

UNIVERSITÉ DE LILLE

THÈSES

PRÉSENTÉES

À LA FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE

EN VUE DE L'OBTENTION

DU TITRE DE DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ,
MENTION SCIENCES

PAR

J.-P. DESTOMBES

1^{RE} THÈSE

Contribution

à l'étude du Trias salifère de la région Nord-Orientale des Pyrénées

2^E THÈSE

Propositions données par la Faculté

Soutenues le 1^{ER} JUILL 1949 devant la Commission d'examen.

MM. P. PRUVOST, *Doyen Président.*

A. DUPARQUE }
G. WATERLOT } *Examineurs.*

PARIS
IMPRIMERIE NATIONALE

1949



FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE LILLE.

Doyen..... M. PRUVOST, *Professeur de géologie et minéralogie.*
 Assesseur..... M. ROUELLE, *Professeur de physique et électricité industrielles.*

Professeurs honoraires.....	}	CHATELET.	CHAZY.	GAU.
		BRUHAT.	PARISELLE.	MAZET.
		FOSSE.	FLEURY.	DOLLE.
		PASCAL.	SWYNGEDAUX.	GAMBIER.
		PAUTHENIER.	JOUNIAUZ.	
		BEGHIN.	CHAUDRON.	

Maître de Conférences honoraire..... M. QUINET.

PROFESSEURS.

ARNOULT.....	Radioélectricité générale.	HOCQUETTE.....	Biologie végétale et agricole.
CHAPELON.....	Analyse supérieure et calcul des probabilités.	KAMPE DE FERIET....	Mécanique des fluides.
CORSIN.....	Paléobotanique et paléontologie houillère.	LEFEBVRE.....	Chimie appliquée et chimie de la houille.
DEHORNE.....	Zoologie générale et appliquée.	LELONG.....	Mécanique rationnelle et mécanique expérimentale.
DECARRIÈRE.....	Chimie et physico-chimie industrielles.	LELONG (M ^{me}).....	Calcul différentiel et intégral.
DUPARQUE.....	Pétrographie des roches combustibles.	ROIG.....	Physique générale.
FRANÇOIS.....	Chimie P. C. B.	WIEMANN.....	Chimie générale et chimie organique.
GALLISSOT.....	Mathématiques appliquées et astronomie.		

PROFESSEURS SANS CHAIRE.

CORDONNIER.....	Physique.	HEIM DE BALSAC.....	Zoologie.
DELOFFRE.....	Chimie agricole et botanique P. C. B.	MICHEL.....	Chimie appliquée.
		SAVARD.....	Chimie.

MAÎTRES DE CONFÉRENCES.

BONTE.....	Hydrogéologie.	FOURNIER.....	Physique.
DECUYPER.....	Mathématiques appliquées.	MARTINOT-LAGARDE..	Mécanique des fluides.
DEHORS.....	Physique et électricité industrielle.	WATERLOT.....	Géologie et géographie physique.
DELWALLE (M ^{lle})...	Chimie générale.		

Chef du secrétariat..... M^{lle} BLANCARD DE LERY

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU TRIAS SALIFÈRE
DE LA RÉGION NORD-ORIENTALE DES PYRÉNÉES

LES SONDAGES DE FITOU

PAR

J.-P. DESTOMBES,

Ingénieur-géologue au B. R. G. G.

Ingénieur H. E. I.

Docteur de l'Université de Lille, mention sciences.

Chef de travaux de géologie et de minéralogie
à l'école nationale supérieure des Ponts et chaussées

Collaborateur adjoint au Service de la carte géologique de la France.

INTRODUCTION

Le Trias pyrénéen est considéré actuellement comme composé de trois termes, homologues de ceux du Trias germanique. A la base une série clastique correspond aux grès bigarrés ; à la partie moyenne, des calcaires et des dolomies tiennent la place du Muschelkalk ; au sommet une série d'évaporation lagunaire avec marnes irisées, anhydrite, gypse et sels représente le Keuper. Les auteurs s'accordent généralement pour incorporer accessoirement à ce dernier niveau : l'ophite, roche éruptive, et des couches à cristaux de quartz bipyramidés.

Ces attributions sur lesquelles JACQUOT avait insisté vers la fin du siècle dernier semblent se confirmer dans l'ensemble. La découverte aux deux extrémités de la chaîne pyrénéenne de fossiles marins dans la partie moyenne calcaire du Trias permet d'assimiler celle-ci au Muschelkalk. D'autre part la série inférieure mieux étudiée, présente des caractères assez constants et très comparables aux grès bigarrés de la série germanique.

Par contre, c'est par analogie de faciès que les séries salifères, associées aux marnes irisées ont été attribuées en bloc au Keuper. L'attribution de ces faciès d'évaporation au niveau du « groupe de l'anhydrite » du Trias de Lorraine a été quelquefois suggérée, mais sans arguments strati-

graphiques valables. C'est la liaison systématique constatée entre l'ophite et les couches à cristaux de quartz bipyramidés, et les roches gypseuses et salifères qui a entraîné, indirectement, leur rattachement au Keuper.

Cette incertitude sur la position stratigraphique des séries salifères est due à la nature même des roches qui les constituent. On sait en effet que sous certaines conditions de pression, et en particulier sous l'action des efforts orogéniques, les sels se comportent comme de véritables fluides par rapport aux roches environnantes non salifères. En migrant, ces sels fracturent leurs épontes plus rigides et les réduisent en brèches. Le terme final de cette séparation est le dôme diapir formé dans sa partie haute d'une masse salifère tandis que les épontes primitives sont restées en profondeur.

La couverture du Trias de la zone Nord-Pyrénéenne a été percée en certains endroits par de telles injections diapiriques mais il semble bien jusqu'ici que leur structure soit loin d'être aussi simple que celle des dômes diapirs tranquilles Alsaciens, ou même Allemands.

Au surplus la dissolution facile de ces sels les fait disparaître en grande partie des affleurements jusqu'au niveau hydrostatique.

Les sondages restent donc les moyens de recherche les moins aléatoires pour l'étude des séries salifères.

Les conditions économiques de l'entre deux guerres et celles de la recherche scientifique durant la même période n'ont pas été favorables au développement de sondages qui auraient pu faire progresser les connaissances géologiques sur ce sujet. De nombreux sondages pour recherche de pétrole ont été exécutés cependant dans la couverture secondaire Nord-Pyrénéenne. Un certain nombre d'entre eux ont traversé le Trias salifère (Béarn); mais soit que ces « morts-terrains » n'intéressaient pas les commettants, soit que les prises d'échantillons, plus délicates dans ces formations, aient été un obstacle à la poursuite des recherches, il n'est resté de toutes ces campagnes de sondage que des renseignements non utilisables pour des recherches ultérieures, renseignements qui se réduisent à des indices.

Ces faits sont d'autant plus regrettables, en dehors même des questions de géologie du Trias, qu'il est maintenant prouvé statistiquement que lorsqu'un sondage a pu être complètement échantillonné et étudié, les résultats généraux qu'on peut tirer de cette étude dépassent largement le cadre des recherches entreprises. Très souvent même des résultats particuliers, imprévus, s'avèrent payants.

La géologie du Trias salifère pyrénéen n'a donc pas bénéficié, même indirectement, de recherches, jusqu'à ces dernières années. C'est précisément pourquoi ce travail a pour objet principal l'étude méthodique des roches rencontrées au cours de deux sondages entièrement carottés,

exécutés entre 1943 et 1947 à proximité de la côte méditerranéenne, entre Narbonne et Perpignan.

Par comparaison avec d'autres données, son objet accessoire est de préciser les notions actuellement admises sur le Trias salifère de la région étudiée et plus généralement, de la région Nord-Pyrénéenne.

Voici dans quel ordre cette étude a été présentée :

Un bref historique donne les bases d'implantation de ces sondages (chapitre I);

Le chapitre II est la chronologie de leurs avancements;

Le chapitre III donne les coupes pétrographiques;

Le chapitre IV est l'étude pétrographique par ordre de profondeur de tous les types de roches rencontrées. En annexe, un certain nombre de roches triasiques provenant d'autres régions, sont décrites par comparaison;

Le chapitre V est un essai de rattachement stratigraphique à des coupes connues en surface;

Le chapitre VI tente d'interpréter les mouvements qui ont provoqué les structures tectoniques observées en sondage;

Le chapitre VII donne un aperçu de la composition du Trias salifère dans les autres régions pyrénéennes.

Ces quatre derniers chapitres comportent chacun une conclusion particulière.

Un dernier chapitre établit les conclusions d'ensemble et montre les résultats acquis, ainsi que les problèmes nouveaux posés par cette étude.

Il m'est agréable de m'acquitter ici des dettes de reconnaissance que j'ai contractées.

C'est à mon maître, M. Pierre PRUVOST, professeur de Géologie et doyen de la Faculté des Sciences de Lille, que je dois ma vocation de géologue. Son enseignement, le goût des coupes détaillées et des ensembles bien architecturés, les aperçus qu'il évoquait dans son cours et sur le terrain des beautés de la géologie m'ont entraîné avec enthousiasme. Par la suite, il n'a cessé de me guider de ses conseils. Je ne saurais lui témoigner trop de reconnaissance.

J'ai été aidé dans ce travail par les conseils et les moyens que m'ont donnés MM. Edmond FRIEDEL, inspecteur général des Mines, Jean GOGUEL, ingénieur en chef des Mines et Louis GUILLAUME, ingénieur-géologue en chef au Bureau des Recherches géologiques et géophysiques, les échanges de vues que j'ai pu avoir avec eux et avec mes camarades du Bureau des Recherches géologiques et géophysiques, ont facilité ma tâche.

Monsieur l'Ingénieur en chef des Mines, Directeur du service de la Carte géologique, E. RAGUIN, a été pour moi un appui inlassable au cours

de mes recherches pétrographiques. Je lui dois, ainsi qu'à M^m° JEREMINE, maître de recherches au Museum national d'Histoire naturelle, de m'avoir permis de comprendre au laboratoire et sur le terrain le rôle majeur de la pétrographie.

Enfin, les conseils bienveillants de MM. L. BARRABE, professeur à l'École normale supérieure, M. CASTERAS, professeur de géologie à la Faculté des Sciences de Toulouse, et P. LAMARE, professeur de géologie à l'Institut national agronomique, m'ont été précieux pour interpréter la géologie de détail de certaines régions pyrénéennes.

Je leur exprime mes très sincères remerciements.

LES SONDAGES DE FITOU

CHAPITRE PREMIER.

HISTORIQUE.

Les sondages de Fitou, exécutés par le *Bureau des Recherches géologiques et géophysiques* ont été destinés à reconnaître la composition et le mode de gisement du Trias salifère de la région orientale des Pyrénées. Cette campagne fut suggérée par les Mines domaniales de Potasse d'Alsace à la suite des événements du début de la dernière guerre.

Voici quelles étaient les données du problème à cette époque (1941) :

— on connaissait dans toute la région Nord-pyrénéenne le Trias salifère mais on lui soupçonnait une structure tectonique compliquée due à sa plasticité (Salies de Béarn, Salies du Salat);

— un mémoire important⁽¹⁾ faisait le point des indices salifères connus aux affleurements et par sondages dans les Corbières orientales. La localité de Fitou y était citée parmi quatre autres, comme ayant révélé, au sein des marnes irisées et des gypses du Keuper, de sérieux indices de sel gemme;

— la découverte de veines potassiques et magnésiennes dans la région de Dax, autrement que par sondage, venait d'avoir lieu au cours de l'exploration par puits et galerie d'un diapir de sel gemme triasique.

Ces faits ont été exposés dans un rapport⁽²⁾ où le choix d'un emplacement de sondage à Fitou est discuté et finalement retenu. Il y est indiqué en particulier l'impossibilité matérielle à l'époque de ce choix, d'une campagne de levés géologiques dans des régions où le Trias aurait eu quelques chances d'être rencontré en profondeur en position non diapirique. C'est donc l'exploration du diapir de Fitou, bien délimité sur la carte géologique de Perpignan au 1/80.000^e, 1^{re} édition, par les levés de DONCIEUX qui fut décidée. Il est à présumer que la proximité de la source salée de Salces, résurgence vauclusienne à la côte, au niveau de la mer, sous un causse urgo-aptien à substratum profond triasique, n'a pas été étrangère à ce choix définitif (fig. 1).

(1) DURAND et ESTIVAL. Les manifestations salines dans les départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales (Montpellier, 11 janvier 1932, inédit).

(2) E. FRIEDEL. Rapport sur l'implantation de forages pour recherches de sels (Jura, Bresse, Pyrénées-Orientales, 24 février 1941, inédit).

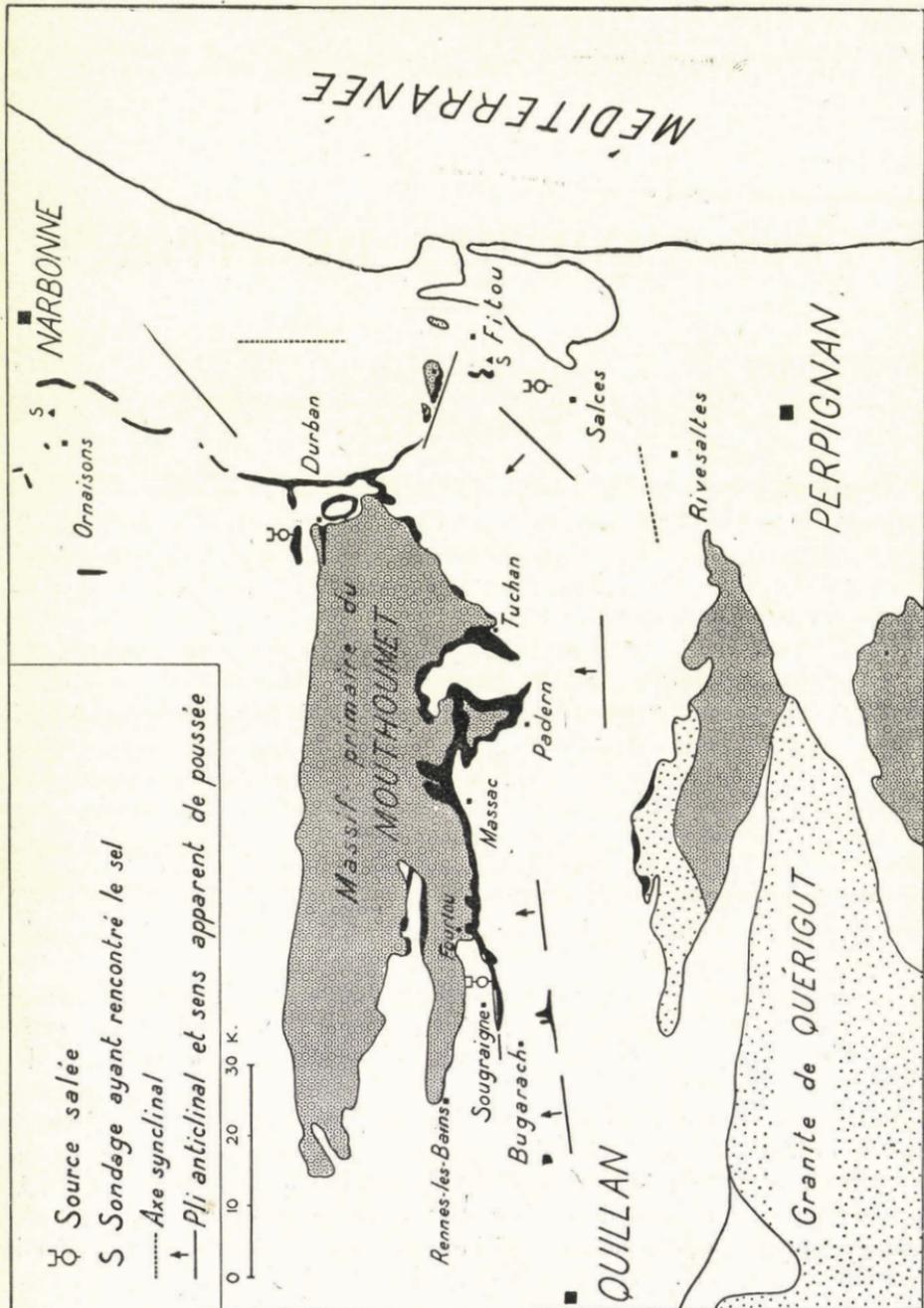


FIG. 1. — Les indices salifères triasiques des Corbières.

En pointillé : granite; en grisé : socle hercynien; en noir : Trias; en blanc : couverture post-triasique.

CHAPITRE II.
PROGRESSION DES SONDAGES.

Deux sondages furent exécutés à très peu de distance l'un de l'autre (fig. 2) entre 1943 et 1947.

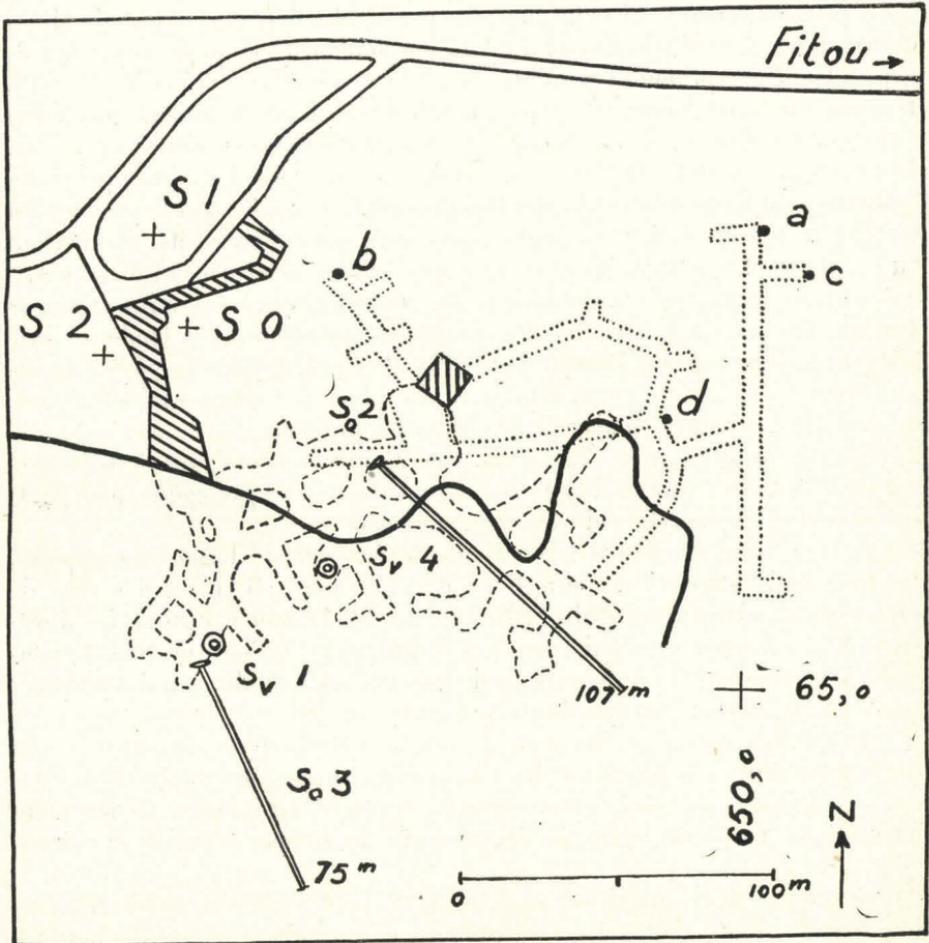


FIG. 2. — Situation des sondages.

S 0 Sondage ancien, S 1 Sondage Fitou I, S 2 Sondage Fitou II.

s, sondages de reconnaissance de la plâtrière au niveau - 25 :

s_v 1 Sondage vertical profondeur 54 m.; s_v 2 sondage vertical profondeur 80 m.; s_v 3 et s_v 4 sondages obliques à 12° sur l'horizontale, profondeurs respectives 107 et 75 m.

Tous ces sondages sont restés dans le gypse.

En hachures : bâtiment, descenderie, puits de la plâtrière. En trait plein, limite N. du Lias en bordure de la cuvette triasique. En tirets, plan du niveau d'extraction - 25. En pointillé, plan du niveau d'extraction - 50.

a, b, c, ophite en blocs.

d, filon d'epsomite.

650, 65 : coordonnées Lambert (Z. sud).

La disproportion des longueurs forées (836 m.) au temps employé a pour causes, d'une part, la qualité du matériel utilisé, matériel déjà fatigué au moment de la guerre, et d'autre part, les incessants mouvements du personnel, jeunes gens du S. T. O. pour la plupart, camouflés à Fitou; les arrêts dus au manque de force motrice du réseau, les sabotages organisés, les arrêts dus à la

hibernation.

Le premier sondage (S 1) fut implanté par M. MAIKOVSKY, géologue des Mines domaniales, à 30 mètres au nord d'un ancien sondage (S O) pour recherches de gypses (sondage qui aurait rencontré le sel⁽¹⁾) et fut commencé en avril 1943. Il rencontra 130 mètres de gypse, d'anhydrite et de dolomies, qui furent entièrement carottés. Il commença à entrer en accidents, à cette profondeur. Les quelques carottes qui furent remontées ensuite sont des roches primaires (lydiennes du Carbonifère, schistes carbures du Gothlandien) et le sondage fut arrêté par le sondeur à 166 mètres, après trois mois d'accidents, dus surtout aux coincements du tube carottier dans des schistes extrêmement disloqués.

Considérant que cette exploration n'était pas terminée, les terrains primaires pouvant être en écaïlle (la suite des sondages a montré le bien fondé de cette réserve) la Direction du Bureau des Recherches géologiques et géophysiques put obtenir du sondeur, une disposition du cahier des charges l'y autorisant, l'exécution d'un autre sondage à proximité du premier.

Entre temps, je fis, avec l'aide de M. MOREL, un levé géologique de la cuvette triasique et de son aureole de terrains secondaires (carte géologique, planche I) qui servit à l'implantation du nouveau sondage.

Ces levés montrèrent que la boutonnière triasique de Fitou est complexe. La zone Sud comporte des directions de plissements N. E. et des sens de poussées en majorité venant du S. E. La zone Nord montre surtout des directions E. S. E. et des sens de poussées indifféremment Nord ou Sud. Cependant, la zone comprise entre le village de Fitou et la côte indiquent des poussées du Nord non discutables (pendages N. dominant).

En tout état de causes, les contacts directs Crétacé-Trias dans une région où le jurassique est présent et les nombreuses suppressions mécaniques des assises liasiques, faciles à vérifier par les bèches tectoniques, ne laissent aucun doute sur la structure diapirique aigue du Keuper à travers sa couver-

ture.

Par ailleurs, la région située au N. et au N. E. des levés comporte d'autres pointements dont le substratum est composé de terrains primaires. La bordure est constituée par les mêmes que celles qui bordent la boutonnière de Fitou, c'est-à-dire jurassiques et bien cartographiées comme telles sur la feuille de Perpignan. Mais lorsqu'on suit pas à pas le contact, on observe par place des alignements plus ou moins étendus, quelquefois minuscules, de Trias : gypse à quartz bipyramidés, ophte, coïncés entre le Primaire et sa couverture jurassique, sans interposition des termes inférieurs normaux du Trias. On ne peut s'empêcher d'admettre, quand on a vu les surfaces impor-

tantes de Keuper de la grande boutonnière triasique qu'il a été ici supprimé mécaniquement et que sa plasticité a facilité les mouvements relatifs du socle et de sa couverture.

Le rapport sur ces levés (B. R. G. G., A₉₃ inédit) concluait à des accumulations tectoniques de Keuper sous forme de bourrelets, accumulations concomitantes des suppressions du même niveau en d'autres points.

L'implantation du nouveau sondage (S 2) fut donc faite en direction S.W. du premier sondage et aussi près que possible du sondage ancien (35 m.). Ce point était aussi au plus près de la source salée de Salces et encore situé sur le Trias; il eut été dangereux de commencer le sondage sur le Crétacé pour reconnaître le Keuper, étant données les suppressions ou accumulations tectoniques des niveaux intermédiaires, imprévisibles sous la couverture.

Commencé en mars 1944, le deuxième sondage atteignit le 4 mai la profondeur de 134 mètres et se coinça dans des marnes écailleuses. Il repartit en carottage continu le 23 juillet, dans des terrains de même composition que plus haut (marnes dolomitiques, gypses, anhydrites, dolomies). Ce calage montra que des marnes dolomitiques écailleuses, pentées à plus de 45° étaient la cause de la plupart des coincements subis jusqu'ici. Le 10 août, la profondeur de 195 mètres était atteinte, mais un nouveau coincement se produisit alors dans des roches bréchiqes, injectées de quartz, d'oligiste et de pyrite, apparues depuis le profondeur de 178 mètres. Les boues du trépan utilisé pour passer à travers la zone ébouleuse, révélèrent des quartzites semblables à ceux trouvés au sondage n° 1 à 165 mètres, en relation avec les schistes primaires, et il fut admis qu'on essaierait de passer cette zone broyée au trépan. Mais il était nécessaire de tuber au préalable la zone ébouleuse atteinte depuis 178 mètres, pour éviter de coincer le trépan, et de descendre les tubes au fur et à mesure de l'avancement. Les opérations d'élargissement et de tubage furent donc décidées à ce moment qui coïncidait avec la libération. La main-d'œuvre S. T. O. dut être remplacée et elle le fut difficilement dans cette région inhospitalière. Le sondage put finalement reprendre son cours, toutes ces opérations étant terminées, le 15 octobre 1945, à la profondeur de 192 mètres, au trépan avec prises de carottes tous les 5 mètres. Ces carottes ne montraient pas de roches primaires franches, mais jusqu'à 215 mètres, des brèches plus ou moins injectées d'oligiste et de pyrite, cimentées de dolomie cristalline ou de gypse secondaires. Ce n'est qu'à partir de cette profondeur qu'on retrouva les mêmes types de roches qu'au début, c'est-à-dire : alternances d'anhydrite, de dolomies et de marnes dolomitiques (carottage continu).

Un nouveau tubage (le précédent ayant son pied à 203,60 m) fut descendu jusqu'à la profondeur de 615 m, atteinte toujours dans les mêmes formations, puis l'avancement reprit jusqu'à 639 m où des schistes métamorphiques furent carottés, sous une brèche de friction de quelques mètres. Lorsque la sonde eut atteint 672,50 m dans les mêmes schistes, le sondage fut arrêté.

Le carottage électrique du sondage II ne put s'effectuer qu'en dessous de la profondeur 204 les 30 mars et 14 octobre 1947, avant descente du dernier tubage.

CHAPITRE III.

COUPE DES SONDAGES.

La planche 2 annexée donne, à l'échelle du $1/1.000^{\circ}$, la succession des roches rencontrées par chacun des sondages. La distance qui les sépare a été mesurée en projection sur un plan vertical N. W., normal aux plis et reportée à la même échelle.

Sur le même graphique, on a également reporté les courbes enregistrées par le carottage électrique de Fitou II.

Pour faciliter la lecture de ces énumérations et celles des coupes figurées, des indices sont joints à la description pétrographique, constituant une interprétation proposée :

K : KEUPER; M : MUSCHELKALK; P : PRIMAIRE.

Cette interprétation est discutée au chapitre stratigraphique.

A. Sondage de Fitou I.

Commencé le 20 avril 1943.

Terminé le 24 décembre 1943 à la profondeur de 166,62 m, par accident et remplacé par le sondage Fitou II à proximité immédiate.

Situation : $x = 649,74$;

$y = 65,21$;

$z = 135$.

La densité de quelques roches est indiquée par la notation : d .

Forage au trépan.

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
0 — 10	Alluvions argileuses et sableuses.....	"

Forage à la couronne.

K.	10 — 27,80	Gypse blanc et marnes vertes.....	"
K.	27,80 — 34,40	Gypse saccharoïde.....	"
K.	34,40 — 34,70	Marnes grises.....	"
K.	34,70 — 41,50	Gypse gris et blanc, rognons de gypses rouges.	"
K.	41,50 — 42	Gypse gris et blanc, rognons de gypses rouges, marnes grises.....	"
K.	42 — 43,50	Gypse gris-clair.....	"
M.	43,50 — 47,50	Anhydrite gris clair et dolomie-anhydrite alternant en lits de 1 à 100 mm; quelques lits de dolomie gris foncée.....	20°
M.	47,50 — 48,55	Dolomie bleu-noir et marnes.....	"

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
M.	48,55 - 50	Anhydrite.....	//
M.	50 - 50,25	Dolomie gris noir et marnes.....	80°
M.	50,25 - 63,40	Dolomie gris noir alternant en bancs épais avec anhydrite grise $d = 2,81$	60°
K.	63,40 - 64,30	Marnes dolomitiques grises et anhydrite....	//
K.	64,30 - 66	Marnes dolomitiques grises.....	0°
K.	66 - 76,20	Gypse et marnes gris verdâtre.....	20°
K.	76,20 - 77,50	Gypse blanc pur $d = 2,33$	//
K.	77,50 - 98,80	Gypse blanc et marnes grises; 81 rognons de dolomie claire et gypse rouge; 87 - 87,60 gypse blanc pur; 88,50 marnes et gypse, mouches de soufre.....	//
K.	98,80 - 99,30	Marnes dolomitiques gris foncé, diaclases de gypse secondaire.....	//
K.	99,30 - 108,30	Gypse blanc pur saccharoïde; 103 - 105 gypse lamellaire; 106,80 - 107 gypse lamellaire $d = 2,33$	//
M.	108,30 - 108,70	Dolomie noirâtre dérangée, filets de gypse transparent.....	//
K.	108,70 - 110,60	Gypse et marnes.....	//
	110,60 - 113	Brèche de gypse, marnes et dolomie bleu noir.....	//
K.	113 - 118,55	Gypse et marnes.....	//
M.	118,55 - 119	Dolomie et marnes dolomitiques très diaclasées.	//
M.	119 - 120	Marnes dolomitiques subverticales.....	90°
M.	120 - 122	Dolomie gris foncé.....	50°
M.	122 - 125,80	Dolomie gris foncé alternant avec gypse blanc en couches de 2 à 10 mm.....	//
K.	125,80 - 129,50	Gypse et marnes verdâtres en brèche; Quartz bipyramidés.....	45°
KP.	129,50 - 134	Marnes gris clair et anhydrite, subverticales, en brèches avec quartzites gris ($d = 3,16$). Quartz blanc et dolomie cristalline en filons.....	90°
	134 - 166,62	<i>Forage au trépan</i> ; quelques forages à la couronne ont permis de recueillir des échantillons déterminables aux profondeurs suivantes : (roches d'âge primaire).....	//
P.	134,50	Schistes clairs, micacés, grains de quartz roulés.....	//
P.	135,70	Schistes noirs, ampéliteux, avec quartz très abondants (80 p. 100 en volume) en filons subhorizontaux. Une boue ampéliteuse surnage le bac à décantation; elle tache fortement les doigts.....	//

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
P.	141,60 - 142,80	Schistes noirs micacés, très gréseux.....	//
P.	148,50	Schistes noirs brillants.....	//
P.	149,50	Contact en brèche de schistes satinés et de quartzites gris.....	60°
P.	149,90	Lydiennes noires.....	//
P.	154,80	Schistes noirs.....	//
P.	156,12	Schistes noirs.....	//
P.	156,62	Schistes noirs.....	//
P.	164,72 - 165	Quartzites gris, micacés.....	//
	165	Fond du sondage.....	//

B. Sondage de Fitou II.

Sondage commencé le 13 mars 1944. — Terminé le 10 octobre 1947. —
Entièrement carotté, sauf indications contraires.

Situation :

$$x = 649,73;$$

$$y = 65,17;$$

$$z = 138.$$

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
	0 - 10,50	Alluvions sableuses, jaunâtres (non carotté)...	//
K.	10,50 - 50,30	Gypse blanc et marnes verdâtres (non carotté)...	//
K.	50,30 - 57	Gypse blanc, marnes verdâtres 5 à 10 p. 100 ⁽¹⁾ ...	30°
K.	57 - 59,30	Gypse blanc, marnes verdâtres 20 p. 100...	//
K.	59,30 - 59,60	Gypse blanc, marnes grises.....	15°
K.	59,60 - 61,50	Gypse blanc, marnes verdâtres 20 p. 100...	45°
K.	61,50 - 67	Gypse blanc, rognons de gypse rouge, marnes verdâtres 10 p. 100.....	20°
K.	67 - 70,50	Gypse blanc, rognons de gypse rouge, marnes verdâtres 30 à 40 p. 100.....	45°
K.	70,50 - 75,25	Gypse blanc, rognons de gypse rouge, marnes verdâtres 20 p. 100.....	50°
K.	75,25 - 75,50	Gypse saccharoïde blanc pur.....	//
K.	75,50 - 76,20	Gypse saccharoïde blanc et marnes verdâtres.	//
K.	76,20 - 76,35	Marnes noir verdâtre.....	//
K.	76,35 - 80,50	Gypse blanc, marnes verdâtres 20 p. 100...	//
K.	80,50 - 81,10	Gypse saccharoïde gris foncé pur.....	60°
K.	81,10 - 84,25	Marnes vert bleu et violettes, diaclases bourrées de gypse fibreux.....	//

(1) Les évaluations de la proportion des marnes incorporées aux brèches sont approximatives.

