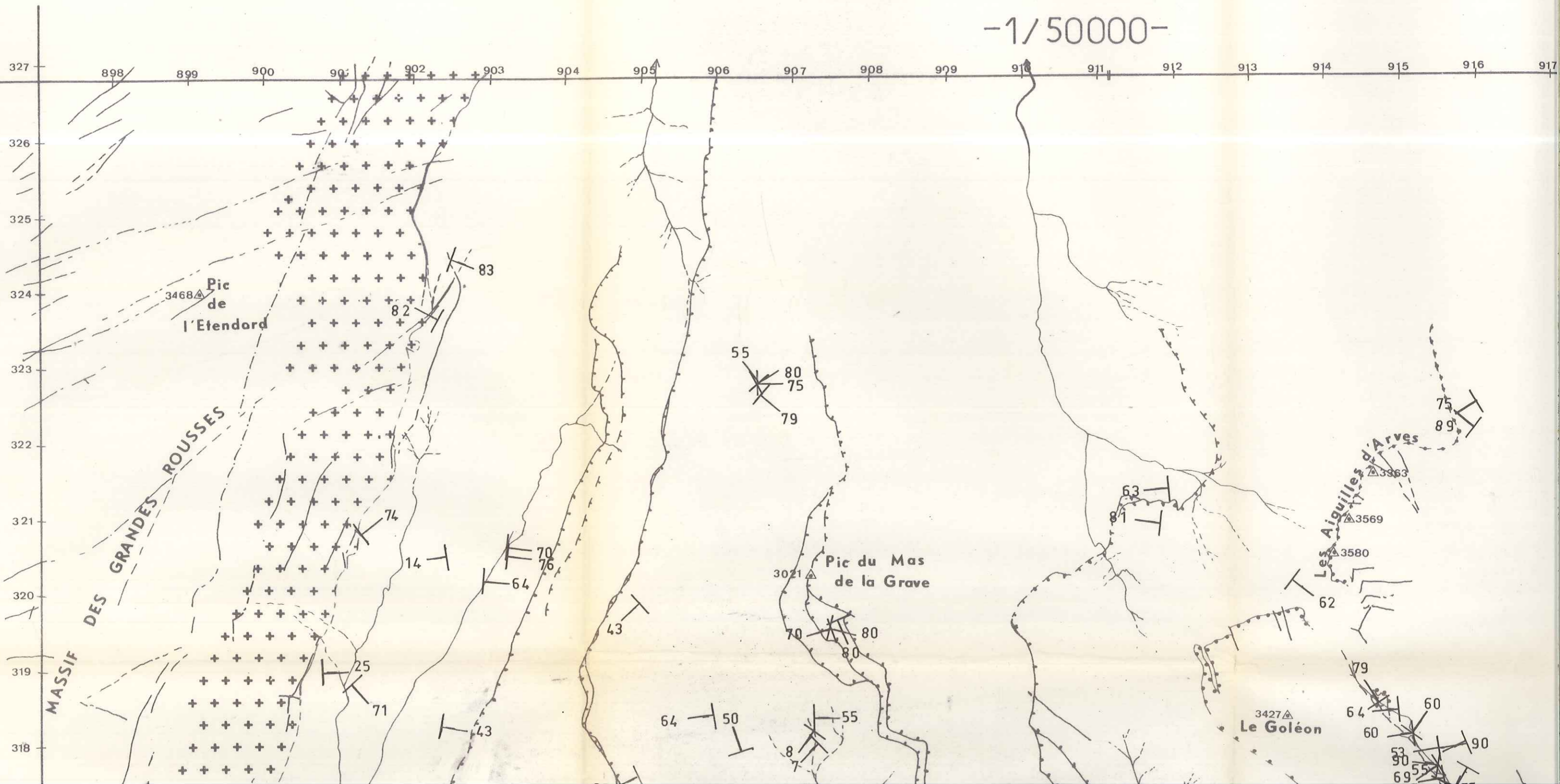


SC

- ETUDE STRUCTURALE DE LA BORDURE NORD DE L'OIL

LA GRAVE

-1/50000-



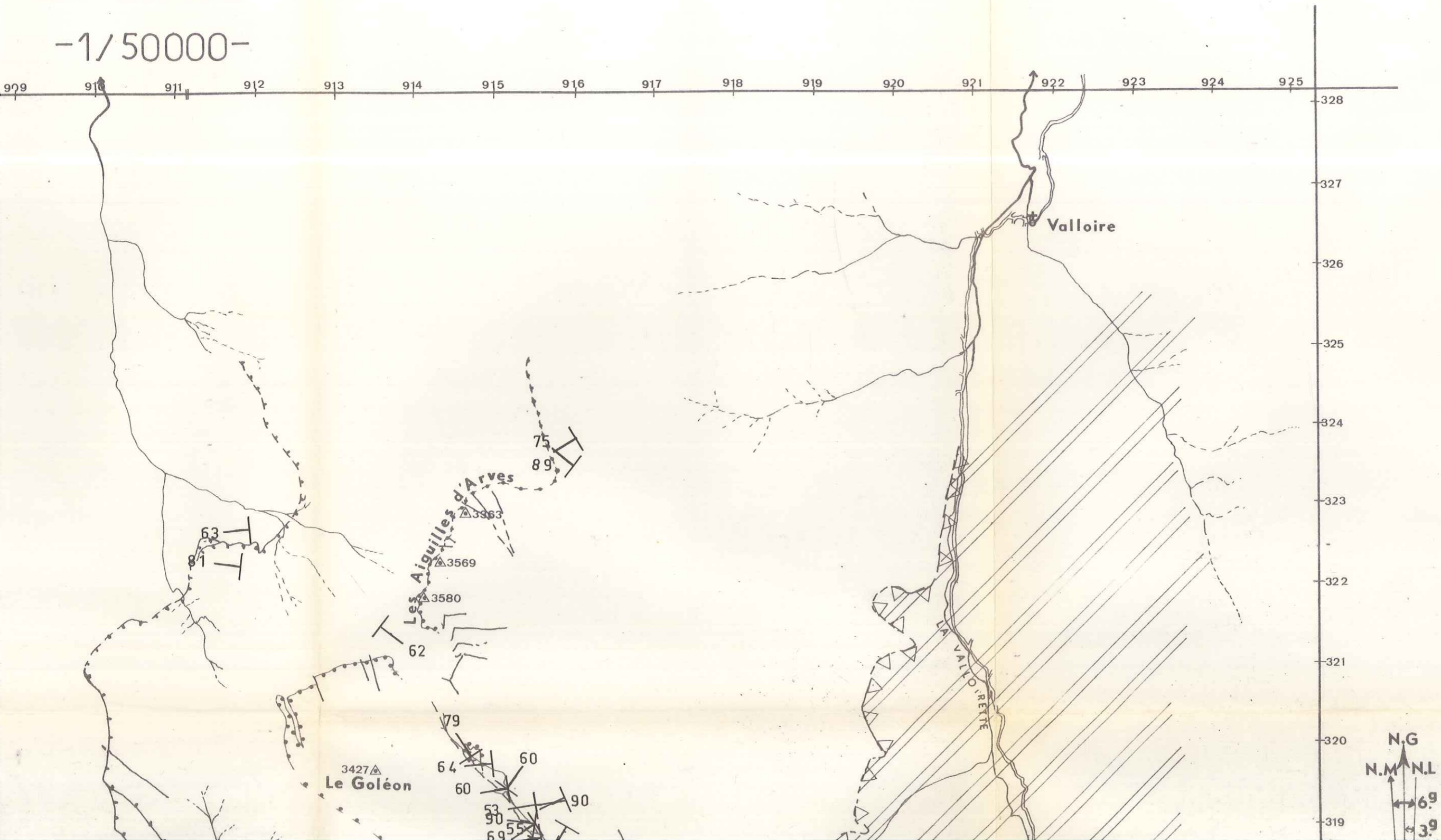
STRUCTURALE

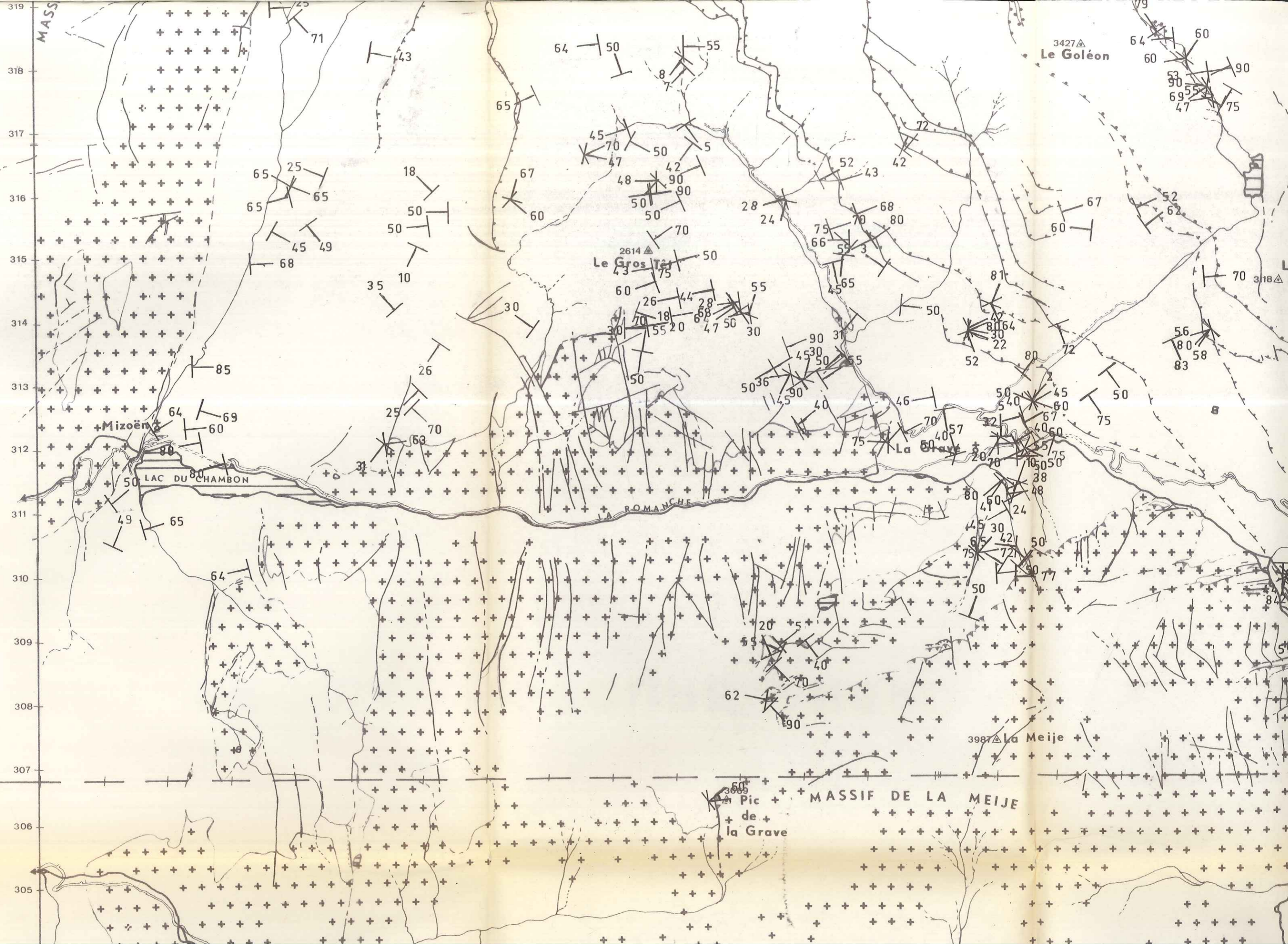
NORD DE L'OISANS -

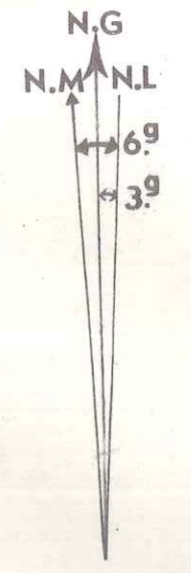
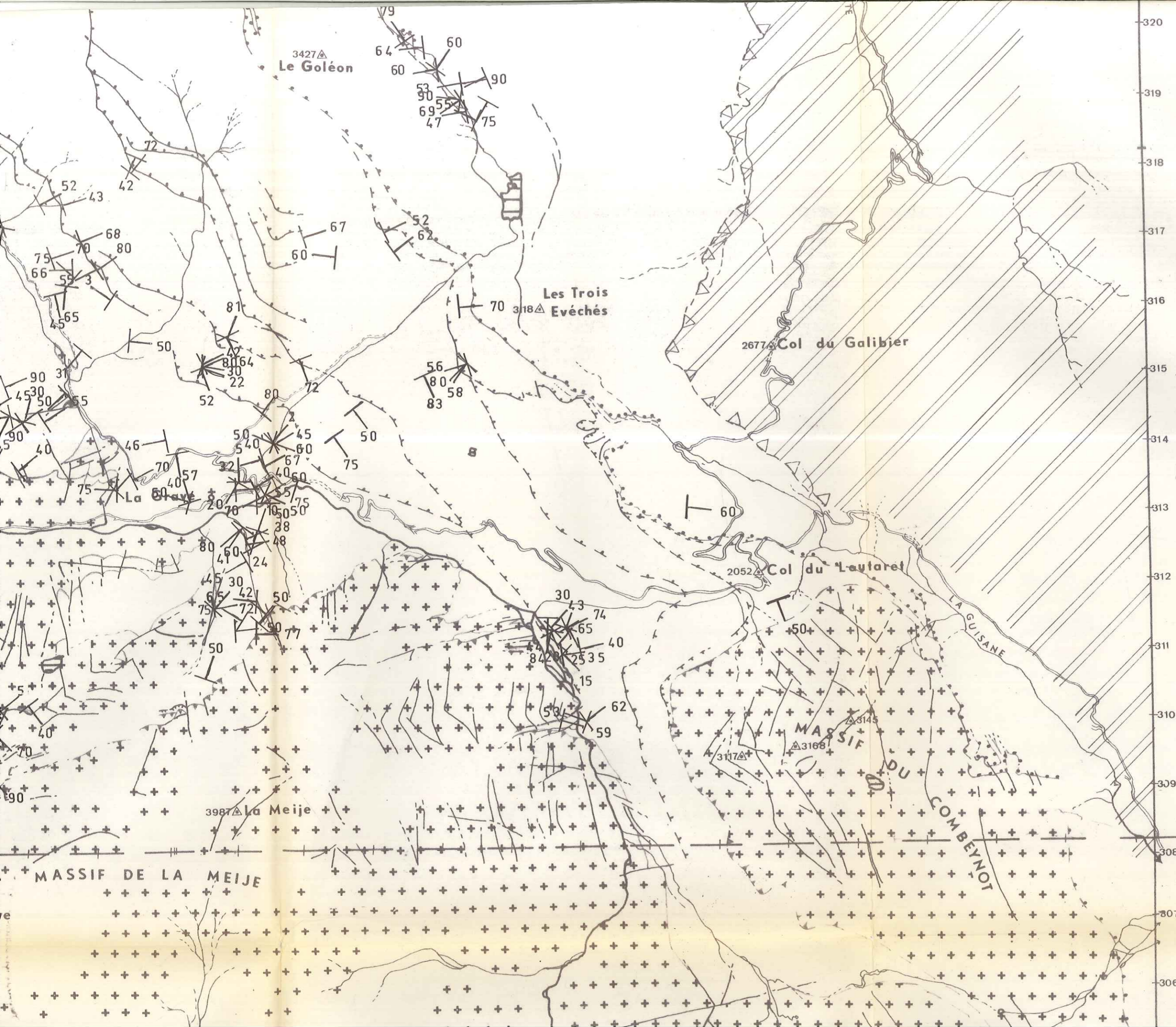
SCHISTOSITE
S3