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
K. 84,25 - 85,20	Ophite très décomposée.....	"
K. 85,20 - 86	Marnes vert bleu et violettes.....	"
K. 86 - 87	Gypse et marnes vert bleu 40 p. 100.....	"
K. 87 - 88,10	Gypse blanc saccharoïde ($d = 2,33$). Vers la base, quelques éléments de marnes dolomitiques litées en brèche.....	"
K. 88,10 - 89,50	Gypse blanc saccharoïde avec brèche de gypse rouge et de marnes dolomitiques litées gris clair.....	"
K. 89,50 - 91,00	Gypse blanc saccharoïde.....	"
K. 91,00 - 92,60	Gypse blanc saccharoïde et marnes gris-foncé.	"
K. 92,60 - 93,50	Gypse blanc saccharoïde et marnes dolomitiques litées gris clair, brillantes.....	"
K. 93,50 - 100,50	Gypse blanc et marnes vertes, 30 à 50 p. 100 de rognons de gypse rose, mouches de pyrite.	"
K. 100,50 - 103,20	Marnes dolomitiques gris bleu clair, lustrées, à cassures parallélipédiques, stries de friction subverticales.....	"
K. 103,20 - 107,40	Gypse gris et marnes vertes 20 p. 100, rognons de marnes dolomitiques et d'anhydrite rose.....	45 à 90°
K. 107,40 - 110	Marnes dolomitiques claires, tendres, lustrées, alternant avec de minces passées d'anhydrite; gypse fibreux dans les diaclases; plans de glissements à 45°.....	45°
K. 110 - 111	Gypse blanc, saccharoïde $d = 2,33$	"
M. 111 - 124,30	Alternance d'anhydrite et de dolomies régulièrement stratifiées; lits de 1 mm à 10 cm. L'anhydrite est plus ou moins transformée en gypse. Entre deux couches d'anhydrite, ($d = 2,92$) la dolomie est souvent cassée en parallélipèdes, les vides sont bourrés de gypse fibreux.....	
	Au sommet, l'anhydrite alterne avec des marnes dolomitiques, ces marnes passent peu à peu en profondeur à la dolomie gris bleu plus ou moins foncée, dure.	
M. 124,30 - 125,80	Dolomie gris foncé, diaclases bourrées de gypse fibreux, en contact normal avec.....	30°
M. 125,80 - 127,50	Dolomie grise; nombreux glissements (surfaces lustrées).....	30 à 45°
127,50 - 134,20	(Non carotté). Marnes dolomitiques grises (?), réduites en schistaille par le trépan.....	"
M. 134,20 - 135,30	Gypse saccharoïde gris.....	"

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
M. 135,30 - 142,30	Dolomie calcareuse gris bleu foncé très fracturée, en contact par une mince brèche avec le gypse qui le surmonte.....(?) Diaclases subverticales dominant de 140 à 142.	90°
M. 142,30 - 146,93	Alternance de dolomies et de gypse en lits minces bien stratifiés, la dolomie est brisée dans son lit..... Vers 143,50 et jusqu'au pied 146,93 (?) nombreux glissements. Perte : 3 m sur 4,63 m.....	"
M. 146,93 - 149	(non carotté). Marnes dolomitiques grises réduites en schistaille par le trépan.....	"
M. 149 - 158,50	Dolomie calcareuse gris souris, diaclasée verticalement..... Gypse fibreux dans les diaclases.....	90° "
M. 158,50 - 159,68	Gypse fibreux dans les diaclases, les diaclases sont beaucoup plus importantes (20 mm) : aspect de brèche de dolomie à ciment de gypse fibreux blanc.....	50 à 80°
M. 159,68 - 169,50	Alternance de dolomie gris souris et de gypse blanc bien stratifié verticalement. On suit sur 1,50 m (167,35 - 168,85) la même couche de dolomie brisée dans son lit par le foisonnement de l'anhydrite. Quelques traces de soufre dans le gypse vers 168,80, 169 et 169,50.....	"
K. 169,50 - 171	Gypse fibreux en lits stratifiés. La stratification est soulignée par de minces lits de marnes dolomitiques.....	60°
M. 171 - 172,80	Dolomie gris souris, très diaclasée.....	90°
M. 172,80 - 173,50	Alternance de dolomie gris foncé et gypse blanc en bancs de 3 à 10 mm, marnes dolomitiques plus claires, vers la base.....	"
M. 173,50 - 175,18	Dolomie gris foncé, très diaclasée (gypse fibreux dans les diaclases).....	"
K. 175,18 - 177,03	Gypse compact gris foncé, diaclases à 70°....	"
K. 177,03 - 178,55	Gypse blanc et marnes vertes, plans de glissements à 45°.....	"
P. 178,55 - 178,68	Brèche de quartzites gris verdâtre, de marnes dolomitiques verdâtres cimentée par de la dolomie cristalline blanche..... Pyrite très abondante.....	" "
P. 178,68 - 179,85	Quartzites à muscovite gris vert très différents des roches rencontrées jusqu'ici.....	"

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
	Elles sont le principal élément de la brèche précédente. On a rencontré les mêmes à Fitou I de 164,4 à 165, en liaison avec les roches primaires.....	"
P. 179,85 - 205	Partie ébouleuse, <i>non carottée</i> . Les échantillons du tube à sédiments sont des schistes sombres et des «sables» très fins, gris-vert foncé. Vers 195 m, deux éléments de quelques centimètres de schistes satinés verts et vers 202,95, petits éléments de 2 à 3 mm de schistes noirs.....	"
M. 205 - 205,50	Dolomie grise, verticale, en lits de 5 à 10 mm.	"
205,50 - 205,65	Dolomie grise broyée, recimentée par une dolomie cristalline blanche.....	"
M. 205,65 - 207,30	Brèche de marnes gypseuses verdâtres et de dolomie claire gris verdâtre dans un très abondant ciment de dolomie cristalline blanche. Ce ciment est largement imprégné d'oligiste et de pyrite. L'ensemble est diaclasé avec bourrage de gypse fibreux secondaire.....	"
207,30 - 209	Dolomie claire, très fortement cassée, ou même en brèche, recimentée par gypse secondaire rose, mouches de pyrite.....	"
PK. 209 - 212	Brèches de marnes vertes et de marnes dolomitiques gris verdâtre, pyrite, dolomie cristalline et oligiste; fragments microscopiques de quartzites.....	"
K. 212 - 212,10	Ophite très altérée.....	"
PK. 212,10 - 212,60	Brèche (comme 209 - 212).....	"
M. 212,60 - 243,70	Alternance de dolomie gris très foncé, terne, et d'anhydrite grise en lits d'épaisseurs variables (l'anhydrite est souvent remplacée par le gypse). L'ensemble est très diaclasé, bourré de gypse fibreux :	
212,60 - 214,20	Anhydrite et gypse gris foncé.....	"
214,20 - 218	Alternance anhydrite et dolomie.....	"
218 - 219,40	Dolomie bleu foncé.....	"
219,40 - 221,30	Alternance d'anhydrite et de dolomie en bancs peu épais.....	"

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
221,30 - 228	Dolomie gris foncé; très peu d'anhydrite.....	"
228 - 234,70	Anhydrite ou gypse séparés par de rares bancs de dolomie, cristaux bien formés de gypse dans l'anhydrite.....	" 90°
234,70 - 236,20	Dolomie bleu noir très dérangée, presque en brèche.....	60°
236,20 - 243,70	Anhydrite massive gris foncé avec cristaux de gypse; vers la base le gypse fibreux remplace l'anhydrite.....	45° à 90°
M. 243,70 - 264,40	Dolomie et marnes dolomitiques gris bleu clair très dérangées. Vers la base, un peu d'anhydrite $d = 2,80$	60° à 90°
K. 264,40 - 293,90	Alternance d'anhydrite rosâtre ou grisâtre et de marnes claires, dérangées ou en brèche. Quartz bipyramidés microscopiques.....	"
264,40 - 267,30	Fines alternances d'anhydrite et de marnes dolomitiques vert clair.	30° à 80°
267,30 - 272	Anhydrite gris-vert claire prépondérante.	45° à 90°
272 - 278,50	Brèche de marnes dolomitiques claires dans un ciment d'anhydrite rosâtre.....	"
278,50 - 291,15	Anhydrite et marnes vertes en brèches, 10 p. 100 de marnes.....	"
291,15 - 292	Brèches, 25 p. 100 de marnes.....	20° à 25°
292 - 293,90	Brèches, 15 p. 100 de marnes.....	"
M. 293,90 - 301,70	Brèche de dolomie <i>calcareuse</i> très foncée et de calcaires gris beige. Diaclases de dolomie cristalline blanche avec pyrite et gypse....	"
M. 301,70 - 303,85	Anhydrite massif gris subvertical. De 301,70 à 302,10, calcaires gris en contact vertical sur une partie de la section de la carotte $d = 2.71$	90°

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
K.	303,85 - 307,20	Brèche de marnes grises et d'anhydrite.....	45°
K.	307,20 - 312,50	Anhydrite gris foncé $d = 2,98$, un peu de dolomie altérée en bancs de quelques millimètres.....	30° à 45°
K.	312,50 - 312,90	Ophite très broyée et très altérée.....	
M.	312,90 - 323,20	Anhydrite gris foncé avec dolomie interstratifiée.....	45° à 70°
KM.	323,20 - 323,70	Brèche de marnes dolomitiques gris verdâtre dans un ciment d'anhydrite ou de dolomie compacte.....	"
K.	323,70 - 323,80	Ophite altérée.....	"
K.	323,80 - 328,40	Anhydrite grise ou bleue $d = 2,98$	"
K.	328,40 - 328,50	Brèche de marnes dolomitiques verdâtres dans un ciment d'anhydrite compact.....	"
K.	328,50 - 332	Anhydrite (de 331,65 à 331,70 marnes dolomitiques verdâtres).....	0° à 45°
M.	332 - 336,20	Calcaires un peu dolomitiques, très fracturés; veinules de calcite dans les diaclases verticales.....	90°
M.	336,20 - 337	Alternance de dolomie et d'anhydrite.....	"
M.	337 - 337,60	Dolomie bleu noir très fracturée, diaclases remplies de dolomie cristalline et de calcite blanche.....	"
M.	337,60 - 338,20	Alternance de dolomie et d'anhydrite, nombreuses diaclases remplies de dolomie cristalline blanche mouchetée de pyrite.....	"
M.	338,20 - 341	Dolomie bleu-noire diaclasée ou bréchiqne, dolomie cristalline et calcite en veinules. $d = 2,87$, zone très fracturée.....	"
M.	341 - 343,40	Alternance d'anhydrite et de dolomie ou de marnes dolomitiques, gros cristaux de gypse, diaclases de dolomie cristalline....	45°
K.	343,40 - 355,70	Anhydrite gris bleu subhorizontale; vers 347,30 et de 352,30 à 352,35, brèche de gypse et de marnes avec gypse fibreux aux contacts.....	"
K.	355,70 - 370,60	Anhydrite gris et marnes verdâtres généralement en brèches.....	"
	355,70 - 365	Marnes 20 p. 100 diaclases à 20°.....	90°
	365 - 370,60	Marnes 30 p. 100.....	"
		Vers 358,30, les marnes sont en lits alternant avec l'anhydrite en position non dérangée.	
K.	370,60 - 371,50	Dolomie gris blanchâtre.....	"

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
K.	371,50 - 389,05	Anhydrite gris et marnes verdâtres (perte de 375,20 à 377,05). Quartz bipyramidés microscopiques.....	"
	371,50 - 380	Marnes 60 p. 100.....	"
	380 - 389,05	Marnes 25 à 40 p. 100.	"
K.	389,05 - 400,35	Anhydrite gris bleu $d = 2,98$	0°
	390,70 - 390,90	Brèche de marnes dolomitiques gris clair dans un ciment d'anhydrite.....	"
	394,10 - 394,15	Rognons d'anhydrite rouge.....	"
	398,20 - 398,40	Ophite altérée.....	"
K.	400,35 - 415,30	Anhydrite gris foncé et marnes verdâtres en brèches (10 à 30 p. 100).....	30°
		Vers 406, la pente de 30° est marquée par des alternances d'anhydrite et de marnes peu dérangées.....	"
		Entre 409,50 et 411, abondance de quartz bipyramidés dans l'anhydrite bréchiq. ..	"
K.	415,30 420	Anhydrite grise et marnes vert bleu en brèches (marnes 50 à 60 p. 100), quartz bipyramidés.....	"
K.	420 - 421,90	Ophite très altérée, très nombreuses surfaces de glissements en directions quelconques; diaclases remplies de gypse fibreux à pente 60° dominant.....	"
K.	421,90 - 450,50	Anhydrite grise et marnes gris clair à verdâtre en brèches; quartz bipyramidés microscopiques.....	"
	421,90 - 425	Marnes 20 p. 100.....	35°
		Vers 425, marnes verdâtres et anhydrite gris.	60°
	427,50	Anhydrite blanche, peu de marnes.	"
	431,50	Marnes 50 p. 100.....	45°
	432,50	Marnes 60 p. 100.....	80° à vert.
	434,50	Marnes 60 p. 100.....	45°
	434,60	Anhydrite blanche bréchiq. (0m.10)	30°
	436,70	Marnes 40 p. 100.....	60°
	437,45 - 437,60	«Coin» d'ophite intercalée par surfaces de frictions lustrées, gypse secondaire.....	"
	438	Brèche de roche éruptive (0 m. 10) à 80 p. 100 de roche éruptive dans des marnes verdâtres.....	"

Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
	438,50 Marnes 25 p. 100.....	"
	444,60 - 450,50 Marnes 25 p. 100 avec mouches d'anhydrite rose.....	"
K. 450,50 - 451,20	Brèche d'anhydrite, de dolomie claire et de marnes vertes.....	"
K. 451,20 - 451,60	Anhydrite gris foncé.....	"
M. 451,60 - 458,80	Alternances d'anhydrite et de dolomie foncée au sommet, claire à la base, en couches de 2 mm à 10 cm.....	50°
	452,50 - 454 Brèche d'anhydrite et de dolomie.....	"
M. 458,80 - 463,35	Dolomie gris foncé, un peu de fluorine dans les veines de dolomie blanche, secondaires.....	50° à 90°
M. 463,35 - 465,40	Anhydrite gris foncé, quelques brèches de dolomie et d'anhydrite au sommet..	90° à 60°
M. 465,40 - 466,20	Dolomie gris bleu foncé, fracturée, $d = 2,89$.	"
M. 466,20 - 467,60	Alternance millimétrique de dolomie gris foncé et d'anhydrite blanche.....	55°
M. 467,60 - 468,60	Anhydrite claire.....	60°
M. 468,60 - 469,60	Dolomie bleu-noire, fracturée.....	70°
K. 469,60 - 472,60	Dolomie et anhydrite claires alternant, un peu dérangés.....	30°
K. 472,60 - 474,10	Anhydrite gris bleu clair.....	"
K. 474,10 - 495,90	Alternance d'anhydrite et de dolomie gris souris très claire, parfois en brèche.....	"
	474,10 - 484,75 Dolomie gris laiteux et gris souris clair et an- hydrite rosâtre.....	"
	484,75 - 488,60 Anhydrite et marnes do- lomitiques gris-souris clair.....	30°
	488,60 - 491,40 Dolomie claire.....	"
	491,40 - 495,90 Dolomie claire et anhy- drite rose.....	90°
K. 495,90 - 513,80	Anhydrite saccharoïde. Quelques passées ou brèche de dolomie gris-souris clair à blan- châtre $d = 2,99$	80° à 20°
K. 513,80 - 517,90	Marnes dolomitiques gris-clair, litées, et anhy- drite gris-foncé (perte 2 m, 55). A la base contact normal.....	"
	515,05 - 515,25 Anhydrite saccharoïde grise, massive, cassée.	"

	Profondeur.	Description des roches rencontrées	Pentes.
M.	517,90 - 536,60	Dolomie gris bleu foncé, cassure à odeur fétide, diaclases de dolomie cristalline blanche...	"
M.	536,60 - 545,20	Anhydrite subhorizontale.....	"
M.	545,20 - 546	Dolomie $d = 2,88$	10°
M.	546 - 553,30	Anhydrite massive gris bleu clair.....	0°
M.	553,30 - 561,50	Alternance d'anhydrite et de dolomie gris-souris, mouches de pyrite.....	"
M.	561,50 - 568,70	Anhydrite massive gris bleu, alternant par endroits avec un peu de dolomie gris souris; gypse en gros cristaux, disséminés; Anhyd. : $d = 2,97$; Dolom. : $d = 2,87$	0°
M.	568,70 - 571,80	Fines alternances de dolomie ou d'anhydrite et de marnes noirâtres ou rouges, quelquefois en brèche; quartz bipyramidés.....	"
M.	571,80 - 574,50	Dolomie litée gris foncé, alternant avec l'anhydrite; cristaux de gypse isolés dans l'anhydrite.....	45°
M.	574,50 - 574,90	Alternances pelliculaires d'anhydrite et de marnes noires schisteuses, stratification légèrement entrecroisée.....	30°
M.	574,90 - 575,20	Anhydrite finement litée gris foncé avec filets de marnes.....	"
M.	575,20 - 576,65	Dolomie noirâtre et marnes noires brunâtre avec stylolites noirs.....	"
M.	576,65 - 583,45	Fines alternances (1 à 10 mm) d'anhydrite, de dolomie et de marnes noirâtres (perte 1 m, 70).....	15°
M.	583,45 - 585,45	Cristaux de gypse disséminés.....	35°
M.	583,45 - 585,45	Calcaires de Padern (calcaires un peu dolomitiques; même caractère microscopique que 332), gris brun, stylolites et silex, perte 0,70 (<i>Muschelkalk</i>).....	"
M.	585,45 - 587,05	Anhydrite et dolomie en alternances de quelques centimètres; dérangées, subhorizontales.....	0°
M.	587,05 - 597,10	Alternances millimétriques d'anhydrite ou de gypse et de marnes noirâtres (anhydrite entre 591,3 et 592); <i>charnière aiguë à axe horizontal à 593</i>	"
M.	587,45 - 597,10	A 587,45 gros cristaux de gypse dans l'anhydrite.....	"
M.	597,10 - 598	Alternances millimétriques d'anhydrite rose et rouge et de marnes grisâtres ou roses, filons minces de gypse secondaire, recoupant les lits. Quartz bipyramidés.....	"

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
M.	598 - 598,30	Même structure avec anhydrite grise.....	"
M.	598,30 - 599,80	Anhydrite gris bleu, gypse fibreux en diaclases subhorizontales.....	0°
M.	599,80 - 601,20	Anhydrite gris foncé, finement litée.....	0°
M.	601,20 - 601,90	Alternances fines de dolomie foncée et de marnes grises (pertes 0,20).....	"
M.	601,90 - 602,25	Alternances fines de dolomie foncée et de marnes noirâtres remplaçant les marnes grises.	0°
M.	602,25 - 602,60	Anhydrite grise feuilletée par des lits microscopiques de marnes noires.....	0°
M.	602,60 - 605,66	Anhydrite et marnes noires alternant, les lits marneux (quelques millimètres) étant égaux aux lits d'anhydrite.....	0°
M.	605,66 - 606,22	Marnes terreuses noirâtres, très glissées; dolomie brun foncé en filets peu épais.....	"
M.	606,22 - 616,50	Passage non carotté (déviation après accident au fond). Les boues et déchets du tube sédiment semblent indiquer des marnes dolomitiques claires.....	"
M.	616,50 - 622,30	Dolomie noirâtre terne; au sommet marnes noires écailleuses.....	45° à 70°
M.	622,30 - 622,50	Anhydrite gris foncée admettant de très minces lits de dolomie foncée.....	70° à 40°
M.	622,50 - 624,90	Alternance (de quelques cm à quelques 1/10° de mm) de dolomie grise et de marnes dolomitiques gris foncé.....	5° à 30°
M.	624,90 - 625,20	Alternance (1 cm à 1/10° de mm) de marnes dolomitiques noires et d'anhydrite gris foncé.....	20° à 10°
M.	625,20 - 627	Alternance (quelques mm à 1/10° de mm) de marnes dolomitiques noires et d'anhydrite rose.....	0° à 10°
M.	627 - 633,40	Anhydrite gris foncé admettant quelques lits de marnes noires (5 à 10 p. 100) et de rares lits de quelques millimètres de dolomie gris foncé.....	"
M.	633,40 - 638,15	Marnes dolomitiques noires très dérangées, filets de gypse secondaire, admettant de :	
		633,80 à 633,83.....	60°
		637 à 637,20.....	60° à 20°
		638,10 à 639.....	20° à 0°
		des alternances non dérangées de marnes dolomitiques noires en filets de quelques dixièmes de mm (5 p. 100) et d'anhydrite grise (95 p. 100).....	"

	Profondeur.	Description des roches rencontrées.	Pentes.
M.	638,15 - 641	Marnes tendres gris verdâtre à gris-bleu (broyage de marnes dolomitiques gris verdâtre). À 639,15 bloc de schistes maclifères.....	//
K.	641 - 645,75	(Perte 4,55). Marnes dolomitiques verdâtres alternant avec anhydrite verdâtre et brunâtre, litée, avec filets de quartz blanc.... Les échantillons du trépan suggèrent la correspondance de l'échantillon carotté à la section entière (cf. 265 m et 110 m).....	// 70°
P.	645,75 - 660,20	Schistes gréseux, un peu micacés, gris carminés tachetés de points blancs bleutés, verdâtres ou noirâtres de dimension constante (1 à 3 mm). Filets de quartz (un filon de 6 à 8 cm à 648,30). Fentes tapissées de pyrite : <i>Schistes métamorphiques</i>	//
P.	660,20 - 672,60	Schistes semblables aux précédents; les filonets de quartz sont subhorizontaux, extrêmement minces. La roche se casse suivant des plans de friction lustrés verdâtres, à enduits pyriteux.....	//
	672,60	Fond du sondage.....	//

CHAPITRE IV.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE

(Pl. III à X, fig. 1 à 33).

Les déterminations pétrographiques de chacune des deux coupes décrites au chapitre précédent ont été faites sur des échantillons macroscopiques et confirmées au microscope et à la loupe binoculaire.

Le complexe comportant une trame généralement dolomitique se prêtait à une étude des minéraux constituants après attaque à l'acide chlorhydrique. Les résidus montrent les minéraux pas ou peu solubles : les minéraux lourds, le quartz, le gypse, l'anhydrite, à l'exclusion des carbonates et d'une partie de la pyrite.

Des lavages à l'eau fréquemment renouvelée ont été faits sur des brèches gypseuses et sur des gypses et anhydrites broyés et rendus ainsi plus solubles. Enfin, l'examen de surfaces polies attaquées éventuellement aux acides a révélé souvent les relations des constituants d'une roche complexe.

Les différents modes de préparation utilisés ont été indiqués par des indices :

Lames minces : LM (et n° de référence).

Lavages à l'eau : E.

Lavages à l'acide chlorhydrique : A.

Surfaces polies : P ; attaquées à l'acide chlorhydrique : PA.

Les chiffres gras en italique se rapportent aux profondeurs des roches du sondage de Fitou I, les autres (chiffres gras droits), à celles des roches du sondage de Fitou II.

Les chiffres entre parenthèses indiquent la taille en μ des éléments.

La lettre M indique l'aspect macroscopique de la roche.

La lettre m son aspect microscopique.

Certains types de roches ou de structures se rencontrent fréquemment dans le complexe triasique. Leur nomenclature est donnée ci-dessous ainsi qu'une indication de profondeur où on les trouvera décrits dans le texte.

Les descriptions seront données pour les autres roches dans la mesure des variations par rapport à celles-là :

Calcaire à grain fin 584³⁰.

Dolomie micro ou cryptocristalline 521.

Marne dolomitique 81⁸⁰.

Dolomie anhydritique 229 et cf. fig. 2.

Alternances de dolomie-anhydritique et d'anhydrite 510⁴⁰ fig. 1 et fig. 9, 10, 25, bloc fig. 13.

Anhydrite massive 498⁵⁰ (fig. 3 et 4 en partie).

Gypse massif 67⁵⁰.

Gypse pécilitique «superposé» aux alternances dolomie-anhydrite 63⁸⁵, fig. 31, 32, 33.

Fines alternances d'anhydrite et de marnes argileuses 570⁸⁰, fig. 32.

En dehors de ces types on rencontre encore, mais rarement :

- des *structures intersertales dolomie-anhydrite* 275, 558⁵⁰, fig. 5 et 6 ;
- des *structures oolithiques* 44⁴⁰, 136, fig. 7 et 8 ;
- de *l'ophite*, de composition assez variable.

Enfin dans les roches primaires on rencontre à plusieurs niveaux :

- des *quartzites gris verdâtres* 164, 75 (décrits à cette profondeur), 189⁸⁵, 205⁶⁵, 206⁷⁰, 209 ;
- des *schistes maclifères*, à la base du sondage.

Certaines des structures caractéristiques ci-dessus ont été figurées : les structures interstratifiées fig. 1 à 8, certaines brèches fig. 19, 20, 21 et 23 à 27. Le métamorphisme à tourmaline est représenté sur les fig. 22 à 27. Le comportement fluidal de l'anhydrite est évoqué dans les fig. 9 à 17. Enfin les fig. 30 à 33 montrent des roches stratifiées, originellement anhydritiques, plus ou moins complètement transformées en gypse.

I. Description des roches.

44.40 M. — Dolomie ou anhydrite gris bleuâtre foncé, finement stratifiée.

m. A. — Le résidu est surtout composé de cristaux d'anhydrite en prismes orthorhombiques primitifs (100-200) ou avec la forme h^1 , et surtout de petits parallélépipèdes de clivage p , g^1 , h^1 , Pyrite abondante en microcristaux (1-5).

m. PA. — Zones parallèles de dolomie anhydritique et d'oolithes dolomitiques séparées par de minces délits pyriteux.

LM. 1.825. — Zones parallèles de dolomie très fine (5-10) et de dolomie anhydritique, à structure oolithique (fig. 8).

Des délits pyriteux d'allure stylolitique séparent ces zones ou passent dans les lits oolithiques en recoupant certaines structures.

De très petits accidents intéressent une bande oolithique mais n^e passent pas à travers les lits voisins.

LM. 1.826. — Coupe subparallèle à la stratification.

Pâte dolomitique en cristaux homogènes (10) comportant des cristaux d'anhydrite de même taille, (10 à 40 p. 100), disposés en zones parallèles définies par leurs teneurs en anhydrite ; pâte ponctuée de pyrite à section hexagonale (1-10).

Une zone d'épaisseur apparente de 2 mm est composée d'oolithes (100-200) à enveloppes concentriques de dolomie cryptocristalline. Le noyau est formé par des sections d'un ou plusieurs gros cristaux d'anhydrite (50-100) souillés par des agrégats pyriteux (1-10) fixés sur les faces, soit par la dolomie plus finement cristallisée que la pâte environnante. La zone d'oolithes visible ne comprend que deux rangées d'oolithes. On trouve encore dans une telle

couche, des agrégats orientés suivant la stratification, de dolomie de même grain que l'enveloppe des oolithes, ou de gros cristaux d'anhydrite libres.

LM. 1.828. — (Fig. 7), coupe normale à la stratification.

D'un bord à l'autre de la lame, normalement à la stratification on trouve les couches suivantes :

— dolomie bien cristallisée (10-15) avec 2 ou 3 gros cristaux d'anhydrite (100-250) épars. Épaisseur : 1 mm.

— sans limite très nette, venant se fondre à la précédente, une bande de 2 mm d'épaisseur d'oolithes superposées de dimensions semblables (100-200) bande limitée à son bord inférieur par un délit pyriteux à contours styloolithiques. Ces oolithes ont les mêmes caractères que les précédentes. Cependant, vers la bordure, d'abondants et gros cristaux d'anhydrite (200-250) sans contours géométriques définis viennent s'interposer entre les oolithes et le bord pyriteux. L'anhydrite « mange » par endroits les contours des oolithes. Elle est très fortement bourrée de fines inclusions dolomitiques.

Le très fin délit pyriteux séparant ce lit du suivant a un contours capricieux. Sur une partie de sa longueur, il limite exactement la partie inférieure des cristaux d'anhydrite. En d'autres points, où le contact est fait par la base des oolithes, celles-ci sont coupées.

La zone suivante, bien stratifiée, voit ses couches supérieures entaillées de façon quelconque par le délit pyriteux de sorte que le lit oolithique a une allure « transgressive » sur cette seconde zone.

Limitée également à sa base par un nouveau délit pyriteux à allure styloolithique, elle a une épaisseur de 2 mm et est formée d'une alternance d'amas orientés de dolomie cryptocristalline, rarement oolithique, dans un ciment de dolomie (10-15) cristalline à cristaux d'anhydrite isolés (50-150) et à contours géométriques souvent très nets.

La zone suivante toujours, délimitée par un délit pyriteux, subparallèle aux précédents et à contours capricieux est formée surtout d'oolithes, comme la première; elle a jusqu'à 1 mm d'épaisseur. Des petits accidents recoupent un ou deux lits pyriteux et les décalent sans passer à travers toute l'épaisseur. Une des oolithes est traversée par le lit pyriteux inférieur.

Enfin, une dernière zone borde la plaque de l'autre côté du lit pyriteux. Elle est faite de dolomie fine (10) très homogène, peu anhydritique, nettement différente de la zone précédente.

Nous verrons que cette disposition en zone d'oolithes est apparemment rare. Elle s'accompagne de lits pyriteux séparant les différentes structures, lits pyriteux jamais rencontrés par ailleurs.

47. PA. M. — Dolomie finement grenue avec 1 ou 2 p. 100 d'anhydrite en fins cristaux (50-100).

53,40. P. — Même roche.

63,35. M. — Dolomie massive.

m. A. — Cristaux d'anhydrite et surtout de gypse provenant de diaclases microscopiques.

63,35. M. — Anhydrite grise massive.

LM. 1.751. — Anhydrite en gros cristaux (100-500) quelquefois maclés.

Quelques bandes formant trainées, de microcristaux de dolomie (10-15) plus ou moins denses, s'alignent parallèlement, dans la masse anhydritique, cristallisée alors à proximité, en cristaux beaucoup plus petits (20-50).

Quelques très gros cristaux de gypse — 1 à 3 mm — se superposent de façon quelconque à ces zones, les cristaux de dolomie s'alignant à travers ce gypse, sous forme d'inclusions.

De très nombreux cristaux d'anhydrite sont également inclus dans les gros cristaux de gypse, mais sans ordonnancement, et en partie transformés.

67,50 M. — Gypse blanc très pur.

m. E. — Gypse en cristaux limpides (200-1.000) et rhomboèdres de dolomie (50-100) blanc terne, avec les combinaisons a^1 , e^1 , b^1 . Un peu de pyrite sur les faces de ces derniers cristaux.

LM. 1.752. — Gypse en gros cristaux (100-1.000) très diaclasés, et allongés en lits; cristaux de dolomie assez rares 1 p. 100 (50-100) montrant quelques sections losangiques et disposés sans ordre apparent.

70,50. M. — Brèche marno-gypseuse, quelques cristaux de gypse rose.

LM. 1.845. — Gypse en gros cristaux (100-500) à rares enclaves d'anhydrite (20-40) et à nombreuses enclaves de dolomie en sections typiques (10-15); quelques grosses sections de dolomie (50-100). Avec ce gypse on trouve des amas allant jusqu'à 2 mm de dolomie cristalline (10). Quartz idiomorphe ou non (100-200). Pyrite abondante (1-10) à sections hexagonales. Tourmaline en baguettes à sections hexagonales (3-5), rares phyllites de muscovite.

77,20. M. — Agrégat marno-gypseux où l'on devine encore la stratification.

m. E. — Résidu uniquement gypseux, les « marnes » étant décantées au lavage. Pas de rhomboèdres de dolomie, pas de quartz.

81,80. M. — Marnes compactes gris bleuâtre clair.

LM. 1.753. — Dolomie microcristalline (2-5) tout à fait homogène. La stratification est seulement indiquée par des zones plus ou moins compactes.

Pyrite assez abondante, 2 à 5 p. 100, en section hexagonale (2 à 10). La dolomie constitue certainement une grande partie de la roche (sections typiques à fort grossissement) mais une argile fine s'y joint probablement.

85,35. M. — Brèche de gypse gris et rose et de marnes gris-verdâtre.

m. E et A. (Fig. 28 et 29.) — Gypse, anhydrite en gros cristaux, quartz bipyramidés en cristaux plus grands que 100, blancs et roses, dolomie en rhomboèdres primitifs ou b^1 . Pyrites en dodécaèdres pentagonaux (10-1.000).

97,70. M. — Brèche marno-gypseuse.

m. E et A. — Gypse, quartz bipyramidés (200) dolomie en rhomboèdres a^1 , b^1 (500).

105⁸⁰. M. — Gypse saccharoïde blanc.

LM. 1.754. — Gypse en cristaux (100-500) allongés parallèlement entre eux. Dolomie à sections typiques (10-20) et rares microcristaux d'anhydrite (5-10) inclus dans le gypse.

109³⁰. M. — Dolomie gris foncé alternant avec gypse en filets très minces.

LM. 1.844. — Dolomie finement cristallisée (2-5) avec très fins chevelus parallèles de gypse sur les bords de la plaque (30-100). Les cristaux de gypse contiennent des inclusions d'anhydrite.

La dolomie massive est poreuse, vides orientés suivant la stratification du gypse. Du gypse remplit parfois tout ou partie des cavités.

Pyrite très abondante et extrêmement divisée (1-10) dans la dolomie. Rares baguettes de tourmaline (20-30) dans le gypse. Cristaux de quartz idiomorphes (10-50) dans les filets gypseux.

141⁵⁰. M. — Anhydrite gris foncée, massive.

m. A. — Anhydrite (100-1.000).

142⁵⁴. M. — Anhydrite gris foncée, massive.

m. E. — Anhydrite (10-1.000), argile peu abondante, pyrite très abondante (20-30).

145. M. — Anhydrite ou dolomie bien cristallisée.

m. A. — Anhydrite (50-150).

147. M. — Très fines alternances (1 à 5 mm) de dolomie gris foncé et de gypse.

LM. 1.841. — Zones dolomitiques (10) bien nettes mais non compactes, avec cristaux de gypse géodiques (100-200), alternant avec des zones gypseuses (100-500). Sur les bords de la plaque, des chevelus *bien stratifiés de dolomie* (10) passent en inclusion dans de gros cristaux de gypse perpendiculaires à la stratification (gypse fibreux). Cette indépendance n'est pas absolue dans le détail. Pas de quartz observé dans ces alternances. Tourmaline en fines baguettes et phyllites de muscovite dans le gypse. Des inclusions d'anhydrite dans le gypse montrent que celui-ci provient de la transformation sur place de l'anhydrite.

148⁶⁰. M. — Anhydrite dolomitique finement stratifiée avec du gypse fibreux; gros cristaux de gypse en position quelconque.

m. P.A. — Des lits «dolomitiques» contiennent une notable proportion d'anhydrite. Des «fantômes» de gros cristaux de gypse (plusieurs millimètres) envahissent environ 50 p. 100 de la surface totale de la coupe, passant indistinctement d'un lit «dolomitique» à l'autre à travers les minces lits concordants de gypse fibreux. Au contact de la roche «dolomitique» et d'une dolomie plus massive, des ondulations de plusieurs millimètres de flèche n'intéressent que la zone tout à fait au contact, les lits sous-jacents restant horizontaux. Vu par la surface, ce contact a une allure de vagues, orientées dans deux directions non orthogonales.

LM. 1.950. — L'anhydrite (50) domine, cristallisée avec de la dolomie (30) en lits parallèles; les zones étant plus ou moins riches en dolomie.

De gros cristaux de gypse (1-5 mm) sont surimposés à ces lits, comportant en inclusions les cristaux de dolomie.

Des phyllites de micas blancs et de la tourmaline sont abondants en microbaguettes (5-10) sur le *gypse* et très rare ailleurs.

A fort grossissement, ce gypse a des inclusions de matières isotropes qui semblent appeler la tourmaline. Dans la pâte sans macro-cristaux il y a un certain nombre de micro-cristaux de gypse qui contiennent aussi de la tourmaline et des phyllites, alors que l'anhydrite et la dolomie en sont peu pourvues.

Deux veines de gypse fibreux (2 mm d'épaisseur), s'alignent parallèlement à la stratification. L'une d'elles parcourt la zone centrale d'une rangée des néo-cristaux de gypse précédents, exceptionnellement alignés. Ces filons ne contiennent pas de tourmaline.

119⁵⁰. M. — Bande dolomitique (3 cm) entre deux parois d'anhydrite. Aux contacts immédiats, gros cristaux de gypse.

m. P. A. — La bande «dolomitique» est composée de plusieurs zones parallèles plus ou moins chargées en anhydrite disséminée en gros cristaux (50-100) dans la pâte dolomitique fine. Les contacts sont généralement très nettement rectilignes.

121⁷⁸. M. — Anhydrite dolomitique zonée, la stratification étant liée à une teneur variable en dolomie.

m. P. A. — Anhydrite peu dolomitique dans sa masse (10 à 20 p. 100) avec de fines zones parallèles plus dolomitiques (50 p. 100). Des cristaux énormes (quelques millimètres) de gypse se rencontrent sans loi apparente.

LM. 1.951. — Bandes d'anhydrite (100) un peu dolomitique (10) alternant avec d'autres bandes très chargées (80 p. 100) en dolomie.

De gros cristaux de gypse (1 mm) se surimposent à l'ensemble, sans relation avec la stratification. Ces zones gypseuses sont piquetées de tourmaline, alors que les zones d'anhydrite non transformées en contiennent très peu. D'autre part, des filonnets de gypse en petits cristaux traversent l'ensemble et en particulier un gros cristal de gypse surimposé.

122. M. — Alternance de dolomie et de gypse (ou d'anhydrite) en lits variant de 1 à 30 mm.

m. P. A. — Proportion de 20 p. 100 environ d'anhydrite sous forme de cristaux aciculaires (50-100) dans les bandes dolomitiques.

LM. 1.734. — Entre deux bandes d'anhydrite bien cristallisée (50-100) une zone de dolomie rubanée de 3 cm à contacts francs. La dolomie bien cristallisée (5 à 20) contient une proportion variable d'anhydrite (10-50) alignés en zone. Les zones les plus dolomitiques sont de plus noyées dans une trame argileuse, floue.

Filonnets d'anhydrite secondaire (100-300) à cristaux orientés parallèlement au filon et partiellement transformés en gypse. Dans ce cas, les grandes plages de gypse (200 × 30) contiennent une très grande quantité de micro-cristaux (20) d'anhydrite inclus.

La plus importante de ces veinules correspond en réalité au remplissage d'une petite faille inverse de 0,5 mm. de rejet.

123⁵⁰. M. — Gypse, et dolomie craquelée par foisonnement de l'anhydrite (fig. 30).

124. M. — Fines alternances de dolomie et de gypse.

m. P. A. — Des cristaux fins, allongés (50-100) d'anhydrite forment environ 30 p. 100 de la surface apparemment dolomitique. Les cristaux sont allongés suivant la stratification.

127⁴⁰. *M.* — Dolomie litée gris foncé.

m. P. A. — Dolomie compacte zonée par des bandes un peu anhydritiques. Des touffes d'anhydrite en gros cristaux (0,5 à 1 mm) sont réparties dans la masse sans ordre apparent.

135⁴⁰. *M.* — Dolomie gris foncé.

m. P. A. — Dolomie fine, peu anhydritique avec grosses oolithes (1 à 2 mm) à enveloppes dolomitiques, et à noyau formé d'un gros cristal d'anhydrite ou d'un cristal de calcite.

136. *M.* — Dolomie.

m. P. A. — Oolithes (100) dolomitiques ou calcaires avec noyaux généralement formés d'un seul cristal d'anhydrite (50).

L. M. 1.908. — Pâte calcite — dolomie avec calcite dominant. Grandes oolithes (500-1.000) à centre anhydritique plus ou moins transformé en gypse, ou finement dolomitique. Auréoles concentriques bien dessinées de cristaux de calcite (20-25).

141⁶⁵. *M.* — Schistes noirs micacés.

LM. 1.755. — Quartz très abondant en grains (50-100) alignés dans une pâte sombre (argilo-sériciteuse). Muscovite abondante, alignée parallèlement.

148⁸⁰. *M.* — Schiste noir brillant non apéliteux.

LM. 105. — Fines zones argileuses et sériciteuses disposées parallèlement. Une schistosité transverse les recoupe, soulignée par des lits noirs extrêmement fins. Veines secondaires de quartz fin et de dolomie en grandes plages (100-1.000), avec séricite et un peu d'anhydrite (20-30).

149⁸⁰. *M.* — Lydienne.

LM. 1.756. — Schiste très siliceux formé d'une alternance de zones caractérisées par la grosseur des cristaux de quartz (10-500). Une schistosité oblique est marquée par des lits très fins de matière argileuse.

157⁶⁰. *M.* — Boues de trépan filtrées.

m. — Schistes noirs brillants et vert clair, sériciteux. Grains de quartz roulés. Amas de matière carbonneuse.

164⁷⁵. *M.* — Quartzites gris verdâtre.

LM. 140 et 254. — Quartzite.

Quartz (10 à 30) dominant. Paillettes orientées, fines, très allongées de muscovite. Zircon. Sphène, tourmaline (50) détritique, à contours oblitérés.

170. *M.* — Gypse et dolomie finement stratifiés.

LM. 1.842. — Gypse fibreux en gros cristaux allongés (2 mm) traversé normalement par des zones parallèles de dolomie (10-20) en lits de 1 à plusieurs cristaux. (La plaque n'a recoupé qu'un lit de gypse macroscopique.) Tourmaline et muscovite.

179⁸⁵. *M.* — Quartzite gris verdâtre.

LM. 255. — Quartzite de même caractères que les précédents (164.75). Quelques veinules de dolomie secondaires en grandes plages existent en plus, ainsi que de la pyrite en cristaux à sections généralement hexagonale. Quelques cristaux de gypse maclés sont associés à la dolomie.

183. M. — Boues de trépan, débris schisteux.

m. — Schiste fins, clairs, satinés, formant l'essentiel, phyllites de micas blancs abondants, biotite. Quartz, calcite, pyrite, gypse.

186 à 189. — Mêmes éléments.

192. — Les schistes noirs sont prédominants.

195. — Schistes gris verdâtres, mêmes éléments accessoires que ci-dessus.

195³⁰. M. — Schistes satinés verdâtres.

LM. 1.807. — Alternance de fines bandes brunes et claires; les bandes brunes sont en chlorite et en petits grains quartzeux. La schistosité est oblique, marquée par des lits de matière amorphe et par l'orientation des phyllites.

Des bandes larges, quartzieuses sont très riches en pyrite cristallisée.

205⁶⁵. M. — Filon de dolomie cristalline blanche, dans une brèche à éléments de schistes et de quartzites.

LM. 1.743. — Dolomie très largement cristallisée (50-4.000) finement imprégnée d'arborescences d'oligiste et d'un peu d'hématite.

Filonnets de gypse se superposant à la dolomie. Le bord d'un cristal de dolomie arrête en un endroit les chevelus d'oligiste. Il y a donc eu remise en circulation partielle de la dolomie postérieurement à la formation d'oligiste.

Pas de tourmaline visible.

206³⁰. M. — Brèche cimentée par de la dolomie blanche, spathique.

LM. 2.026. — Blocs de quartzites à muscovite (cf. 164.75) et de schistes fins cimentés par de la dolomie en gros cristaux et de l'oligiste.

206⁷⁰. M. — Brèche cimentée par de la dolomie blanche.

LM. 2.027. — Gros blocs de quartzites (cf. 164.75) cimentés par de la dolomie en gros cristaux. Pas de gypse de cimentation.

209. M. — Brèche polygénique cimentée par de la dolomie spathique et du gypse.

LM. 1.843. — Éléments de quartzite à muscovite et tourmaline très analogue à ceux de la profondeur 174⁷⁵; gypse fin (20-50) et dolomie largement cristallisée (50-1.000) dans les filonnets de cimentation.

Un filon d'oligiste et de pyrite recoupe cette brèche. Recouvrant l'ensemble, dolomie et gypse compris et quelquefois à cheval entre éléments, un semis de cristaux de tourmaline (10-50) très frais, à section hexagonale. Ces cristaux sont quelquefois un peu tordus ou cassés.

229. M. — Dolomie anhydritique stratifiée, gypse en gros cristaux.

m. P. A. — Lits bien séparés de dolomie à teneurs différentes en anhydrite. Des plissements ptygmiques apparaissent, marqués par les lits plus dolomitiques. De gros cristaux de gypse se surimposent à l'ensemble sans aucune orientation ni localisation définie.

LM. 1.744. — Association de dolomie (10-20) et d'anhydrite (10-50) en agrégats finement grenus. Certains lits sont beaucoup plus riches en anhydrite, et celle-ci est alors plus largement cristallisée (100-150).

De très gros cristaux de gypse 1 à 4 mm poéilitiques (dolomie, anhydrite) forment le fond d'une grande partie, de la plaque. Aucun dérangement n'est visible dans les lits de dolomie, totalement inclus dans le gypse. La plus grande partie des petits cristaux d'anhydrite a seulement disparu. Tourmaline en baguettes à section hexagonale (1-3), très minces, dans le gypse.

132⁶⁵. M. — Anhydrite gris-bleu très finement litée, pointée de gros cristaux de gypse.

LM. 2.028. — Alternance de lits d'anhydrite (20-50) dolomitiques (20) et de lits de dolomie (20) bien stratifiés, espacés de 0,2 à 2 mm.

Gros cristaux de gypse (1 à 5 mm) superposés à l'ensemble sans aucune perturbation des lits dolomitiques. Un filon de gypse fibreux est par place totalement inclus dans l'un de ces cristaux. Quelques baguettes de tourmaline (10) dans le gypse en gros cristaux.

235⁴⁵. M. — Diaclase de gypse fibreux dans une dolomie massive.

m. — On observe sur une coupe normale, en partant de la roche ambiante une pellicule de dolomie cristalline blanche dont la surface interne porte des stries de friction. A la surface de ces stries : pyrite bien cristallisée, quartz brisés et arrondis empâtés de gypse blanc, amorphe. Enfin, du gypse bien cristallisé en longues fibres, normales aux parois.

Il y a donc eu une première diaclase de dolomie, qui a rejoué, puis du gypse s'y est déposé.

246⁷⁰. M. — Marnes dolomitiques gris-verdâtre, compactes.

275. M. — Brèche de marnes dolomitiques, d'anhydrite en cristaux isolés dans un ciment d'anhydrite.

LM. 878, fig. 19. — L'anhydrite forme le ciment (20-100). Des amas de roche dolomitique ou anhydrite-dolomie, à contours anguleux, flottent sur ce fond. On rencontre :

— Dolomie cryptocristalline, dolomie à grain fin (2-10). Dolomie en gros rhomboèdres ou rhomboèdres isolés (300).

— Bloc constitué par une alternance de dolomie cryptocristalline et de dolomie anhydritique (5 p. 100). Dans les zones anhydritiques, les cristaux de dolomie sont de taille mesurable (5-10). Un autre bloc (fig. 6) montre des cristaux allongés de dolomie (30) enchevêtrés en structure intersertale; dans les interstices, cristaux d'anhydrite (15-20).

— De gros cristaux d'anhydrite à contours déchiquetés, à clivages tordus, inclus de gypse, quelquefois en taches d'aspect cunéiforme.

Pyrite abondante, surtout à la surface des blocs. Tourmaline à section hexagonale (1-20). Elle est de trois types : dans l'anhydrite en gros cristaux elle est en baguettes courtes (5-25), dans le ciment elle a des dimensions plus petites en général; dans le gypse de néoformation, qui auréole un grand nombre de cristaux d'anhydrite de la brèche, elle est très petite, longue, très abondante, et associée souvent à des phyllites de micas blancs.

LM. 1.907. — En dehors des éléments déjà rencontrés précédemment on trouve ici un bloc de dolomie très fine (5) qui doit sa stratification à un piqueté de pyrite (0,1-1) excessivement dense : Plus de 10 cristaux de pyrite par cristal de dolomie (en sections). Nombreux cristaux de tourmaline (fig. 23 et 24).

LM. 1.909, fig. 26 et 27. — Dans cette lame, le gypse de néoformation est plus abondant que dans les précédentes. On constate avec évidence que ce gypse est beaucoup plus imprégné de tourmaline et de phyllites que l'anhydrite ou la dolomie. Le ciment et la brèche montrent également des cristaux de tourmaline qui coiffent souvent deux cristaux voisins de nature différente. On a ainsi la preuve que non seulement la formation de la brèche, mais une certaine altération de l'anhydrite en gypse sont antérieures au métamorphisme qui a engendré la tourmaline. Une observation est particulièrement suggestive ; un cristal d'anhydrite a ses clivages tordus jusqu'à 135°, une fine baguette de tourmaline y est incluse sans brisure dans la région de torsion maxima.

284⁶⁰. M. — Brèches de marnes, ciment d'anhydrite.

m. A. — Cristaux d'anhydrite (80-100), pyrite en dodécaèdres pentagonaux (50).

285. M. — Brèche de marnes, ciment d'anhydrite.

LM. 879. — Éléments de dolomie noduleuse, crypto ou microcristalline (5) en trainées plus ou moins compactes. Ciment d'anhydrite (100-1.000) un peu dolomitique.

Blocs isolés de gros rhomboèdres de dolomie (100-200) dans l'anhydrite.

298. M. — Dolomie gris foncé, cassure à odeur fétide.

m. A. — Résidu de pyrite (100-500) et d'anhydrite. Quartz bipyramidés clairs (100) de taille semblable. La pyrite se localise sur les bords des blocs de dolomie emballés dans un filon de dolomie blanche secondaire.

304⁷⁰. M. — Calcaires fins, gris souris, très fracturés, recimentés par de la calcite et du gypse.

LM. 1.905. — Calcite fine (5-10) formant la pâte. Nombreux quartz bipyramidés (100-150) à inclusions de dolomie (ou de calcite). Ces quartz sont brisés pour la plupart. Veines secondaires de calcite largement cristalline et de gypse en grandes plages.

m. A. — Le résidu de l'attaque à l'acide chlorhydrique comprend 50 p. 100 de cristaux clairs, allongés, de quartz bipyramidés (50-500) 40 p. 100 de pyrite (dodécaèdres pentagonaux) et 10 p. 100 de gypse.

308³⁵. M. — Dolomie fine anhydritique.

m. PA. — Alternance marquée de zones plus ou moins chargées d'anhydrite (20-100) en cristaux souvent aciculaires. Des cassures franches dans un lit dolomitique sont cimentées par de l'anhydrite en gros cristaux. Plis ptigmatiques dans les chevelus anhydrite-dolomie au voisinage du banc dolomitique fracturé.

LM. 1.745. — Bandes dolomitiques (10-15) épaisses, un peu anhydritiques (50) très fracturées, dans une masse dolomie-anhydrite plus largement

crystallisée. Filonnets d'anhydrite en gros cristaux (50-250) à travers les zones dolomitiques, ils se perdent dans la masse environnante. Quartz idiomorphes (50-100) à inclusions d'anhydrite, quelquefois épigénisés par l'anhydrite ou la dolomie. Rhomboédres de dolomie néogène dans une veine secondaire d'anhydrite.

312⁵⁰. M. — Ophite altérée.

LM. 884. — Pâte amorphe, argileuse; baguettes de biotite. Nombreuses veines de gypse, anhydrite, calcite avec rhomboédres de dolomie.

320⁰⁵. M. — Anhydrite zonée grise et noire.

m. PA. — Les zones claires sont d'anhydrite pure (200-500). Elles alternent en lits de plusieurs millimètres à plusieurs centimètres avec une anhydrite finement dolomitique (lits foncés) à allure lenticulaire.

323⁷⁵. M. — Ophite altérée.

LM 885. — Pseudomorphoses de grands cristaux bien nets, probablement d'olivine, bourrés de chlorite et de calcite. Hornblende brune, biotite ou diabantite. Pyroxènes incolores, très craquelés; plagioclases altérés.

334. M. Calcaires à grain fin, très fracturés.

LM. 1.862. — Calcite microgrenue (10-15) recoupée par des filonnets de calcite largement cristallisée. Exceptionnellement, cristaux isolés de calcite plus largement cristallisée, noyés dans le fond microgrenu.

Filonnet de gypse à inclusion d'anhydrite. Petits quartz bipyramidés (100-200) à inclusions de calcite. Dans une diacase de calcite un petit agrégat de barytine probable.

LM. 1.806. — Très voisine de la précédente; ici les filonnets secondaires sont d'anhydrite; ils recourent et décalent ceux de calcite.

m. A. — Le résidu de l'attaque facile par l'acide chlorhydrique donne une grande abondance de quartz bipyramidés (100-150) clairs. Un peu d'anhydrite et de gypse.

342. M. — Dolomie anhydritique.

m. PA. — Alternances de dolomie très fine plus ou moins chargée d'anhydrite. Des bancs plus dolomitiques sont cassés, souvent bréchoïdes, recimentés par de l'anhydrite, en gros cristaux, et aussi par de la dolomie blanche, spathique. Cette dolomie est issue très probablement de blocs dolomitiques cassés car aucun filon ne traverse le lit bréchique.

LM. 1.913. — Zones stratifiées de dolomie (10-20) peu anhydritique et d'anhydrite (20), dans une pâte microgrenue dolomie-anhydrite. Cette bande dolomitique plus compacte a subi un commencement de bréchification et elle est cernée par une dolomie très largement cristallisée (dolomie blanche macroscopique), claire, (100-200) de remise en mouvement. Des filonnets d'anhydrite recourent l'ensemble.

LM. 1.912. — Une autre lame de la même roche montre que les lits d'anhydrite interstratifiés dans le bloc dolomitique cassé ont subi d'importantes fractures, les gros cristaux d'anhydrite se découpant en microcristaux orientés.

349⁸⁰. M. — Anhydrite massive largement cristalline.

LM. 1.757. — Anhydrite (300) en zones parallèles, avec des bandes de dolomie en cristaux le plus souvent épars, bien formés en rhomboèdres (20). Dans les zones de dolomie, les cristaux d'anhydrite sont beaucoup moins gros (50).

354⁰⁰. M. — Anhydrite massive.

m. PA. — Surface polie à 5° de la stratification. Un lit extrêmement mince de dolomie interstratifié à subi un début de fracturation, dans son milieu fluant d'anhydrite.

365. M. — Brèche d'anhydrite et de marnes vertes.

m. E. — Résidu de dolomie en rhomboèdres (50-200), quartz bipyramidés (200-1.000), pyrite, roche éruptive.

LM. 1.910 et 1.910 bis, fig. 25. — Ciment d'anhydrite dolomitique très finement divisé (10-30). Éléments d'anhydrite en gros cristaux émoussés (100-500), de dolomie en très gros cristaux rhomboédriques corrodés; on voit en effet des plages de dolomie de mêmes orientations, séparées par le ciment. Ces gros cristaux de dolomie ont de très nombreuses inclusions de quartz à contours arrondis, craquelés, et d'anhydrite. Éléments de dolomie anhydritique zonée, de quartz idiomorphes fracturés, enfin d'ophite altérée, séricitisée, à grosses enclaves isotropes ou à sphérolithes de calcédoine tout à fait semblables à ceux des ophites de surface.

Tous ces blocs et plus particulièrement ceux d'ophite sont métamorphisés par de petits cristaux de tourmaline (5-40), de mêmes caractères: allongement, section hexagonale, que ceux décrits jusqu'ici. Ils affectent le ciment; ils sont d'autre part eux-mêmes émoussés et fracturés dans les cristaux d'anhydrite.

366. M. — Brèche de marnes vertes et d'anhydrite.

m. E. — En dehors de l'anhydrite, dominant, on observe de très nombreux cristaux de quartz bipyramidés jaunes, plus petits que 300 μ .

Ces quartz sont diaclasés, corrodés et les fissures contiennent du gypse (et non de l'anhydrite). Pyrite en dodécaèdres pentagonaux $1/2 b^2$ avec macles en becs.

389⁹⁰. M. — Anhydrite massive.

m. PA. — Très petites passées dolomitiques (à 30 p. 100 d'anhydrite) au sein d'anhydrite massive. Les lits sont fracturés, hachés.

397⁷⁰. M. — Anhydrite massive.

m. P. — De très petits lits lenticulaires *argileux* sont perdus dans l'anhydrite, soulignant la stratification.

409⁵⁰. M. — Brèche anhydrite-dolomie, à ciment dolomitique. Cristaux de quartz de plusieurs centimètres.

LM. 1.911. — La lame ne prend que deux cristaux de quartz néogènes dont l'un mesure 10×5 mm. Ils sont bourrés de micro-inclusion (5-50) d'anhydrite. Un arrangement sub-circulaire de certaines de ces inclusions emprisonne une

petite masse quartzreuse dont l'extinction est décalée de 10° par rapport à celle de l'ensemble du cristal.

LM. 1.911 bis, fig. 21. — De très grandes plages de quartz (1 à 2 mm) sont formées de nombreux cristaux tentaculaires, de même orientation qui emprisonnent l'anhydrite. Le front du cristal de quartz semble avoir exercé une certaine tension sur l'anhydrite ambiante.

437¹⁰. M. — Ophite.

LM. 1.604. — Pâte sériciteuse, très altérée, dans laquelle on reconnaît quelques amphiboles vertes.

421⁵⁰. M. — Ophite.

LM. 1.605. — Pâte microcristalline fine; plagioclases très altérées; phénocristaux d'augite probable, entièrement transformée en chlorite. Dans un cristal, au centre, une grande plage d'anhydrite. Une diaclase est remplie de gypse à inclusions d'anhydrite.

Chlorite, épidote, calcite, sphène abondants comme produits d'altération.

Cette roche est donc un microgabbro, fracturé, avec diaclases d'anhydrite.

437⁵⁰. M. — Ophite.

LM. 1.604. — Microgabbro à hornblende.

Roche microgrenue, ophitique par place, profondément altérée. Plagioclases en baguettes saussuritisées, petits. Quelques rares cristaux non altérés.

Hornblende brune abondante; chlorite en pseudomorphoses de grands cristaux (augite probable). Epidote abondante, zoïsite noire abondante, toutes deux d'altération, réparties dans la pâte. Un grand cristal est remplacé par l'épidote. Minerai de fer.

455⁹⁵. M. — Dolomie fine litée.

m. PA. — Alternances minces (10 à 1.000) de dolomie à teneur variable en anhydrite. Cassures parallépipédiques dans les bancs les plus compacts en dolomie, l'anhydrite en gros cristaux remplit les cassures. Pyrite le long des bords de cassures.

LM. 1.786. — Des zones de brèches sont constituées par des blocs de dolomie microcristalline (5-10) à 50 p. 100 en surface de grands cristaux d'anhydrite (20-50). Pâte où l'anhydrite (10-30) domine (80 p. 100).

1 baguette de tourmaline (60) très fraîche. Quartz idiomorphes (20-50) à inclusions d'anhydrite et de dolomie. Filonnets de gypse (20-100) à inclusions d'anhydrite.

458. M. — Grandes alternances de dolomie et d'anhydrite très fines.

LM. 1.676. — Lame prise dans la dolomie. Celle-ci est finement cristallisée (15-20) et ponctuée dans une proportion constante (15 p. 100) d'anhydrite (30). Pyrite à section hexagonale (40) cristaux de quartz bipyramidés (50-100) très nombreux, de formation plus ancienne que les diaclases d'anhydrite qui en recourent quelques-uns. Les cristaux de quartz ont une auréole de dolomie plus compacte. Ils moulent souvent les minéraux du fond sur leurs bords, par « faiblesse » de cristallisation. Tendance à du *Streckungshöfe*.

LM. 1.677, fig. 16 et 17. — Lame prise dans un contact. Large bande d'anhydrite pure (100-200) voisine d'une autre bande où la dolomie domine avec un peu d'anhydrite (20-50) plus finement cristallisée. Sur la ligne de contact des deux roches s'ouvre une fissure pénétrant peu profondément dans la dolomie. En regard, côté anhydrite la stratification est brouillée. L'espace limité par la fissure dans la dolomie d'une part, la zone brouillée dans l'anhydrite d'autre part est couverte par 50 p. 100 de cristaux de quartz idiomorphes (100-200) à inclusions d'anhydrite volumineuses (50-150), et de gros rhomboédres de dolomie (100).

Dans la zone d'anhydrite massive quelques passées extrêmement diffuses de cristaux isolés de dolomie (densité 1 à 5 p. 100) passent en inclusions ou se situent sur les bords des cristaux d'anhydrite, nettement plus petits.

LM. 1.678. — Lame prise dans l'anhydrite massive. L'anhydrite est largement cristallisée (100-400). De très fines traînées de dolomie (20-30) la traversent (1 p. 100 en surface) en se moulant sur les cristaux d'anhydrite.

458⁸⁰. M. — Dolomie gris souris foncé.

LM. 1.746, fig. 2. — Dolomie cryptocristalline très chargée en anhydrite sous la forme de baguettes très fines (50-100).

Quelques lits peu épais (50-250) de dolomie sans anhydrite, plissottés.

Pyrite en cristaux à sections hexagonales (1-50). Vers les contacts des bandes dolomitiques les cristaux d'anhydrite s'allongent parallèlement à elles; plus loin, les baguettes d'anhydrite s'enchevêtrent en tous sens.

464. M. — Brèche à gros éléments de dolomie et d'anhydrite.

m. PA., fig. 13. — Blocs de dolomie bien stratifiée avec de l'anhydrite fine; d'anhydrite homogène en cristaux fins; blocs de dolomie pure, dans un ciment d'anhydrite en très gros cristaux. Gros cristaux de gypse, limpides dans le ciment. Pyrite abondante dans les cassures des blocs. Pas observé de cristaux de quartz.

464⁸⁰. M. — Anhydrite gris foncé.

m. PA. — Bandes parallèles d'anhydrite dolomitique (5-20 p. 100) avec quelquefois un lit (2 à 3 mm) beaucoup plus dolomitique (80 p. 100). Ce lit est alors boudiné, craquelé avec recimentation par l'anhydrite en gros cristaux, pyrite abondante dans les cassures.

Au contact de deux lits de teneur en dolomie différente, une frange de micro-cassures se forme ouvertes vers le côté le moins dolomitique; elles se perdent dans la masse plus dolomitique et sont formées d'anhydrite en plus gros cristaux.

m. A. — Le résidu d'attaque complète à l'acide chlorhydrique n'a montré que de l'anhydrite.

465⁵⁴. M. — Dolomie bleu-noir, cassure à odeur fétide.

m. A. — Le résidu de l'attaque complète à l'HCL est formé d'une grande abondance de cristaux de quartz bipyramidés, clairs, non maclés, bien calibrés (100-200) et de pyrite (5-20) souvent fixée sur les cristaux de quartz.

LM. 1.747. — Dolomie compacte (5) avec cristaux de quartz bipyramidés (100) et abondants cristaux de pyrite.

Veines secondaires de dolomie en grandes plages, avec un peu d'anhydrite, recoupées par des veines de quartz et de dolomie.

466²⁰. M. — Anhydrite et dolomie en alternance très fine.

m. PA. — Des lits d'anhydrite à 20 p. 100 de dolomie alternent avec des lits plus dolomitiques (50 à 80 p. 100). Certaines zones peu chargées de dolomie sont constituées par la juxtaposition de gros cristaux d'anhydrite (50-100) joints par un ou deux cristaux de dolomie formant auréole concentrique. Tendence à une structure oolithique à noyaux d'anhydrite).

467¹⁴. M. — Alternances très fines de dolomie et d'anhydrite (fig. 9).

m. PA. — Les lits sont beaucoup plus nets et plus homogènes (dolomie à 20 p. 100 d'anhydrite et vice versa). Les bandes de dolomie de 5 à 10 mm sont hachées de cassures très larges (2 à 5 mm) qui ne traversent pas les lits moins compacts. Une même cassure s'échelonne en escalier. Un échantillon poli sur trois faces montre que les cassures sont presque toujours normales à la stratification et que les plus larges (5 mm) ont un parcours maximum de 2 à 3 centimètres. Elles sont toutes bourrées d'anhydrite en gros cristaux.

Les lits de dolomie massive sont lenticulaires.

LM. 1.680, fig. 10. — Fond dolomitique (20) très divisé par des traînées plus ou moins denses d'anhydrite (20-80).

Les cristaux d'anhydrite sont le plus souvent en baguettes très allongées, contribuant à donner un aspect de fin chevelu. Le lit lenticulaire de dolomie la plus dense (30 p. 100 d'anhydrite) est brisé. La cassure, large comme l'épaisseur du lit dolomitique (3 mm) dessine donc un carré sur la lame et est remplie d'anhydrite beaucoup plus largement cristallisée (200-300) que dans le reste de la plaque. On a donc l'aspect d'un lit dolomitique où une anhydrite spéciale se serait déposée entre deux plans verticaux. En réalité, on sait qu'il s'agit d'une diaclase, mais qui ne passe pas ou très peu au-delà. Une autre cassure, plus petite, dans le même lit lenticulaire, prend racine à 2 mm de distance. Le filon est rempli d'anhydrite secondaire (50). Cristaux de quartz idiomorphes à inclusions abondantes de dolomie et d'anhydrite près des zones craquelées.

482⁵⁰. M. — Brèche de dolomie blanchâtre et gris-bleu.

m. PA. — Blocs d'une dolomie blanche d'effervescence plus facile que les précédentes, d'une dolomie de même caractère alternant avec de minces bancs d'anhydrite et d'une dernière, blanc-bleutée. Ciment d'anhydrite ou de dolomie à gros cristaux d'anhydrite, cristaux de quartz bipyramidés.

488²⁰. M. — Brèche de dolomie blanchâtre à ciment de dolomie fine, éléments d'anhydrite, blanche et rose, quartz.

LM. 1.784. — Cristaux d'anhydrite (10-100) bien formés et isolés, dans un ciment de dolomie cristalline (3-5). Amas de cristaux d'anhydrite épigénisés en calcite ou en dolomie (400). Quartz idiomorphes (50-100). Tourmaline dans le ciment et les éléments.

488⁴⁰. M. — Brèche fine à éléments de dolomie anhydrique blanchâtre,

d'anhydrite, de quartz bipyramidés dans un ciment de dolomie fine blanchâtre.

LM. 1.606, fig. 20. — Ciment de dolomie fine (5-10) tout à fait comparable au grain des blocs de dolomie. Éléments de dolomie massive assez rares, prédominance de cristaux isolés d'anhydrite (10-1.000) à angles émoussés et souvent striés, mylonitisés. Nombreux cristaux de quartz idiomorphes ou non, inclus dans l'anhydrite ou dans le ciment. Ce quartz contient éventuellement des inclusions de petits cristaux d'anhydrite, ou des particules dolomitiques du fond, suggérant un accroissement *in-situ*. Quelques morceaux d'ophite très altérée, isotrope ou séricitisée. Gros rhombes de dolomie. Des franges d'anhydrite recristallisent le long des blocs de dolomie et de quartz ou épigénisent le quartz.

Très nombreux cristaux de tourmaline très frais, inclus dans l'anhydrite, le quartz, l'ophite altérée, ainsi que dans le ciment, et à cheval entre ciment et cristaux.

489⁸⁵. M. — Brèche de dolomie blanchâtre, fine.

LM. 1.785. — Blocs dolomitiques de grain assez comparable (2-4) en gros éléments conjoints. Petites géodes (50-100) avec gypse et anhydrite; pyrite abondante (2-10) couvrant 1 à 5 p. 100 de la surface. Rares baguettes de tourmaline (20-50).

496²⁰. M. — Anhydrite saccharoïde.

m. A. — Aucun résidu insoluble à HCL autre que l'anhydrite.

498⁵⁰. M. — Anhydrite saccharoïde.

LM. 1.679. — Anhydrite largement cristallisée (50-1000). De la dolomie (20) en traînées de quelques cristaux ou en amas peu denses, marquent une stratification parallèle à l'allongement des grands cristaux d'anhydrite. Ils sont en général inclus dans ces cristaux. A leur voisinage l'anhydrite a des dimensions deux à trois fois plus réduites.

498⁶⁵ M. — Anhydrite saccharoïde veinée, blanche et grisâtre.

LM. 1.795, fig. 3 et 4. — Les lits colorés macroscopiquement en gris correspondent à une plus grande densité de cristaux de dolomie, isolés ou en amas. Voici la coupe observée d'une extrémité à l'autre de la lame :

1. *Zone blanche* 0-3 mm. — Cristaux d'anhydrite (100-800) allongés parallèlement au contact ci-dessous. Ils contiennent une faible proportion (2 p. 100) de dolomie (10-40).

2. *Zone rose* 3-6 mm. — Anhydrite beaucoup plus fine (50-100) très chargée de dolomie en rhomboèdres (jusqu'à 30 p. 100). Ils forment les joints des cristaux d'anhydrite, par rangées de un ou plusieurs individus.

3. *Zone grise* 6-8 mm. — Anhydrite comme (1) mais plus chargée en dolomie qui est aussi mieux alignée (5 p. 100).

4. *Zone gris-foncé* 8-8,2 mm. — Zone de nouveau très dolomitique (20) représentant 30 à 50 p. 100 de la surface. Anhydrite en petits cristaux (50-100 100).

5. *Zone blanche* 8,2-23 mm. — Anhydrite (100-500) bien stratifiée (allongement parallèle aux zones précédentes) avec 1 à 5 p. 100 de dolomie (20-30)

en lits parallèles. Lorsque la dolomie augmente de densité, l'anhydrite peut passer à 50-80 μ .

504²⁵. MP. — Brèche de marnes dolomitiques verdâtres (blocs de 1 à 50 mm) et d'anhydrite rose dans un ciment d'anhydrite cristallisé blanc.

504³⁵. M. — Anhydrite saccharoïde blanche.

LM. 1.748. — Lamé très comparable à 1.795 (498,65) mais les cristaux de dolomie qui soulignent la stratification sont ici assez gros et mieux formés. Des lavages de la même roche ont montré surtout la forme a^1 , b^1 (20-50).

502⁵⁵. M. — Brèche à ciment d'anhydrite (?) avec « marnes » et anhydrite en gros éléments.

A. — Anhydrite blanche et rose dominant, gypse assez abondant, pyrite, rhombèdres a^1 , b^1 , e^1 , de dolomie; un cristal de quartz bipyramidé (1 mm).

507⁶⁴. M. — Alternance de dolomie blanchâtre et d'anhydrite en lits millimétriques, un peu bréchiqes.

LM. 1.758. — Dolomie cryptocristalline en traînées diffuse avec deux ou trois gros cristaux (100-200) de dolomie claire. Le fond est fourni par de l'anhydrite (20-50) assez dolomitique (5-10). Quelques lits d'anhydrite plus largement cristallisée sont sinueux. Les gros cristaux d'anhydrite sont tordus, cassés en petits éléments dont les contours restent grossièrement parallèles à la stratification.

Quelques rares cristaux de tourmaline.

509³⁵. M. — Dolomie gris-verdâtre très fine au contact d'anhydrite saccharoïde.

LM. 1.749. — Dolomie cryptocristalline massive, finement zonée par une matière amorphe (argile ?). Le passage à l'anhydrite en cristaux normaux (50-100) se fait sur 2 mm où on voit la dolomie se charger peu à peu de baguettes fines d'anhydrite (50-100), parallèlement au contact. Le fond dolomitique de l'espace transitionnel est mieux cristallisé (2-5).

La pyrite est très abondante (5-10 p. 100) en cristaux à sections hexagonales (dodécaèdres pentagonaux) dans la dolomie massive et sur le bord des cristaux d'anhydrite; beaucoup moins dans l'anhydrite.

510. M. Dolomie très fine gris verdâtre, très claire.

LM. 1.808. — Dolomie compacte très finement cristallisée (2 à 3) zonée, fortement pyriteuse; veines de dolomie secondaire transverses, largement cristallisée avec ou sans anhydrite (100-150).

Quelques cristaux de gypse au centre d'une veine de dolomie-anhydrite tapissée intérieurement de dolomie microcristalline. Des épontes au centre, on a donc trois zones de cristallisation: dol-anhydrite; dol. microcristalline, gypse.

510⁴⁸. M. — Dolomie gris verdâtre clair à passées millimétriques d'anhydrite, au contact d'anhydrite saccharoïde.

m. PA., fig. 11. — Le contact est très franc entre la zone « dolomitique » et la zone d'anhydrite massive. Le dernier lit dolomitique cependant, épais de

2 mm a flué à l'intérieur de l'anhydrite en plis pygmatiques, s'y enfonçant de plus d'un centimètre; la longueur décollée a environ 3 cm. Les autres lits microscopiques d'anhydrite, compris dans la dolomie massive sont largement mais harmoniquement plissottés.

LM. 1.777, fig. 1. — Dolomie (5-10) assez fortement anhydritique (15 à 20 p. 100) en cristaux souvent aciculaires (25-50). Des lits extrêmement minces (50-500) d'anhydrite (100), sont interstratifiés dans cette dolomie. Les rares cristaux de dolomie que ces lits contiennent sont plus gros que ceux des lits «dolomitiques» (20).

Les bords des bancs «dolomitiques» sont frangés par endroits de fines entailles peu profondes, cassures recimentées par de l'anhydrite des lits interposés. Dans ces cassures se situent des cristaux de quartz idiomorphes à inclusions d'anhydrite.

510⁷⁰. M. — Anhydrite massive.

m. PA. — Dolomie en «nebulites» dans l'anhydrite massive (fig. 12).

512⁵⁰. M. — Dolomie anhydritique en lits très minces différenciés par leur teneur en anhydrite.

m. PA. — Tous les lits (0,1 à 1 cm) ont flué en paquets par rapport à un lit central de l'échantillon, plus rigide constitué par une dolomie plus pure (20-30 p. 100 d'anhydrite). Des fissures rigides, normales à la stratification intéressent un grand nombre de lits, parfois tous. Les replis se situent entre ces fissures et leur sont donc liés (au moins dans l'espace). Beaucoup de ces fissures sont fermées à leurs extrémités et bourrées d'anhydrite en gros cristaux.

515⁹⁰. M. — Dolomie gris verdâtre diaclasée.

LM. 1.809. — Dolomie compacte très fine (5-10) sans aucune enclave ni géodes. Des filonnets de dolomie bien cristallisée (50) sont recoupés par d'autres filonnets : gypse-dolomie. La dolomie de l'un d'eux, moins fluide (?) que le gypse, se condense dans un déboitement en baïonnette.

519⁵⁰. M. — Dolomie bleu-noir, compacte.

LM. 1.787. — Dolomie assez largement cristallisée (20-50) et homogène. Géodes très nombreuses avec gypse (60-200). Pyrite (1 p. 100) à sections hexagonales (1-50).

Ces géodes ont pour la plupart les formes cristallines des cristaux de quartz bipyramidés. Quelques-unes d'entre elles contiennent de plus du gypse et de la dolomie largement cristallisée. Les inclusions de gypse cristallisé *in-situ*, dans la dolomie massive n'ont jamais été encore rencontrées, alors que ce type de dolomie renferme en abondance des cristaux de quartz. Il est vraisemblable qu'il y a ici un phénomène de pseudomorphose après dissolution du quartz. Le gypse géodique contient d'abondantes baguettes de tourmaline.

520. M. — Dolomie massive bleu-noir, cassure à odeur fétide.

m. A. — Résidu formé de microcristaux tabulaires d'anhydrite, de gypse. Pyrite assez abondante.

521 M. — Même roche que ci-dessus,

m. A. — Le résidu (1 p. 100 en volume de l'échantillon) comprend pyrite 20 p. 100, anhydrite 10 p. 100 et des cristaux de quartz bipyramidés clairs 70 p. 100, de taille assez constante (500-1.000), jamais maclés.

LM. 1.750. — Dolomie très homogène largement cristallisée (50-80), Pyrite abondante. Très nombreuses sections de cristaux de quartz bipyramidés, très clairs, à inclusions. Veinules de dolomie cristalline.

540⁰⁵. M. — Anhydrite saccharoïde blanche.

LM. 1.788. — Anhydrite en très gros cristaux (plusieurs mm) admettant çà et là de la dolomie bien cristallisée (20).

M. PA. — Une grande surface polie montre que de très fines bandes dolomitiques (1 mm) bien tranchées sont interstratifiées dans l'anhydrite massive. Quelles que soient leur teneur en dolomie ces fines zones subissent des plis extrêmement fantaisistes qui font penser aux barrégiennes. Il est évident que l'anhydrite a dû se comporter comme un support très fluide.

548⁴⁵. M. — Dolomie anhydritique stratifiée.

m. PA. — Une coupe de 10 cm de long en surface polie montre l'alternance de zones dolomitiques de 1 à 30 mm et d'autres où le gypse ou l'anhydrite dominant. Ces lits sont souvent dérangés et même bréchiques. Une bande montre de petites sections d'organismes tubulaires (1 mm max.). Les tubes ont des longueurs comprises entre 1 et 2 mm. Les enveloppes tubulaires se dissolvent à l'acide, laissant les moules externes et internes en anhydrite ou gypse.

LM. 1.789 et 1.789 *bis*, fig. 22. — Fond constitué par du gypse (30-200) à inclusions d'anhydrite, par de nombreux cristaux de quartz idiomorphes à inclusions d'anhydrite, et quelques rhomboèdres de dolomie. La stratification est donnée par des traînées argileuses très fines et de la pyrite. Une quantité innombrable de très petits cristaux de tourmaline bacillaires de section assez constante, hexagonale ou triangulaire (5) et allongés (10-50) se superposent en touffes aux zones gypso-argileuses. Des organismes (?) ont leur enveloppe faite de dolomie cryptocristalline. Veines secondaires de gypse-dolomie-anhydrite en grandes plages.