LA GRAVE

-1/50000-





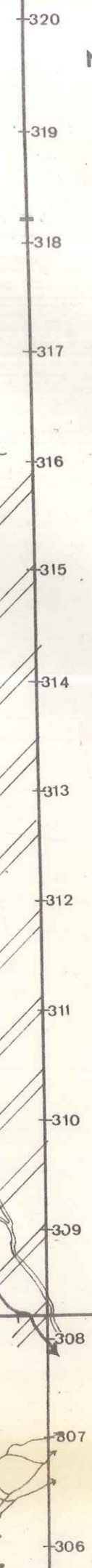


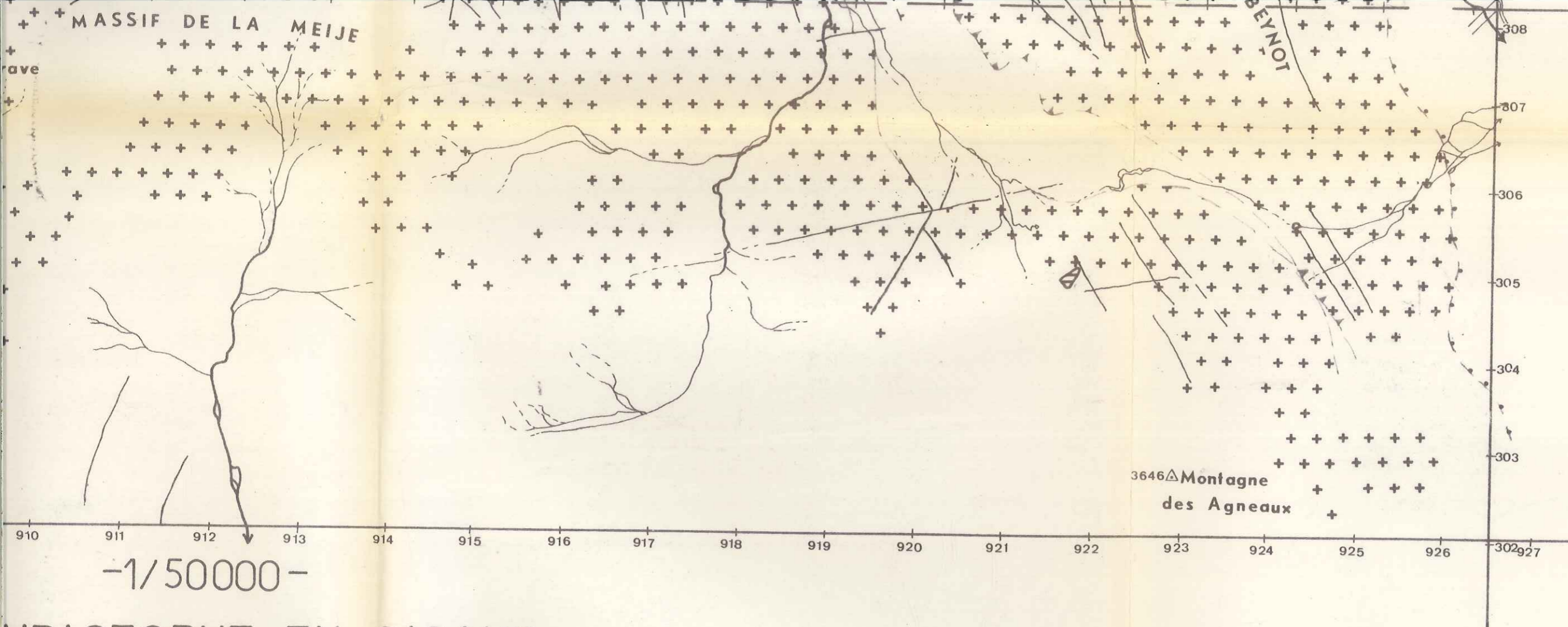
1 janv. 75

LEGENDE :

45 : PENDAGE

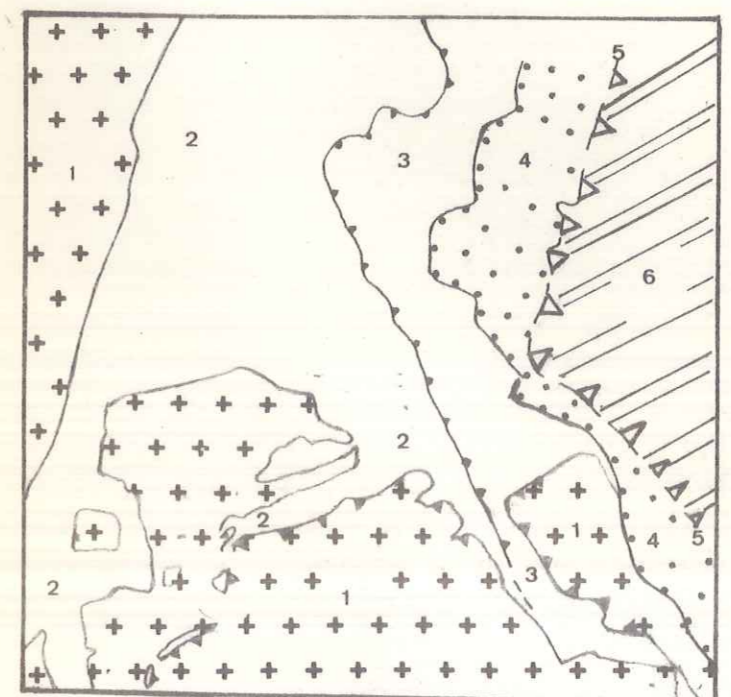
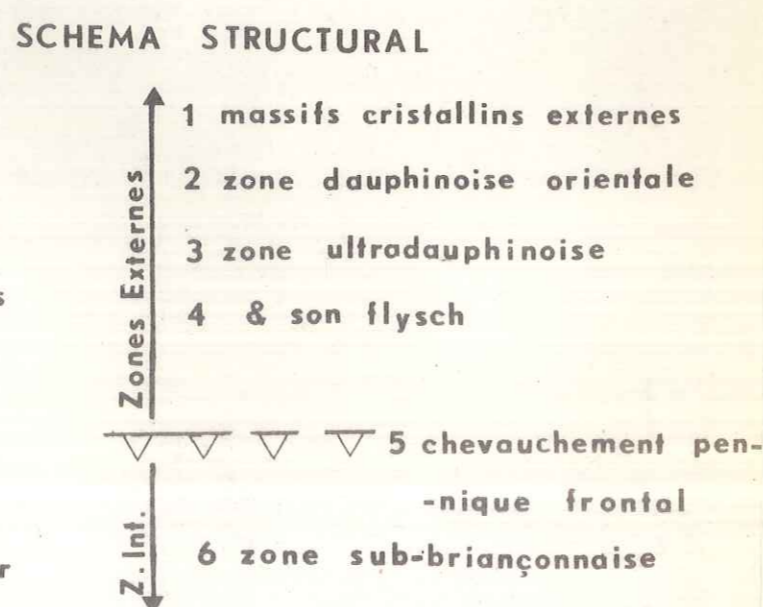
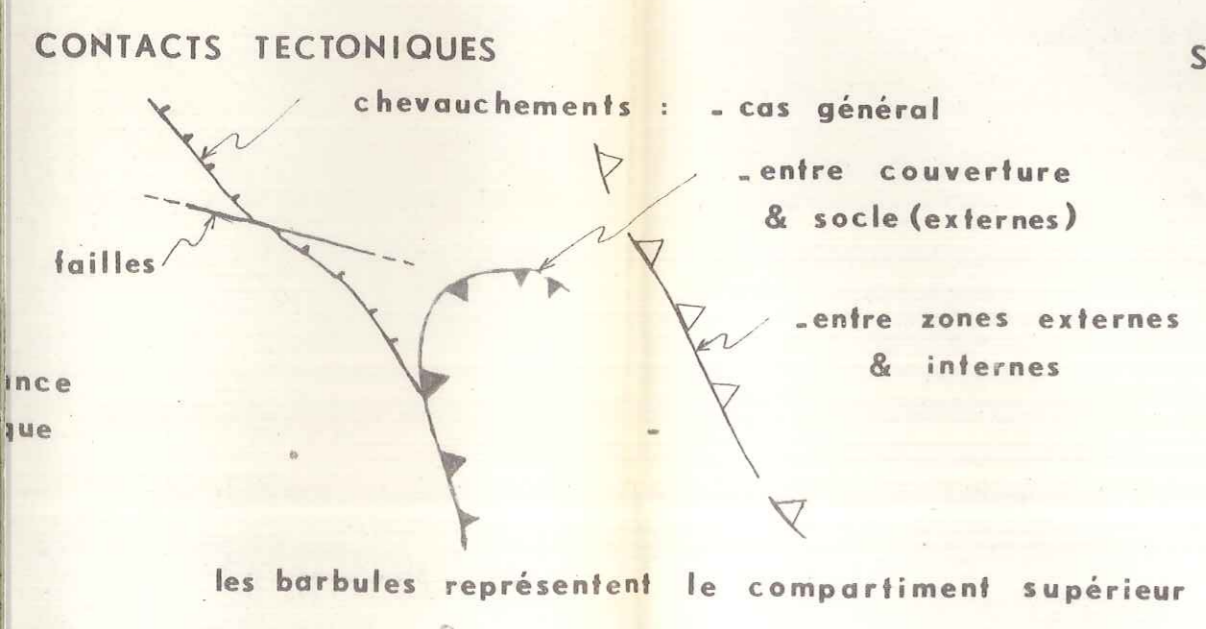
PLAN S3