Des filonnets concordants à la stratification sont constitués par du gypse secondaire à phyllites de muscovite (sans tourmaline). Ces filonnets sont recoupés par des filonnets transverses, bourrés de gypse, dépourvu de mica et de tourmaline. On a donc ici trois temps : développement de tourmaline dans les parties argileuses, développement de muscovite dans du gypse secondaire filonien, puis l'ensemble est diaclasé, recimenté par du gypse non métamorphisé.

Les trois coupes suivantes sont faites dans la zone riche en organismes.

LM. 1.914, fig. 18. — Des organismes tubulaires sont constitués de dolomie cryptocristalline dans un ciment de dolomie plus largement cristallisée ou de calcite. Dans leur axe, cristaux d'anhydrite souvent transformés en gypse. Tourmaline en petites baguettes (10-40) et en touffes se superposant de préférence sur les zones de contact dolomie gypse et dans le gypse, non sur l'anhydrite. Muscovite dans la dolomie.

LM. 1.915. — La zone moyenne de la coupe est riche en organismes calcitiques, à noyaux anhydritiques. Tourmaline rare, localisée sur quelques cristaux de gypse à enclaves d'anhydrite.

LM. 1.916. — La zone inférieure ne comprend pas de gypse. Les organismes dolomitiques ou calcitiques ont des noyaux uniquement anhydritiques. Pas de tourmaline observée.

558⁵⁰. M. — Dolomie anhydritique.

m. A. — Baguettes d'anhydrite enchevêtrées.

LM. 1.790, fig. 5. — Fond de dolomie microcristalline homogène (2-5). Anhydrite en cristaux allongés (100-1.000), disposés en structure intersertale, ou en touffes rayonnantes. Dolomie en enclave dans l'anhydrite, disposés suivant l'allongement ou entre deux baguettes allongées.

Pyrite abondante (2-30) mais se logeant toujours sur les cristaux d'anhydrite. Aucun cristal de pyrite sur le fond dolomitique très pur. Le gypse épigénise souvent les cristaux d'anhydrite.

570⁸⁰. M. — Fines alternances de marnes noires ou rouges et de gypse ou d'anhydrite.

LM. 1.810. — Lits très finement stratifiés et très ondulés, souvent en brèches, d'argile et de dolomie cryptocristalline, alternant avec des lits d'anhydrite de calibre très variable (10-250), fig. 32.

Gros cristaux de gypse (1-2 mm) superposés à l'ensemble, ménageant la disposition stratifiée, ondulée ou bréchoïde (incluse dans les néocristaux) de la dolomie et de l'argile.

Cristaux de quartz idiomorphes (30-50) craquelés, brisés à inclusions semblables, mais non orientés; ils sont le plus souvent entourés d'une matière argileuse ou finement dolomitique; ils participent à la brèche, tandis que les cristaux de gypse lui sont certainement postérieurs.

LM. 1.906. — Très comparable à la précédente; quelques cristaux de quartz idiomorphes sont inclus dans les néo-cristaux de gypse. Gros cristaux de dolomie (100-500) néogènes a^1 , dans la brèche.

571⁶⁰. — Brèche à éléments de marnes rouges, noires, de dolomie fine, de gros cristaux d'anhydrite émoussés, de quartz bipyramidés émoussés, de roche éruptive. Ciment d'anhydrite et quelquefois dolomitique.

LM. 1.906. — Ciment d'anhydrite assez fine (avec un peu de matière argileuse). Nombreux éléments en brèche: fragments de dolomie compacte (20-30) à angles émoussés, d'anhydrite dolomitique, de cristaux isolés d'anhydrite, tordus, d'ophite. Une sphérule de dolomie (15-20) entoure un noyau de gypse au centre duquel on trouve quelques gros cristaux d'anhydrite.

Rares cristaux de quartz idiomorphes à inclusions. Rhombes de dolomie néogène, à arêtes nettes, intacts.

Un élément de 5 mm de section d'une roche éruptive à structure intersertale, plagioclases reconnaissables, mais pyroxènes ou amphiboles totalement altérés. Il s'agit d'une *syénite néphélinique* tout à fait comparable comme structure à celle de la région (100 m W du sondage, en particulier).

Quelques cristaux de tourmaline dans le quartz et dans les gros cristaux d'anhydrite à bords émoussés.

572⁵⁴. M. — Dolomie ou anhydrite bleu-noir finement stratifiée par des marnes noires pelliculaires.

LM. 1.772. — Alternance de chevelus subparallèles de marne ou de dolomie cryptocristalline et d'anhydrite (20-30); nombreux cristaux de dolomie (10-15) épars dans l'anhydrite.

L'anhydrite a le plus souvent une orientation oblique dans son allongement et ses clivages (70 p. 100 des cristaux); par rapport à la stratification.

581⁷⁵. M. — Anhydrite ou dolomie anhydritique bleu-noir stratifiée par des marnes grises noduleuses.

LM. 1.773. — Anhydrite bien cristallisée (20-50) avec quartz idiomorphes (30-50), piquetée de petits rhomboèdres de dolomie (5-10); zones foncées cryptocristallines où voisinent la dolomie et des plages sombres dans lesquelles on peut trouver des indications de plagioclases (?) très altérés; des micas. Ces plages *stratifiées* sont souvent isotropes.

Au contact des bandes «marneuses» et anhydritiques, développement probable de barytine (50). L'anhydrite est quelquefois transformée en gypse.

582²⁰. M. — Alternances millimétriques d'anhydrite et de dolomie, fig. 33.

m. P. — Une grande surface polie met en évidence le développement de gros cristaux de gypse (1-5 mm) bien formés, sans orientation, dans les alternances répétées, et qui en recourent souvent les joints.

584³⁰. M. — Calcaires brun-clair (calcaires de Padern) fracturés, bréchi-ques, stylolites.

LM. 1.683. — Calcite fine, très brisée et hachée de filonnets où la calcite a recristallisé assez largement. Joints marneux très sinueux (stylolites). Quelques plages d'aspect géodique et en rapport avec ces joints marneux montrent des cristaux de quartz mylonitique et un peu recristallisés en agrégats du genre quartzite.

Quartz bipyramidés dans la pâte de calcite. Un peu d'anhydrite dans une veinule.

m. A. — Le résidu de la décomposition à HCl donne de la matière charbonneuse, visible macroscopiquement dans les joints stylolitiques, des moules silicifiés de coquilles, des cristaux de quartz bipyramidés jaunâtres.

585⁴⁵. M. — Anhydrite ou dolomie bleu-noirâtre.

LM. 1.775, fig. 15. — Anhydrite et dolomie finement cristallisées (10-40) en agrégats alternant avec une dolomie bien cristallisée (10) noduleuse. Certains joints sont soulignés par une matière amorphe probablement argileuse. Les nodules allongés de dolomie sont souvent éclatés. Des veinules obliques d'anhydrite *secondaire* soulignent les dispositions des morceaux de dolomie encore jointifs ou un peu bréchi-ques, mais les lits voisins ne sont pas affectés. Quartz idiomorphes (20) à inclusions d'anhydrite au voisinage des fissures de la dolomie éclatée.

587⁰⁵. M. — Alternances très fines d'anhydrite et de marnes noires avec cristaux de gypse isolés.

LM. 1.776. — Lits extrêmement fins de matière argileuse brune encadrant des couches (0,03 à 2 mm) d'anhydrite, de gypse et de dolomie. Les cristaux d'anhydrite sont de taille constante (30). Ceux de dolomie sont en amas (15-10) alignés ou isolés (50) formant des groupements micro-bréchiqes. Le gypse, qui constitue 20 p. 100 environ de la surface totale est en gros cristaux (0,5 à 2 mm). Ceux-ci sont bourrés d'inclusions d'anhydrite et de dolomie (30 à 50 p. 100 en surface). Ils englobent, très souvent, les amas de dolomie, les filets de matière amorphe (argileuse ?) et la fréquence du gypse est nettement plus grande près des amas dolomitiques.

En contre épreuve, les lits presque uniquement anhydritiques semblent les moins chargés en gypse de néo-formation inclus dans le gypse, cristaux de quartz idiomorphes (10-100), eux-mêmes à inclusions de dolomie, d'anhydrite, de matière argileuse.

589³⁵. M. — Alternances millimétriques d'anhydrite et de marnes noires ou rouges. Quelques lits d'anhydrite roses.

m. — Les « marnes » noires ou rouges sont en réalité un agrégat hétérogène, bien que stratifié normalement, de dolomie, d'argile et de nodules gypso-dolomitiques. De très gros cristaux (1-5 mm) de quartz bipyramidés passent à travers les lits ou sont couchés suivant la stratification. Lorsque les lits sont rouges (« marnes » ou anhydrites) ils sont rouges eux-mêmes ; incolores dans les lits d'anhydrite claire. Ils sont très chargés de matière argileuse opaque ou d'anhydrite, ils se sont donc formés *in-situ*.

Tous ces cristaux ont des formes bipyramidées, maclées ou non, mais dissymétriques, ils sont comparables à tous ceux qu'on trouve en surface dans les brèches gypseuses ou qu'on a rencontrés dans le sondage associés aux marnes bréchiqes, gypseuses ou anhydritiques. Les cristaux de quartz des dolomies massives ou des « calcaires de Padern » sont très différents, tout-à-fait symétriques, toujours incolores, relativement petits (100-500) et de taille constante.)

LM. 1.774. — Anhydrite (15-20) en petits lits, séparés par une argile fine. Nodules dolomitiques formées de petits cristaux (10-15) dans la masse d'anhydrite. Les lits argileux ne sont pas homogènes ; dans les lits les plus épais existent des cristaux de dolomie associés à du gypse. Cristaux idiomorphes de quartz à enclaves de dolomie et d'anhydrite. Ces cristaux sont de taille très variable (15 μ à 3 mm).

592²⁵. M. — Alternances très fortement ondulées de marnes noires ou roses et d'anhydrite.

LM. 1.812, fig. 31. — Anhydrite (20) en cristaux orientés très homogènes admettant 20 p. 100 environ de dolomie (10). Les lits sont séparés par des marnes ou de la dolomie cryptocristalline. De gros cristaux de gypse (2 à 3 mm) se superposent aux plissements de l'ensemble et gardent en inclusion les lits primitifs : l'anhydrite quelque peu divisée mais toujours orientée, la dolomie

et les cristaux de quartz idiomorphes (50). Ces cristaux de quartz sont en général très sales, s'incorporant de préférence les marnes argileuses, opaques.

597¹⁰. M. — Marnes noires et anhydrite alternant.

LM. 1.771. — Matière amorphe, alternant en pellicules avec des traînées argileuses biréfringentes (sépiolites?) et des lits dolomitiques et anhydritiques (25). Sections de quartz idiomorphes (100-150) contenant en inclusions les marnes les plus opaques.

597⁶⁰. M. — Marnes rouges et anhydrite alternant. Présence de quartz bipyramidés.

LM. 1.684. — Anhydrite (50-100) en lits de 0,5 à 1 mm séparés par des délits riches en oxyde de fer. Du gypse épigénise les cristaux d'anhydrite. Très nombreux cristaux de quartz idiomorphes (200-500), sur les bords desquels se moulent les délits «marneux». Nombreuses cassures microscopiques concordantes, dans l'anhydrite.

LM. 1.813. — Cette lame très proche de la précédente met en évidence le fait que les cristaux de quartz idiomorphes, nombreux et volumineux (100-200) se sont formés *in situ*. Dans un lit marno-ferrugineux les fibres rouges envahissent les quartz très profondément.

Les lits non ferrugineux au contraire contiennent des cristaux normaux, clairs.

Un gros cristal de gypse bien formé (2 mm) n'assimile pas les lits marno-ferrugineux. Il les a écartés et ne baigne que dans la trame anhydritique. Sa coupe est chargée de 50 p. 100 environ d'anhydrite incluse en petits cristaux de même taille que l'anhydrite ambiante. (20-50.).

604³⁰. M. — Alternances de dolomie (ou d'anhydrite?) et de marnes noires et roses.

LM. 1.814. — Roche formée d'une alternance très dérangée, souvent bréchique de lits sombres et clairs. Les lits sombres sont formés de dolomie crypto ou microcristalline (5) et d'un peu d'anhydrite (10 p. 100) presque entièrement transformée en gypse en gros cristaux dans lesquels la dolomie est incluse. Les lits clairs sont formés de gros cristaux de dolomie (50-80) plus ou moins chargés d'anhydrite. Deux filons de gypse secondaire fibreux, sont parallèles à la stratification. Rares cristaux de quartz à inclusions d'anhydrite.

620. M. — Dolomie noirâtre, écailleuse.

m. P. — Dolomie fine, assez tendre, compacte, stratifiée, très riche en matière argileuse.

624⁵⁰. M. — Schiste noir.

LM. 1.952. — Pâte argileuse où l'on aperçoit un peu de dolomie. Des cristaux aciculaires d'anhydrite (20-50) [1 p. 100], sont alignés parallèlement à la stratification.

625⁷⁵. M. — Anhydrite dolomitique sans structure apparente.

LM. 1.953. — Cristaux d'anhydrite (20-1.000) épars dans un ciment de

dolomie en grandes plages (50-2.000). Tous ces cristaux et le ciment sont craquelés et tordus.

626⁸⁰. M. — Marnes noires alternant en filets très minces avec une anhydrite blanche ou rose.

LM. 1.954. — Fond d'anhydrite en cristaux généralement orientés (50) suivant la stratification. Celle-ci est soulignée par des lits pelliculaires d'argile très peu dolomitique, et par endroits ferrugineuse; la couleur rouge passe dans certains cristaux d'anhydrite.

De très gros cristaux d'anhydrite (1-3 mm) sont inclus entre les lits argileux qui les contournent. Quelques cristaux de quartz idiomorphes, à inclusions, sont également enveloppés par l'argile ferrugineuse. Ils sont très fracturés.

Une grande part de l'orientation est certainement due à la pression. Des extinctions dans certains cristaux d'anhydrite apparemment non orientés se font parallèlement entre elles.

A signaler ce fait exceptionnel; un des gros cristaux d'anhydrite contient inclus une section hexagonale de quartz (50). On peut donc penser que certains de ces cristaux d'anhydrite sont néogènes.

640. M. — Brèche marno-gypseuse.

m. — L'essentiel est constitué par du gypse en fins éléments, anhydrite broyée, quartz bipyramidés écrasés et arrondis, marnes vertes en petits éléments arrondis, pyrite, oligiste.

648³⁰. M. — Schiste tacheté gris verdâtre.

LM. 1.546. — Le quartz domine avec biotite à grain fin, en lits peu épais.

662⁵⁰. M. — Schiste tacheté gris rosâtre et verdâtre.

LM. 1.547. Schiste très fin à biotite et muscovite. Amas sériciteux fins: pseudomorphoses de grands cristaux et d'andalousite.

670. M. — Schiste tacheté verdâtre.

LM. 1.548. — Schiste fin à biotite et séricite, quartz essentiel. Gros nodules sériciteux: pseudomorphoses de grands cristaux d'andalousite; 1 cristal de tourmaline.

670²⁵. M. — Schiste tacheté verdâtre.

LM. 1.549. — Même diagnose que la lame précédente. En plus, rares cristaux d'apatite, de tourmaline et de zircon.

ANNEXE.

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE.

DE CERTAINES ROCHES TRIASIQUES D'AUTRES RÉGIONS.

Région des Corbières.

- Église de Fitou (65² – 66¹)⁽¹⁾.
LM 10; Syénite néphélinique altérée.
- Au contact immédiat de la roche précédente, vallon (65¹⁸ – 65⁷).
LM 11; Dolérite (sans structure ophitique,) muscovite et biotite.
LM 12; Andésite; baguettes de tourmaline surimposées.
- « Ophite » en blocs dans le gypse de la platrière (649⁶ – 65²) LM 15;
Dolérite porphyrique ouralitisée.
- Pointement triasique à 300 m N.W. de Fitou (65¹⁶ – 66³⁵).
LM 180; Andésite; baguettes de tourmaline surimposées.
- Boutonnière « triasique » à substratum de syénite, à proximité des sondages (649³-65¹).
LM 179 et 181; Syénite néphélinique à grands cristaux d'orthose. Les roches liasiques aux contacts de cette syénite ont montré en lames minces le développement de cristaux de tourmaline (LM 104).
- Calcaires de Padern, à Padern.
m. A. Résidu de silice provenant des silex; matière carbonneuse; cristaux de quartz bipyramidés.
LM. 655. Calcite cryptocristalline formant le fond; dolomie rhomboédrique éparsée (20); quartz bipyramidés (100-500) partiellement épigénisés par de la calcite. Sections de fossiles en calcite microcristalline.
- Trias moyen de Massac (Aude) [niveau l. coupe, figure 3, p. 80].
LM. 1966. Calcite (50) Dolomie en rhomboèdre (10-50).
Quartz idiomorphe (50-500) inclus de calcite.

Région Languedocienne.

Trias moyen de Mollières (Gard) niveau *b* de la coupe de Mollières ⁽²⁾.

LM 18 Calcite microcristalline, quartz idiomorphe (100-3.000) fortement épigénisé par de la calcite (10-100). Ce quartz est encore inclus d'anhydrite; pyrite abondante.

⁽¹⁾ Coordonnées Lambert.

⁽²⁾ Voir au chapitre suivant, p. 90, la coupe du Trias du Gard.

SONDAGE DE LA BLAQUIÈRE. — (N. d'Alès.)

Profondeur 353.

M. — Anhydrite massive.

m. P.A. Anhydrite dolomitique, avec rhomboèdres de dolomie de grande taille.

LM. 2.447 et 2.448. — Anhydrite et dolomie argileuse en agrégats finement grenus (10-50) un peu bréchiqnes.

Rhomboèdres de dolomie, très gros (100-500), et quartz idiomorphes (500) inclus d'anhydrite.

Profondeur 428.

M. — Brèche de dolomie et d'anhydrite.

LM. 2.197. — Éléments : Marnes argileuses en éléments de plusieurs millimètres, opaques, micacées, montrant quelquefois une stratification de microcristaux d'anhydrite. Grès fins contenant un peu d'anhydrite et beaucoup de muscovite; Anhydrite en gros cristaux.

Ciment d'anhydrite et de dolomie assez largement cristallisé (50-200). Un gros cristal de quartz idiomorphe (1.000). Le ciment est fibreux, la dolomie et l'anhydrite qui le constituent sont en structure « pegmatitique ».

Profondeur 470⁵⁰.

M. — Marnes noires stratifiées, cristaux d'anhydrite épars.

LM. 2.198. — Dolomie plus ou moins argileuse ou ferrugineuse largement cristallisée (100-1.000) et anhydrite en grandes plages (100-500); ces deux éléments forment la pâte. Cette pâte est incluse de quartz bien calibré (50) à contours anguleux ou arrondis mais non idiomorphe (proportion 10 à 20 p. 100 de quartz) et de très gros cristaux d'anhydrite (1 à 2 mm). Un filonnet secondaire d'anhydrite fibreux (1 mm d'ouverture).

Profondeur 483¹⁰.

M. — « Grès » de base du Trias.

LM. 2.199. — Anhydrite largement cristallisée (50-2000) plus ou moins transformée en gypse; Dolomie en grandes plages (1 à 2 mm), quartz anguleux flottant dans ce ciment (10 p. 100 en surface); un cristal de tourmaline (20) brisé. Les gros cristaux d'anhydrite du ciment englobant souvent un ou plusieurs cristaux de quartz.

Profondeur 485¹⁰.

M. — Grès de base du Trias.

LM. 2.200. — Quartz anguleux ou arrondis, très clairs (de quelques μ à plusieurs millimètres de diamètre), 80 p. 100 de la surface de la plaque.

Ciment d'anhydrite bien cristallisée, quelquefois en filonnets dans les élé-

ments de quartz fracturés. L'anhydrite est partiellement transformée en gypse.

Profondeur 487.

M. — « Grès » de base du Trias, à moins d'un mètre du contact du houiller (contact normal).

LM. 2.201. — Quartz détritique, anguleux ou arrondi de grosseur très variable (1/10^e de mm à plusieurs mm). 60 à 80 p. 100 en surface. Ciment de matière argileuse brune, entourant de grandes plages d'anhydrite bien cristallisée (50-500).

SONDAGE D'HEREPIAN (HÉRAULT).

Profondeur 34.

M. — Anhydrite un peu dolomitique.

LM. 2686. — Anhydrite microcristalline d'un grain homogène (20) dont la stratification est marquée par l'allongement des cristaux d'anhydrite et par des marnes dolomitiques argileuses ou par de l'argile, ondulées, peu épaisses, et fracturées par places.

Un gros cristal de quartz idiomorphe à inclusions d'anhydrite montre la liaison évidente entre l'une de ses inclusions et l'un des cristaux d'anhydrite du ciment; clivages, extinctions et teintes de polarisation semblables prouvent la formation du quartz *in situ* aux dépens des éléments préexistants dans le ciment.

Région de Salies du Salat.

SONDAGE N° 5 DES SALINES.

Profondeur 401.

M. — Brèche de marnes salées et d'anhydrite.

m. E. — Quartz bipyramidés (500-1.000), gypse, dolomie rhomboédrique (50-100); pyrite en dodécaèdres pentagonaux (50).

Région des Pyrénées occidentales.

SONDAGE DE CASTAGNÈDE (LESTAGE 9).

Profondeur 472.

M. — Brèche salifère rose.

m. — Quartz bipyramidés (1 à 2 mm) dolomie rhomboédrique (50-200) blanche et rose, oligiste spéculaire.

SONDAGE DE PEYREHORADE II.

Profondeurs 440, 457, 726.

M. — Brèches gypso-marneuses blanches, roses, rouges.

m. E. — Quartz bipyramidés (1 à 2 mm) rhomboèdres de dolomie (1 mm),

ces cristaux sont blancs, roses et rouges; pyrite en octaèdres et dodécaèdres pentagonaux (500-1.000); oligiste (50-1.000).

Profondeur 711.

M. — Brèche très mince (0,15 m); d'argiles rouges entre épontes parallèles de sel gemme.

m. E. — Quartz bipyramidés très clairs (1-3 mm); dolomie en rhomboèdres a^1 , b^1 , roses, maclés ou non (1-2 mm) oligiste en fines particules, fixé sur le quartz.

Provence.

M. — Marnes irisées gypseuses de Pré-du-Lac (Var).⁶

m. E. — Gypse blanc et rose, quartz bipyramidés en cristaux allongés, roses et rouges (50-500).

Alsace.

Marnes oligocènes des gisements de sels potassiques de Mulhouse. Sondage du siège d'Ensischeim, profondeur 669⁴⁰.

M. — Alternances bien stratifiées de marnes (1 mm) et d'anhydrite (10-20 mm).

LM. 2.127. — Anhydrite finement cristallisée (20-50), dolomie en rhomboèdres p ou p , a^1 (10-100); sel gemme (10-100) dans les vides des cristaux de dolomie et d'anhydrite. La stratification est marquée par une zone argileuse.

II. Résultats de cette étude.

Trois complexes seront distingués dans la discussion qui va suivre :

A. Les roches du socle hercynien.

B. Les roches gypseuses, anhydritiques, dolomitiques et calcaires.

C. Les roches éruptives et métamorphiques.

A. LES ROCHES DU SOCLE HERCYNIEN.

Elles sont de deux espèces :

a. *Les roches constituant l'écaille* rencontrée au sondage I entre 129⁵⁰ et 165 et au sondage II entre 178 et 212 et qui sont peu métamorphiques. Il ne sera fait ici qu'un bref état statistique des roches primaires qui ont pu être identifiées comme telles.

Schistes ampéliteux gothlandiens du sondage I. En plus des carottes remontées, l'eau du bac à décantation a montré une mousse graphiteuse épaisse entre les profondeurs 135 et 150.

Schistes noirs brillants quartzeux et lydiennes d'âge carbonifère.

Schistes satinés, blanc verdâtre. — Grès — quartzites à tourmaline détritique et à muscovite, ces derniers ont été rencontrés à plusieurs reprises dans les deux sondages; il est possible que ces grès soient aussi d'âge carbonifère.

Toutes ces roches ont été recimentées par : quartz, anhydrite, dolomie, gypse filoniens, ainsi que par des veinules d'oligiste très abondantes à la base de l'écaille du sondage II (205-210).

Il est probable que cette dernière imprégnation a son origine dans les ophites trouvées à la profondeur 212, l'oligiste se rencontrant très fréquemment dans les diaclases des ophites de surface.

Ces roches font partie dans les deux sondages d'un même ensemble, d'un même copeau arraché au socle primaire. L'abondance des quartzites verdâtres de caractères semblables, présents dans les deux coupes autorise cette interprétation.

b. *Les schistes maclifères*, ont été carottés sur 27 m d'épaisseur à la base du sondage II. Leur faciès est nettement différent de celui des roches précédentes et de celui des schistes et lydienes primaires de Treille, Feuilla et de la boutonnière anticlinale du Télégraphe situés au Nord. Il est nécessaire pour interpréter leur position d'imaginer un *massif cristallin à peu de distance* de la base du sondage, qui aurait développé dans les formations schisteuses voisines un *important métamorphisme de contact*. Il n'est pas possible d'attribuer à la syénite néphélinique quiaffleure à peu de distance à l'Ouest et encore moins à l'ophite du Trias une telle action.

B. LES ROCHES D'ÉVAPORATION LAGUNAIRES, LES DOLOMIES ET LES CALCAIRES.

Le complexe qui va être analysé dans les pages suivantes doit à son altérabilité, à sa solubilité aux eaux de circulation, de ne se rencontrer en conditions d'observation favorable qu'en sondages, galeries ou carrières souterraines. Le carottage continu a permis le choix d'échantillons, plus ou moins transitionnels entre ceux-ci et ceux qu'on peut étudier en surface. De plus, la localisation de ce gisement en dépôts très épais, remplissés de nombreuses fois sur lui-même à la verticale des sondages (faits qui peuvent se ramener à de mêmes causes paléogéographiques et qui seront étudiés ultérieurement) a facilité l'étude de chaque constituant dans ses aspects minéralogiques les plus divers et surtout celle des rapports liant ces éléments entre eux.

a. *Le gypse.*

Sauf de très rares exceptions, le gypse ne se rencontre qu'au-dessus de 250 m. De plus, les roches auxquelles il était associé jusqu'à cette profondeur ont les mêmes faciès que celles qui accompagnent l'anhydrite à partir de la même profondeur. On peut donc penser que la majeure partie du gypse provient de l'hydratation de l'anhydrite sous l'influence des eaux qui s'infiltrèrent dans sa couverture.

On appelle généralement et improprement « gypse » les brèches marno-gypseuses plus ou moins altérées des affleurements et des exploitations sou-

terraines. Le gypse massif est rare et on n'en compte que quelques mètres dans toute la coupe des sondages. Même sous l'aspect blanc homogène, les analyses chimiques (tableau A) révèlent des impuretés en quantités notables.

Tel un gypse lamellaire (colonne II), parfaitement transparent, et qui montre de fins alignements de matière opaque bien stratifiés. L'analyse chimique des échantillons de brèches gypseuses (colonne 8) montre que les impuretés du gypse de Fitou sont constitués en grande partie par de la dolomie et par de l'argile (à laquelle la dolomie semble presque toujours associée). Au microscope l'argile est peu visible dans les échantillons très purs, mais la dolomie est bien caractérisée par des rhombôdres qu'on peut facilement isoler et qui ont souvent la forme a^1 , b^1 , e^1 ; la forme b^1 étant la plus fréquente.

La couleur du gypse, souvent grise à Fitou, semble donnée par l'argile finement divisée plus que par la pyrite; il en sera reparlé à propos de la couleur de l'anhydrite massive dont le gypse dérive.

Les cristaux de gypse s'allongent généralement suivant la stratification, marquée par les bandes argileuses et dolomitiques fréquemment incluses à l'intérieur des cristaux de gypse. A toutes les profondeurs, le gypse renferme aussi des inclusions d'anhydrite, confirmant ainsi son origine. Le gypse massif ne contient pas de pyrite; il ne contient pas non plus de cristaux de quartz bipyramidés.

Les brèches « marno-gypseuses » ont pour constituants le sulfate de chaux, la silice libre, la dolomie, l'argile, et un peu de fer. (Colonne 1 à 4 du tableau A.)

La silice libre existe sous la forme de cristaux de quartz bipyramidés, typiquement et abondamment représentés dans ces brèches alors que le gypse pur en est dépourvu. La dolomie est représentée par de gros rhomboèdres. L'argile existe en inclusions dans les cristaux de gypse ou de quartz, ou plus rarement à l'état libre. La pyrite revêt presque toujours les cristaux de quartz et de dolomie, ou se trouve finement divisée dans le support argileux quand elle n'est pas restée incluse dans la dolomie.

Une alternance de gypse et de dolomie (ou de marnes dolomitiques) ne contient pas de cristaux de quartz lorsqu'elle n'est pas bréchique. Nous verrons qu'il en est de même pour l'anhydrite. On peut donc noter la présence des cristaux de quartz bipyramidés maclés, fortement inclus de matières ferrugineuses et argileuses, et souvent de grosse taille, chaque fois qu'on se trouve en présence d'une brèche gypso-marneuse⁽¹⁾. Ce dernier terme sera défini à propos de la dolomie.

Quelles sont les roches d'où dérivent ces brèches? Quelques carottes (70, 50, 170) ont montré des alternances millimétriques ou centimétriques de marnes dolomitiques verdâtres et de gypse fibreux. Mais entre les profondeurs 250 et 500 existent des alternances d'anhydrite et de marnes semblables aux précédentes⁽²⁾. Il semble évident que les brèches marno-anhydritiques qui en

(1) G. DEICHA a attiré l'attention sur le rôle du gypse dans la fixation de la silice (*C. R. S. S. G. F.*, 18 décembre 1944).

(2) Des blocs de ces roches sont figurés, figures 11 et 13 (pars), et microphotographie, figure 1.

TABLEAU A.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
Échantillon													
Profondeurs (en mètres)	10,55.	20,50.	31.	41.	50.	60.	70.	80.	90.	100.	105.	110.	120.
Couleur	Blanc.	Blanc.	Blanc.	Blanc gris.	Gris noir.	Dol+An Gris.	Blanc gris.	Blanc.	Blanc.	Blanc cristal.	Très bl. cristal.	Bl. gris cristal.	Blanc cristal.
SiO ₂ + RI	12,70	12,00	16,30	20,30	3,55	1,00	12,50	19,30	21,75	4,25	1,15	5,30	0,80
Al ₂ O ₃	1,55	1,95	1,60	2,30	1,80	0,70	3,00	4,30	3,40	0,75	0,25	0,50	0,80
Fe ₂ O ₃	0,40	0,35	0,70	0,80	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.	Traces.
CaO	24,00	25,30	24,00	22,20	29,00	35,00	24,30	20,40	21,90	30,10	33,80	30,80	32,00
MgO	6,55	4,15	4,90	12,00	20,20	7,15	5,60	8,10	5,90	4,20	0,35	1,90	2,40
SO ₃	33,20	37,20	34,25	14,35	1,70	36,50	35,00	28,80	30,30	39,40	48,40	41,60	41,60
CO ₂	5,50	2,00	2,50	21,20	43,00	14,20	3,50	6,00	3,50	3,00	Traces.	1,30	4,00
H ₂ O	15,50	16,70	15,40	6,45	0,85	5,05	15,70	12,90	13,60	17,70	16,50	18,70	18,70
TOTAL	99,40	99,65	99,65	99,60	100,10	99,60	99,60	99,80	100,35	99,40	100,45	100,10	100,30
SO ⁴ Ca (anhydrite)	"	"	"	"	"	43,1	"	"	"	"	19,9	"	"
SO ⁴ Ca 2H ₂ O (gypse)	73,90	79,00	73,5	30,8	Traces.	24,1	75,0	61,5	65,0	84,4	79,0	89,4	89,4

Ces analyses ont été faites par la Société des chaux et ciments de Lavazière et Leroux (Tarn).

dérivent, si fréquentes (260-293, 355-450) soient à l'origine des brèches marno-gypseuses qu'on trouve aux niveaux supérieurs où, répétées par plissements, elles ont été hydratées.

Sous la profondeur de 250, le gypse a été rencontré une seule fois en position stratifiée (548,50) alternant avec une dolomie argileuse, et sur une faible épaisseur (quelques centimètres). Les inclusions d'anhydrite que ce gypse renferme lui confèrent une origine anhydritique.

On trouve à différentes profondeurs : 63,35 ; 118,60 ; 121,78 ; 229 ; 570,80 ; 582,20 (fig. 33) ; 587,05 ; 592,25 des alternances de dolomie et d'anhydrite, peu ou pas dérangées, en lits millimétriques, sur lesquels se surimposent des cristaux idiomorphes de gypse (1 à 2 cm) ; ces cristaux embrassent plusieurs lits, parfois même des couches argileuses ou des filons de gypse fibreux. Au microscope (fig. 31 et 32) ces cristaux, qui ont « digéré » tout ou partie de l'anhydrite des lits sur lesquels ils se forment, contiennent inclus la dolomie, le quartz ou les autres minéraux du ciment originel à la manière des minéraux de métamorphisme poeciloblastiques. Leur surimposition à des plissements montre qu'ils sont postérieurs aux dépôts de la roche ambiante. D'autre part nous verrons que le métamorphisme subi par ces gypses de néoformation est différencié par rapport à celui de leur milieu ; leur formation est donc antérieure à ce métamorphisme. La roche originelle a donc subi un début de transformation en gypse (dû peut-être à une orogénèse) précédant le métamorphisme.

Il faut souligner le fait apparemment paradoxal que dans des surfaces polies où ce gypse remplace jusqu'à 50 p. 100 de l'anhydrite interstratifiée, aucune modification de volume, aucun déplacement des lits argileux ou dolomitiques entre lesquels la transformation de l'anhydrite s'est effectuée en gypse, n'ont pu être enregistrés (fig. 33). On se rend compte enfin, dans une lame (587,05) que la fréquence des cristaux de gypse de néoformation est plus grande au voisinage de cristaux de dolomie.

Le *gypse filonien fibreux* s'observe à toutes les profondeurs. Il s'insinue généralement le dernier, dans les diaclases tapissées déjà de cristaux de dolomie, calcite ou anhydrite dérivant des roches immédiatement ambiantes. A la profondeur de 235⁴⁵ une coupe polie faite dans une fracture de la dolomie montre de la roche vers le filon, la succession suivante :

- dolomie massive à gros cristaux (50) cassure à odeur fétide ;
- dolomie blanche, spathique dont la face filonienne est striée profondément (1 à 2 mm) et tapissée de pyrite en dodécaèdres pentagonaux ;
- gypse fibreux en baguettes obliques indiquant un nouveau jeu de la fracture.

A la profondeur 519⁹⁵ une dolomie fine, homogène, est parcourue de diaclases orientées dans deux directions. Les unes ne contiennent que de la dolomie en grandes plages ; les autres qui recoupent et décalent les premières, contiennent dolomie et gypse.

Ces observations montrent donc ici la postériorité et un plus grand cheminement du gypse par rapport à la dolomie.

Les filons de gypse fibreux parallèles à la stratification sont quelquefois secondaires, mais dans un certain nombre de cas (117, 118⁶⁰) ils correspondent à des strates d'anhydrite *transformées sur place*. On peut s'assurer de ce fait par la présence de chevelus ondulés de dolomie, subparallèles à la stratification générale, contenus dans le gypse fibreux; les ondulations correspondent certainement à des dilatactions de la masse d'anhydrite, quelques-unes d'entre elles contournent les cristaux de gypse allongés transversalement; d'autre part le gypse est inclus d'anhydrite.

On pourrait expliquer la nature fibreuse, transverse à la stratification, de ce gypse *de substitution*, par l'effet des contraintes des épontes dolomitiques sous l'effet de l'augmentation de volume de l'anhydrite.

b. L'anhydrite.

L'anhydrite saccharoïde se distingue facilement du gypse par sa dureté et par sa densité (2,98 contre 2,33). Lorsqu'elle est finement cristallisée et apparemment massive, un fin polissage attaqué par l'acide chlorhydrique montre une proportion variable de dolomie stratifiée ou inégalement répartie dans sa masse; il est rare que l'anhydrite de Fitou ne contienne pas un peu de dolomie.

Au microscope, les cristaux sont de taille variable. Toutes les préparations étudiées montrent que *l'anhydrite est cristallisée d'autant plus largement qu'elle est plus exempte d'impuretés*. Les lits dolomitiques en particulier, même quand ils existent à l'état de rangées d'un seul cristal de dolomie (5-10) au sein de l'anhydrite, provoquent une diminution de taille dans les cristaux d'anhydrite de l'ordre de 10 à 1. (63³⁵, 229, 349⁵⁰, 498⁶⁵) [fig. 3 et 4, pl. III.]

La coupe détaillée à la profondeur 498⁶⁵ montre par ailleurs que les lits les plus colorés correspondent à une charge plus grande en dolomie celle-ci étant toujours riche en pyrite très divisée et souvent en matières argileuses. Ces deux facteurs interviennent dans la coloration de l'anhydrite. Par contre dans les brèches gypseuses, la pyrite s'est rassemblée et joue un moindre rôle colorant que l'argile. L'anhydrite blanche en masse, translucide en cristaux isolés, est exempte de dolomie.

Les cristaux d'anhydrite ont rarement été observés ici en prismes primitifs. Ce sont les formes pg^1h^1 , et les parallépipèdes de clivages correspondants qui sont les plus fréquents. Au microscope les clivages sub-orthogonaux, le plus grand relief (par rapport au gypse et au quartz), les teintes de polarisation vives différencient facilement l'anhydrite du gypse.

L'anhydrite semble facilement syncristallisable avec la dolomie et ceci en même temps que se fait un dépôt d'argile. Vers la base du sondage, dans des alternances extrêmement minces, on voit le passage d'un lit d'anhydrite finement grenu à un lit argileux en l'espace de quelques μ .

L'anhydrite est le minéral du complexe le moins chargé d'impuretés incluses. Lorsqu'il se transforme en gypse, dans une brèche par exemple (275) il peut contenir des inclusions gypseuses régulièrement disposées ou s'auroler de gypse de manière irrégulière. La pyrite est extrêmement rare en inclusions dans

l'anhydrite, mais les oxydes rouges de fer colorent celle-ci quelque-fois en lits bien stratifiés (628⁸⁰).

Lorsque la dolomie prédomine et que l'anhydrite n'existe qu'accessoirement celle-ci peut prendre les aspects cristallins les plus divers (fig. 1, 2, 5, 6, 7, 8 et 18, pl. III, IV et VII).

Structure intersertale (fig. 5), sur un fond de dolomie massive (558,50). *Structure en baguettes* parallèles au contact des lits de dolomie massive ou au sein de cette dolomie (122, 124, 308, 35, 458,80 — fig. 2). *Structure en noyaux d'oolithes* dolomitiques ou calcaires (44,40 — fig. 7 et 8 — 136); des enveloppes pyriteuses séparent souvent le noyau des oolithes de leur écorce; il semblerait donc que ces noyaux soient originels (?). *Moules internes et externes d'organismes* tubulaires, argilo-dolomitiques ou argilo-calcaires (548,50 — fig. 18) (partiellement transformés en gypse). On peut rapprocher de ce fait la très grande proximité observée à d'autres niveaux (44,40-136) entre lits anhydritiques et des lits d'oolithes dolomitiques ou calcaires. Il est vraisemblable que la sédimentation anhydritique a été subcontemporaine de la sédimentation carbonatée. S'il est difficile d'admettre que des organismes aient pu vivre dans le milieu où se déposait l'anhydrite on peut cependant imaginer qu'ils aient pu être transportés dans la lagune d'évaporation soit par les courants réguliers qui l'alimentaient en eaux salines, soit par des courants d'eau douce qui s'y déversaient.

L'anhydrite massive est, comme le gypse massif, exempt de cristaux de quartz bipyramidés.

Les brèches anhydritiques occupent une profondeur carottée de plus de 130 mètres. L'anhydrite y existe soit en fins cristaux à angles émoussés (275, 365, 409), à clivages tordus, soit à l'état de ciment. Dans beaucoup de ces brèches on trouve des cristaux de dolomie rhomboédriques et des quartz bipyramidés. Ces cristaux néogènes sont de grande taille, ils ont les mêmes formes, mâcles et inclusions que ceux qu'on trouve en surface dans les brèches gypseuses qui dérivent certainement des précédentes par altération. Nous verrons que dans ces brèches comme dans les couches en place l'altération de l'anhydrite en gypse a pu se produire à des époques très anciennes.

L'anhydrite en filons est fréquente, elle cristallise alors largement. On la rencontre le plus généralement dans les cassures des zones dolomitiques interstratifiées avec l'anhydrite.

c. Les roches dolomitiques et calcaires.

L'analyse ci-dessous donne la composition d'une marne dolomitique compacte gris verdâtre à la profondeur 246. Cette roche correspond à un échantillon

Silice	20,74	Na ² O	néant
Al ² O ³	8,53	K ² O	3,55
Fe ² O ³	} 2,80	S sulfurique	néant
TiO ²		S total	0,30 (pyritique)
P ² O ⁵		Cl	0,99
CaO	18,50	CO ² + SO ²	29,20
MgO	14,27	CO ²	28,60

moyen comme couleur, compacité, dureté parmi celles qui ont été carottées. Elle ne fait pas effervescence à froid; cette analyse montre qu'en réalité il s'agit d'une argile non calcareuse, riche en dolomie qui correspondrait mieux à l'appellation : argile ou schiste dolomitique.

Cet échantillon recèle une quantité appréciable de KCl, minéral qui n'est pourtant jamais apparu au microscope. Cette indication est importante, elle confirme que la lagune triasique de Fitou a été le siège de dépôts d'évaporation saline à partir de solutions très concentrées (le tableau B donne une analyse des eaux de la source salée de Font-Estramer à proximité de Fitou; leur teneur en KCl n'est pas négligeable).

TABLEAU B.

Eau de la Source salée de Font-Estramer à Salces (Pyénées-Orientales).

Date du prélèvement : 30 janvier 1944 (J. P. D.).

Température : 16°.

Débit : 500 l./sec. (évaluation).

Analyse effectuée par le Service de Contrôle des Eaux de la Ville de Paris.

EXAMEN PHYSIQUE ET CHIMIQUE.

Résistivité électrique (en ohms à 18°).....	150
pH.....	7,4
Nitrates (en azote nitrique).....	légères traces.
Alcalinité (en CaO).....	116
Chlore des chlorures (en Cl).....	2.300
Acide sulfurique (en SO ³).....	336
Degré hydrotimétrique total.....	115
Chaux (en CaO).....	222
Magnésie (en MgO).....	260
Sodium.....	1.230
Potassium.....	25
Fer (en Fe).....	traces
Résidu à 110°.....	4.800
Résidu à 180°.....	4.540
Résidu après calcination.....	4.180

Paris, le 3 mars 1944.

On rencontre ces schistes dolomitiques associés au gypse ou à l'anhydrite, soit en couches finement interstratifiées (70,50) soit en brèches (77,20, fig. 11 et 13). Leur couleur varie du vert au blanchâtre. Au microscope, des cristaux de dolomie rhomboédriques de grande taille se rencontrent nombreux dans le ciment de certaines brèches, à la suite d'une remise en circulation de la dolomie. Cette dolomie peut constituer ainsi tout le ciment d'une de ces brèches; la proportion de cristaux de quartz bipyramidés est alors très forte (85,35, 97,70, 488,20, 571,60) alors que la plupart des brèches à ciment d'anhydrite ne contiennent pas ou très peu de ces cristaux (275, 409,50, 464, 502,55, 507,60).

L'examen des roches triasiques pyrénéennes, qui sont liées au gypse et au sel, soit en couches concordantes, à Dax, Vimport, Benesse (Landes), Saint-Jean-

Pied-de-Port (Basses-Pyrénées), Ségalas (Ariège) et dans certains points des Corbières, soit en brèches, montre qu'il s'agit de « marnes dolomitiques » tout à fait comparables à celles qui ont été trouvées à Fitou jointes à l'anhydrite. Ces roches, comme celles qui sont décrites ci-après n'ont pas l'odeur caractéristique de la dolomie sous le choc. Ce sont les « marnes irisées » classiques dont le fer est encore à l'état non peroxydé. Ce sont les marnes irisées de profondeur.

Un deuxième type de roche dolomitique correspond à l'analyse chimique n° 5 (tableau A). Il s'agit d'une dolomie plus homogène que la précédente où la teneur en silice libre est nettement inférieure. La teneur en silicate d'alumine par contre est comparable à celle des marnes dolomitiques. Cette dolomie a été rencontrée, en particulier à 44, 47, 136, 342, 548, 80 avec les mêmes caractères et *toujours* en banes alternant avec l'anhydrite (fig. 9, 30 et 33). Elle est de couleur gris fumée très sombre. Au microscope on reconnaît certaines structures, certains arrangements de la dolomie et de l'anhydrite qui ont été décrits au paragraphe précédent. L'analyse de l'échantillon à la profondeur 50 correspond à une dolomie localement homogène ; mais il est très rare de rencontrer cette roche sans anhydrite sur plus de 5 cm d'épaisseur. C'est dans une telle dolomie anhydritique, plus ou moins transformée en gypse qu'a été trouvée à la profondeur de 548,50 une zone de quelques cms d'organismes tubulaires (fig. 18) que je n'ai pas pu déterminer jusqu'ici (algues? phryganes?).

Un troisième type de dolomie se distingue des précédents par sa couleur noir-bleu, par sa dureté donnant des vitesses d'avancement de sonde très nettement inférieures, par la plus grande taille de ses cristaux élémentaires, par son homogénéité, (elle n'est jamais interstratifiée avec l'anhydrite), par sa teneur en cristaux de quartz bipyramidés de taille uniforme, enfin par son odeur fétide au choc, typique des dolomies d'imprégnation. Ce type de dolomie a été carotté aux profondeurs suivantes : 140, 298, 340, 465⁵⁰, 520. Il faut souligner la présence de cristaux de quartz bipyramidés dans ces dolomies. Ces cristaux sont d'un type très différent de ceux qui caractérisent les brèches : ils sont formés d'individus non maclés, blancs, translucides, *non inclus d'anhydrite mais de dolomie* ou de calcite ; ils sont de formes constantes (grand allongement) et de tailles comparables (plus grande longueur 200 à 500).

Il faut décrire ici les calcaires gris bleu à gris beige rencontrés aux profondeurs 301⁷⁰, 334, 584³⁰. L'aspect macroscopique du dernier est celui des calcaires de Padern ; comme eux il est traversé par des stylolites noirâtres et contient d'abondants cristaux de quartz bipyramidés (du type précédent) ; une décomposition totale à l'acide chlorhydrique révèle des moules internes d'encrines silicifiées, joints à d'autres fossiles non déterminables, comme dans les calcaires de Padern. Les échantillons prélevés à 301⁷⁰ et 334 n'ont d'autres caractères communs avec ceux de Padern que les cristaux de quartz d'un même type que les précédents ; c'est donc avec doute qu'ils seront rattachés à eux, de même que les dolomies calcareuses rencontrées à 134, 150 et 160.

Un dernier type de dolomie fréquemment associé à l'anhydrite, mais le plus souvent à l'état de brèches est trouvé aux profondeurs suivantes : 88 (?), 250, 480 : elle est gris bleuâtre très clair, plus effervescente que les dolomies sombres, et ne contient pas de quartz bipyramidés *in situ*. Elle n'a pas d'odeur au choc.

On ne peut rattacher à aucun des types précédents les alternances pelliculaires ou millimétriques d'anhydrite et d'*argile peu dolomitique* qu'on a rencontrées de 570 à la base du sondage II. Cette argile est parfois ferrugineuse et admet des lits d'anhydrite finement grenue; le pendage varie peu et il est souvent subhorizontal. Mais en lames minces, les filets argileux ou dolomitiques soulignant la stratification sont toujours sinueux, brisés ou microbréchiques. La fréquence des cristaux de quartz bipyramidés y est grande et on sait par leur couleur propre (597⁶⁰) qui est toujours celle du lit où ils se trouvent qu'ils ont pris naissance *in situ*. Il faut souligner le rapport qui paraît évident ici entre l'abondance du quartz et celle de l'argile-support de la dolomie.

Pour terminer l'étude de la dolomie, il faut citer la très grande abondance des filons de remplissage de fractures à tous les niveaux des sondages; cependant la dolomie ne circule pas aussi loin que l'anhydrite et surtout que le gypse, restant mieux cantonnée au voisinage des épontes à partir desquelles elle a pris naissance.

La calcite a les mêmes caractères, relativement plus stagnants que le gypse ou l'anhydrite; on a utilisé ici cette propriété pour déceler les passages plus calcaireux au moyen des filonnets de calcite connexes aux roches en place.

L'écaïlle des roches primaires est cimentée à son toit par des filonnets d'anhydrite et de gypse très abondants. Sa base est surtout cimentée par de gros filons de dolomie blanche, spathique, plus épais que le diamètre de certaines carottes (15 cm). Au centre de certains de ces filons et certainement postérieurs à la dolomie on trouve gypse ou anhydrite qui la surchargent ou la recourent.

d. Rapports dolomie — anhydrite et conditions de dépôts.

Parmi les photographies qui illustrent la description des différents constituants des roches dolomie-anhydrite, faite précédemment, celles qui résument les principales structures interstratifiées ont été groupées sur les premières planches (fig. 1 à 14, Pl. III à V) :

Marne dolomitique-anhydrite alternant avec des zones d'anhydrite (fig. 1);

Dolomie cristalline formant ciment, développement en strates de cristaux aciculaires d'anhydrite (fig. 2);

Anhydrite massive avec traînées dolomitiques en cristaux isolés correspondant à des zones où l'anhydrite est moins largement cristallisée (fig. 3 et 4);

Dolomie cryptocristalline avec gros cristaux d'anhydrite en structure intersertale (fig. 5);

Anhydrite finement cristallisée dans les joints de baguettes de dolomie intersertale (fig. 6);

Oolithes dolomitiques à noyaux d'anhydrite ou de dolomie cryptocristalline dans un ciment d'anhydrite-dolomie (fig. 7 et 8);

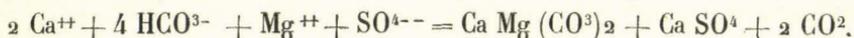
Dolomie microcristalline et anhydrite finement stratifiées (fig. 9, 11 et 13);

Organismes tubulaires épigénisés par de la dolomie, ciment d'anhydrite (fig. 18) entre couches de dolomie-anhydrite.

La dolomie associée à l'anhydrite est-elle originelle ou provient-elle d'une épigénie du carbonate de chaux postérieurement aux dépôts ?

L'examen des structures pétrographiques des préparations et des lames minces dont les photographies précédentes reproduisent les plus typiques semble ne laisser aucun doute sur la simultanéité des dépôts dolomie-anhydrite au cours d'un même cycle d'évaporation pour un très grand nombre de cas.

STURNFELS⁽¹⁾ après GEORGEY et ROZSA, propose d'expliquer la présence simultanée d'anhydrite et de dolomie par l'arrivée dans les lagunes d'évaporation, riches en sulfate de magnésium, de saumures de carbonate de chaux hydrogéné (bicarbonates). Elles auraient réagi sur les ions Mg et SO_4 de la saumure lagunaire avec formation de dolomie et d'anhydrite selon l'équation :



La précipitation de la dolomie aurait été facilitée par la présence de NaCl et de CO_2 libre.

Il est vraisemblable que de telles réactions d'équilibre ou de double décomposition se sont produites, mais l'eau marine même contient de la chaux et il n'est peut-être pas nécessaire d'imaginer le mélange de deux eaux de provenances différentes. En tout état de cause, les conditions physico-chimiques qui permettent le dépôt simultané de dolomie et d'anhydrite ne sont pas clairement élucidées.

Dans un intéressant mémoire⁽²⁾ W. BRÜCKNER étudie l'origine des cargneules alpines à l'aide de matériaux non altérés provenant du percement du tunnel du Lutschberg. Au moyen d'échantillons bien choisis, il confirme l'opinion de CORNÉLIUS⁽³⁾ à savoir que des alternances dolomie-anhydrite originelles, dépôts lagunaires triasiques, ont fourni par altération mécanique, puis chimique, les cargneules de surface. Les photographies qui illustrent l'étude des rapports dolomie-anhydrite, une des moindres parties de son étude d'ailleurs, ne sont malheureusement pas typiques (Pl. IV de son mémoire, fig. 3 et 4) de sédiments contemporains, ou tout au moins de strates strictement en conditions de dépôts. Quoiqu'il en soit le matériel qu'il a étudié lui a fourni la certitude, si-il, de la « simultanéité des formations de dolomie et d'anhydrite » (p. 119).

L'étude de l'anhydrite du sondage de la Blaquière (Gard)⁽⁴⁾, a révélé des structures à gros éléments idiomorphes de dolomie dans des trames micro-grenues dolomie-anhydrite, on trouve aussi de gros cristaux d'anhydrite noyés dans une même trame. Il semble donc y avoir eu ici aussi, contemporanéité dans la cristallisation. Dans une brèche « d'écoulement » le ciment de dolomie-anhydrite micro-grenu révèle l'association pegmatitique des deux éléments.

(1) E. STURNFELS. Der Kalisalzlager von Buggingen (Sudbaden) Sonderdruck aus dem neuen Jahrbuch für Mineralogie. Abhandlungen Abt. A, Bd 78, 1943, p. 131-216.

(2) W. BRÜCKNER. Über die Entstehung der rauwacken und Zellendolomite. Eclogae Helvetiae, vol. 34, n° 1, p. 117-134, juin 1941.

(3) H. P. CORNÉLIUS. Géologie der Err-Julier Gruppe Beitz z. Geol. Karte d. Schweiz N. F. 70. 1. 1935.

(4) Voir l'annexe de l'étude pétrographique, 1^{re} partie, p. 50.

Un autre fait intéressant est l'association « pegmatitique » de dolomie et d'anhydrite dans un filonnet de remplissage de fracture d'une roche dolomie-anhydrite, sous forme de cristaux fibreux allongés normalement aux épontes. Ainsi non seulement cette association apparaît-elle comme stable dès l'origine, mais aussi comme pouvant se réaliser au cours des nombreuses remises en circulation qui ont pu se produire par la suite (profondeur 428 L. M. 2197).

Les couches de sel gemme potassique du bassin oligocène alsacien comportent aussi de nombreux niveaux d'anhydrite dolomitique avec marnes intercalées. Ces marnes sont « dolomitiques ». Les descriptions données par STÜRN-FELS (*loc. cit.*, p. 71-76) ne précisent pas les relations de structure des constituants qui nous intéressent ici. Les quelques lames de roches semblables que j'ai pu étudier montrent des zones de microcristaux dolomitiques et anhydritiques en agrégats sans arrangements, séparés par des bandes sombres, dolomitiques et argileuses d'une structure d'ensemble tout à fait comparable à celle de certains échantillons des roches des sondages de Fitou.

S'il apparaît que le plus grand nombre de structures dolomie-anhydrite étudiées ici se soient constituées telles au moment de leur dépôt, on trouve par contre (136, 548⁴⁵) des oolithes et des organismes partiellement calcaires dans des ciments dolomitiques où l'anhydrite (ou le gypse) est représentée. Les dolomies massives et les dolomies calcaireuses à fossiles marins silicifiés qui ont été comparées dans le paragraphe précédent aux calcaires de Padern en dérivent peut-être et en tout cas paraissent dériver de calcaires par imprégnation normale en dolomie, postérieurement à leurs dépôts et suivant un processus qui a fait l'objet de nombreuses études.

Ces deux modes de formation de la dolomie, l'une *in situ*, « à travers » l'anhydrite, l'autre par imprégnation de sédiments calcaires sont bien connus et sont mentionnés dans les traités classiques ⁽¹⁾. On peut penser ici que les épisodes d'évaporation lagunaires seraient représentés en majorité par les alternances dolomie-anhydrite, alors que des épisodes plus franchement marins correspondraient aux calcaires, dolomies massives et dolomies anhydritiques à traces organiques.

Cette étude de la liaison dolomie-anhydrite n'a résolu semble-t-il aucun des problèmes que comporte le mode de formation de la dolomie. Elle a pu seulement par les diverses descriptions données, en suggérer quelques aspects nouveaux ou mal connus.

e. Essais d'interprétation des mouvements observés dans ces roches.

L'étude en surfaces polies et précisée en lames minces, des rapports stratigraphiques et minéralogiques des roches précitées n'a montré qu'exceptionnellement leurs relations géométriques originelles; le plus souvent, on a rencontré des brèches mais aussi tous les termes de passage entre celles-ci et les roches stratifiées. La nature même des roches étant, semble-t-il, en cause, nous

(1) J. DE LAPPARENT. Leçons de pétrographie, p. 374.

allons essayer d'analyser les différentes structures observées en fonction de leur composition propre.

1° *Mouvements imputables au foisonnement.* — Dans la partie haute du sondage II (0-250) il reste peu d'anhydrite non transformée en gypse. Les alternances dolomique-anhydrite s'étant hydratées, du gypse intercalaire s'est formé, en augmentant de 60 p. 100 (LACROIX) le volume qui séparait deux couches dolomitiques (fig. 30). La dolomie s'est fracturée, généralement en un système de diaclases orthogonales dans lesquelles le gypse s'est écoulé par pression. Le terme ultime de fracturation est une brèche à éléments anguleux de dolomie, à ciment gypseux dans laquelle il faut voir le matériel originel d'un certain nombre de cargneules⁽¹⁾. Dans le détail (117, LM 1841) la dolomie primitive située en fins chevelus dans l'anhydrite qui s'est transformée en gypse, marque elle-même des ondulations certainement en rapport avec l'accroissement des cristaux de gypse. En plusieurs points ces ondes soulignent les bords de cristaux de gypse fibreux, transverses à la stratification primitive.

Les alternances de marnes dolomitiques et d'anhydrite, alternances de strates d'épaisseurs essentiellement variables, subissant la même hydratation ont été réduites beaucoup plus rapidement à l'état de brèche homogène. (Par brèche homogène il faut entendre celles qui, au microscope, contiennent un certain teneur en dolomie régulièrement répartie dans un même échantillon.)

En fait les alternances gypse-marne sont exceptionnellement conservées, et n'ont pu se maintenir telles que grâce à des disproportions originelles d'épaisseurs en faveur des épontes « marneuses ». Il est très probable que dans le cas présent, les brèches marno-gypseuses ne doivent pas au seul foisonnement de l'anhydrite leur état de division. Il est cependant permis de considérer certaines sections de longueurs carottées (66-76 par exemple) où les brèches en question sont les plus homogènes, et conservent au microscope leurs mêmes caractères minéralogiques et structuraux, comme causées par le foisonnement. Rappelons que les gypses « surimposés » dont il a été question précédemment n'occasionnent aucun foisonnement (fig. 33).

2° *Mouvements imputables au comportement de l'anhydrite.* — Les figures 9 à 15 montrent en surfaces polies ou en plaques minces des zones dolomitiques qui se sont comportées de façon extrêmement spéciale dans leur ambiance d'anhydrite. On voit d'abord les bandes dolomitiques réagir comme des strates rigides, même à faible épaisseur; se casser nettement, tandis que l'anhydrite s'écoule et cristallise largement dans les ouvertures. Ces cassures sont locales elles passent rarement à travers plusieurs zones dolomitiques, elles sont amorties par les couches plus ou moins anhydritiques intercalaires. L'une des photographies (fig. 13) est particulièrement suggestive de la plasticité de l'anhydrite; un nuage de marnes dolomitiques marque le mouvement de cet écoulement dans le ciment ambiant au sortir d'une fissure dans un bloc. Cette fluidité est évidente aussi dans la fig. 11 où au contact d'une fine alternance marne-anhy-

(1) Le processus ultérieur d'évolution de cette roche vers une cargneule a été parfaitement mis en lumière par Brückner (loc. cit. p. 118).

drite et de l'anhydrite massive qui lui est jointive, la dernière strate marneuse est décollée et flue vers l'anhydrite entre deux points où elle se retrouve en position originelle.

Il n'est pas possible de faire intervenir ici la notion de filon clastique⁽¹⁾ pour expliquer les brisures de la dolomie, et leurs remplissages par l'anhydrite, ces brisures étant indifféremment et dans un même échantillon, orientées dans deux sens opposés (fig. 9). Il ne s'agit pas davantage de fentes de retrait. L'examen d'un grand nombre d'entre elles indique à l'évidence un état de discontinuité mécanique important, que doit renforcer encore un comportement plastique de l'anhydrite sous une certaine pression.

Les travaux de STÖCKE et BORCHERT⁽²⁾ sur le sel gemme les ont amenés à fixer vers 100 kg/cm² la limite élastique de ce corps. Pour une pression quatre fois moindre, ils indiquent qu'une halite sylvinique (mélange de sel gemme et de chlorure de potassium) peut déjà commencer à fluer.

Les données qu'on possède à ce sujet sur l'anhydrite sont à ma connaissance extrêmement rares. Ces mêmes auteurs donnent le chiffre de 400 kg/cm² comme étant encore dans la zone d'élasticité, pour l'anhydrite pure.

Ces chiffres ne concernent pas la pression hydrostatique s'exerçant sur toutes les faces, et qui ne tend pas à déformer un corps, mais uniquement la pression différentielle, différence entre la plus grande et la plus petite pression qui s'exercent en un point suivant des directions orthogonales. Cette pression différentielle n'est donc pas directement en rapport avec la profondeur; elle n'est d'ailleurs pas nécessairement la même pour des minéraux juxtaposés.

Dans les couches étudiées ici, des minéraux très divers ont dû participer à la déformation: peut-être sel gemme ou même sylvine, en tous cas argile, dolomie, anhydrite. Il peut arriver que l'effort se reporte sur le minéral le plus résistant, à mesure que les minéraux voisins, plus plastiques, commencent à fluer. Mais il peut aussi arriver que la pression différentielle ne puisse s'élever au-dessus de la valeur pour laquelle l'un des minéraux (ici l'anhydrite) commence à se déformer facilement, et que par conséquent, un autre minéral un peu plus résistant ne puisse jamais fluer mais seulement se briser. C'est ainsi semble-t-il que l'on peut expliquer l'aspect de nos échantillons, dans lesquels l'anhydrite paraît toujours s'être comporté comme un véritable fluide vis-à-vis des couches dolomitiques interstratifiées avec elle; ce contraste apparent ne correspond pas nécessairement à un très grand écart entre les propriétés mécaniques spécifiques.

La relation qui paraît évidente entre l'éclatement de la dolomie et la fluidité de l'anhydrite primitivement interstratifiée avec elle évoque les phénomènes décrits par MM. GIGNOUX et AVNIMELECH⁽³⁾ pour expliquer la genèse de certaines

(1) P. PRUVOST. Filons clastiques *B. S. G. F.* 5° S. T. XIII, 1943, p. 91.

(2) STÖCKE et BORCHERT. Flietzgreuzen von Salzgesteinen und Salztektunik *Kali verwandte Salze und erdöl.* Berlin 1^{er} nov. 1936, Heft 21, p. 204.

(3) M. GIGNOUX et AVNIMELECH. Genèse des roches sédimentaires bréchoïdes *B. S. G. F.*, 5° série, t. VII, 1937, p. 27-35.

brèches intraformationnelles. Les expériences de TABER⁽¹⁾ rappelées par ces auteurs ont montré que lorsqu'un cylindre formé d'une masse d'argile imprégnée d'eau était soumis par sa face supérieure à l'action du gel, la face inférieure restant plongée dans l'eau, l'eau se séparait de l'argile et se stratifiait sous forme de lentilles de glace subhorizontales, séparant des zones argileuses (en partie deshydratées); zones plus ou moins profondes suivant les conditions plus ou moins poussées de l'expérience. Dans certains cas la glace se formait également suivant des diaclases verticales, découpant ainsi l'ensemble en un réseau plus ou moins serré; de sorte qu'au terme de l'expérience on était en présence de blocs argileux, anguleux, d'aspect bréchiq ue au sein d'un ciment de glace. Il y a donc ici séparation des deux éléments agrégés et formation d'une brèche, sous l'action du gel. Il y a eu aussi appel d'eau des zones inférieures vers les régions de formation de la glace, appel témoigné par le gonflement de la surface supérieure et que la différence de densité de la glace ne peut expliquer seule.

Les roches originelles auxquelles nous avons affaire ici ne sont pas aussi homogènes que celles de Taber. On peut cependant considérer qu'elles leur sont comparables dans la mesure de la division des alternances marnes dolomitique-anhydrite, dont les épaisseurs sont souvent inférieures au millimètre d'une part, et surtout en ce que les zones «anhydritiques» sont elles-mêmes toujours plus ou moins dolomitiques, d'autre part.

Il apparaît clairement que nos dolomies ont éclaté, que l'anhydrite a circulé entre les blocs et qu'elle s'est «rassemblée» libre, dégagée des microcristaux de dolomie, en cristaux beaucoup plus largement formés que dans les strates originelles. *Dans les deux cas, c'est la mobilité de la glace et celle de l'anhydrite suivant des plans fixés par les directions de contraintes, qui a souligné et amplifié la fracturation.*

Les figures 9, 10, 11, 14 et 15 montrent ce système de fracturation embryonnaire dans les bancs dolomitiques, voies d'écoulement de l'anhydrite (empruntée aux lits voisins) où elle a très largement recristallisé.

Si dans l'expérience de Taber, on sait que le moteur initial de la séparation et de l'écoulement a été le froid, on ne peut que préjuger ici des facteurs qui ont permis à l'anhydrite de fluer; pression orogénique, température, facteurs pouvant d'ailleurs n'être pas indépendants entre eux.

Le diapirisme n'est qu'une conséquence de l'état visqueux des sels qui participent aux mouvements. Dans le cas présent s'il est vraisemblable qu'il y ait eu un diapirisme dû à la présence des strates de sel gemme ou même de celle d'anhydrite, ce mouvement a dû se réduire à des plissements normaux que révèle la participation d'une écaille du socle. Au surplus la légèreté relative du sel gemme invoquée comme «moteur» du diapirisme dans certains cas⁽²⁾ ne

(1) S. TABER, (in GIGNOUX et AVNIMELECH loc. cit.) Frost heaving (Journ. of geol. 37, 1929) The mechanics of frost heaving (Journ. of geol. 38, 1930) Freezing and thawing of soils as factors in the destruction of road pavements (Public Roads, U. S. départ. of Agriculture, II, n° 6, 1930).

(2) M. GIGNOUX. Tectonique des terrains salifères. *Livre jubilaire S. G. F.*, 1930, p. 360

peut être retenue ici comme même facteur pour l'anhydrite dont la densité (2,98) est supérieure à celle des dolomies ambiantes (2,90).

Quoiqu'il en soit, plus de 130 m de carottes d'«anhydrite» montrent des structures bréchiques (264-293, 355-390, 400-450, 474-495). Quelque soit le rôle qu'ait pu jouer dans leur genèse l'hétérogénéité du matériel déformé et l'«écoulement» de l'anhydrite, leur développement témoigne en faveur de déformations tectoniques importantes.

3° *Mouvements tectoniques.* — En dehors des brèches étudiées ci-dessus dont l'origine pose un problème, on peut en tout état de cause imputer aux mouvements tectoniques, dont on sait qu'ils ont été ici particulièrement énergiques, la formation de brèches de friction polygéniques, notamment celles qui comportent des éléments de roches éruptives, ophite ou syénite dont il sera question plus loin.

Par ailleurs les roches situées en dessous de la profondeur 590 témoignent dans leur ensemble de pressions importantes. La brèche de friction, située entre le complexe replissé et les schistes maclifères, a plus de 4 m d'épaisseur.

f. *Minéraux de néo-formation* (fig. 28 et 29).

1° *Les rhomboédres de dolomie* sont toujours liés aux brèches marno-gypseuses. Les marnes irisées gypseuses et salifères de toutes les Pyrénées en contiennent, colorés en rouge lorsque les marnes le sont. Ici ils sont incolores, de toutes tailles, avec la forme de rhomboèdre primitif ou plus généralement a^1 , b^1 . Il semble évident que ces cristaux présents dans l'anhydrite à l'état d'individus isolés se soient nourris de la dolomie remise en circulation à travers les brèches anhydritiques ou dans les diaclases des dolomies (308³⁵, 342)

2° *Les quartz bipyramidés.* — L'étude d'un grand nombre de lames permet de poser certains faits précis :

- les gypses et anhydrites massifs en sont dépourvus ;
- les brèches gypso-dolomitiques et anhydrito-dolomitiques en contiennent abondamment ;
- les lames taillées dans des alternances dolomie-anhydrite (458, 467¹⁴, 510⁴⁰) montrent le développement de cristaux de quartz (et de dolomie rhomboédrique) dans les microfissures aveugles de la pâte anhydrite-dolomie (fig. 16 et 17), fissures qui coupent les bancs dolomitiques à l'emporte-pièce. Mêmes développements de ces cristaux dans les amorces de brèches qui affectent les bancs dolomitiques intercalaires (308⁸⁵, 342, 585⁴²) ;
- les brèches uniquement dolomitiques (489⁸⁵) sont dépourvues de cristaux de quartz néogènes.

Si on étudie les brèches elles-mêmes, celles à *ciment d'anhydrite* (275, 409⁵⁰, 464, 502⁵⁵, 507⁶⁰) ne contiennent pas ou peu de quartz (un seul cristal observé à 502⁵⁵).

A l'inverse : les brèches à *ciment dolomitique* contiennent abondamment cristaux de quartz bipyramidés et rhomboédres de dolomie (70⁵⁰, 85³⁵, 97,

365, 409, 488, 571⁶⁰). On en arrive donc à penser que : *chaque fois qu'en milieu gypseux ou anhydritique, la dolomie aura été remise en circulation, il pourra y avoir eu développement de cristaux de dolomie et de quartz bipyramidés néogènes.* Cette idée suppose que de la silice a été transportée et rassemblée lorsque des particules dolomitiques ont été dissoutes puis recristallisées ; or, on sait que la dolomie s'appuie souvent très largement sur de l'argile, celle-ci aurait donc fourni la silice des cristaux de quartz.

L'aspect macroscopique des alternances extrêmement minces anhydrite-argiles situées entre les profondeurs 550 et 600 est celui de couches en place ; cependant dans certains niveaux, les cristaux de quartz bipyramidés sont abondants et quelquefois volumineux (5 à 10 mm). Au microscope on peut s'assurer d'une part que les strates sont peu bréchiques, d'autre part que ces cristaux ont été formés *in situ*, leur couleur et leurs inclusions étant celles du milieu immédiatement ambiant. Par ailleurs l'anhydrite comprise entre les strates argileuses a été soumise à des pressions importantes ainsi qu'en témoigne l'orientation d'un grand nombre de cristaux et des diaclases des cristaux d'anhydrite. Enfin un cristal de quartz enclavé dans un gros cristal d'anhydrite viendrait à l'appui de l'hypothèse que l'anhydrite a recristallisé. Il est vraisemblable que l'anhydrite a flué ici comme ailleurs mais que ses épontes argileuses plastiques n'ont pas été entraînées. Peut-être a-t-elle flué « sur place » sans mouvement ?

La division originelle de l'argile interstratifiée a facilité le départ de la silice qui, en recristallisant a inclus les oxydes de fer de l'argile d'où elle provenait. On sait par l'observation de certaines lames (458, 467¹⁴, 510⁴⁰) que des cristaux de quartz peuvent se former dans des strates en place, quand l'anhydrite a pu recristalliser plus largement dans des microfissures de la dolomie, donc quand il y a eu départ entre l'anhydrite et sa dolomie argileuse de constitution.

On ne peut exclure les phénomènes de foisonnement de l'anhydrite à partir de brèches ou de couches en place, comme causes des cristaux de néo-formation. Ceux-ci semblent plus nombreux et plus gros dans les brèches gypseuses que dans les brèches anhydritiques ; mais là encore la dolomie a été remise en circulation, par les eaux, qui au surplus ont pu contribuer par leur simple présence à favoriser ces paragenèses⁽¹⁾.

J'ai observé dans des anhydrites dolomitiques fracturées provenant d'un sondage exécuté à Herepian (Hérault), des phénomènes de silicification secondaire assez curieux. La roche originelle stratifiée est formée d'anhydrite en petits cristaux (20 — 100) contenant de très nombreux organismes allongés (100 — 1000) attribuables à des *Bacryllium*⁽²⁾. Dans des fractures subparal-

⁽¹⁾ Les analyses des « gypses » carottés dans les petits sondages de la plâtrière de Fitou, ont montré des teneurs en silice libre (quartz bipyramidés) croissantes, lorsqu'on se rapproche de la couverture des calcaires liasiques du gisement. Ce fait peut s'interpréter simplement en considérant l'action des eaux de circulation qui dissolvent le « gypse » plus intensément près de la couverture calcaire, l'enrichissant ainsi en insolubles.

⁽²⁾ *Bacryllium canaliculatum* Hr; *Flora fossilis helvetiae*. Oswald Herr. Pl. XXIII, fig. 1-12. Zurich 1877.

lèles à la stratification primitive, larges de plusieurs millimètres, l'anhydrite a recristallisé très largement (500 — 2000). Des flocons de calcédoine à structure concentrique flottent dans cette anhydrite secondaire, les strates concentriques étant formées alternativement de calcédoine et d'anhydrite. Mais très souvent, le quartz remplace la calcédoine, soit au centre, soit à la périphérie de ces flocons. Ce quartz est idiomorphe; il est inclus dans l'anhydrite ambiant. Les extinctions, les clivages et les teintes de polarisation des inclusions anhydritiques du quartz, parfois énormes, justifient l'hypothèse que le quartz, comme la calcédoine s'est formé dans le milieu anhydritique néoformé dans la fracture.