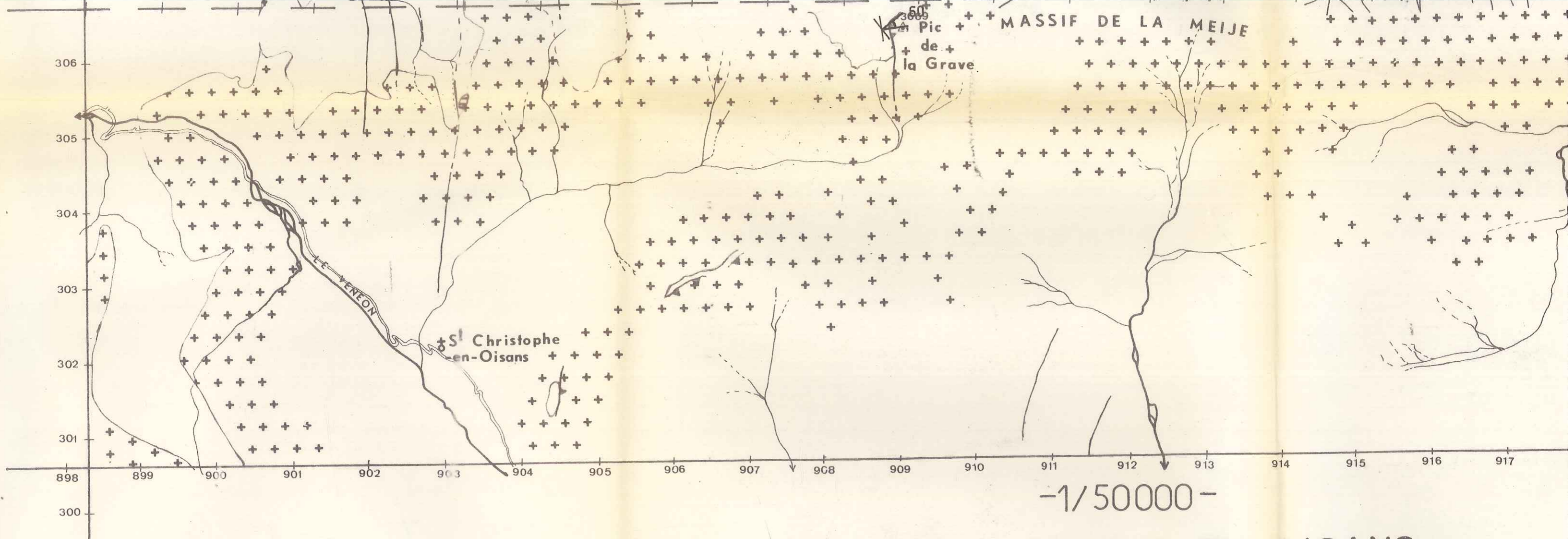




-1/50000-

CHRISTOPHE-EN-OISANS





-1/50000-

ST-CHRISTOPHE-EN-OISANS

geographie

feuilles : - XXXIV. 35.
- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

⚡ principaux villages

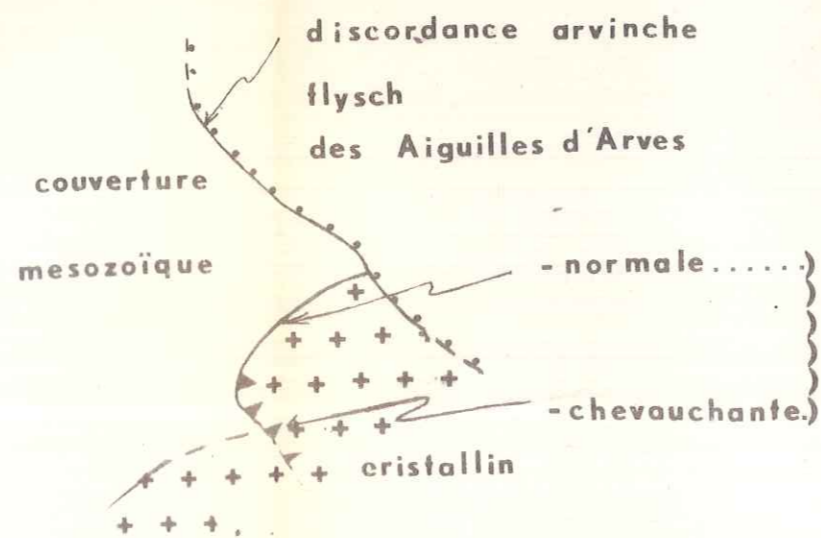
△ sommets

• routes

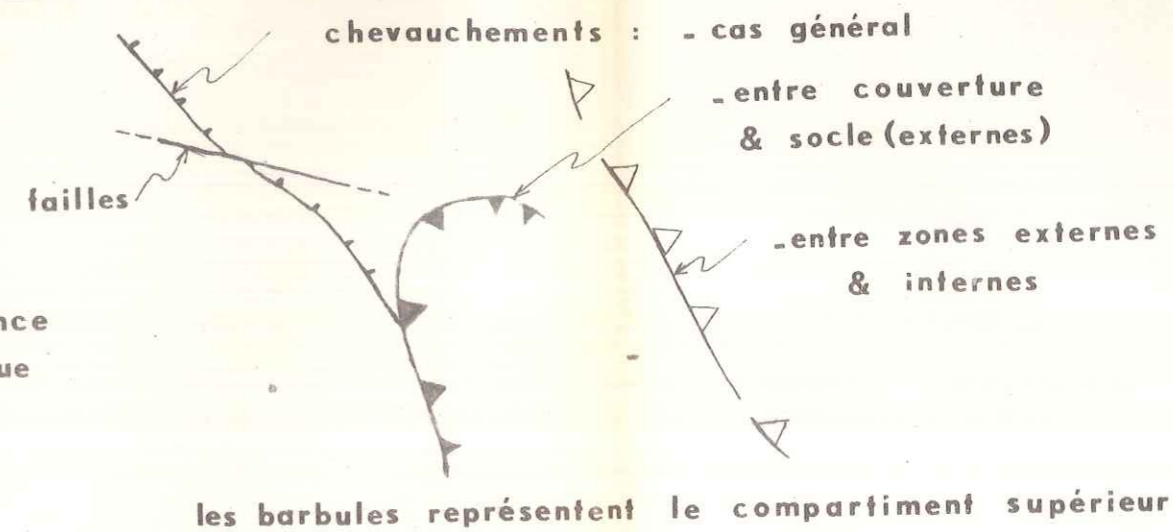
rièrres & lacs

geologie

DISCORDANCES



CONTACTS TECTONIQUES



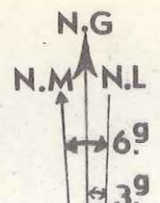
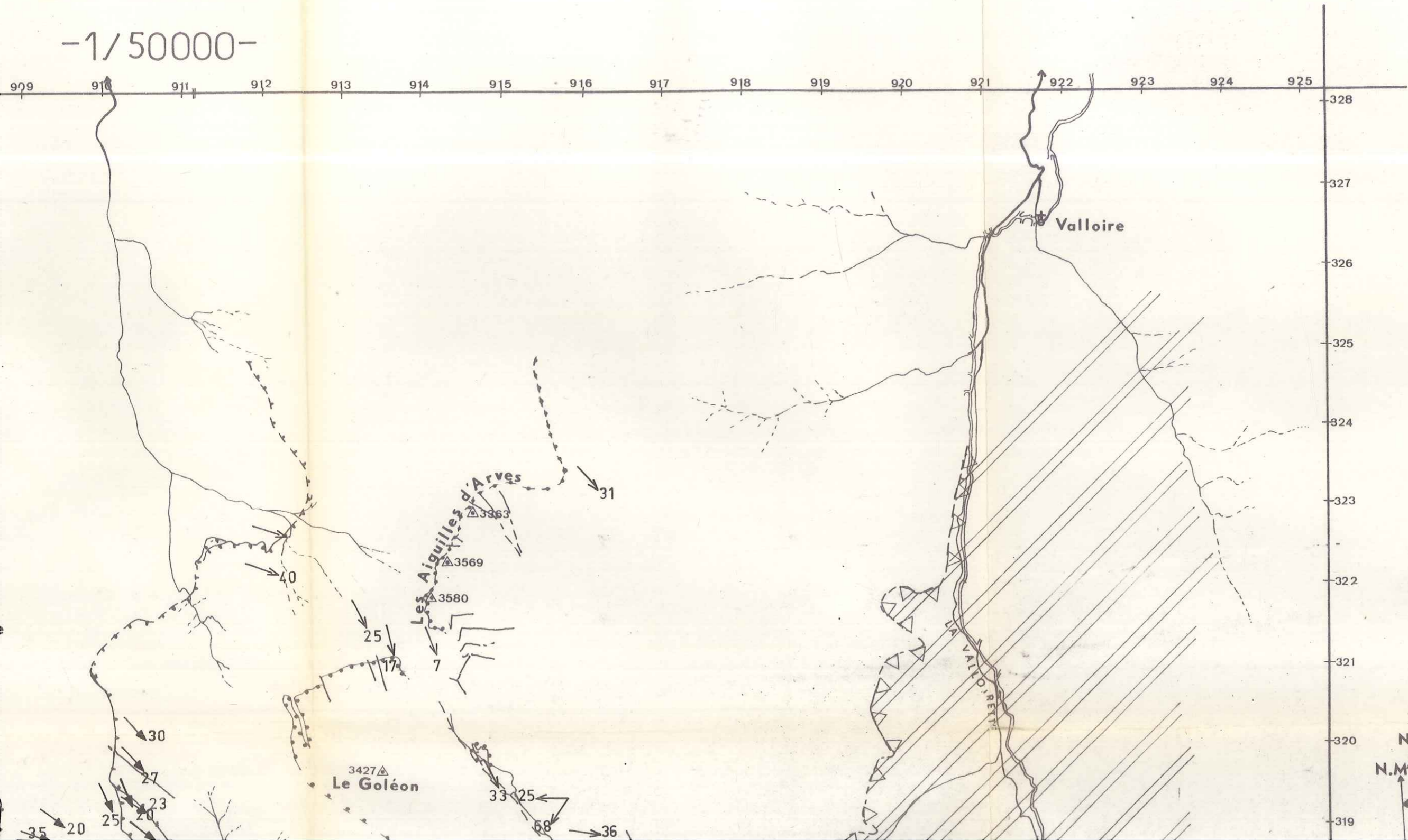
STRUCTURALE

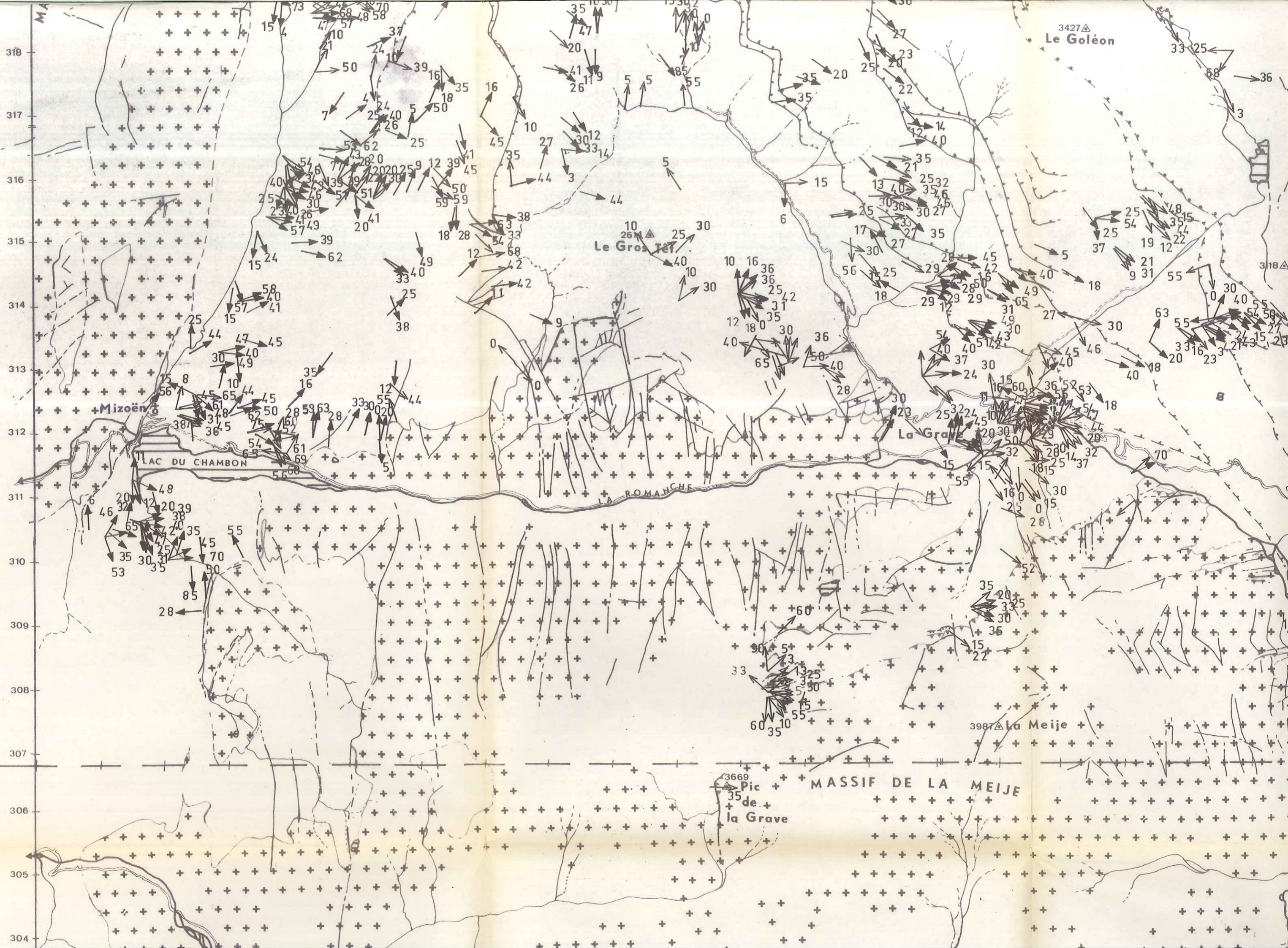
NORD DE L'OISANS -

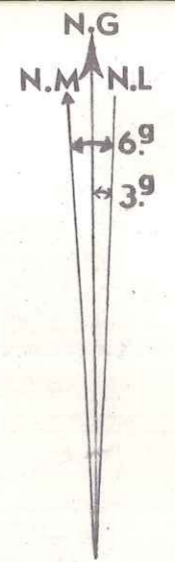
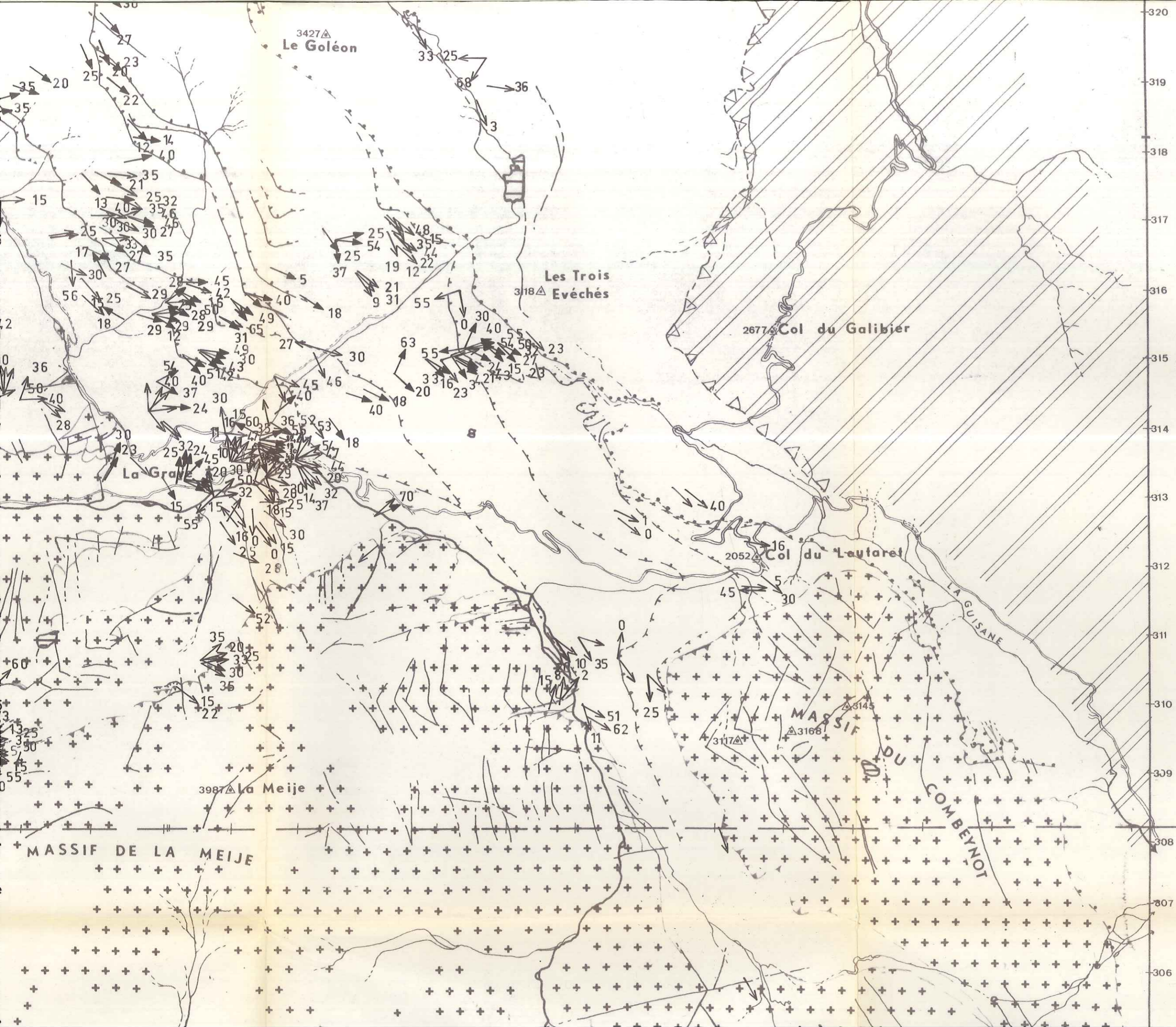
LINEATION
B 2