Ainsi, d'une part, l'anhydrite a recristallisé dans les fractures du milieu anhydrite — dolomie amqiant, plus rigide; d'autre part, de la silice, quartz et calcédoine, s'est développée en structure concentrique dans ce nouveau milieu d'anhydrite.

Dans tous ces phénomènes, nous assistons à l'apparition et au développement de quartz idiomorphe, sous des pressions et à des températures inférieures a priori à celles qui ont été réalisées pour la synthèse du quartz. (La calcédoine auréolée avec le quartz au sein de l'anhydrite le montre).

Il serait intéressant de connaître l'effet de la présence de l'anhydrite comme catalyseur dans la synthèse du quartz.

Je cite pour mémoire les cristaux de quartz bipyramidés qu'on rencontre dans les dolomies massives et les calcaires de Padern. Leurs caractères sont constants : limpides, très allongés, non maclés, taille comprise entre 100 et 500 μ . Inclus de calcite ou de dolomite et jamais d'anhydrite, ils paraissent avoir été formés *in situ*. Leur épigénie par des gypses (519⁵⁰) antérieurement à un métamorphisme qui y a développé de la tourmaline témoigne de leur existence ancienne à l'état de cristaux de quartz, noyés dans les calcaires ou dolomies d'imprégnation. Leur formation traduit peut-être la proximité d'anhydrite.

3° Les brèches et les filons de cimentation contiennent de l'*oligiste* spéculaire en petits cristaux typiques. L'abondance de ce minéral dans les diaclases de l'ophite peut donner à penser que l'oligiste en proviendrait comme il a déjà été dit précédemment. Il est vraisemblable au surplus que ce minéral se soit développé par métamorphisme dû à l'ophite ou à la syénite, comme l'a montré LACROIX⁽¹⁾.

4° La *pyrite* se trouve à l'état originel dans la dolomie, divisée à l'extrême; c'est elle qui la colore plus ou moins intensément.

Dans les diaclases de la dolomie massive et surtout *dans les brèches où la dolomie a été remise en circulation*, la pyrite a été libérée et s'est reformée à l'état de gros dodécaèdres pentagonaux, qui est avec la forme cubique (très rare à Fitou), la forme la plus fréquente de ce minéral.

Il est frappant de constater la *cohabitation des trois cristaux* néogènes : *pyrite*,

(1) A. LACROIX. Les phénomènes de contact de la lherzolite et de quelques ophites pyrénéennes (B. S. C. G. F., t. VI, n° 42, p. 118).

dolomie rhomboédrique, *quartz bipyramidés* dans les brèches à ciment dolomitique. Lorsque la dolomie existe en blocs intacts dans les brèches à ciment d'anhydrite ces trois minéraux sont au contraire très rares (275, 571⁶⁰)⁽¹⁾.

5° Le *soufre* dont on trouve quelques traces dans des gypses interstratifiés avec la dolomie (168⁸⁰ à 169⁵⁰) pourrait provenir d'une décomposition locale et exceptionnelle de ce gypse par des matières organiques contenues dans la dolomie (?).

C. LES ROCHES ÉRUPTIVES ET MÉTAMORPHIQUES.

Deux roches éruptives apparaissent nettement dans la coupe du sondage II l'*ophite*, assez abondante et la *syénite néphélinique* sous forme d'un très petit fragment dans une brèche (571⁶⁰).

Une lave très altérée semble présente dans une brèche (275) et dans une roche stratifiée sous forme de nodule (581⁷⁵)⁽²⁾.

Des cristaux de tourmaline sont abondamment développés ainsi que des phyllites de mica blanc à différentes profondeurs.

a. L'*ophite* apparaît en contacts anormaux, glissés, bréchiqes, en petites masses ne dépassant pas quelques mètres mais le plus souvent quelques centimètres. Elle est liée à des brèches marno-anhydritique ou marno-gypseuse, rarement à des dolomies ou à des alternances dolomie-anhydrite. Ses caractères sont les mêmes que ceux des ophites de surface. Cette roche peut se définir généralement comme un microgabbro à olivine. Dans les brèches, lorsqu'elle existe en petits éléments, elle est très altérée mais souvent reconnaissable par la chlorite qui pseudomorphose certains de ses minéraux constituants. Des blocs d'*ophite* participant à certaines brèches sont fortement chargés de cristaux très frais de tourmaline.

b. La *syénite néphélinique* de Fitou est devenue classique à la suite des travaux de LACROIX⁽³⁾. Deux pointements sont visibles l'un au village même, l'autre à proximité immédiate de la platrière et des sondages (voir la carte Pl. I). La brèche polygénique située à la profondeur 571⁶⁰ en contient un bloc anguleux bien déterminable, par comparaison avec ceux des affleurements.

c. La *tourmaline* se rencontre dans les quartzites primaires sous forme de prismes craquelés, et cassés. Ces cristaux d'origine probablement détritique sont cités ici pour mémoire.

(1) L'association de ces trois minéraux, avec les mêmes formes cristallines, a été observée dans le Trias gypseux algérien par BLAYAC (Esquisse géol. du bassin de la Seybouse [thèse], Alger, 1912, p. 77) et L. GLANGEAUD (Étude géol. de la région littorale de la province d'Alger [thèse], Bull. Serv. carte géol. Algérie, Bordeaux, 1932, p. 84).

(2) On trouve une andésite très altérée dans les marnes irisées des affleurements, près de l'église de Fitou, presque en contact avec la syénite et en un autre point près d'ophites (voir en annexe de l'étude pétrographique, p. 49, L M 12 et 180). Les deux roches : dolérite à structure ophitique et andésite, ont été signalées au Maroc par Ed. ROCH, dans le Trias gypseux (Études géol. dans la région mérid. du Maroc occ. [thèse], Mâcon, 1930, p. 177).

(3) A. LACROIX. C. R. A. S., t. 168, 1919, p. 637 et t. 170, 1920, p. 685.

Mais la tourmaline se rencontre aussi très fréquemment dans les brèches anhydritiques et gypseuses (quelquefois associée à des phyllites de mica blanc), sous forme de très petites baguettes *p*, *d*¹ à sections hexagonales, *intactes pour la plupart*, superposées aux éléments des roches.

L'analyse spectrographique de plusieurs échantillons riches en de tels microcristaux a montré la présence du bore, confirmant la détermination minéralogique de la tourmaline (raies très intenses U₁ : 2497,7 et U₂ : 2496,6). La proportion de tourmaline a pu être évaluée à environ 35 p. 100 en poids, dans un échantillon venant de la profondeur 548,55 ⁽¹⁾.

Ces cristaux de métamorphisme ont été étudiés dans leurs rapports avec les roches auxquelles ils sont superposés.

La tourmaline affecte peu la dolomie largement cristallisée, davantage l'anhydrite, beaucoup le gypse et les argiles. Des échantillons très riches en tourmaline (25 à 40 p. 100 de la surface de la plaque) se situent à 548⁵⁰ dans des gypses argileux (fig. 22). De plus, dans une même lame comprenant anhydrite, dolomie et gypse, les baguettes de tourmaline sont plus fréquentes et plus petites dans les gypses. Cette observation vérifiée maintes fois permet donc une première conclusion en ce qui concerne les lames étudiées (418⁶⁰, 421⁷⁸, 432⁶⁵, 229, 275, 548⁵⁰) : le gypse que ces lames renferment, en gros cristaux superposés ou en auréoles d'altération de l'anhydrite (fig. 24, 26, 27), est de formation antérieure au métamorphisme générateur de la tourmaline ; de même pour le gypse géodique à tourmaline (519⁵⁰).

On constate que la plupart des éléments d'ophite altérée, en blocs participant aux brèches, sont affectés par ce métamorphisme ; ils sont même souvent un lieu d'élection de la tourmaline (fig. 25) sous sa forme habituelle (275, 365, 571⁶⁰). On doit donc éliminer l'ophite comme étant la cause du métamorphisme générateur de tourmaline observé. Par contre le massif de syénite tout à fait voisin des sondages, et qui a d'ailleurs fourni un petit bloc dans une des brèches de friction (571⁶⁰) doit être la cause du développement de la tourmaline et de la muscovite dans ces roches. La lame qui le contient a ses seuls éléments constituants (hors la syénite) affectés par la tourmaline mais non son ciment.

L'étude de la structure des brèches et de leurs ciments en rapport avec la présence de la tourmaline apporte des résultats significatifs. Certaines d'entre elles (275, 365, 455⁹⁵, 488²⁰, 488⁴⁰) ont éléments et ciment affectés par la tourmaline avec présence de baguettes à cheval entre ciment et blocs (fig. 23, 25). La brèche de base de l'écaille primaire (209) montre de très nombreux cristaux de tourmaline dans le ciment gypseux et dolomitique qui réunit des éléments de quartzites. Certains d'entre eux « chevillent » de grandes plages de dolomie spathique avec du gypse en petits cristaux. Ces observations permettent d'acquiescer la certitude que le ciment de cette brèche, comme de celles précitées

(1) Analyses effectuées au laboratoire de chimie du B. R. G. G. L'évaluation quantitative a été faite par comparaison avec les raies spectroscopiques d'un échantillon dont la teneur en bore était connue. Pour cette évaluation approximative, on a admis la formule de la tourmaline donnée par Lacroix (Minéralogie de la France, t. I, p. 107).

était formé avant le développement de la tourmaline. D'autres brèches ont leurs seuls éléments chargés de tourmaline (571⁸⁰) à l'exclusion du ciment, mettant en évidence d'autres mouvements, postérieurs au métamorphisme générateur de tourmaline; on trouve dans ces dernières des cristaux de tourmaline fréquemment brisés.

LACROIX a décrit des cristaux de tourmaline macroscopique p, d^1, e^2 « d'origine métamorphique » dans les gypses d'Arnavé (Ariège)⁽¹⁾. De même en Algérie GENTIL⁽²⁾, BLAYAC⁽³⁾ et L. GLANDEAUD⁽⁴⁾ en ont découvert dans les marnes gypseuses du Trias. Plus récemment, M. M. GIGNOUX a cité une remarque de Ch. LORY, qui a reconnu dans les dolomies triasiques de Champrousse, près de Grenoble, la fréquence de la tourmaline⁽⁵⁾.

Toutes ces observations sont particulières au Trias. Je pense pour ma part, après cette étude pétrographique, et tout au moins en ce qui concerne le Trias Pyrénéen et Nord-africain, que le développement de tourmaline a son origine dans un métamorphisme de contact dû à une ou plusieurs roches éruptives. Nous savons déjà⁽⁶⁾ et nous en aurons la confirmation au cours du prochain chapitre que le Trias salifère semble extrêmement perméable à de telles intrusions; le gypse de nos sondages a montré au surplus que ce corps se prêtait plus facilement que d'autres au métamorphisme générateur de tourmaline.

Je n'ai aucune idée personnelle sur la question actuellement si discutée du métamorphisme du Trias alpin⁽⁵⁾. Il est possible qu'une étude systématique des gypses, anhydrites et cargneules qu'on rencontre à l'état non altéré dans les travaux de profondeur de cette région (étude telle que celle de BRÜCKNER pour les roches du tunnel de Löchberg) puisse préciser les données sinon résoudre cet important problème.

d. *Les micas*. — Si nous excluons les phyllites des roches primaires, on trouve en deux points un développement de muscovite de métamorphisme en liaison avec l'abondance de la tourmaline.

A 275 m la brèche polygénique à tourmaline a son ciment dolomitique et quelques-uns de ses éléments gypseux imprégnés au surplus de muscovite. A 548⁵⁰ la roche gypse-dolomie qui est la plus riche en tourmaline est diaclasée dans deux directions. L'une des fissures, en direction subparallèle aux strates, est remplie de gypse en grandes plages et de muscovite en abondance, à l'exclusion de la tourmaline, si abondante par ailleurs. (L. M. 1789.)

La position de cette muscovite dans le filon ne laisse pas de doute sur le déve-

(1) LACROIX. *Minéralogie de la France*, t. I, p. 107.

(2) L. GENTIL. Étude géol. du bassin de Tafna (*Bull. Serv. Carte géol. Alg.*, Alger, 1903, p. 73).

(3) BLAYAC. *Loc. cit.*, p. 77.

(4) L. GLANDEAUD. *Loc. cit.*, p. 84.

(5) M. GIGNOUX. Discordance hercynienne et métamorphisme. *B. S. G. F.* (5) 16, 1946, p. 633 (note infrapaginale).

(6) A proximité de l'église de Fitou, rappelons qu'il existe : syénite, dolérite, et andésite dans les marnes irisées gypseuses (voir p. 49, annexe de l'étude pétrographique).

loppement des phyllites *in situ*. Un autre filon, qui le recoupe, ne contient plus que du gypse largement cristallisé sans tourmaline ni muscovite. L'absence de muscovite dans le reste de la roche semble prouver que son développement dans une de ses diaclases est postérieur à celui de la tourmaline. On aurait donc ici un métamorphisme en deux temps : en premier lieu par les cristaux de tourmaline, puis après une fracturation parallèle aux strates, par un développement de muscovite dans les seules diaclases, préalablement bourrées de gypse. Enfin des mouvements postérieurs ont provoqué des fractures recoupant l'ensemble, qui se sont remplies d'un gypse resté intact.

III. Résumé et conclusions de l'étude pétrographique.

a. D'épaisses formations d'évaporation lagunaire se sont déposées dans la région de Fitou. La liaison dolomie-anhydrite paraît originelle dans la majorité des cas ; l'imbrication des deux minéraux pouvant prendre des formes très diverses ;

b. Ce complexe a été multiplié par plissements et faille sur la verticale des sondages où certains niveaux semblent avoir été recoupés au moins quatre fois ;

c. Le comportement fluidal de l'anhydrite a réduit en brèches les alternances dolomie-anhydrite. Lorsque les dolomies primitives sont de vraies dolomies (et non des marnes dolomitiques) l'altération ultérieure de ces brèches donne des cargneules ; lorsque ce sont des marnes dolomitiques, la transformation de l'anhydrite en gypses donne les brèches marno-gypseuses si fréquentes, appelées « marnes irisées gypseuses ».

d. L'étude statistique des minéraux néogènes : quartz bipyramidés, rhomboèdres de dolomie, dodécaèdres de pyrite paraît prouver que la remise en circulation de la dolomie argileuse serait responsable de leur formation ; la libération de la silice, de la dolomie-minéral et de la pyrite, constituants normaux de la dolomie-roche, ayant été suivie de la recristallisation de chacun d'eux à l'état macroscopique dans les brèches ;

Il faut éliminer comme causes exclusives de ces remises en circulation les brèches de foisonnement, puisque les brèches anhydritiques non altérées contiennent ces minéraux. Par contre le comportement particulier de l'anhydrite qui, en fluant *sous une pression donnée*, a entraîné la libération de son associée, la dolomie et la dissolution partielle de ses épontes, semble être une des causes principales de ces paragenèses ;

e. Les calcaires carottés à la profondeur de 585 m ont les mêmes caractères pétrographiques que les « calcaires de Padern » situés à 20 km à l'ouest de Fitou ;

f. L'ophite existant en blocs dans certaines brèches tectoniques a été métamorphosée par la syénite néphélinique avec développement de tourmaline ;

g. La syénite néphélinique a métamorphosé le ciment de certaines brèches préformées parmi lesquelles celui de l'écaille des terrains primaires. On peut donc conclure à des mouvements extrêmement énergiques, antérieurs ici au métamorphisme dû à la syénite ;

h. Le gypse paraît dériver dans tous les cas observés de l'anhydrite ;

i. Le gypse est très sensible au métamorphisme générateur de la tourmaline, il l'est plus que l'anhydrite (et celle-ci davantage que la dolomie). Cette propriété a permis de déceler certains cas de transformation d'anhydrite en gypse antérieurement au métamorphisme, altération sans doute liée à des mouvements ;

j. La présence d'un bloc de syénite néphélinique dans une brèche tectonique implique des mouvements postérieurs à sa mise en place. Ces mouvements ont repris certaines brèches riches en tourmaline où des cristaux de ce minéral ont été brisés.

CHAPITRE V.

ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE.

A. LES ROCHES PRIMAIRES PEU MÉTAMORPHIQUES.

Certaines des roches primaires de l'écaille rencontrée dans les deux sondages ont été déterminées avec certitude : schistes et lydiennes carbonifères, schistes carburés gothlandiens⁽¹⁾. Les indications données par le trépan au cours de la traversée de l'écaille sont trop discontinues pour qu'on puisse reconstituer leur succession, le complexe étant par ailleurs haché de brèches de friction bien visibles dans les quelques carottes qui ont pu être prises. Ce que nous en connaissons suffit cependant à l'interprétation tectonique qui sera évoquée au chapitre suivant.

B. LES SCHISTES MACLIÈRES.

Les schistes à andalousite carottés sur 23 m à la base du sondage II ne peuvent être comparés à aucune des roches primaires des massifs voisins : pointements primaires de la Marende (ou du Télégraphe), de Treilles et de Feuilla. Le massif du Mouthoumet est à ma connaissance entièrement formé de roches d'âge déterminable et en tous cas non métamorphiques. Le front nord des gneiss du Canigou montre un beau développement de micaschistes que les galeries de dérivation de la Têt permettent d'étudier en continuité aux environs d'Olette (Pyrénées-Orientales). Je n'ai jamais observé jusqu'ici dans ces formations primaires de macles analogues à celles de Fitou.

Par contre tous les granites intrusifs pyrénéens en massifs circonscrits ont des auréoles de métamorphisme de contact à cornéennes et andalousites⁽²⁾. Si on se reporte à la figure 1 on constate qu'un massif granitique, responsable d'un tel phénomène à Fitou, pourrait représenter en profondeur la continuation de celui de Quérigut-Mont-Louis qui se trouve au sud-ouest, après un décrochement vers le nord-est conforme aux directions hercyniennes de la région. Cette hypothèse, si elle pouvait être confirmée, prendrait un certain intérêt du fait de la position assez méridionale de Fitou par rapport aux plis du Bas-Languedoc.

C. LE COMPLEXE SALIFÈRE⁽³⁾ ET DOLOMITIQUE.

Malgré les plissements intenses de la région des sondages on peut considérer comme parfaitement établi que les gypses associés aux marnes irisées et aux

(1) Je dois à M. L. BARRABÉ la détermination de ces roches, au cours même de l'avancement des sondages.

(2) E. RAGUIN et J. P. DESTOMBES. Massif granitique du Lys-Caillaouas dans la Haute-Garonne (*B. S. G. F.* [5], T. 18, 1948, p. 75).

(3) Le terme salifère sera pris en général dans son sens large (chlorures et sulfates).

ophites rencontrées dans les sondages soient Triasiques. La carrière souterraine contiguë aux sondages montre une masse extrêmement importante de brèches gypseuses, semblables à celles qui ont été carottées dans les cinquante premiers mètres, sous un toit de Lias fossilifère. Les gypses oligocènes de Portel (15 km au nord) se présentent tout-à-fait différemment, en couches bien réglées presque jamais bréchiques, entre un mur et un toit fossilifères. Les gypses du Crétacé supérieur, rares d'ailleurs sur la feuille de Quillan, ne semblent pas représentés sur la feuille de Perpignan qui ne comporte de formations de cet âge que dans l'angle nord-ouest, à une assez grande distance des sondages.

Malheureusement, le faciès même de ces dépôts est peu favorable à leur étude en affleurement, tant du fait de la facilité avec laquelle ils se dissolvent aux agents atmosphériques que de leur plasticité qui les réduit lors d'une période de plissement à des brèches et à des cargneules souvent sans lien géométrique avec leurs épontes primitives.

De fait, la stratigraphie du Trias pyrénéen est inconnue ; la reconstitution de la série sédimentaire primitive s'appuie sur des approximations qu'il s'agit donc de serrer au plus près. (Un essai de reconstitution de la série triasique de Fitou est donnée à la fin de ce paragraphe.)

Tous les pointements triasiques perçant la couverture secondaire des Corbières orientales sont constitués par des diapirs marno-gypseux avec quartz bipyramidés et ophites, sur la stratigraphie desquels on n'a aucune donnée, toutes ces roches apparaissant n'avoir d'autres liens entre elles que ceux d'une brèche (chaîne de Fontfroide-Narbonne, plateaux crétacés de la Nouvelle à Rivesaltes).

C'est donc vers le socle primaire qu'il faut rechercher des coupes susceptibles de montrer un Trias reposant normalement sur lui (fig. 1).

Pointement primaire du Télégraphe (ou de la Marende) à 1 km au N. du village de Fitou.

Reportés très schématiquement sur la carte (planche 1), les contours géologiques de cette région montrent un socle primaire formé de schistes, psammites et lydienes d'âge carbonifère. La couverture de ces terrains primaires, aux contacts immédiats, bien observables dans la partie occidentale et méridionale, est constituée par des calcaires urgo-aptiens, des dolomies noires typiquement jurassiques et de place en place par des marnes fossilifères liasiques trop peu étendues pour être cartographiées.

Le contact entre le socle primaire et ces roches est toujours une brèche de friction plus ou moins épaisse, avec un important développement de calcite visible sur une grande distance dans les calcaires de la couverture. J'ai reporté au sud-ouest trois taches triasiques qui en réalité ne mesurent que quelques dizaines de mètres carrés chacune, car cette découverte devait être signalée. On trouve, en effet en ces points, pincé entre le socle et sa couverture secondaire fossilifère, le Trias avec ses caractères habituels : marnes irisées, gypse, quartz bipyramidés et ophite mais tellement réduit qu'il faut admettre qu'il a été laminé par un mouvement relatif de la couverture et du socle.

On ne peut donc tirer de cette coupe aucun enseignement stratigraphique sur la composition du Trias. Les poussées manifestement violentes de cette région ne permettent pas davantage de conclure à une lacune du Trias inférieur.

La présence sporadique du Trias est cependant un fait extrêmement intéressant et ces observations seront utilisées dans le chapitre suivant.

Pointement primaire de Treilles. — Situé à 5 kilomètres de nos sondages et d'une étendue comparable à celui du «Télégraphe», le pointement primaire de Treilles montre sur son bord sud (route du Fitou) un contact net des terrains primaires et de sa couverture. On voit reposer sur des schistes probablement ordoviciens, des marnes gypseuses à quartz bipyramidés, associées à des dolomies et à des cargneules. Dans ces marnes que l'on suit vers le sud sur 60 m, un paquet d'ophite semble interstratifié en direction sensiblement N. S. Le Trias est recouvert par les calcaires urgo-aptiens suivant un contact nettement bréché incliné au sud, contact que l'on peut suivre sur plusieurs mètres sur une ligne de plus grande pente du ravin qui suit la route. On n'a donc peu d'indications stratigraphiques sur la succession triasique mais il semble bien que ce Trias ait ici encore servi de substratum visqueux aux calcaires crétacés poussés du sud, en contact anormal avec lui.

Le pointement de Feuilla, un peu au nord-ouest de celui de Treilles montre encore des cargneules à quartz bipyramidés pincées entre socle et couverture sans qu'on puisse déterminer leur position stratigraphique.

Sur la bordure continue des terrains primaires (entre 10 et 15 km au nord-ouest), à Durban-Corbières, de même qu'à Fraissé et à Embres-Castelmaure aucune coupe continue du Trias n'a pu être relevée. La région de Durban a fait l'objet d'un certain nombre de publications tant en ce qui concerne le socle primaire que les terrains triasiques. La plus intéressante, pour le sujet traité ici, a trait à la découverte de fossiles triasiques⁽¹⁾ dans des calcaires marneux se délitant en plaquettes à délits ondulés et à surfaces vermiculées. D'abondantes *coenothyris vulgaris* SCHLOTH. prouvent que ces formations datent du *Muschelkalk*. On voit malheureusement mal leurs relations avec les couches avoisinantes. La source salée de la Salce de Durban dont le confluent avec la Berre (rivière qui traverse Durban) est très proche du point fossilifère précité, émerge de marnes irisées gypseuses à quartz bipyramidés qu'on ne peut pas davantage relier stratigraphiquement à des terrains d'âge connu. Deux observations sont encore à relever. D'une part la grande *abondance des cargneules* (qui sont relativement rares aux affleurements diapiriques perçant la couverture), cargneules dans lesquelles j'ai noté à Fraissé des pseudomorphoses en creux de quartz bipyramidés⁽²⁾, d'autre part l'existence à Embres de calcaires dolomitiques à *vermiculures* visibles sur 6 m d'épaisseur, calcaires compacts, à petits délits

(1) L. BARRABÉ. SUR la présence de *Muschelkalk* fossilifère dans les Corbières orientales (*C. R. S., S. G. F.*, 18 janvier 1943).

(2) La présence de quartz bipyramidés dans des cargneules triasiques, accompagnés de rhomboédres de dolomie et de pyrite, a été signalée en Algérie par BLAYAC (loc. cit. p. 80).

marneux très voisins de ceux qu'on trouve à Padern dans le Muschelkalk et qui ont fourni *Coenothyris vulgaris* à Durban.

Corbières centrales. — C'est à Padern, à 25 km à l'ouest de nos sondages qu'on retrouve avec certitude les calcaires qui ont été carottés à la profondeur de 585 m à Fitou.

Voici la coupe qu'on peut établir le long du torrent du Torgan et sur sa rive droite, à peu de distance de son confluent avec le Verdoble⁽¹⁾.

Une carrière montre la succession suivante, de haut en bas :

a. Marnes jaunâtres gypseuses du Keuper, à quartz bipyramidés. Le contact avec la série suivante est caché (10 m non observés);

b. Calcaires dolomitiques en plaquettes, bleuâtres en cassure, bruns en altération : 6 m;

c. Marnes vertes dolomitiques : 0,10 m;

d. Calcaires dolomitiques en plaquettes : 0,15 m;

e. Marnes vertes dolomitiques : 0,20 m;

f. Calcaires massifs de même teinte que les calcaires en plaquettes ci-dessus avec stylolites et silex noirâtres : 6 m.

Le substratum n'est pas visible ici.

L'examen microscopique de ces derniers calcaires (annexe de l'étude des sondages p. 49 LM. 655) montre leur identité absolue avec ceux du sondage (585) et en particulier : composition des délits noirâtres stylolitiques, carbonneux; silex noirâtres en surface, bleus-noirs en cassure; quartz bipyramidés clairs de 100 à 150 μ ; débris d'entroques silicifiées.

Si on remonte le Torgan par la route en rive droite, la coupe précédente se complète peu à peu par la base. On voit les calcaires *f* reposer sur des marnes jaunes alternant avec des dolomies en petits bancs de 10 à 50 cm; souvent cargneulisées ou vacuolaires; puis des marnes dolomitiques verdâtres apparaissent avec les mêmes intercalations dolomitiques à environ 5 m de la base de ce complexe (zone jaune de M. BARRABÉ⁽²⁾). L'ensemble mesure 15 à 20 m d'épaisseur, l'inconnue résidant dans le contact précis avec la base des calcaires de Padern (*f*), contact qui est presque toujours faillé.

A 1 km au sud du ravin de Tistoulet on voit en plusieurs points cette zone jaune reposer sur un ensemble de marnes rouges ou vertes et de dolomies intercalaires, ensemble dont on ne voit pas la base. Cette « zone rouge »⁽²⁾ a ici apparemment plus de 20 m. Elle comprend une série de bancs de marnes noduleuses rouge brun à cassure conchoïdale, à altération blanche en surface, bancs de 10 cm à 1 m d'épaisseur, séparés par des bancs de dolomie de 10 à

⁽¹⁾ Les affleurements triasiques des Corbières centrales qui sont décrits ici ont été relevés par M. BARRABÉ et cartographiés comme tels, à de très rares exceptions près, sur la feuille de Quillan, 2^e édition.

⁽²⁾ L. BARRABÉ. Revision de la feuille de Quillan 1/80.000. La montagne de Tauch (*B. S. C. G. F.*, n^o 187, t. XXXVI, 1932, p. 122).

15 cm, où on aperçoit une stratification entrecroisée, concomitante vers la base d'une assez forte teneur en quartz détritiques.

En remontant plus au nord les terrains primaires apparaissent et il faut aller face à Montgaillard, sur la route IC 10 bis de Maisons à Massac pour voir une bonne coupe du Trias inférieur.

Sur des schistes primaires redressés on observe la succession suivante, peu pentée à l'ouest.

Marnes schisteuses très micacées, lie de vin, admettant quelques petits bancs de grès micacés peu épais, environ 5 m ;

Marnes rouge brun à cassure conchoïdale, à altération blanche, avec bancs intercalés de conglomérats à gros éléments de quartz et de calcaires dévoniens roulés, dans un ciment dolomitique : 10 m ;

Gros bancs de dolomies très cargneulisés alternant avec des marnes dolomitiques jaunes et vertes : 5 m.

A Dernacueillette, sur la même route, en face du pont qui mène au village, on a la même succession ; les marnes lie de vin de la base sont cependant un peu plus épaisses. Une coupe comparable aux précédentes a été décrite par M. BARRABÉ à Tuchan⁽¹⁾.

La coupe complète du Trias (Keuper inférieur exclu) est entièrement visible dans un large synclinal appuyé sur le socle primaire au nord-est de Massac, dans des couches peu pentées au sud, sur une ligne méridienne passant à peu près au dolmen noté sur les cartes.

Voici cette coupe relevée à partir du socle primaire du nord au sud (fig. 3) : elle précise certains points de la même coupe citée antérieurement par M. BARRABÉ⁽²⁾.

o. Schistes gréseux verdâtres et lydiennes intercalées en petits lits à pendages variables (*Carbonifère*).

a. Marnes schisteuses rouge très foncé à lie de vin, très micacées, admettant au sommet de très petits bancs dolomitiques : 5 m.

b. Marnes gréseuses rouge-sang, gruméleuses, avec un petit lit de grès vert-Véronèse vif intercalé : 0,80 m.

c. Marnes gréseuses, rouges, micacées formant le ciment d'une schistaille à angles vifs, de terrains primaires sous-jacents ; quartz en tous petits éléments : 5 m.

d. Marnes dolomitiques jaunâtres, rubéfiées par les couches voisines, très noduleuses : 2,50 m.

e. Marnes rouges à nodules dolomitiques jaunâtres : 3 m.

f. Brèche à éléments anguleux ou très peu roulés de quartzites fins, clairs, dominant (95 p. 100 des éléments) de quartz, de schistes carbonifères, de grès vert-Véronèse (*b*) sous-jacents, dans un ciment de grès brun rougeâtre foncé : 0,50 m.

(1) L. BARRABÉ. Revision de la feuille de Quillan 1/80.000. La Montagne de Tauch, (*B. S. C. G. F.*, n° 179, t. XXXIV, 1931, p. 132).

(2) L. BARRABÉ. (*B. S. C. G. F.*, n° 187, loc. cit. p. 122).

N

S

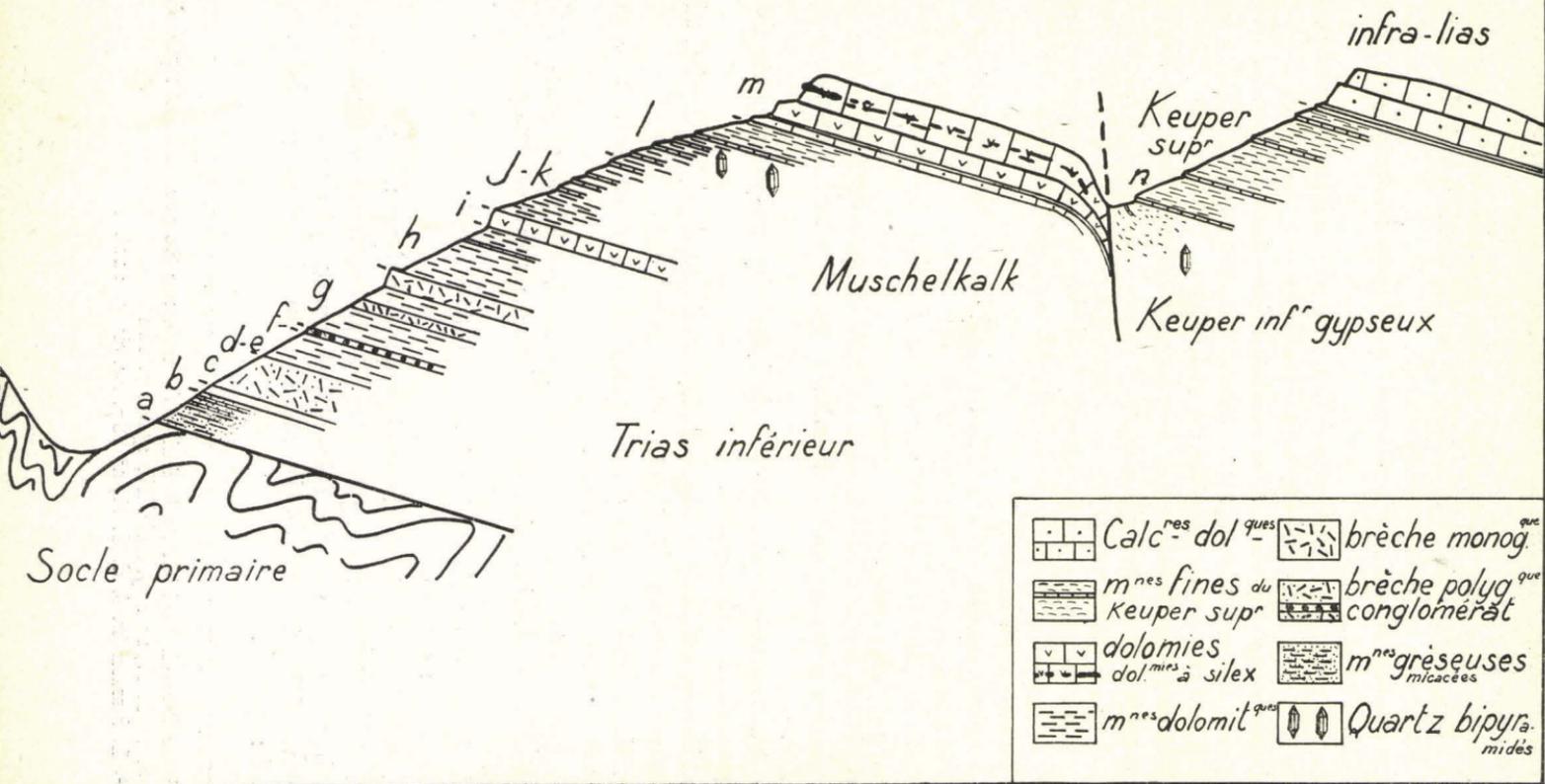


FIG. 3. — Coupe du Trias à Massac (Aude).
Pendage et échelle des hauteurs fortement exagérées.

g. Marnes sableuses jaunâtres et bancs de brèche monogénique alternant. Les bancs de brèche sont constitués par des éléments anguleux d'une dolomie gris bleuâtre (triasique) dans un ciment dolomitique très altéré : 10 m.

Cette zone se termine par une brèche-corniche de 1,50 m. (1^{re} corniche).

h. Marnes dolomitiques en plaquettes gris jaunâtre à gris bleuâtre, peu épaisses (2 à 20 cm) séparées par des marnes vertes, dolomitiques plus tendres : 8 m.

i. Dolomie gris-jaunâtre, à gris vert clair (aspect d'un grès) formant corniche (2^e corniche); au sommet la dolomie est très vacuolaire : 2 m.

j. Dolomie s'altérant en petits bancs à délits ondulés, de quelques centimètres, et en sables dolomitiques : 0,50 m.

k. Dolomie grisâtre très siliceuse, en plaquettes à patine verdâtre très foncée, sonores au choc; marnes rouges et vertes alternant avec ces plaquettes : 10 m.

l. Dolomie siliceuse et calcaireuse en plaquettes plus épaisses (20-25 cm) et marne jaune brunâtre intercalées (80 p. 100 de marnes) : 5 m.

Cette dolomie qui a l'aspect d'un grès grossier est bourrée de *cristaux de quartz bipyramidés*, cimentés et rassemblés, plus ou moins brisés mais non roulés (0,1-5 mm) blancs, roses, rouges (1).

Au sommet, cette dolomie est plus compacte, noirâtre avec traces ligniteuses.

m. Calcaires dolomitiques et dolomie gris jaunâtre, massifs, formant replat sous le dolmen. Ces calcaires sont à *stylolites* et à *silex* (3^e corniche) : 10 à 12 m.