LA GRAVE

-1/50000-







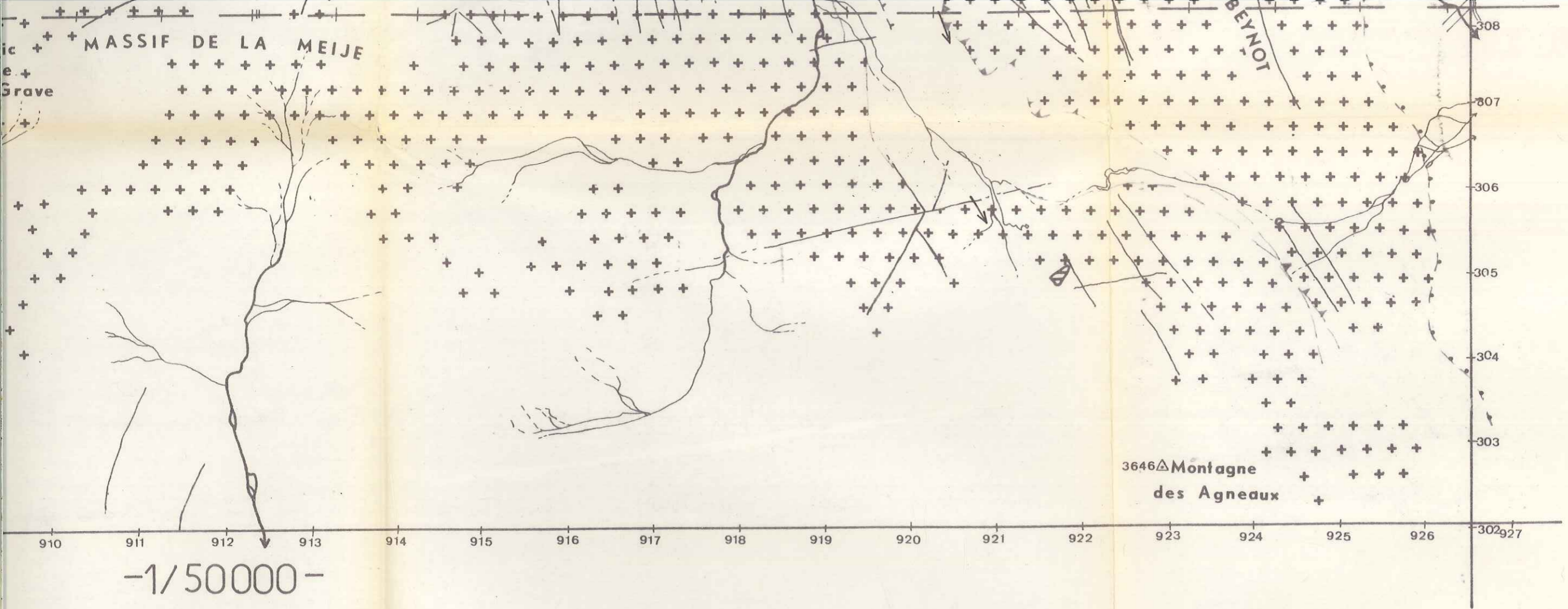


1 janv. 75

LEGENDE :

-  23: PENDAGE AXE B2
-  34 INTERSECTION S2/S0

320
319
318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306



-1/50000-

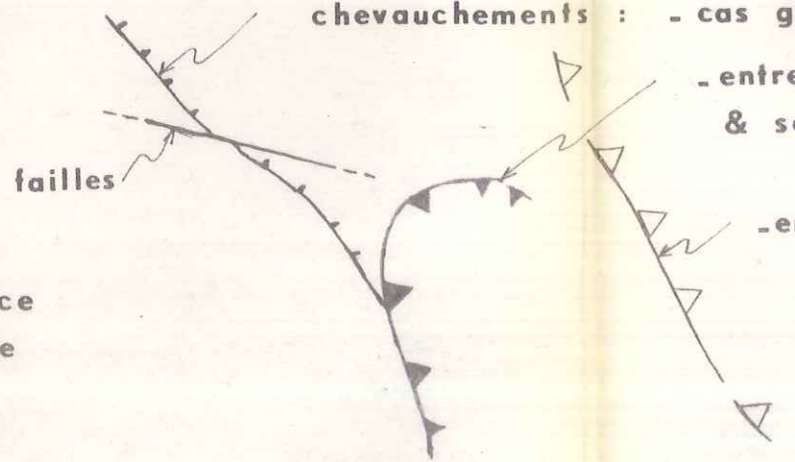
CHRISTOPHE-EN-OISANS

CONTACTS TECTONICQUES

chevauchements : - cas général

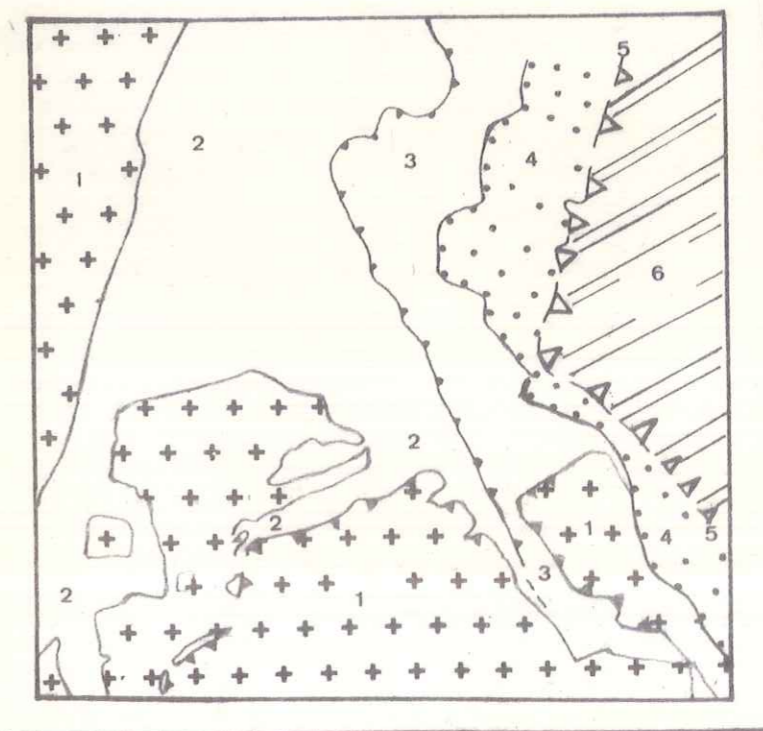
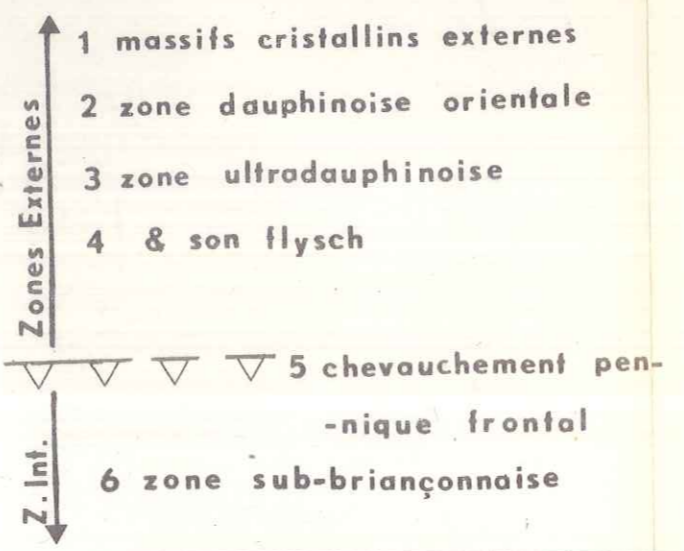
- entre couverture & socle (externes)

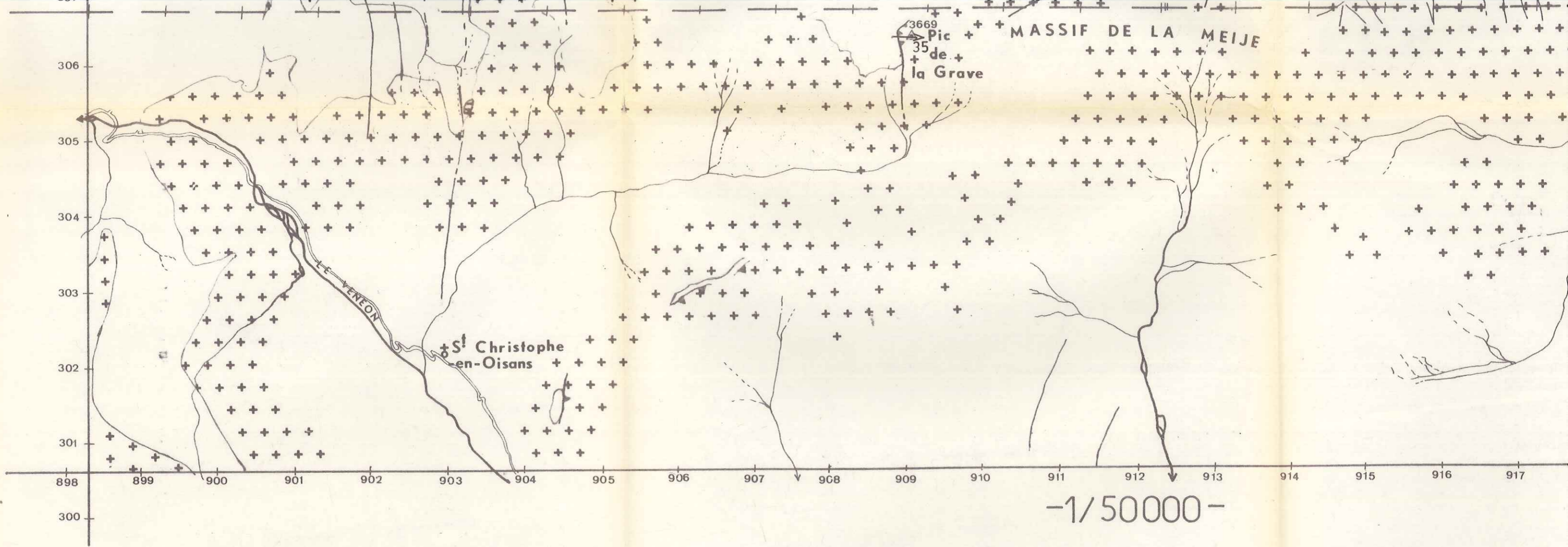
- entre zones externes & internes



les barbules représentent le compartiment supérieur

SCHEMA STRUCTURAL





S^t - CHRISTOPHE - EN - OISANS

geographie

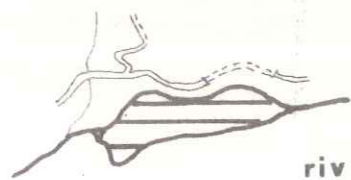
feuilles : - XXXIV. 35.

- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

♠ principaux villages

△ sommets

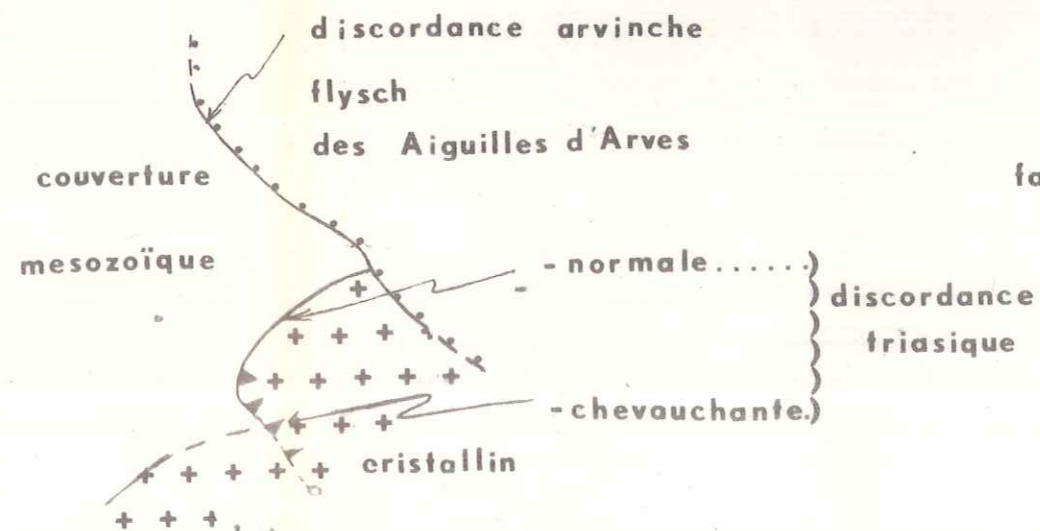


routes

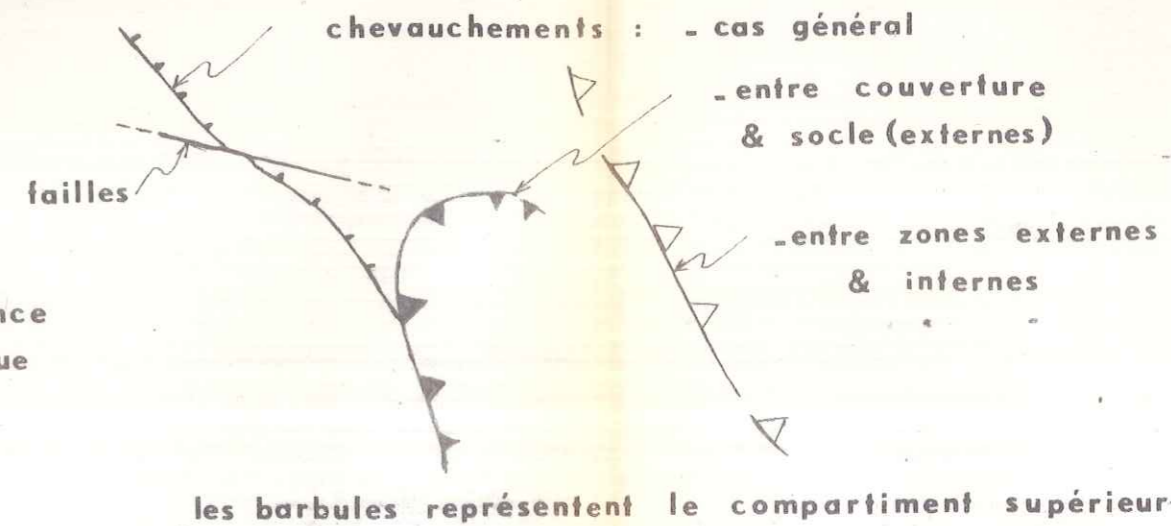
rivières & lacs

geologie

DISCORDANCES



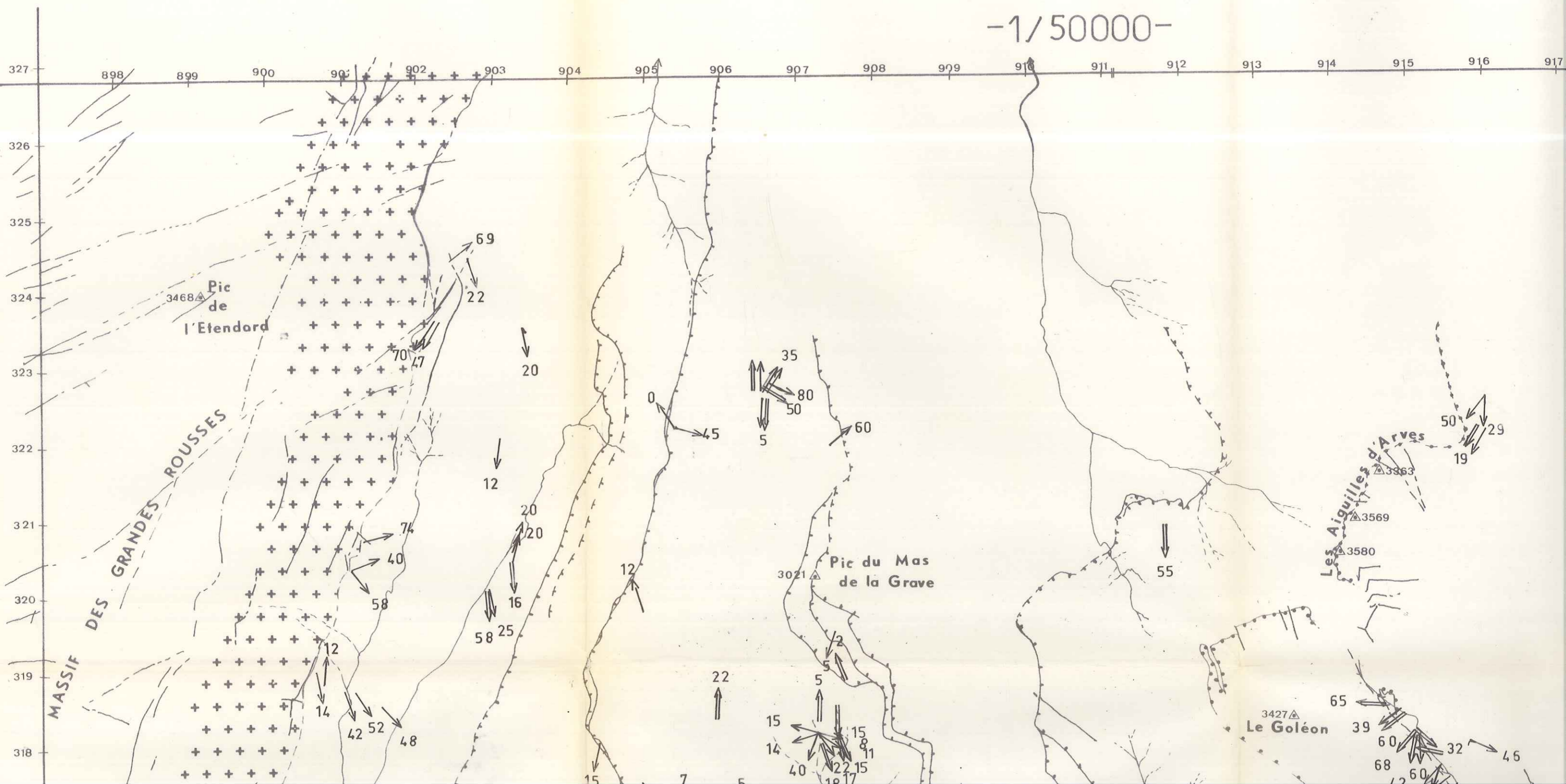
CONTACTS TECTONIQUES



- ETUDE STRUCTURALE DE LA BORDURE NORD DE L'OI

LA GRAVE

-1/50000-



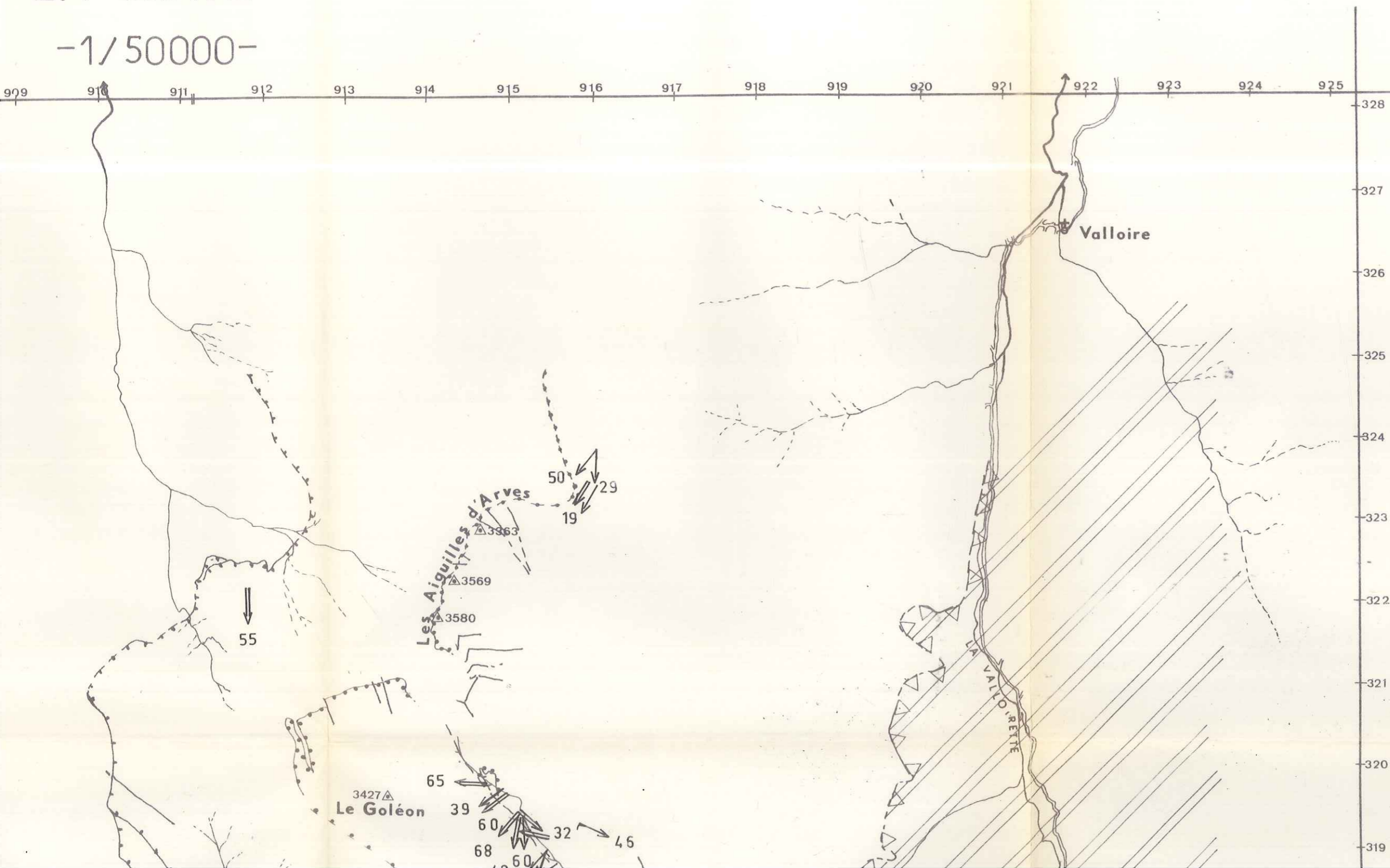
STRUCTURALE

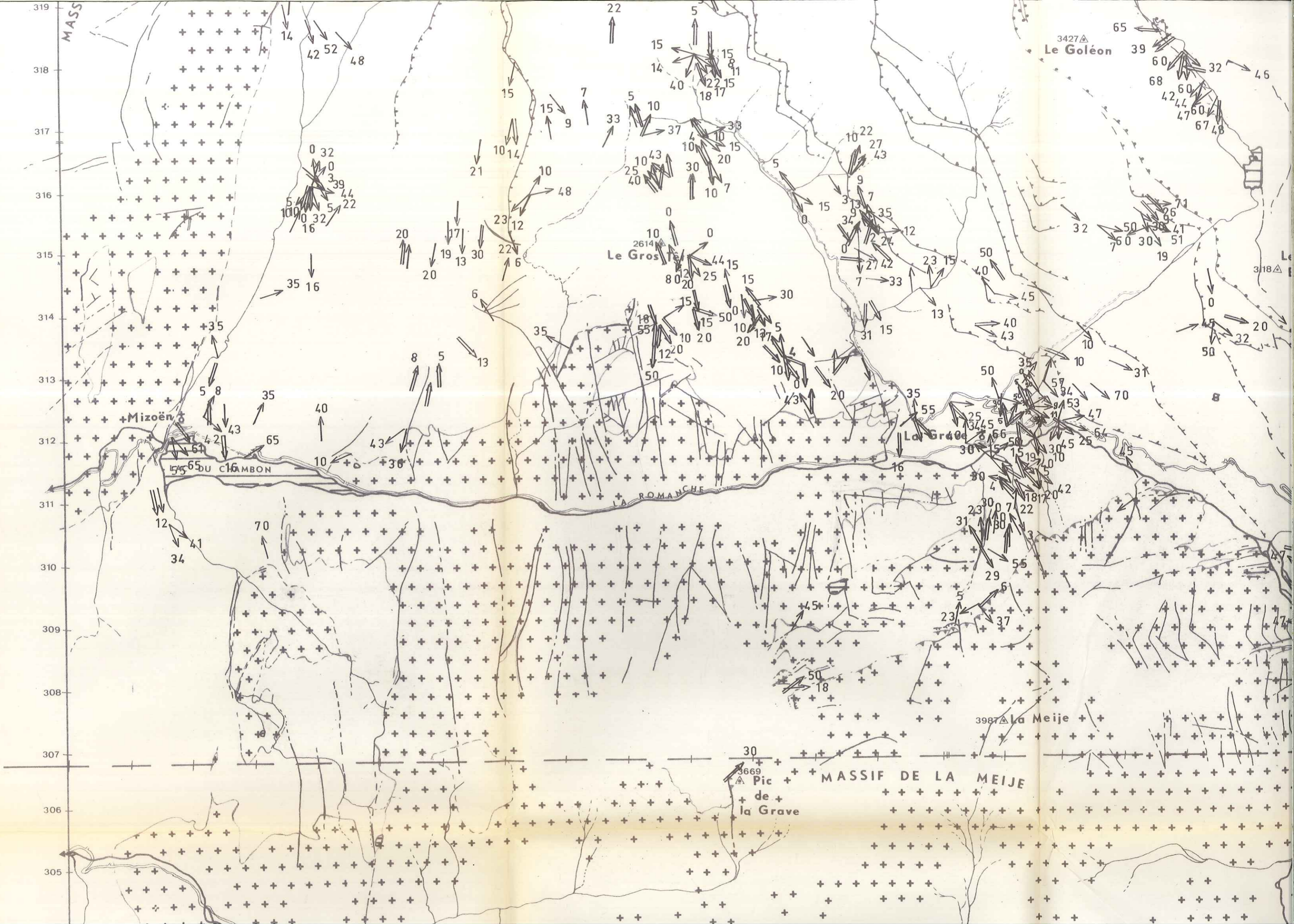
NORD DE L'OISANS -

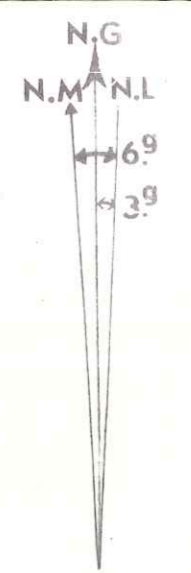
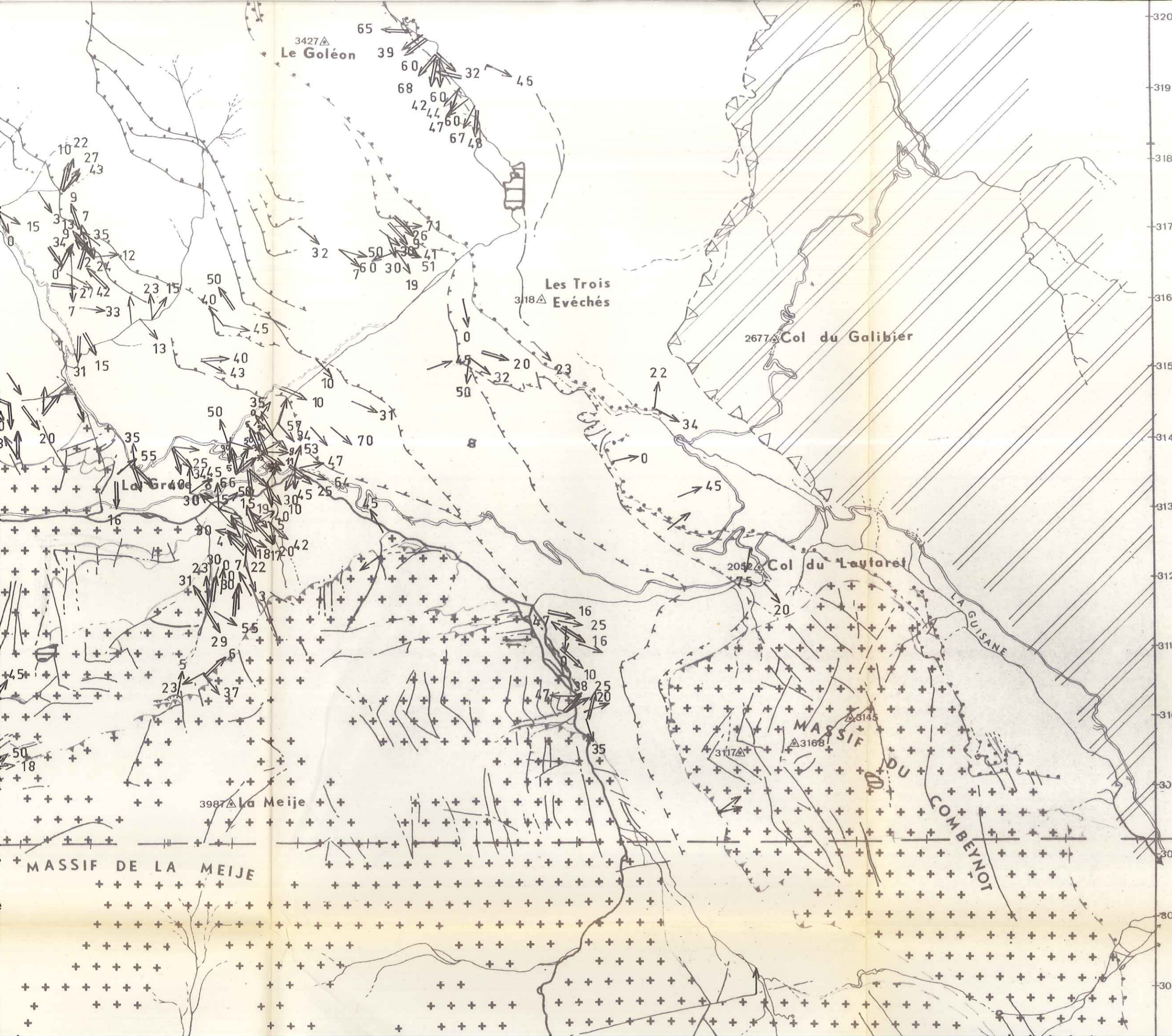
LINEATION
B 3