Une flexure amène progressivement la partie supérieure de cet ensemble à plonger fortement au sud vers un petit ravin, au nord, duquel le reste de la coupe se poursuit avec le même pendage que précédemment (10° sud). Si avant de continuer la coupe, on prend le ravin en direction jusqu'au petit col situé au sud-ouest, on s'aperçoit que le Keuper gypseux classique occupe la place de ce ravin et que l'accident suggéré par la flexure des calcaires massifs *m*, a pour effet de laminer ce Keuper à peu près totalement. On voit, en effet, sous les couches *n* décrites ci-dessous, quelques mètres d'une brèche marno-gypseuse et des marnes rouges avec quartz bipyramidés dégagés, faciès typique du Keuper, et des entonnoirs de dissolution. Pas de cargneules observées.

n. Au-dessus de ces marnes rouges où il est impossible de reconnaître une succession, on observe au contraire un ensemble bien stratifié de marnes dolomitiques dures, à cassure conchoïdale, plus ou moins fines, séparées par de très petits bancs de dolomie. Ces marnes sont rouges à la base, puis verdâtres avec enfin quelques lits noirâtres tout à fait au sommet. Épaisseur 20 m.

Des calcaires en plaquettes à *lumachelles* terminent cette coupe vers le sud; ces calcaires sont en toute probabilité infra-liasiques.

On peut considérer cette coupe de Massac, non faillée (à l'exception du Keuper inférieur gypseux) comme une coupe type à laquelle les observations de surface et la coupe de nos sondages pourront être rapportées.

(1) L. M. 1966, étude pétrographique, ch. IV (annexe) p. 49.

Les calcaires de Padern à stylolites et silex reposent sur la zone jaune, elle-même est superposée à la zone rouge dont on a vu à Montgaillard et Dernacueillette le substratum primaire.

La série stratigraphique de Massac est comparable en tous points à celle des régions précédentes. Du socle primaire à la base du Keuper, on trouve donc :

a. Schistes lie de vin micacés. Ils correspondent aux schistes de Montgaillard et de Dernacueillette superposés au socle primaire (Permien?);

b à f. Zone rouge avec brèches polygéniques et conglomérats correspondant à la zone rouge de Padern et du ravin de Tistoulet, chargée dans ce dernier gisement de sédiments quartzeux grossiers à sa base; et à la zone rouge très conglomératique de Montgaillard et Dernacueillette = Trias inférieur;

g à l. Zone jaune. A Padern, cargneules, calcaires dolomitiques vacuolaires séparés par des marnes dolomitiques verdâtres. A Montgaillard et Dernacueillette, dolomie et cargneules avec les mêmes marnes. A Massac : ensemble marno-dolomitique plus épais que dans les localités ci-dessus. Ce complexe est ici surtout formé de marnes dolomitiques verdâtres et jaunâtres (80 p. 100 de l'épaisseur) avec brèches monogéniques à la base et de dolomies réparties en bancs assez épais vers les parties moyennes et supérieures (*i-k*). Quartz bipyramidés très fréquents vers le sommet;

m. Calcaires dolomitiques et dolomies plus massives. A Padern, Tistoulet et Massac ils contiennent des silex = Trias moyen.

La superposition à cet ensemble du Keuper gypseux, puis du Keuper supérieur marno-dolomitique corrobore ces interprétations.

La position des calcaires de Padern étant repérée au moyen de ces coupes, on a donc la certitude que : *les gypses et dolomies de notre sondage II sont associés à des calcaires datant du Muschelkalk supérieur* (Calcaires de Padern).

Peut-on préciser davantage la position de tout ou partie du complexe salifère de Fitou en comparaison soit avec les coupes précédentes soit avec d'autres observations faites dans des régions voisines?

L'étude de quelques types de roches ou de minéraux rencontrés à la fois en sondages et aux affleurements autorise la discussion.

a. Les cristaux de quartz bipyramidés.

Toujours donnés par les géologues pyrénéens comme « fossiles caractéristiques » du Keuper, nous avons vu précédemment la restriction à apporter à cette thèse; à savoir que ces cristaux ont pu se former dans des brèches, ou du moins sont liés à des brèches gypseuses ou anhydritiques. Les marnes indiscutablement d'âge Keuper supérieur du type *n* de la coupe de Massac (marnes bigarrées dures, à cassure conchoïdale, non gypseuses) en sont dépourvues partout où j'ai pu les observer normalement : Saint-Jean-Pied-de-Port, Caro, Aincille en pays basque, la Bastide-de-Sérou, Ségalas en Ariège, Massac. Par contre les affleurements de marnes irisées gypseuses pyrénéennes fournissent

ces minéraux néogènes. Je répète donc *qu'ils sont liés au gypse (ou à l'anhydrite) et non au Keuper* ⁽¹⁾.

La découverte à Massac dans le niveau *l* du Muschelkalk de croûtes siliceuses où de très nombreux cristaux de *quartz bipyramidés* sont agglomérés, au sein de dolomies et de marnes d'un faciès semblable à ceux de nos sondages est à mon avis un argument très fort en faveur de la présence à ce niveau, à une époque donnée, de brèches anhydritiques ou gypseuses. Il se peut et il est du reste fort probable que leur épaisseur originelle ait été peu importante les couches étant restées sub-parallèles entre elles; c'est pour cette même raison d'ailleurs que la série serait restée non troublée par les plissements.

b. *Les dolomies anhydritiques des sondages et leurs homologues de surface : les cargneules.*

J'adopte ici la thèse de Brückner sur l'origine des cargneules ⁽²⁾, à savoir qu'elles dérivent des alternances dolomie-anhydrite par transformation mécanique puis chimique. (J'ajouterai cependant aux arguments invoqués par cet auteur pour expliquer leur origine bréchique, l'effet de l'écoulement de l'anhydrite sous contraintes.) On peut donc dans la région de notre étude, tenir compte dans une certaine mesure de la présence des cargneules pour suggérer que ces roches tiennent la place de sédiments originellement anhydritiques. Voici les observations stratigraphiques qu'on peut faire à ce propos :

— Les Corbières orientales montrent, comme je l'ai rappelé précédemment, des diapirs triasiques crevant la couverture secondaire. Les roches des affleurements sont toujours des brèches marno-gypseuses à quartz bipyramidés et opHITE; mais on n'y observe pas de cargneules.

— La bordure de Trias moyen et inférieur du massif primaire du Mouthoumét est jalonnée par des affleurements d'abondantes cargneules, liées aux terrains primaires sur lesquels on les voit souvent s'appuyer. (Région de Durban à Embres.) Ces cargneules montrent des moulages de cristaux de quartz bipyramidés.

— Le Trias moyen de la région Padern-Massac montre des coupes continues dans lesquelles on peut observer l'intercalation de cargneules à différents niveaux

— Dans les Corbières occidentales l'étude du Trias de la Fontaine salée à Sougraigne ⁽³⁾, près de Rennes-les-Bains m'a permis d'observer la superposition

(1) SCIPION GRAS cite dans les marnes à gypses oligocènes du Luberon oriental (B. A.) des cristaux de quartz bipyramidés (Statist. min. dép. Basses Alpes, p. 141.)

Cette liaison permanente du quartz au « gypse » a été reconnue par M. A. SALLÈLES dans les nombreux gisements qu'il a visités (Étude minéralogique du gypse des Corbières, Toulouse 1942). Néanmoins les conclusions qu'il en tire pour appuyer la thèse de l'origine métamorphique de la série salifère par les venues éruptives sont pour le moins sujettes à caution.

(2) BRÜCKNER, *loc. cit.* p. 119.

(3) J. P. DESTOMBES. L'Anticlinal de la Fontaine salée à Sougraigne (Aude) [B. S. G. F., 5^e série, t. XVI, 1946, p. 371-384].

normale, sur un Trias moyen dolomitique et non salifère, du Keuper à faciès classique (mais dépourvu d'ophite) : marnes irisées gypseuses à quartz bipyramidés, très chargées en sel gemme potassique. *Je n'ai pu trouver de cargneules aux affleurements du Keuper.*

— La région d'Ornaison-Bouquignan, à 15 km à l'Ouest de Narbonne montre de vastes affleurements de Keuper avec marnes irisées, ophite, gypses et sels qui ont été reconnus en sondage⁽¹⁾. Les cargneules qu'on trouve aux affleurements sont toujours liées à la bordure liasique du Keuper, en continuité absolue avec les niveaux rhétiens à *Avicula contorta*.

Cette série d'observations renforce la notion d'un Trias moyen à dépôts anhydritiques dans la zone centrale et orientale des Corbières.

c. Les brèches gypseuses ou anhydritiques.

La carrière souterraine située à proximité des sondages a découvert par galeries et petits sondages (fig. 2) un massif très important de « gypse » (qui est en réalité une brèche gypso-dolomitique à cristaux de dolomie et de quartz bipyramidés néogènes). Ce gisement peut être stratigraphiquement rapporté au Keuper comme un certain nombre de gisements gypseux des Corbières (Ornaisons, Villesèque, Boutenac), étant donnée leur position immédiatement sous-jacente à un Lias fossilifère. Les sondages I et II de Fitou ont rencontré, d'ailleurs, les mêmes « gypses » dans leur partie haute. Il paraît donc possible d'attribuer au Keuper les roches rencontrées sous ce faciès, de même que les brèches marno-anhydritiques dont les constituants (ex-sulfates) sont, dans une très grande mesure, les mêmes que ceux des brèches gypseuses.

Les travaux de galeries de la carrière de Fitou ont découvert en outre de petits blocs d'ophite (points a, b, c, fig. 2) mêlés aux « gypses » exploités. Dans le même quartier j'ai rencontré aussi un filonnet d'epsomite ($\text{SO}_4 \text{Mg}$) de quelques centimètres d'ouverture, peu penté au SE (d).

d. L'Ophite.

La présence de diabases dans le Trias du bassin de la Méditerranée occidentale et méridionale est un phénomène général (Espagne, Maroc, Algérie)⁽²⁾.

Dans d'autres continents on a décrit une activité éruptive importante à cette

(1) M. JULLIAN. De l'existence du terrain salifère triasique dans les environs de Narbonne *Revue des Pyrénées et de la France méridionale*, n° 2, 1891 et J. DURAND et P. ROUANET. Sur la montagne de sel gemme de Bouquignan *Bull. Soc. et scient. de l'Aude*, 30°, 31° et 32° années, t. XXVII, 1921, p. 67-69.

(2) M. BERTRAND et W. KILIAN. Étude sur les terrains secondaires et tertiaires dans les provinces de Grenade et de Palaga *Mém. Sc. Ac.*, t. XXX, Paris, 1889, p. 402.

R. DOUVILLÉ. Esquisse géol. des préalpes subbétiques (thèse), Paris, 1906, p. 35-41.

P. FALLOT. Études géol. de la Sierra de Majorque (thèse), Paris, 1922, p. 10.

G. LECOINTRE. Quelques résultats d'une mission dans le Gharb (Maroc occidental) en 1914 *C. R. S. A.*, t. 162, 1916, p. 719.

F. DAGUIN. Contribution à l'étude géol. de la région préalfaine (thèse), Montpellier, 1927, 81.

LAYAG. *Loc. cit.* p. 80. GLANGEAUD. *Loc. cit.* p. 90.

même époque. C'est le cas des mélaphyres du Parana (Uruguay) où des coulées d'âge Rhétien occupent une surface de 1.300 km sur 500 (1); elles injectent des sédiments lagunaires permo-triasiques.

La liaison constante de cette roche éruptive aux marnes irisées et aux gypses à quartz bipyramidés du Keuper pyrénéen, a suggéré aux géologues qui l'ont observée de nombreuses hypothèses.

Depuis H. DOUVILLÉ qui pensait à un épanchement ante-keupérien (2), VIENNOT a insisté sur sa mise en place ante-liasique (3).

Or, le faciès des dépôts d'évaporation lagunaires triasiques semble avoir présenté une certaine perméabilité aux intrusions laccolitiques.

Une observation comparable a été faite récemment dans le Gothlandien des environs de Luchon (4) où un laccolite qui semble aussi continu en direction que les coulées ophitiques de Rimont (Ariège) [plusieurs kilomètres] se situe au toit de schistes carbonés de faciès extrêmement homogène et relativement plastiques et peut même servir de repère stratigraphique. Dans un même ordre d'idées G. WATERLOT a pu, en Ardennes (5), établir une succession stratigraphique de roches éruptives dans des schistes cambriens, tant la continuité des laccolites est grande en direction, continuité en liaison semble-t-il avec des épontes de caractères pétrographiques constants.

Il est d'ailleurs intéressant de souligner que ces deux types de roches, Keuper et Gothlandien, ont en commun le caractère « fluidal » de leur comportement tectonique. Un même comportement mécanique caractérisé par une faible rigidité, doit être à l'origine aussi bien de ce comportement tectonique que de la continuité laccolitique des injections.

La question de l'âge précis de la venue ophitique et de sa position dans le Keuper a pu être résolue pour l'Ariège aux environs de Ségélas (6). Dans des marnes bigarrées dures, à petits bancs dolomitiques bien lités intercalés, du Keuper supérieur (type *n* de Massac), un sill d'ophite est bien visible avec son épaisseur de 50 m. On suit ce sill en direction sur plus d'un kilomètre jusqu'en un point où son toit ayant été remplacé par un tuf éruptif fossilifère (Hettangien) (7) on peut constater que le tuf ravine l'ophite, la démantèle localement en s'incorporant de ses éléments anguleux sous forme de brèche de base. On a

(1) R. L. SHERLOCK. The Permo-triassic formations, a world revue. *Hutchinson's Scient techn. publ.*, LONDON, 1947.

(2) H. DOUVILLÉ. A propos de l'ophite *C. R. A. S.*, t. CLXXXVI, 1928, p. 1031-1034.

(3) P. VIENNOT. Les conditions de gisement de l'ophite *S. F. A. S.*, 2^e sess., La Rochelle, 1928, p. 354-358; *B. S. G. F.* [4], t. XXIX, 1929, p. 565-568.

(4) J. P. DESTOMBES et A. VAYSSE. Le Gothlandien de la Vallée de la Pique *B. S. G. F.* [5] t. XVII, 1948, p. 403-409.

(5) G. WATERLOT. Le massif de Rocroi *B. S. C. G. F.*, n° 195, 1937, p. 19.

(6) J. P. DESTOMBES et R. BOLLO. Age triasique supérieur d'une couche ophitique à Ségélas (Ariège). *C. R. S. S. G. F.*, séance du 4-2-1946. [C'est à Ségélas même que Viennot avait suggéré l'âge antéliasique de l'ophite. Nous avons pu préciser cet âge par des observations nouvelles.]

(7) DUBAR. Le lias des Pyrénées françaises *M. S. G. N.*, t. IX, 1925, p. 45.

donc ici la preuve de l'antériorité de la venue ophitique à l'Hettangien, dans des couches d'âge Keuper supérieur. Le présence d'ophite dans les formations salifères inférieures au Keuper supérieur non salifère où nous venons de décrire cette intrusion laccolitique n'est pas démontrée stratigraphiquement; on ne peut cependant exclure que ces venues soient possibles.

La position observée à Ségalas de l'ophite située originellement dans la partie supérieure du Keuper corrobore l'hypothèse de Viennot et explique la liaison toujours observée de l'ophite et des brèches salifères sous-jacentes qui par diapirisme se sont incorporées accidentellement les niveaux qui leur étaient superposés. C'est ce qu'avaient fort bien observé, il y a 60 ans, M. BERTRAND et W. KILIAN dans le Trias andalous⁽¹⁾.

Les sondages de Fitou ont rencontré des blocs d'ophite de quelques centimètres à quelques mètres : ces dimensions sont comparables à celles des blocs de surface de la plâtrière, associés aux brèches gypseuses dont j'ai parlé au paragraphe précédent.

Par ailleurs on trouve ces blocs en sondage, voisins également d'anhydrite dolomitique et de dolomies. Ce fait serait intéressant et pourrait justifier l'hypothèse émise précédemment d'une injection ophitique dans les formations d'évaporation à quelque niveau qu'elles soient, si les contacts anormaux observés dans les carottes n'obligeaient à faire toutes réserves sur la position actuelle de ces blocs d'ophite. Dans l'état actuel des choses, on ne peut donc tirer de la stratigraphie de l'ophite aucun argument pour l'étude de nos sondages.

Résumons les faits qui ont été exposés depuis que nous avons établi que le complexe salifère des sondages est plus ou moins lié à la partie supérieure du Muschelkalk :

Le Muschelkalk de Massac contient peu en dessous de son toit des marnes et des dolomies à quartz bipyramidés néogènes tout à fait semblables à ceux des brèches salifères rencontrées en sondages;

Les Corbières centrales et occidentales montrant dans des coupes continues la présence de cargneules dans le Muschelkalk (Padern, Dernacueille, Massac) et leur absence dans le Keuper (Massac, Sougraigne);

Le Keuper certain de Massac et de Sougraigne est riche en brèches marno-gypseuses, analogues à celles de la partie haute des sondages et comparables aux brèches marno-anhydritiques carottées sur plus de 130 m;

Malgré la liaison maintenant bien connue, grâce aux sondages, de la dolomie à l'anhydrite, les diapirs des Corbières orientales ne montrent pas de cargneules aux affleurements, comme si la rigidité du toit du Muschelkalk avait fait écran au diapirisme d'une série salifère sous-jacente ou comme si cette série n'avait pas eu l'épaisseur salifère massive suffisante pour réagir activement à une sollicitation diapirique.

⁽¹⁾ «Le rôle passif des ophites dans les mouvements mécaniques des couches ne nous semble pas plus contestable en Andalousie que dans les autres régions». (M. BERTRAND et W. KILIAN. *loc. cit.* p. 402, n. infrapag.).

C'est donc avec quelque vraisemblance qu'on peut suggérer l'hypothèse d'un gîte double à la série salifère de Fitou :

Le Keuper inférieur resterait le niveau classique des marnes irisées, gypses (ou anhydrite) sel gemme, plus ou moins interstratifiés de marnes dolomitiques claires qui ont donné les éléments des brèches. (Le Keuper supérieur n'est pas salifère et il passe quelquefois d'ailleurs insensiblement au Rhétien sous un même faciès (Massac)⁽¹⁾).

Le Muschelkalk serait, sous les bancs dolomitiques ou calcaires de sa partie supérieure, le gîte des dolomies anhydritiques et en général des dépôts anhydritiques plus ou moins associés à la dolomie compacte, bleu-noir ou de teinte foncée.

C'est le niveau classique de l'*Anhydrite-Gruppe* du Trias germanique dont nous trouvons ici l'homologue pyrénéen.

Cette interprétation a été suggérée à Massac même par M. Barrabé⁽²⁾ pour les zones *j* à *l* de ma coupe, zones qu'il a nommées « Zone panachée » et dans laquelle j'ai pu découvrir des cristaux de quartz bipyramidés.

Je pense qu'il est prudent de ne pas aller plus loin dans l'attribution des différents types de roches qui ont été décrits. La coupe (pl. II) comporte des indices *k* (Keuper) ou *m* (Muschelkalk) devant chaque série de roches rencontrées ; ces notations sont, bien entendu, hypothétiques, sauf pour les calcaires de Padern et les brèches gypseuses supérieures dont l'indice a été indiqué avec une majuscule.

Je n'ai aucun argument pour situer stratigraphiquement les alternances millimétriques de marnes noires et d'anhydrite de la base ; il est vraisemblable que ces marnes, correspondant assez bien au type des délits stylolitiques des calcaires de Padern, pourraient n'en être pas éloignées dans l'échelle stratigraphique.

Une reconstitution provisoire de la série triasique est donnée ci-après :

Trias inférieur. — Conglomérats et marnes rouges de Tuchan, Dernacueillette et Massac (zones *a* à *f* de Massac). *Absent en sondage.*

Trias moyen. — Groupe de l'anhydrite : alternances de dolomies sombres et d'anhydrite (zone *g* à *l* de Massac où les marnes dolomitiques remplacent l'anhydrite). *Épaisseur en sondage* : 30 à 50 m.

Muschelkalk. — Dolomies massives bleu-noir ; calcaires de Padern (zone *m* de Massac). *Épaisseur en sondage* : 15 à 20 m.

Keuper. — Alternances fines de marnes noires ou rose et d'anhydrite. *Épaisseur en sondage* : 10 à 20 m.

⁽¹⁾ G. DUBAR cite le même fait au Sud et à l'Ouest de l'Ariège ainsi qu'en Haute-Garonne (*loc. cit.* p. 55).

⁽²⁾ L. BARRABÉ (*B. S. C. G. F.*, n° 187, 1932, *loc. cit.* p. 126).

Alternances de marnes dolomitiques claires et d'anhydrite, bancs de dolomies claires. *Épaisseur en sondage* : 20 à 50 m.

Anhydrite massive. *Épaisseur en sondage* : 10 à 50 m, système du sel. (?)

Au sommet : marnes dolomitiques dures écailleuses sans anhydrite. Dolomie en petits bancs ; ophite (zone *n* de Massac). *Épaisseur en sondage* : 10 m (?)

Comparaison du Trias des Corbières et de celui des régions voisines. — Dans la région occidentale des Corbières la transgressivité du Crétacé supérieur sur le socle primaire ne permet pas en général l'observation de tous les termes du Trias. A la Fontaine Salée et à Fourtou⁽¹⁾ près de Sougraigne, on peut cependant relever une coupe du Trias en position redressée sous le Cénomanién.

Le conglomérat de base est composé des roches dures empruntées au substratum proche : grès et lydiennes d'âge carbonifères dans un ciment siliceux qui devient très rapidement dolomitique. La partie moyenne est formée de calcaires dolomitiques et de marnes dolomitiques de couleur gris-fumée. Ces roches ont une apparence cloisonnée, due aux filonnets de dolomie et de calcite qui les découpent orthogonalement. L'épaisseur du Trias moyen est de l'ordre de 40 m et semble parfois se réduire à moins de 10 m (cluse de la Sals). Il supporte normalement le Keuper salifère avec gypse et sel gemme. La coupe de Sougraigne montre donc une forte diminution d'épaisseur du Trias moyen quand on se déplace vers l'Ouest. Les plis du front Nord pyrénéen au sud et à l'ouest de Sougraigne (Bugarach, le Bezu, Puivert) sont jalonnés par du Trias gypseux souvent extravasé. Aucun affleurement ne permet à ma connaissance d'étudier plus à l'Ouest le Trias en position normale jusqu'au méridien de Foix, la zone axiale primaire refoulant sa couverture vers le Nord en laminant le Trias inférieur et moyen.

En Ariège le Trias moyen est massif et il ne semble pas comporter de niveaux salifères. Sa composition est bien connue⁽²⁾ grâce aux beaux affleurements du pays de Serou entre Foix et Saint-Girons. Seul le Keuper serait salifère (La Bastide-de-Sérou, Camarade).

La description du Trias de régions plus occidentales sera faite dans un chapitre ultérieur.

Au sud des Corbières, des lambeaux de Trias gypseux associé à des cargneules sont en contact anormal avec le granite de l'Agly aux environs de Lesquerde (Pyrénées-Orientales).

Vers le Nord le Trias gypseux s'étire entre Durban et Narbonne, soulignant une ligne de contacts anormaux incontestables, étudiés par M. L. BARRABÉ⁽³⁾.

Le sondage de Bouquignan effectué en 1866 près d'Ornaisons (fig. I) et dont la coupe est donnée ci-dessous n'est cependant pas sans intérêt.

(1) J. P. DESTOMBES. L'anticlinal de la Fontaine Salée à Sougraigne ; *loc. cit.* p. 273.

(2) M. CASTERAS. Recherches sur la structure du versant nord des Pyrénées centrales et orientales *B. S. C. G. F.*, n° 189, t. XXXVII, 1933, p. 346-348.

(3) L. BARRABÉ. La fenêtre tectonique de Ferrodou dans la nappe des Corbières orientales *B. S. C. G. F.*, 5^e sér., t. III, 1933, p. 3-6.

Voici la coupe de ce sondage d'après JULLIAN (1).

Sondage de Bouquignan.

	Épaisseur des couches.
Terre végétale.....	3,80
Gypse argileux.....	49,02
Anhydrite veinée de gypse, cristaux de péridot, quartz bipyramidés et pyrites de fer.....	96,95
Argile noire et rouge, anhydrite, gypse, quartz bipyramidés et pyrites de fer.....	38,33
Anhydrite, gypse, quartz bipyramidés et pyrites de fer.....	6,82
Argile bigarrée, sel gemme, gypse, quartz bipyramidés et pyrites de fer.....	3,97
Argile bigarrée très salée et anhydrite.....	7,57
Argile bigarrée et sel gemme blanc.....	0,35
Argile rougeâtre très salée, anhydrite et dolomie.....	4,50
Argile rougeâtre, gypse, sel gemme et quartz bipyramidés.....	5,35
Argile bigarrée, dolomie et sel gemme et gypse.....	2,15
Argile verte durcie.....	1,11
Argile rougeâtre et gypse.....	5,72
Alternances d'argile verte et grise, gypse, dolomie et cristaux bipy- ramidés.....	28,36
Dolomie compacte et grains de quartz.....	8,66
Dolomie veinée de gypse et argile verte et noire.....	11,52
Argile grise, verte et noire, dolomie, quartz, gypses et cristaux bipyramidés.....	37,19
Argile bigarrée, gypse, grains de quartz et cristaux bipyramidés.....	11,09
Argile grise et verte, grains de gypse et de quartz.....	6,49
Alternance d'argile rouge et grise, gypse, dolomie et cristaux bipyra- midés.....	22,84
Argile bigarrée, gypse blanc et rouge.....	1,42
Argile blanche.....	1,77
Argile rouge, gypseuse, grains de cristaux de quartz et pyrites de fer.....	11,98
Argile rouge sableuse, quartz, gypse et pyrites de fer.....	2,62
Argile gypseuse et sableuse d'un rouge brique et cristaux bipyra- midés.....	3,86
Profondeur totale.....	373,44

Les roches rencontrées dans ce sondage et dont nous n'avons malheureusement pas la description pétrographique détaillée seraient donc comparables à celles des sondages de Fitou.

En l'ignorance d'autres données (pendages, contacts anormaux) c'est cependant un jalon extrêmement intéressant au point de vue du sel gemme, le point de sondage correspondant au plus septentrional des indices connus actuellement dans la zone Nord-Pyrénéenne.

Plus au nord c'est à la bordure méridionale de la Montagne Noire qu'on rencontre de nouveau le Trias. Mais ici encore, la transgressivité sur le socle

(1) M. JULLIAN. *Loc. cit.*

des terrains postérieurs au Trias (Eocène supérieur) ne permettent pas de l'observer en position normale.

Les plissements très énergiques de la couverture poussés vers le nord ne montrent que du Trias gypseux dans certaines charnières anticlinales plus ou moins rompues (région de Saint-Chinian).

Si on suit le bord sud de la Montagne Noire vers l'est, c'est dans la région de Gabian (Hérault) qu'on peut étudier de nouveau la couverture triasique du socle. La composition du Trias est connue aux affleurements et par les sondages au pétrole qui recherchaient dans les couches clastiques du Muschelkalk la roche magasin⁽¹⁾. Le Trias de Gabian est très comparable à celui du Gard. Il s'y relie par de bonnes coupes qu'on peut étudier dans la région de Bédarieux et Lamalou-les-Bains et surtout par celle de La Salle (Gard) récemment décrite⁽²⁾. Les sources salées de Cruzy, Montmajou et Sète (Hérault) qui donnent à l'analyse une quantité non négligeable de chlorure de sodium, sont vraisemblablement d'origine triasique⁽³⁾.

Les morts-terrains du bassin houiller du Gard ont été traversés par de nombreux puits et sondages, malheureusement insuffisamment étudiés vis-à-vis du Trias. Les affleurements de Mollières et de la Grand'Combe montrent des coupes qui ont été résumées ci-dessous; de la base au sommet, on trouve :

a. Conglomérats à éléments du socle primaire : 0 à 30 m;

b. Marnes gréseuses jaunes, avec bancs dolomitiques, d'épaisseurs variables intercalés⁽⁴⁾ : 15 m;

c. Grès quartzeux en gros bancs : 2,50 m;

d. Marnes à cassures conchoïdales, bigarrées, bien litées, et petits bancs dolomitiques intercalés : 30 à 40 m;

e. Grès ravinant la zone précédente : 3 m;

f. Calcaires dolomitiques, à *myophories*, massifs au sommet, plus finement lités à la base, avec *vermiculures* dans les délits. Marnes noires dolomitiques vers la base : 15 m;

g. Keuper gypseux surmonté des marnes schisteuses dolomitiques du Keuper supérieur.

Le sondage de la Blaquière (3 km au nord-ouest d'Alès) dont j'ai pu étudier les échantillons, a fourni une très importante quantité d'anhydrite dolomitique en lits alternant avec les marnes noires de la coupe précédente (zone f, base). En outre, dix mètres de sel gemme magnésien ont été carottés associé à l'anhydrite, mais entre deux brèches de friction.

(1) Une bibliographie relative au Trias de Gabian est donnée dans le C. R. de la réunion extraordinaire de la S. G. F. à Gabian, 1928.

(2) M. DREYFUSS, M. MAINGUY, V. MANGUY. Présence du Muschelkalk fossilifère en bordure des Cévennes près de la Salle (Gard) C. R. Ac. Sc., séance du 5 mai 1947.

(3) JACQUOT et WILLM. Les eaux minérales de la France, Paris, 1894.

(4) Certains niveaux de ces marnes contiennent des cristaux de quartz bipyramidés inclus d'anhydrites (voir p. 49 LM 18). Ils ont l'aspect des niveaux l de Massac.

L'étude détaillée de ce sondage sera publiée ultérieurement ; mais on est assuré⁽¹⁾, qu'il s'agit d'anhydrites, liées à la dolomie et aux marnes dolomitiques, d'un type comparable à celles de Fitou. Au surplus l'anhydrite fait son apparition *dès le conglomérat de base du Trias*, composé de galets quartzeux dans un ciment d'anhydrite. Des récurrences quartzеuses à ciment d'anhydrite semblent bien correspondre aux épisodes gréseux de la coupe (*c* et *e*) des affleurements.

Nous retrouvons donc ici des formations anhydritiques contemporaines du Trias inférieur et moyen (la position du sel étant aléatoire). Dans l'état actuel des choses on peut donc penser à la présence du *groupe de l'Anhydrite* qui occuperait dans les coupes ci-dessus une grande partie des Trias inférieur et moyen. La parenté pétrographique de certains niveaux trouvés ici, en sondage comme aux affleurements, avec ceux de Fitou et de Massac, est frappante.

Il n'est cependant pas possible de relier ces observations à celles des Corbières à travers un hiatus de près de 200 km ; on peut espérer que les sondages exécutés actuellement dans le bas-Languedoc pour les recherches de pétrole nous renseigneront sur la composition du Muschelkalk de cette région intermédiaire.

Il serait extrêmement intéressant en outre que la composition même du Trias salifère du Gard puisse être précisée grâce à l'utilisation des coupes de sondages et des travers-bancs des compagnies houillères. Ce jalon serait précieux à un moment où le Trias provençal commence lui-même à être mieux connu.

Enfin, le sondage de la Blaquièrre situe dans cette région un important indice de sel gemme.

En résumé, on constate que le Trias des Corbières a tendance à se poursuivre avec des caractères comparables, davantage vers le nord-est que vers les Pyrénées centrales.

On savait d'ailleurs et surtout depuis BRESSON que le Mouthoumet et la Montagne Noire avaient une histoire anté-hercynienne et hercynienne comparable. On devra tenir compte des travaux qui préciseront ces analogies dans l'avenir, pour toute recherche de sels d'âge triasique.

Épaisseur de la série. — On peut tenter de reconstituer en bloc le complexe originel de Fitou pour en estimer l'épaisseur. Tenant compte des pendages, j'ai mesuré d'une part les longueurs de roches différentes entre deux contacts anormaux. D'autre part, j'ai estimé à trois fois en *moyenne* le nombre des récurrences de certaines roches du sondage II. Ces deux procédés extrêmement rudimentaires ont donné sensiblement le même résultat : environ 150 m pour l'épaisseur totale des couches sulfatées et dolomitiques. Il faut ajouter à ces chiffres l'épaisseur des couches à sel gemme qui ont disparu et qui peut être considérable.

On n'a aucune donnée actuellement pour estimer l'épaisseur des dépôts des

(1) Voir en annexe de l'étude pétrographique la description d'un certain nombre de roches dolomie-anhydrite provenant de ce sondage.

couches à sel gemme dans les Corbières. Le sondage de Bouquignan cité précédemment en aurait traversé 23 m dans un complexe formé surtout d'argiles bigarrées. Ce renseignement ne peut malheureusement tenir lieu que d'indice.

La région centrale des Pyrénées (Camarade, Salies-du-Salat) qui contient un Trias salifère, a montré dans les anciennes recherches de Camarade et Sarradas⁽¹⁾ des épaisseurs importantes de sel gemme dans des formations malheureusement disloquées où l'appréciation des données des anciens est aléatoire. A Salies-du-Salat le sel gemme a probablement une épaisseur supérieure à 100 m aux sondages de la Saline.

Beaucoup plus à l'ouest, la région de Dax — Peyrehorade — Salies-de-Béarn est riche en sels triasiques. D'anciens sondages (Salies, Castagnède) en ont révélé plusieurs centaines de mètres; le «dôme salifère de Dax» exploré par galeries, a révélé plus de 500 m d'épaisseur de sel gemme massif en position concordante.

A Peyrehorade, un sondage récent entièrement carotté permet d'apprécier à 150 m, tenu compte des pendages, l'épaisseur minimum du sel gemme massif⁽²⁾.

Toutes ces indications d'épaisseur sont évidemment mentionnées ici pour mémoire.

Peut-on expliquer la formation de ces dépôts à faciès monotones et aussi épais en faisant intervenir la notion de subsidence?

Cette notion a été précisée par M. P. PRUVOST⁽³⁾ à la suite d'études de détail portant sur des séries sédimentaires épaisses; j'en rappellerai très schématiquement la signification.

La subsidence est un comportement particulier d'une aire sédimentaire qui permet d'expliquer la présence sur une même verticale de dépôts épais et de même faciès. Il est apparu que les conditions nécessaires à la sédimentation d'une telle série pouvaient se réduire à la persistance des conditions bathymétriques, toutes autres restant égales par ailleurs, et par conséquent à un approfondissement graduel du bassin.

Ce processus peut être d'apparence continue, il provoque alors le dépôt de séries monotones telle que celle des calcaires bathoniens de la fosse du Pays-de-Bray au sondage de Ferrières, série dix fois plus épaisse et de même faciès que la série bathonienne du Boulonnais où il est pourtant complet. Il peut être périodique et il est la cause de la superposition des 400 veines de houille du bassin du Nord, chacune étant située entre un mur et un toit de caractères tranchés, correspondant à des dépôts respectivement régressifs et transgressifs. Dans ce cas particulier, c'est donc une succession de cycles sédimentaires qui ont été déterminés sur une même verticale par l'affaissement rythmé du fond du bassin.

(1) MUSSY B. S. G. F., 1868, 2^e sér., t. XXVI, p. 83-86.

(2) J. P. DESTOMBES et P. MARIE. Résultats stratigraphiques d'un sondage à Peyrehorade (Landes) C. R. S. S. G. F., 1947, p. 331.

(3) P. PRUVOST. Sédimentation et subsidence *Livre jubilaire de la S. G. F.*, 1930, p. 545-564 et : Un bassin paralique d'âge cénomaniens B. S. G. F. [5], t. XII, 1942, p. 172 et note infra-paginale.

Pour expliquer ce mécanisme on doit admettre, avec M. PRUVOST, que les régions subsidentes sont superposées à des zones faibles de l'écorce, en équilibre instable; toute contrainte qui aurait pour résultante une pression verticale appliquée au fond du bassin provoquera son affaissement. On peut admettre comme telle la charge sédimentaire. Le phénomène étant amorcé, le bassin déprimé sera de nouveau un centre d'appel de sédimentation tant que le fond du bassin sera susceptible de s'affaisser.

Les exemples classiques de tels phénomènes concernent aussi bien des séries néritiques que lagunaires. La nature des dépôts ne semble pas intervenir. Enfin il existe des exemples de fosses de subsidences embrassant de très grandes durées géologiques; d'autres peuvent n'avoir subsisté que pendant un temps très limité.

Nous allons donc examiner d'une part si le faciès et la structure sédimentaire de nos roches salifères peuvent évoquer une telle genèse; nous verrons d'autre part si les bordures du Mouthoumet ont pu présenter, à certaines époques, des témoignages d'instabilité ou d'affaissement.

L'étude pétrographique des alternances de dolomie et d'anhydrite a pu mettre en évidence dans certains cas, des coupures nettes entre les différents niveaux; mais par ailleurs la liaison est si parfaite entre les deux minéraux, toujours plus ou moins associés dans une même strate, qu'il faut envisager des conditions de dépôts extrêmement proches sinon semblables. Malgré l'apparence cyclique des strates salifères, il y a peu de raisons d'invoquer cet aspect pour y voir une manifestation directe d'une secousse subsidente.

L'étude de STÜRNFELS, citée précédemment, définit le processus physico-chimique des dépôts des sels chlorurés sodiques et potassiques alternant avec la dolomie et l'anhydrite des lagunes oligocènes alsaciennes. Il explique le régime des alternances par des variations dans la concentration de la saumure, par des variations de température et par des apports locaux, terrigènes, venus de l'intérieur⁽¹⁾. Toute son argumentation est basée sur le renouvellement périodique des saumures. Il n'est pas besoin de démontrer que ces invasions, qu'elles soient d'origine marine ou qu'elles proviennent du lessivage des affleurements salifères permotriassiques avoisinants, sont dues à des affaissements subsidents du fossé alsacien.