LA GRAVE

-1/50000-





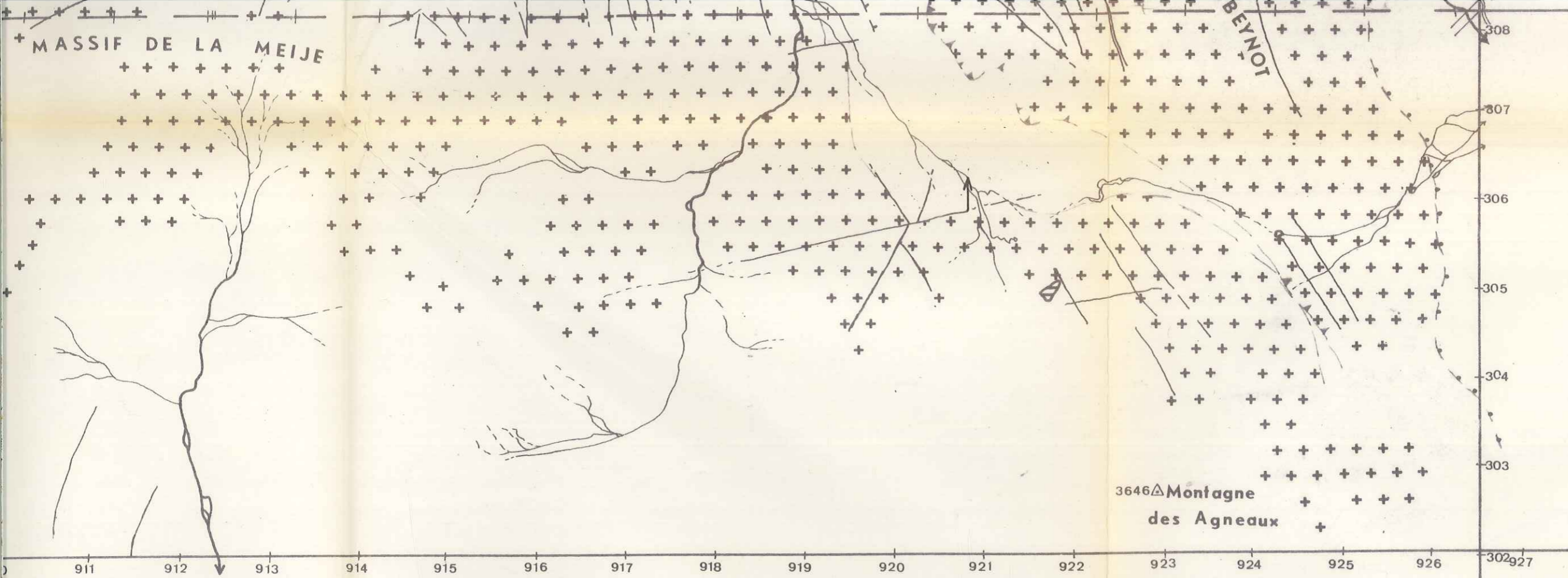


1 janv. 75

LÉGENDE :

- 23: PENDAGE
- AXE DE PLI P.3
- 34
- AXE DU STRAIN-SLIP

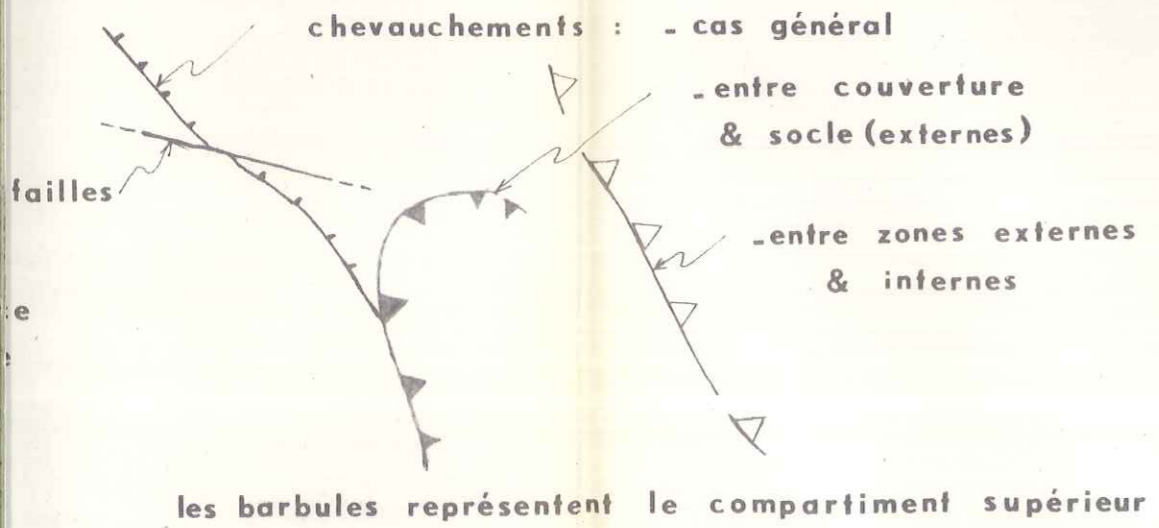
320
319
318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306



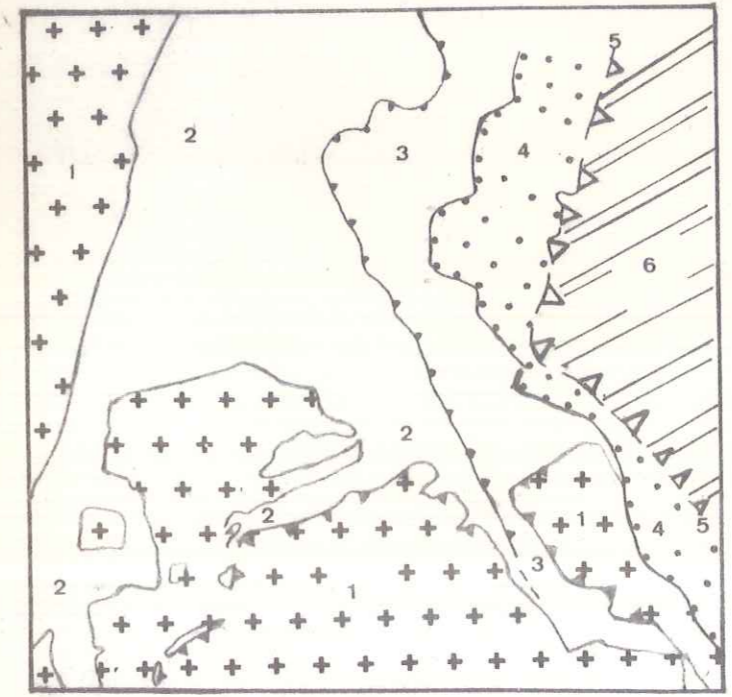
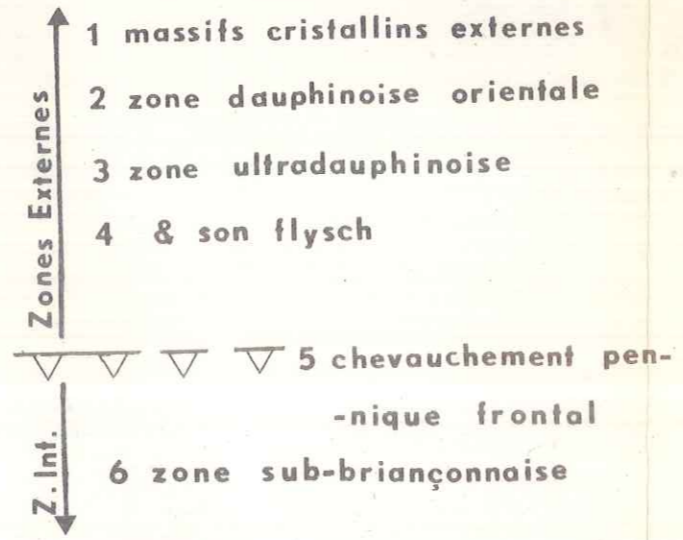
-1/50000-

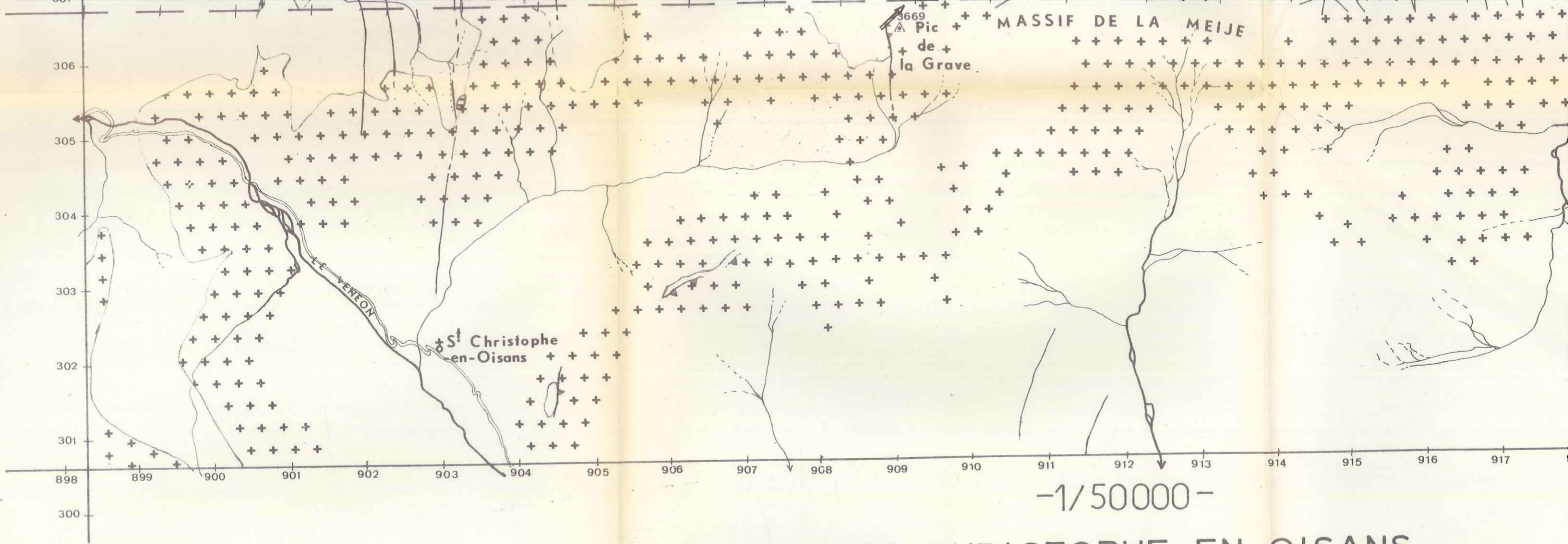
CRISTOPHE-EN-OISANS

CONTACTS TECTONIQUES



SCHEMA STRUCTURAL





geographie

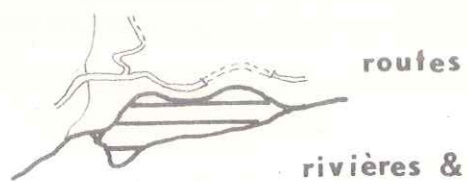
feuilles : - XXXIV. 35.

- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

♣ principaux villages

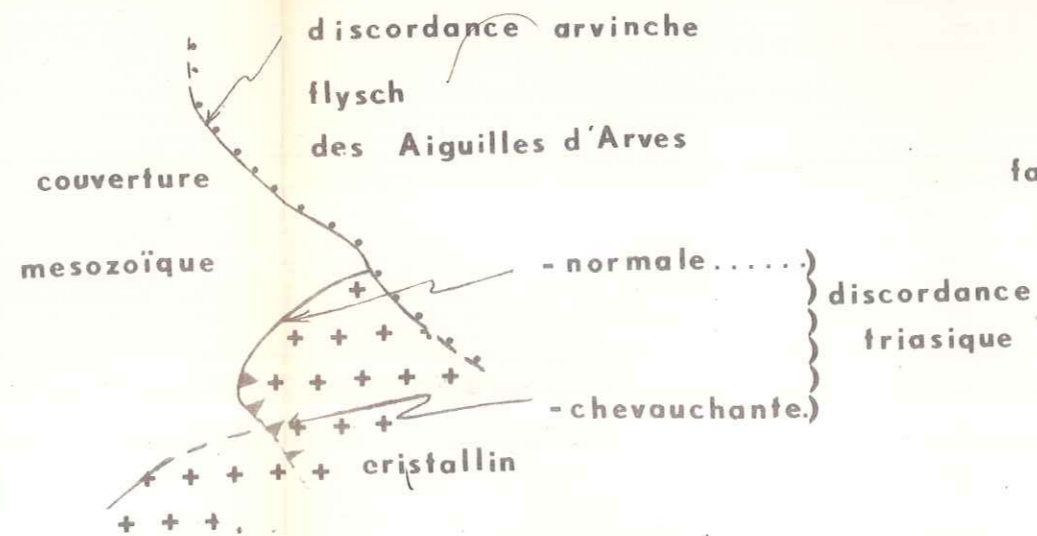
△ sommets



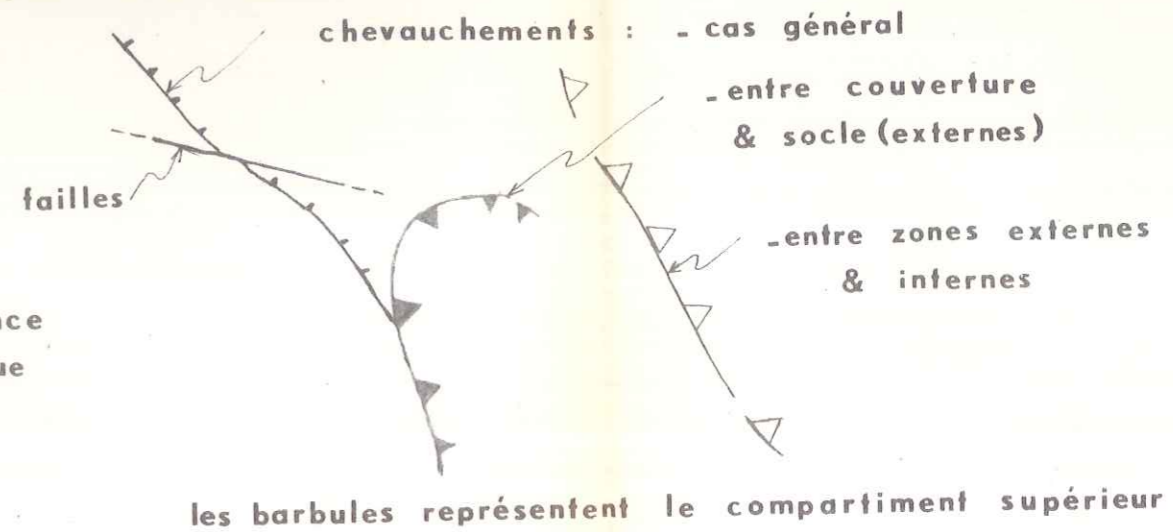
routes
rivières & lacs

geologie

DISCORDANCES



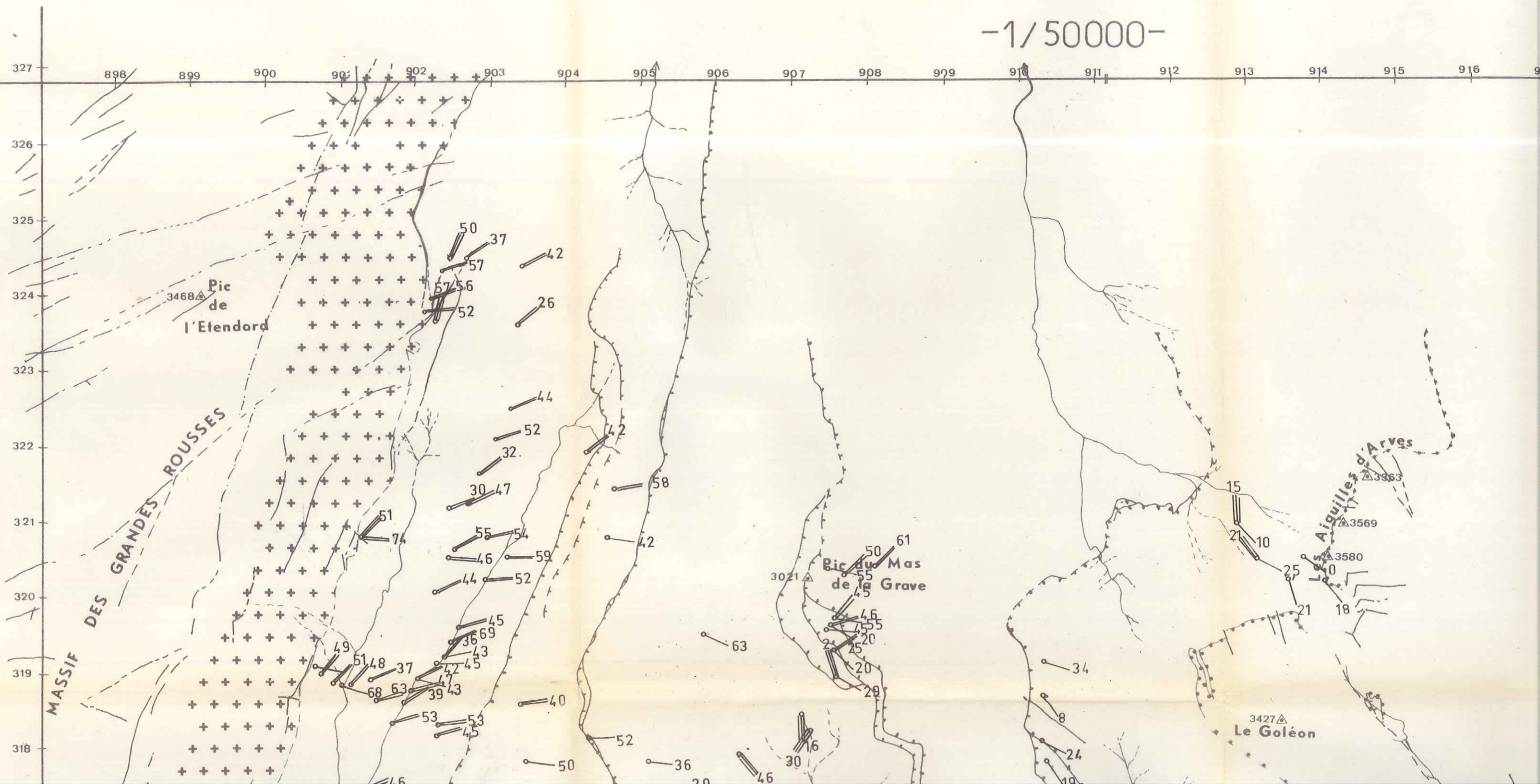
CONTACTS TECTONIQUES



- ETUDE STRUCTURALE DE LA BORDURE NORD DE L'O

LA GRAVE

-1/50000-

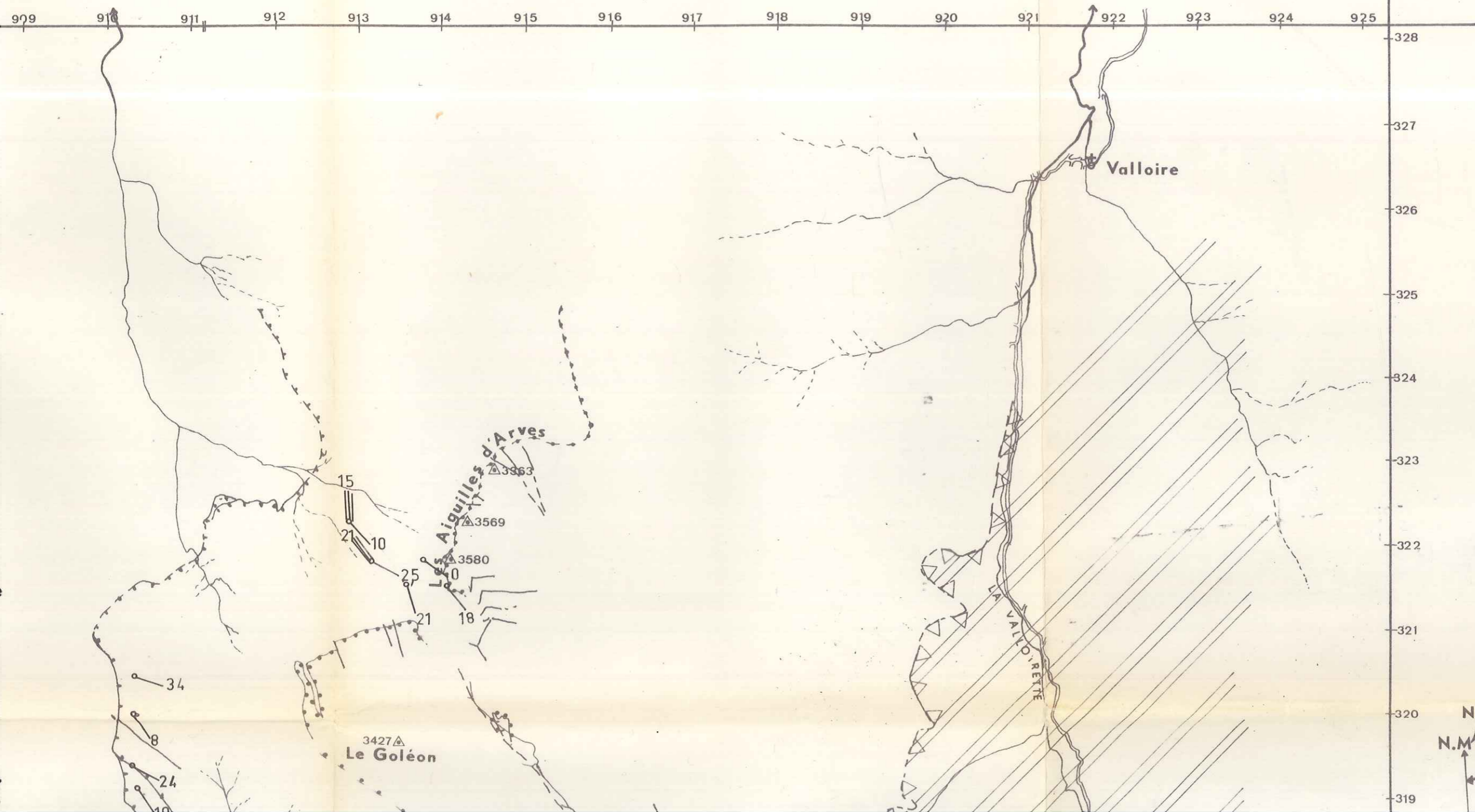


STRUCTURALE NORD DE L'OISANS -

ETIREMENT
GLISSEMENT
X.2 X.3

LA GRAVE

-1/50000-



318
317
316
315
314
313
312
311
310
309
308
307
306
305
304

3427△
Le Goléon

2614△
Le Gros

Mizoën

LAC DU CHAMBON

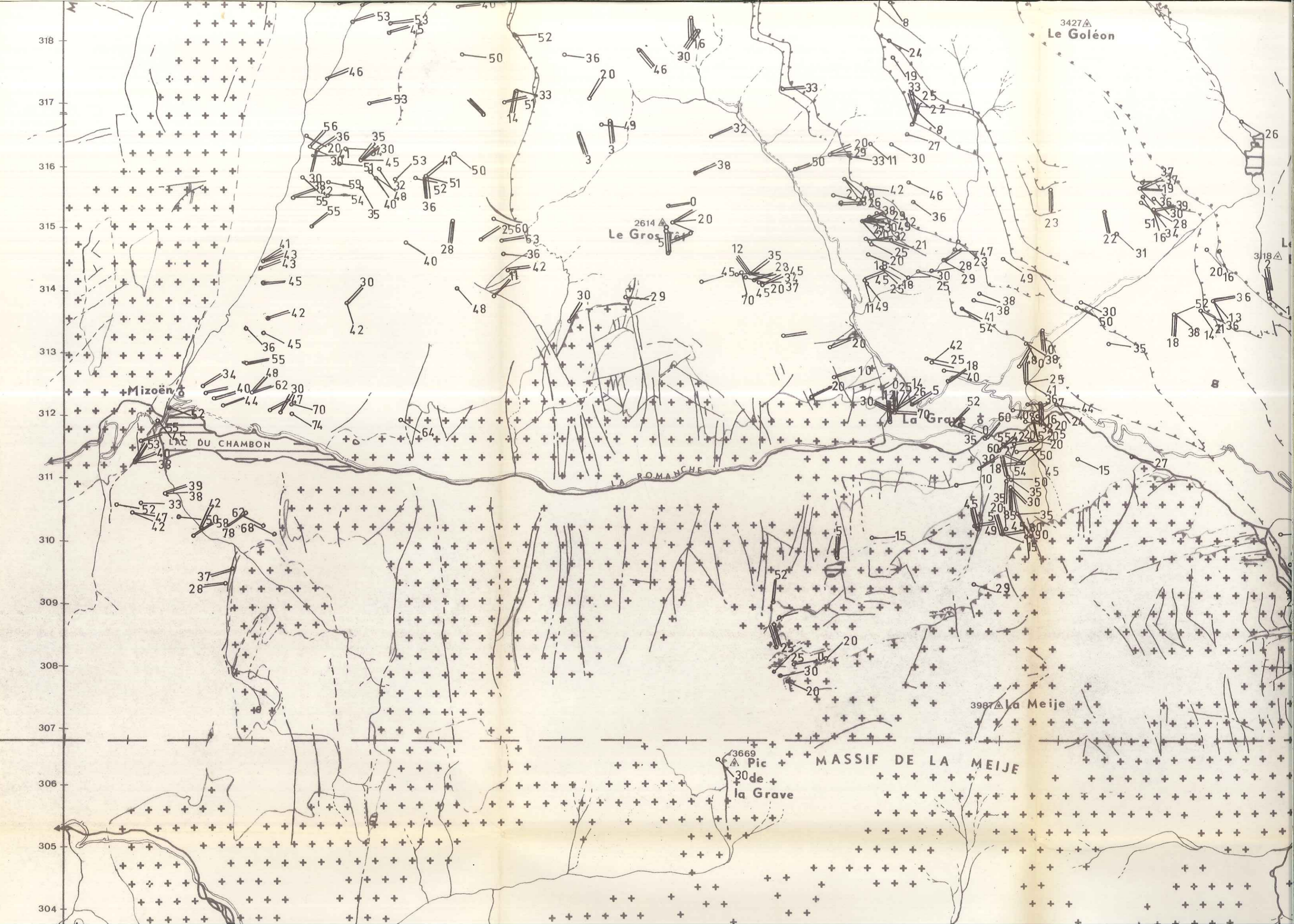
LA ROMANCHE

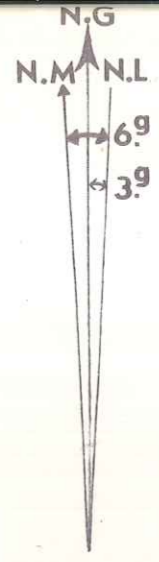
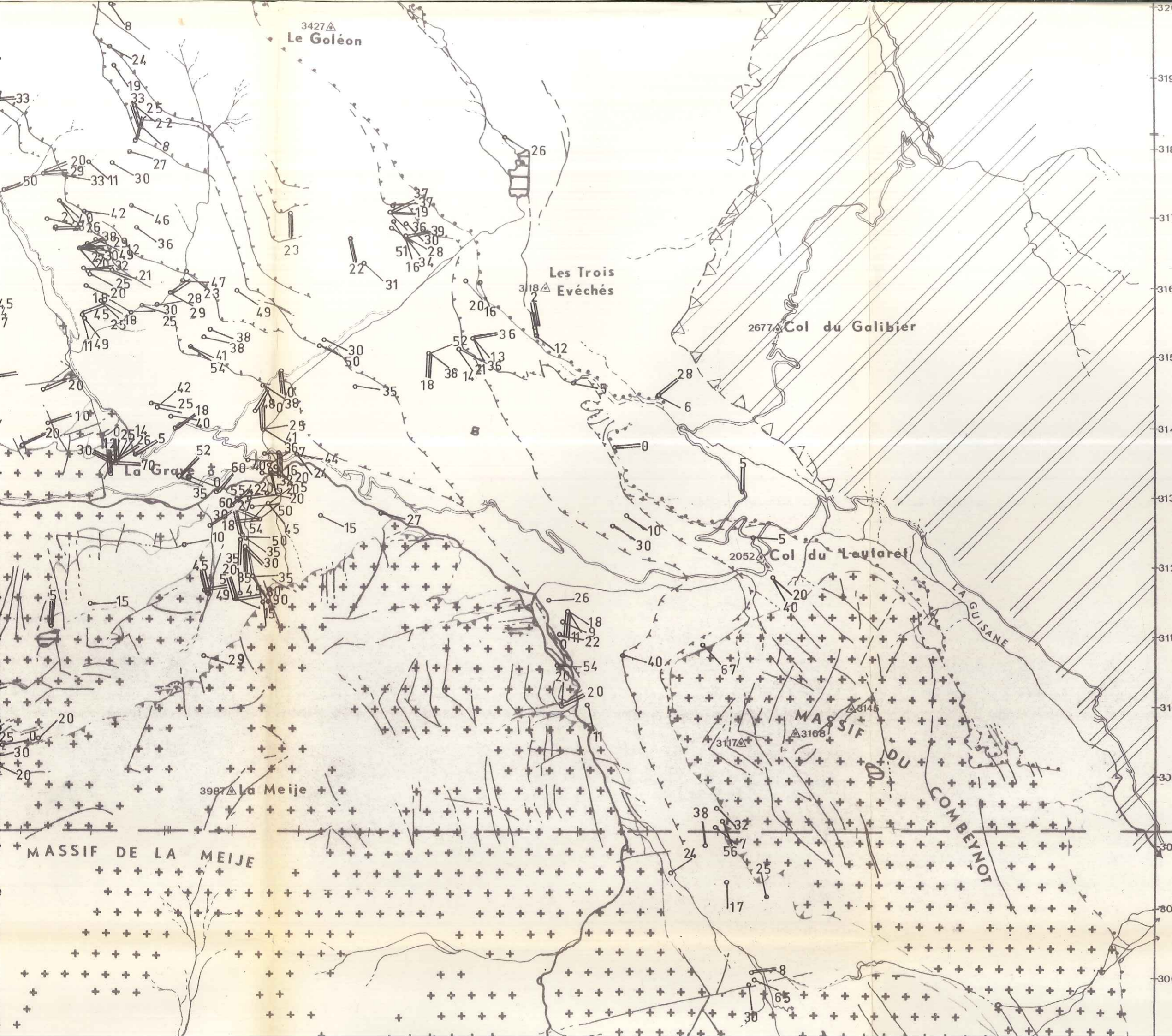
La Grave

3987△
La Meije

3669△
Pic de la Grave

MASSIF DE LA MEIJE

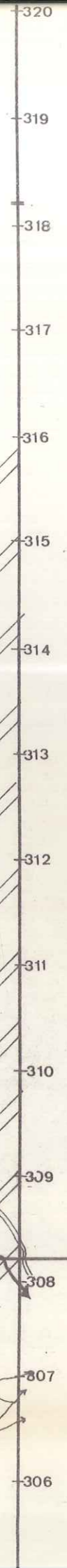


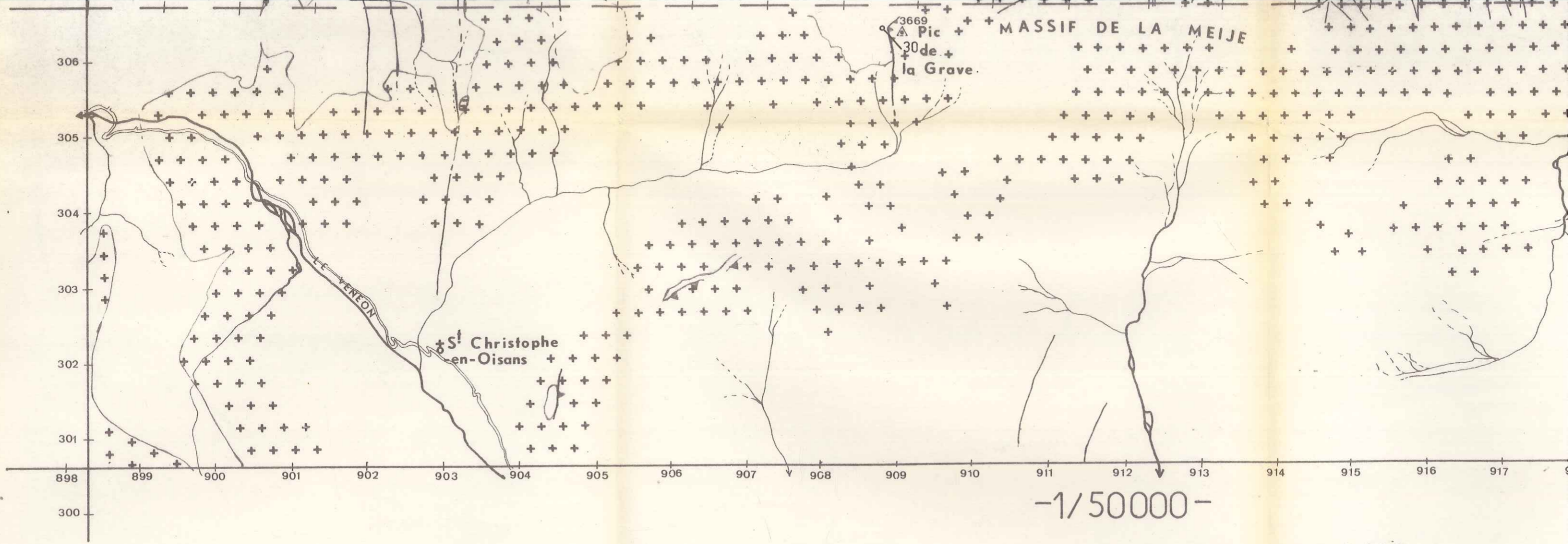


1 janv. 75

LEGENDE:

- X2 \cdot 50: PENDAGE
- X3 \cdot LINEATION X
- tps: CHRONOLOGIE





geographie

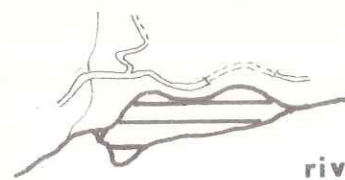
feuilles : - XXXIV. 35.

- XXXIV. 36.

coord. Lambert III

♣ principaux villages

△ sommets

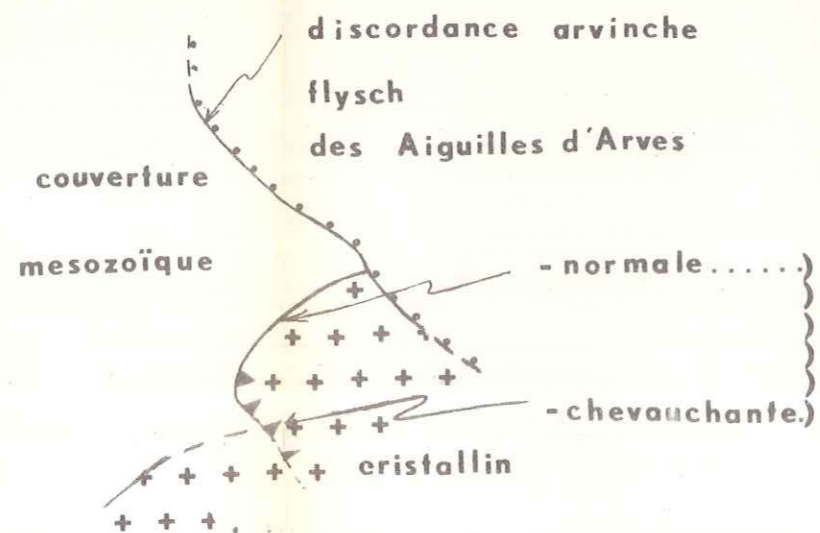


routes

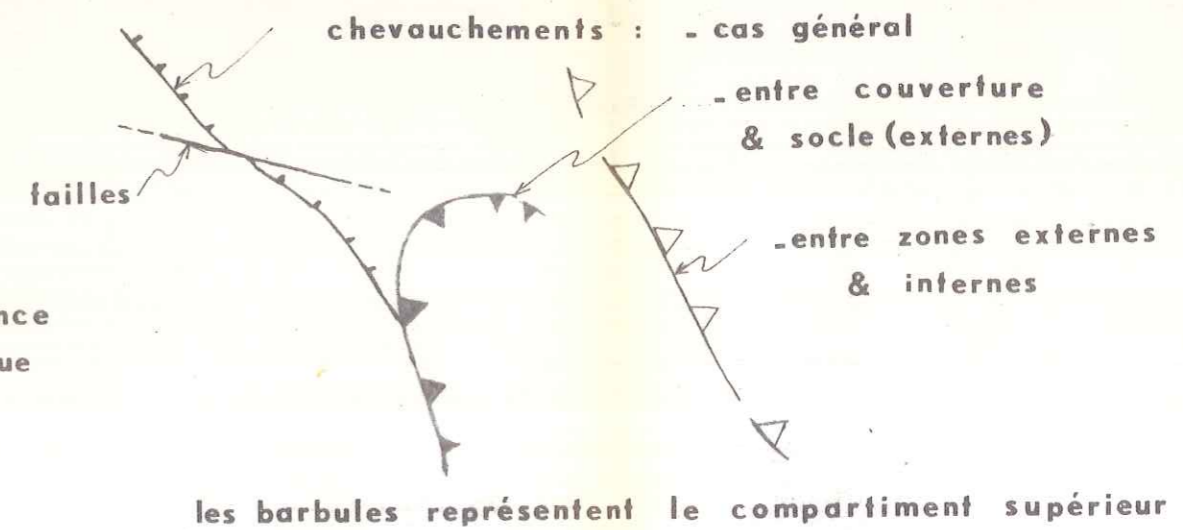
rivières & lacs

geologie

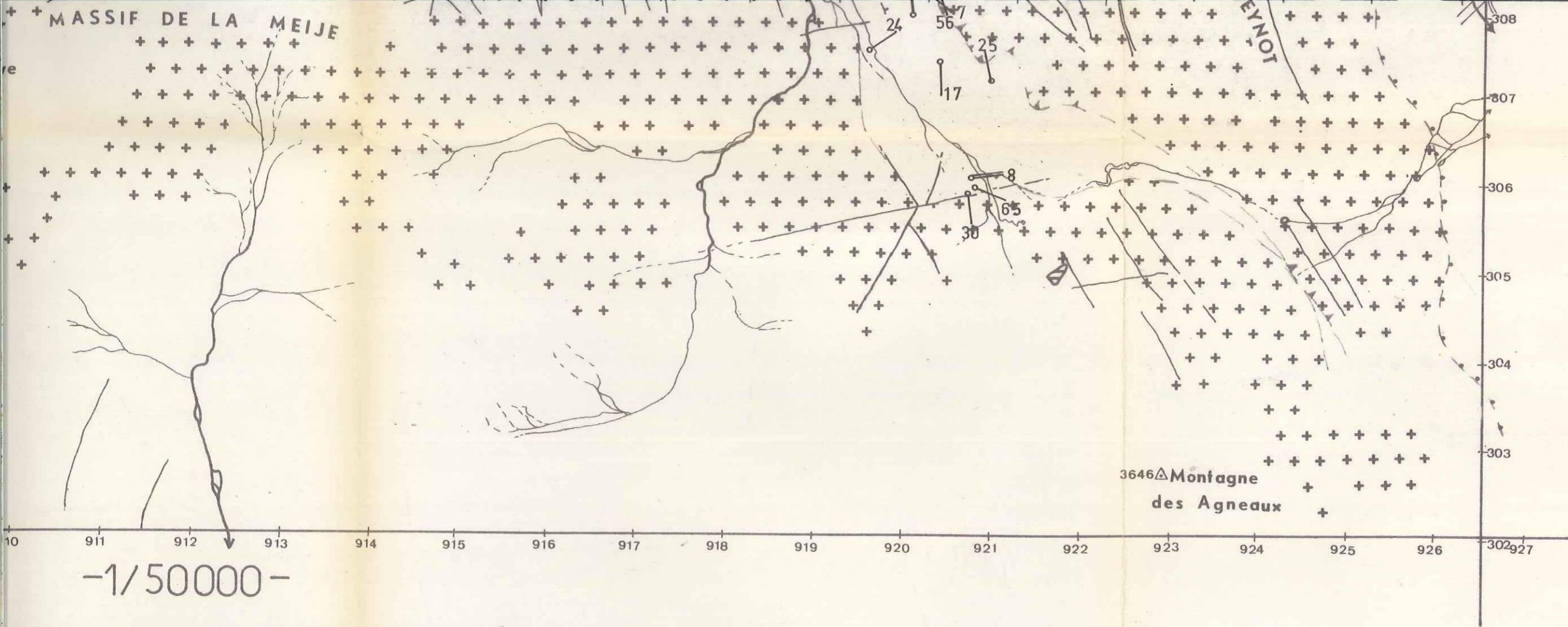
DISCORDANCES



CONTACTS TECTONIQUES

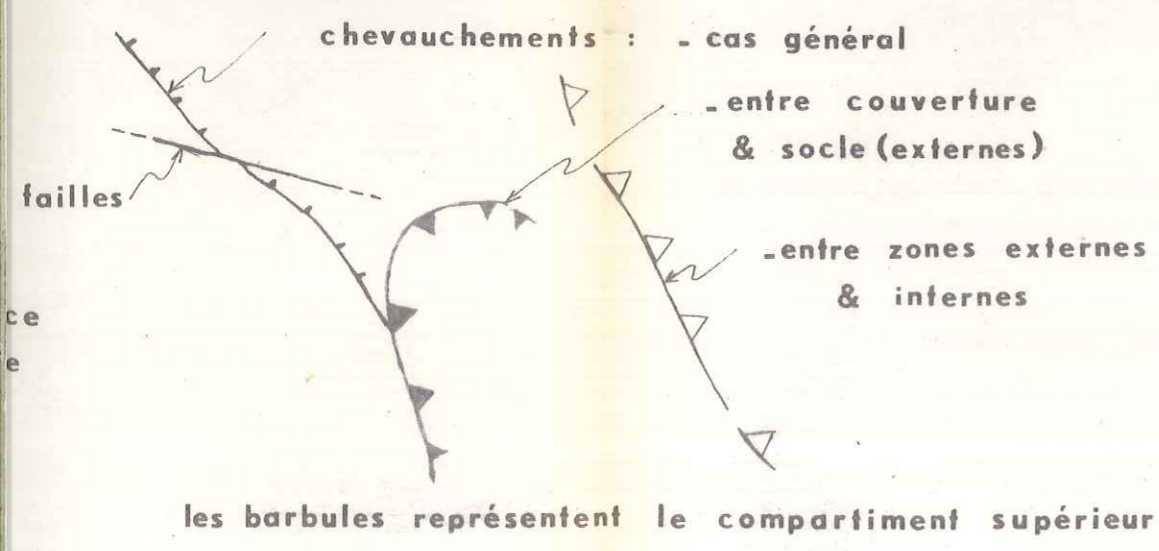


SC

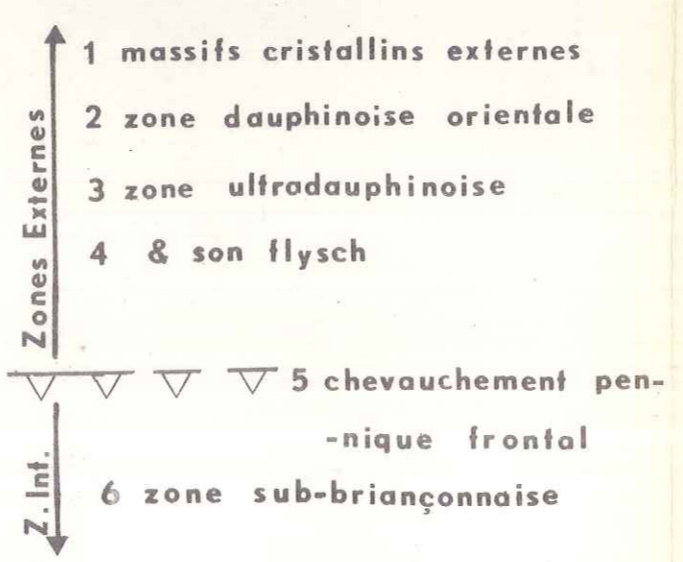


IRI STOPHE-EN-OISANS

CONTACTS TECTONIQUES



SCHEMA STRUCTURAL



- 1 massifs cristallins externes
- 2 zone dauphinoise orientale
- 3 zone ultradauphinoise
- 4 & son flysch
- 5 chevauchement penninique frontal
- 6 zone sub-briançonnaise