L'accumulation considérable constatée à Fitou de sédiments comparables aux précédents est donc due en toute vraisemblance au maintien des conditions bathymétriques par approfondissement progressif de la lagune triassique.

On peut interpréter les intercalations de dolomies massives et de calcaires à traces organiques comme étant les témoignages d'invasion marines plus importantes (Muschelkalk) et d'un changement de quelque durée dans des conditions de sédimentation qui apparaissent par ailleurs avoir peu varié pendant la plus grande partie du Trias.

Nous allons maintenant retracer très schématiquement l'histoire géologique du Mouthoumet et de ses bordures. Leurs comportements aux différentes

(1) STÜRNFELS. *Loc. cit.* p. 109-119.

transgressions et aux efforts de plissements pourront nous permettre de discuter l'existence de phénomènes de subsidence dont nous trouvons des effets non douteux à l'époque triasique.

On peut attribuer à l'orogénèse hercynienne l'édification du bâti primaire du massif. M. Ch. JACOB a montré⁽¹⁾ que depuis cette époque les grands traits de sa structure hercynienne n'avaient pas été retouchés; son comportement lors des orogénèses ultérieures a été celui d'un ensemble relativement indépendant vis-à-vis des plissements de sa couverture.

Quoiqu'il en soit, toute la région nord-orientale des Pyrénées a subi l'empreinte des directions hercyniennes nord-est jusqu'à une époque très tardive ainsi que nous le verrons.

Tout d'abord, les différentes lagunes ou bassins triasiques et jurassiques s'ordonnent suivant cette direction. Le jurassique semble être complet dans la région orientale (sud de Narbonne, Durban, Fitou) ainsi qu'au sud (Bugarach, Tuchan). Au sud-ouest il est très réduit⁽²⁾ (sud-est de Fourtou) ou absent (Sougraigne). Il existe peut-être à Rennes-les-Bains sous le Cénomaniens et s'est peut-être déposé à Sougraigne même, puis érodé avant le Cénomaniens (?).

La lacune du Jurassique supérieur et du Crétacé inférieur n'est pas particulière au Mouthoumet (seules les Pyrénées occidentales en comportent). Cette lacune pourrait expliquer certains contacts directs Trias-Aptien (?). L'Urgo-aptien est épais d'est en ouest aux abords du socle primaire (Fourtou) et surtout plus au Sud. L'Albien recouvre l'Aptien dans le synclinal de l'Agly (Quillan-Rivesaltes) où il est très épais alors qu'il manque sur l'Urgo-aptien de Fourtou et qu'il n'est représenté que par des calcaires peu épais à proximité du socle (Padern).

Les mouvements anté-cénomaniens sont extrêmement énergiques et dirigés au nord-ouest dans leur grande majorité (Tuchan, Massac, Fourtou, ouest de Bugarach). Il est nécessaire de souligner que *l'importance de ces plissements dans les régions où le Trias comporte du sel gemme est liée à des mouvements du socle primaire*. Nous voyons, en effet, entre Sougraigne et Fourtou le Cénomaniens reposer sur la tranche verticale du Trias inférieur et moyen. A Fitou, l'écaille du socle primaire participe aux plissements de la couverture lors d'une orogénèse pyrénéenne. Nous verrons ce fait se vérifier en Ariège et en Haute-Garonne.

La transgressivité des différents niveaux du Crétacé supérieur marque, comme M. Ch. JACOB l'a fait observer⁽³⁾, un phénomène général. Le socle primaire de Rennes-les-Bains-Alet, oscille jusqu'à l'Eocène supérieur, époque à laquelle d'épais dépôts clastiques l'enfouissent au nord et à l'ouest; mais entre le Cénomaniens et l'Eocène on peut noter, marquant ces oscillations, une

(1) Ch. JACOB. Zone axiale, versant sud et nord des Pyrénées (*Livre jubilaire de la S. G. F.*, 1930, t. II, p. 389).

(2) G. DUBAR insiste sur la réduction du Lias à l'ouest de l'Aude. En Ariège le Lias moyen supporte directement le Jurassique moyen avec lacune stratigraphique des niveaux normalement interposés (*loc. cit.* p. 189).

(3) Ch. JACOB. *Loc. cit.*

période de transgression marine allant du Cénomaniens au Sénonien, des dépôts gréseux et conglomératiques régressifs du Maestrichtien (grès d'Alet), une période laguno-lacustre (Danien), une transgression marine thanétienne, une régression yprésienne avec d'abondants conglomérats à éléments de roches primaires, enfin une nouvelle transgression lutétienne avant l'orogénèse de l'Éocène supérieur.

Vers le sud, au bassin Albien, se superpose un bassin cénomaniens extrêmement épais, de faciès subsident. A l'est du Bugarach (nord de Cubières), le socle primaire est recouvert par 100 m de grès, marnes et calcaires Cénomaniens à orbitolines et caprines; au sud de Cubières et à 2 km seulement au sud du même point, le Cénomaniens a plus de 1.000 m d'épaisseur apparente sous un faciès semblable et avec les mêmes fossiles. La discordance antécénomaniens est souvent très peu importante ou même nulle (ouest de Bugarach, est de Quillan). Le régime des plis antécénomaniens du synclinal de l'Agly-Quillan est très différent de celui qui est observé près du socle primaire et semble beaucoup moins intense.

A l'est et au nord, le Crétacé supérieur transgressif sur les terrains antérieurs est lui-même très disloqué (sud de Narbonne). Ses différents termes sont comparables à ceux de la région occidentale et aux séries provençales du même âge. L'Éocène inférieur n'est représenté que dans la région située entre Durban et Narbonne, avec des faciès marins.

Lors de la seconde phase orogénique pyrénéenne, les plis de la région occidentale sont dirigés est-ouest, reliant le Mouthoumet pour la première fois aux Pyrénées. De grandes fractures Est-Ouest dénivelent le socle primaire de la Fontaine-Salée, au sud de la branche de Rennes, ainsi qu'au nord de la branche d'Alet; au sud, le synclinal profond de l'Agly se sépare longitudinalement en deux. Une surrection anticlinale jalonnée par le Bezu-Bugarach-Padern chevauche vers le nord les formations du Crétacé supérieur du synclinal de Soulatge. Les plis secondaires de ce nouveau synclinal, orienté est-ouest, répercutent dans le détail les directions anciennes nord-est. Ces directions sont très fortement accusées par les failles de la couverture cénomano-turonienne du Trias et du Jurassique sur plus de 50 km de distance est-ouest.

Entre Fitou et Narbonne, cette orogénèse se moule sur la précédente, en direction Nord-Est. On ne peut connaître, de Fitou à Durban, l'intensité relative des deux orogénèses pyrénéennes, en l'absence des niveaux intermédiaires entre l'Urgo-Aptien et l'Oligocène.

L'absence de l'Oligocène ailleurs qu'aux environs de Fitou ne permet pas d'observer l'influence des mouvements alpins dans la région du Mouthoumet.

Il semble qu'on puisse retenir de ce schéma les conclusions suivantes :

— l'importance du modelé hercynien qui a conditionné les lignes directrices de la sédimentation et des orogénèses postérieures;

— la rigidité du socle primaire, peu ou pas atteint par les différentes transgressions, contrastant avec le comportement des régions bordières occidentales et méridionales, où des bassins de sédimentation ont pu s'approfondir;

— à la limite, une zone flexurée du socle, où les orogénèses semblent s'être

manifestées assez intensément, zone correspondant aux affleurements actuels du Trias salifère de Sougraigne et de Fitou

Les brèches monogéniques qui constituent une partie très importante du Trias inférieur et moyen et du Lias de l'Ariège, situent au pied du massif primaire de l'Arize une région instable où on trouve un Trias salifère. A Massac, on constate la présence de bancs bréchiques (fig. 3, *f* et *g*) formés de la reprise des roches triasiques sous-jacentes, dans la base du Trias. Ces indications peuvent prendre une certaine valeur si on se souvient que la plupart des calcaires carbonifères du Nord de la France, du Boulonnais et de Belgique renferment des épisodes de brèches monogéniques au mur presque immédiat des dépôts houillers.

Ces analogies, de même que les remarques précédentes, relatives à la localisation de zones d'instabilité qu'on peut mettre en évidence sur la périphérie du socle rigide du Mouthoumet peuvent étayer dans une certaine mesure l'hypothèse que les lagunes triasiques à dépôts épais se sont approfondies lentement. Il est tout à fait vraisemblable d'imaginer une relation de causes et d'effets entre la limite instable d'un socle hercynien et le déséquilibre de son auréole déprimée, sujette au surplus à servir de bassin de réception aux décharges post-orogéniques.

La fosse catalane, aux pieds de la zone axiale, montre encore à l'heure actuelle des phénomènes d'approfondissement très importants; le sondage de Ponteilla, à proximité de Perpignan a traversé 719 m de terrains clastiques récents dont on n'est pas sûr que la base soit tertiaire. De grandes failles subverticales jalonnent sa bordure; la région de Perpignan coïncide d'ailleurs avec une forte anomalie négative de la pesanteur⁽¹⁾. La position de cette fosse de subsidence en bordure de la zone axiale semble en liaison étroite avec celle des conglomérats post-hercyniens et post-pyrénéens⁽²⁾.

L'étude méthodique des roches salifères de tous âges, étude qui, à ma connaissance, n'a pas été entreprise jusqu'ici pour les sels triasiques doit pouvoir confirmer l'hypothèse vraisemblable de leur genèse par subsidence⁽³⁾.

D. LA SYÉNITE NÉPHÉLINIQUE.

Cette roche éruptive étant bien connue sous son aspect minéralogique⁽⁴⁾ je voudrais indiquer seulement ses rapports avec les terrains encaissants à Fitou (planche I).

(1) R. P. LEJAY. Développements modernes de la gravimétrie, Paris, 1947, p. 179.

(2) Nous verrons, dans le chapitre VII, que la région aturienne où le Trias est salifère a été aussi une aire subsidente durant le Jurassique, le Crétacé et l'Eocène.

(3) A Vézelay (Yonne) la faille N. S. qui borde le socle primaire du Morvan dénivelle à l'ouest de ce massif le Lias et le Trias salifère de Saint-Père. Vers l'est, le granite est recouvert par un Trias gréseux peu épais, puis par le Lias, sans interposition de Trias salifère. L'affaissement tardif du compartiment occidental comprenant le Trias salifère semble donc une réplique des affaissements subsidents ayant permis le dépôt des formations salifères de Saint-Père.

(4) LACROIX. *Loc. cit.*

Deux affleurements existent dans la région : l'un à l'ouest du village de Fitou qui s'étend sur plus de 500 m en direction sud-ouest ; l'autre, plus petit, à proximité de la platrière et des sondages.

Le premier de ces affleurements constitue une dépression ceinturée par une auréole de terrains jurassiques et créacés en contacts anormaux avec la roche éruptive, contacts soulignés par des brèches de friction et des miroirs de faille,

Au sud de la route de Fitou aux platrières, la syénite constitue le substratum à la manière du Keuper, des terrains liasiques. Mais au nord de la même route, le Lias est absent et la syénite traverse le Jurassique moyen et le Crétacé. De plus, un des contacts relatifs de ces deux niveaux est recoupé à angle droit par la syénite. Ce fait prouverait que des mouvements post-urgo-aptiens ont affecté la région, antérieurement à la venue éruptive, si nous étions assurés que les contacts étaient normaux. Or ce n'est pas ce qu'on observe, la syénite est en contact anormal avec les terrains encaissants sur une très grande distance.

L'autre affleurement, proche de la région des sondages, se situe comme pour la partie méridionale du précédent sous la couverture liasique qu'elle soulève par endroits, en supprimant mécaniquement certains niveaux du Lias inférieur et de l'Infra-Lias ; des brèches de friction et des miroirs de faille sont visibles entre la syénite et le Lias. Il y a là un phénomène tectonique comparable entre les effets du Trias et ceux de la syénite, sur la couverture jurassique, phénomène sur lequel j'avais déjà eu l'attention attirée à propos des rapports de l'ophite sur la couverture du Trias. Dans cette dernière série d'observations, nombreuses à Fitou, il faut admettre la participation en bloc du Trias et de l'ophite aux mouvements pyrénéens comme deux roches de niveau stratigraphique semblable, l'ophite ayant participé au diapirisme du Trias.

On ne peut expliquer la continuité des relations entre la syénite et le Lias qu'en admettant que, comme l'ophite, la syénite a trouvé dans le Keuper un gîte facile et qu'elle a ensuite agi à la manière de l'ophite sur la couverture, lors des mouvements pyrénéens⁽¹⁾. Cette affinité des roches éruptives et, dans le cas qui nous occupe, de la syénite, pour les sédiments d'évaporation lagunaires, affinité suggérée précédemment, trouve sa confirmation dans les très nombreuses observations de métamorphisme à tourmaline décrites au chapitre précédent dans les gypses et anhydrites de nos sondages. Mais ces faits ne permettent pas de situer avec exactitude l'âge de la venue de la syénite.

Par contre les effets de la syénite sur les roches étudiées en sondage vont permettre de préciser certains points :

1° L'ophite, d'âge triasique supérieur ou liasique inférieur a été métamorphisée par la syénite : cette dernière roche est donc post-ophitique. Elle est post-triasique dans la mesure où on peut affirmer que le magma ophitique n'aurait pas subi une différenciation locale en syénite à Fitou, différenciation

(1) M. R. ABRARD a décrit dans le Trias marocain des syénites à augite et actinote, au voisinage d'ophites. Sur un gisement de roches éruptives à Souk-le-Arbâa du R'harb (Maroc occidental) *C. R. Ac. Sc.*, t. 170, 1920, p. 602-604.

dans le temps puisque aussi bien on trouve également l'ophite typique dans le Keuper de Fitou ;

2° La syénite a suivi une époque de plissements énergiques ainsi qu'en témoigne la tourmaline répandue dans le ciment des principales brèches. Or il est maintenant prouvé que les premiers mouvements post-hercyniens se situent dans les Pyrénées à l'époque crétacée. La première éventualité d'une différenciation dans le temps du même magma ne peut donc se soutenir, l'ophite étant d'un âge anté-Lias inférieur ;

3° Les brèches de friction observées en sondage ont été pour certaines d'entre elles reprises dans d'autres mouvements. On sait d'autre part qu'un élément de syénite néphélinique fait partie d'une brèche de friction à éléments (mais non le ciment) porteurs de tourmaline. On peut donc affirmer que cette dernière brèche est un témoin d'une deuxième série de mouvements séparée de la première par la venue de la syénite.

Les mouvements qui ont provoqué la formation des brèches observées en sondages et la mise en place de l'écaille des terrains primaires sont d'âge pyrénéen. Nous en discuterons d'ailleurs au chapitre suivant. Pour l'instant il paraît prouvé, grâce aux phénomènes de métamorphisme générateur de tourmaline, que la syénite néphélinique de Fitou a un âge intermédiaire entre deux séries de mouvements dont les premiers ont été extrêmement intenses.

Conclusions de l'étude stratigraphique.

1° Il est vraisemblable que les dépôts salifères du Trias ont commencé à se former dans la région de Fitou, dès le début de l'époque triasique. Cette première phase de dépôts d'évaporation triasiques correspond à l'« Anhydrit-gruppe » du Trias germanique.

2° Les calcaires, les dolomies massives d'imprégnation, et celles qui alternent avec l'anhydrite, où on trouve quelques traces d'organismes et des oolithes, doivent être rattachées en toute hypothèse au Muschelkalk. Ces dépôts correspondraient à des épisodes d'invasion marine dans les lagunes du Trias moyen. La plupart de ces dolomies ont l'odeur caractéristique au choc.

Les argiles dolomitiques associées à l'anhydrite seraient, avec le sel gemme, de l'époque keupérienne. Dans cette nouvelle et plus intense période d'évaporation, il n'apparaît plus aucune trace d'organisme. Ce fait est évidemment en relation avec la teneur des eaux-mères en sulfates et en chlorures. Ces argiles dolomitiques qui ont souvent l'aspect de vraies dolomies sous le microscope, n'ont pas d'odeur au choc.

3° Le faciès extrêmement monotone et l'épaisseur des dépôts salifères évoquent des phénomènes de subsidence comparables à ceux qui donnèrent naissance aux séries houillères situées en bordure, elles aussi, de massifs hercyniens stables.

L'intensité particulière de l'orogénèse pyrénéenne dans la région orientale des Corbières n'est peut-être pas sans rapport avec la présence de sel gemme dans la série plissée ; elle souligne en tous cas l'instabilité, accrue lors des

paroxysmes, de la zone bordière du socle, zone où des lagunes ont pu pendant le Trias, s'établir et durer.

Malgré l'état fragmentaire des connaissances relatives au Trias quand on s'éloigne du Mouthoumet, il semble que le bassin salifère des Corbières ait fait partie d'un ensemble paléogéographique s'étendant sur les régions actuelles du bas-Languedoc et jusqu'aux Cévennes méridionales.

4° Des deux roches éruptives qui ont été considérées, l'ophite est liée *stratigraphiquement* au Trias, davantage semble-t-il du fait de l'âge pré-hettangien de sa mise en place, que par son affinité pour les roches salifères. Cependant, la syénite néphélinique, d'un âge postérieur à l'ophite qu'elle métamorphose, apparaît accidentellement elle aussi dans le Trias des affleurements de Fitou, appuyant l'hypothèse d'une perméabilité particulière des roches salifères à l'intrusion de certaines roches éruptives. La fréquence de la tourmaline dans les roches salifères des Pyrénées et d'Afrique du Nord renforce singulièrement cette notion.

5° Les rapports observés en surface entre la syénite et les roches de la couverture post-hercynienne ne permettent pas de dater avec sécurité la venue éruptive. Par contre les conclusions obtenues par l'étude pétrographique donnent la certitude que cette venue se situe entre deux phases de plissement.

6° Le Trias inférieur (brèches et conglomérats de Tuchan, Massac) n'a pas été rencontré en sondage.

CHAPITRE VI.

ÉTUDE TECTONIQUE.

La carte (pl. I) montre deux systèmes de plis, l'un en direction Nord-Est qui intéresse la région des sondages, l'autre ouest-nord-ouest; les deux directions se recoupant à l'ouest du village de Fitou sous forme de diapirs triasiques.

La coupe révélée en sondage montre une accumulation par plissements des sédiments triasiques, en contact anormal avec les schistes maclifères du fond, le Trias inférieur manquant (mylonite carottée de 638,15 à 641).

Des sondages exécutés dans la plâtrière au niveau — 25 pour la reconnaissance du gypse ont prouvé sa présence à 250 m au sud des sondages sur une épaisseur minimum de 100 m (fig. 2, sondages s_3 et s_4). Tous ces sondages sont restés dans la masse gypseuse. La grande étendue des affleurements triasiques suggère d'ailleurs un certain développement en profondeur.

On peut interpréter ces replis comme l'effet d'un mouvement vers le nord-ouest de la couverture, replis qui ont été accentués par l'intercalation de l'écaille de terrains primaires issue du socle.

Si on compare les épaisseurs anormales du Trias de Fitou aux suppressions mécaniques plus ou moins accentuées des mêmes niveaux aux affleurements des pointements du Télégraphe, de Treilles et de Feuilla, il est nécessaire d'admettre que ces phénomènes sont liés à une même cause : le mouvement relatif de la couverture rigide calcaire post-hercynienne par rapport au socle primaire. Ces mouvements ont été décrits en détail dans de nombreuses publications par M. L. BARRABÉ⁽¹⁾, tant sur la feuille de Narbonne que sur celle de Perpignan.

Il est hors de doute que les chevauchements de la couverture sur le socle, constatés par cet auteur aux abords ou sur le socle même ont existé à Fitou, à des dizaines de kilomètres plus au sud-est.

Le rabotage des terrains primaires témoigné ici par l'extrusion de l'écaille au sein de la série replissée a été signalé plus au Nord mais à une échelle moindre par le même auteur⁽²⁾.

Il s'agit donc de chevauchements de l'ampleur desquels on peut se faire une idée par la superposition de l'écaille de terrains primaires non métamorphiques des sondages, au substratum maclifère.

Enfin la série salifère n'est pas seulement replissée sur elle-même, elle est décollée de son substratum de Trias inférieur qui n'a pas été carotté.

La présence d'une importante quantité de schistes carburés d'âge gothlandien dans la partie carottée de l'écaille primaire est assez significative; ces

(1) Voir en particulier L. BARRABÉ. Revision de la feuille de Perpignan. La terminaison de la nappe des Corbières orientales au voisinage du massif du Mouthoumet *B. S. C. G. F.*, n° 211, 1942, p. 163-165.

(2) L. BARRABÉ. Sur l'existence d'affleurements paléozoïques *C. R. S. G. F.*, n° 9, p. 99-1937.

schistes ne sont pas métamorphiques, ils ont gardé leur graphite et sont glissants au toucher.

L'étude des rapports tectoniques du Gothlandien sous ce faciès et de son toit dévonien a été faite dans la région de Luchon⁽¹⁾, dans une galerie de 6 km qui recoupe un grand nombre de surfaces de contacts gothlandien-dévonien. Le Gothlandien montre un comportement nettement disharmonique sous sa couverture de calcaires dévoniens qu'il crève par endroits très profondément et verticalement à la manière d'un diapir de Trias. Ainsi on peut concevoir que des schistes carburés incorporés au socle hercynien aient pu subir une extrusion d'âge pyrénéen et localiser un plissement de la couverture, au surplus plastique elle-même ici. Cette écaille peut être actuellement libre ou encore enracinée, mais l'idée qu'elle aurait pu agir activement tout au moins originellement et non pas avoir été râclée à la manière d'un copeau par sa couverture s'accorde mieux avec ce que l'on sait maintenant du Gothlandien.

Sans appeler nappe cet ensemble aberrant coïncé au sein du Trias, on peut, comme nous l'avons suggéré⁽¹⁾ être appelé à faire certaines réserves sur la passivité du socle hercynien lors des mouvements pyrénéens, lorsque ce socle comprend des schistes tels que ceux-ci, non indurés par métamorphisme, ayant gardé leur souplesse primitive aux efforts mécaniques qu'ils sont appelés à subir.

A défaut d'une coupe interprétative, une série de schémas (fig. 4) tente d'expliquer le mode d'accumulation du complexe sur la verticale des sondages. Je considère en effet comme extrêmement hypothétique toute coupe qui pourrait être proposée passant par la région des sondages et qui rattacherait les affleurements liasiques au-dessus de deux cuvettes d'alluvions : les contacts anormaux extrêmement fréquents ne facilitant pas au surplus l'interprétation structurale.

L'étude pétrographique a permis de dater avec précision une certaine quantité de brèches et en particulier le ciment de l'écaille bréchique de terrains primaires, par rapport à la syénite néphélinique. Ces brèches, je le rappelle, se sont formées antérieurement à la venue d'une roche éruptive : la *syénite néphélinique* qui métamorphose leur ciment en y développant de la tourmaline.

Cet ensemble de faits permet donc d'affirmer que dans la mesure où la syénite néphélinique fait partie des roches éruptives d'âge crétacé *et non tertiaire*, les mouvements majeurs de Fitou peuvent se situer à la première phase pyrénéenne *antécénomanienn*e.

M. BARRABÉ a montré dans la région nord-ouest de la feuille de Perpignan la transgressivité du Crétacé supérieur sur tous les terrains antérieurs⁽²⁾.

La transgressivité du Crétacé supérieur sur toutes les formations antérieures des Corbières est un fait général dont l'importance a été indiquée par M. Ch. JACOB⁽³⁾. La surrection du Trias sur des espaces considérables est prouvée,

(1) J. P. DESTOMBES et A. VAYSSE. *Loc. cit.* p. 409.

(2) L. BARRABÉ. Revision de la feuille Perpignan, *Loc. cit.*

(3) Ch. JACOB. Zone axiale, *loc. cit.* p. 405.

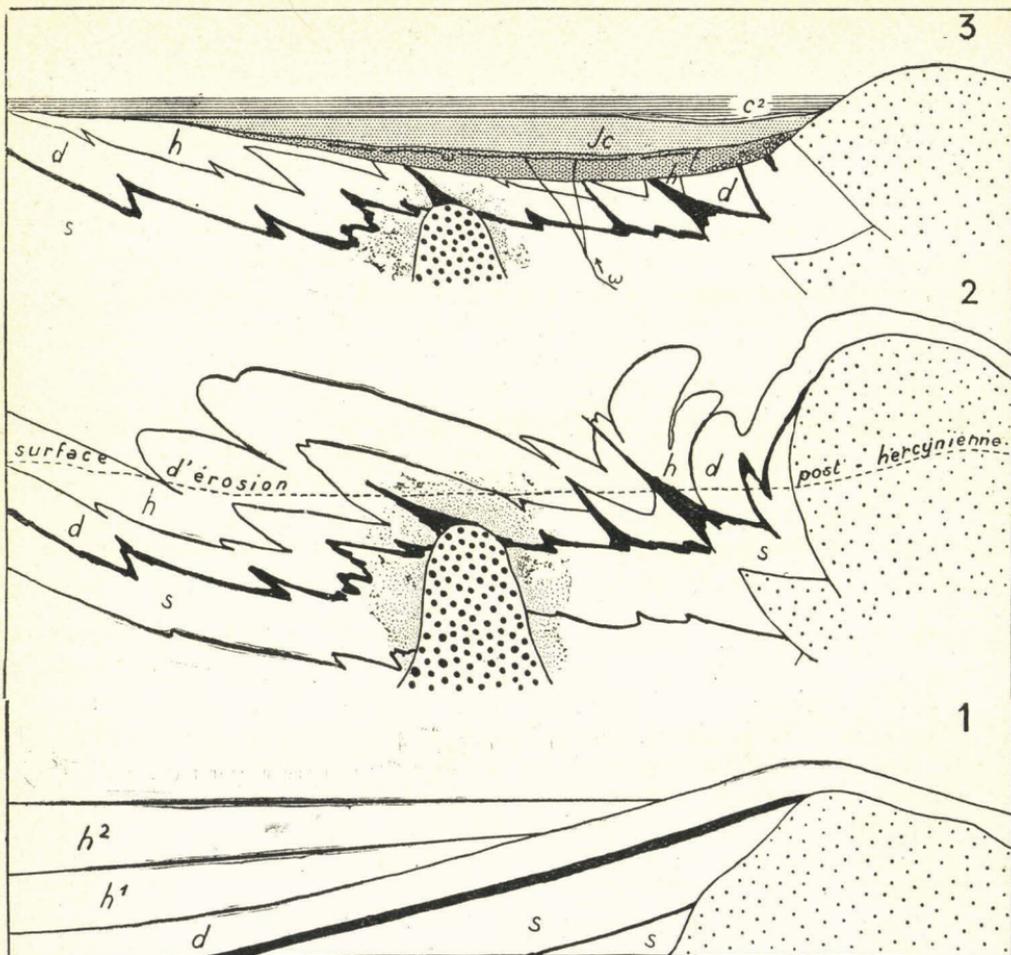


Fig. 4. — Schéma structural de la région de Fitou.

Legende

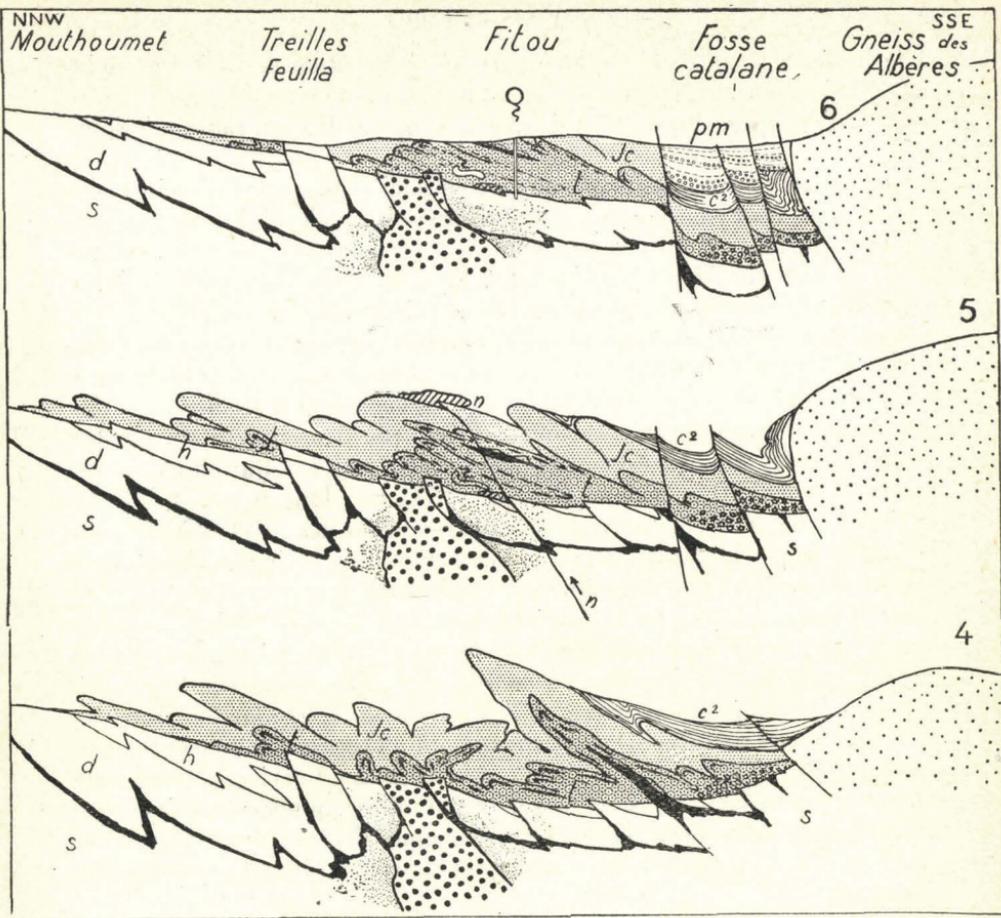
	Tertiaire et Quaternaire
	Albien
	Syénite néphélinique (post-Apt.)
	Jurassique et Urgo-Aptien
	Trias avec et Permien
	Ophite
	Conglomérat de base (Tuchan)
	Carbonifère
	Carbonifère
	Dévonien
	Gothlandien
	Ordovicien et Cambrien (?)
	Granite hercynien et auréole de métamorphisme
	Migmatites

1. Début des mouvements hercyniens. — Les couches primaires ont déjà subi un début de plissement avant et pendant le Carbonifère. Ces mouvements sont schématisés ici par des discordances angulaires. Les migmatites ont envahi la base des terrains primaires et portent leur front en certains points jusqu'au Gothlandien.

2. Fin des mouvements hercyniens. — La zone axiale est érigée et les formations primaires ont été bousculées vers le nord. Le Gothlandien forme des anticlinaux aigus et des plans de chevauchements. A mi-distance de la Montagne Noire, le Mouthoumet se forme. Un batholite de granite (au centre) métamorphose les terrains immédiatement à son contact. La chaîne s'érode au fur et à mesure qu'elle s'érige.

3. Début de l'époque secondaire. — La chaîne hercynienne finit de s'éroder. Des sédiments grossiers s'accablent en bordure, tandis que des lagunes s'installent dans les dépressions bordant les massifs érigés. Des dépôts tranquilles d'évaporations lagunaires s'accablent dans cet espace instable qui s'enfonce peu à peu sous le poids des sédiments. Une phase d'enfoncement et de fracturation verticale permet à l'ophite de s'injecter dans les sédiments plastiques, réceptifs du Keuper. Puis le Jurassique et le Crétacé inférieur recouvrent le Trias d'une épaisse couverture calcaire.

4. Crétacé moyen. — Après le dépôt de l'Albien, épais dans les régions bordières de la chaîne (Synclinal de Saint-Paul-de-Fenouillet) la zone axiale est soumise à des efforts. Tout se passe comme si elle exerçait elle-même vers le nord une pression subtangentielle. Le socle primaire Catalan-Fitou, coincé entre les masses rigides des Pyrénées au sud et du Mouthoumet au nord, se fragmente en



coins massifs. Les schistes carbonifères gothlandiens non métamorphiques, supportant quelques éléments de roches carbonifères en contact anormal avec eux depuis l'hercynien, étant coincés eux-mêmes, s'extrudent du socle et s'enfoncent profondément dans le Trias, localisant un pli de grande amplitude de la couverture. Les schistes carbonifères métamorphiques durcis font au contraire corps avec le socle.

La couverture, comme poussée violemment du sud (ou appelée vers le nord ?) déferle vers le Mouthoumet, sans résistance à l'avancement, de son substratum, formé de roches salifères triasiques.

5. *Fin des mouvements pyrénéens.* — Des coins plus importants du socle hercynien se soulèvent au nord de Fitou (Télégraphe, Treilles, Feuilla). Leur couverture triasique est balayée par le rabotage des calcaires rigides jurassiques et crétacés.

Le Trias de Fitou, replié sur lui-même, s'accumule dans un socle fragmenté qui tend à s'enfoncer, tant que dureront les contraintes. L'ophite localisée dans la partie haute du Keuper est réduite en brèches. L'écaille de terrains primaires, peut-être déracinée, a migré; son déplacement est facilité par la fluidité des roches salifères.

Dans la phase de détente qui suit, des fractures se forment; le gypse, l'anhydrite, la dolomie circulent, cimentent les diaclases et colmatent les brèches. Une fracture importante du socle laisse échapper entre les deux phases orogéniques la syénite néphélinique de Fitou qui s'insinue dans les roches les plus meubles; le gypse et les brèches de friction sont métamorphosées avec production de tourmaline.

Probablement dès cette époque le synclinal albin de Rivesaltes se forme, à la verticale des conglomérats du Permo-Trias.

Une fosse post-pyrénéenne se superpose donc à un bassin de décharges post-hercynien et localise la grande fosse catalane qui va constituer un bassin de réception extrêmement actif pendant les époques suivantes.

6. — Après la dénudation post-pyrénéenne, de nouvelles lagunes, oligocènes, permettent à des calcaires lacustres et gypses de se déposer. Ces sédiments seront conservés dans des synclinaux d'âge alpin, à grand rayon de courbure sur les marges orientales de nos plateaux calcaires maintenant rigides. Vers le sud au contraire, des transgressions marines néogènes et quaternaires marqueront les étapes de l'enfoncement continu de la fosse catalane.

N. B. — Les proportions exactes n'ont pas pu être maintenues pour une meilleure lisibilité.

lors de l'orogénèse antécénomaniennne, par la composition des grès et conglomérats cénomaniens, turonien et même sénonien, renfermant sur des dizaines de mètres d'épaisseur des cristaux de quartz bypyramidés peu roulés d'origine triasique.

Il semble maintenant indubitable que cette première phase a été extrêmement énergique dans les Pyrénées ; mes levés en Ariège ont montré des contacts discordants là où l'Albien ou l'Aptien pouvaient être observés sous le Cénomanienn (1) ; dans les Corbières j'ai observé à Fourtou (2) en compagnie de M. J. GOGUEL l'Urgo-Aptien vertical sous un Cénomanienn subhorizontal.

D'autre part ces mouvements ont été accompagnés de venues de roches éruptives (Corbières, Petites Pyrénées (3)) ; enfin il n'existe pas, à ma connaissance, dans les Pyrénées de roches éruptives d'âge éocène, ou postérieures.

Une deuxième série de mouvements est marquée dans un certain nombre de roches étudiées au microscope. Ces mouvements ont provoqué en particulier la brèche à élément de syénite néphélinique (571,80) dont on sait qu'elle est postérieure à de premiers mouvements ; on voit aussi des brèches à éléments métamorphisés par la tourmaline ou la muscovite, mais à ciment intact, dans lesquelles les cristaux de tourmaline ont été brisés.

Entre Fitou et Salces (10 km au sud) un synclinal d'Helvétien fossilifère repose presque horizontalement sur l'Urgo-Aptien vertical. A Leucate et Portel, l'Oligocène supporte le Miocène en concordance, l'ensemble étant très peu penté, sur l'Urgo-aptien, redressé. A l'exception de la région du Minervois (à l'extrémité nord de la feuille de Narbonne) on n'observe pas de mouvements importants dans l'Oligocène et l'Eocène supérieur des Corbières. Il est donc tout à fait vraisemblable que la région de Fitou ait été de nouveau affectée par les mouvements de la deuxième phase pyrénéenne (Eocène), après laquelle on ne constate plus que des déformations à grands rayons de courbure (Oligocène de Leucate).

Tous ces mouvements s'ordonnent suivant des lignes directrices déterminées et sont orientés en général au nord-est. S'il paraît évident que la plasticité des formations salifères a pu amplifier leurs effets, il n'en reste pas moins que cette tectonique aigüe est fonction du régime tectonique d'ensemble, comme cela a été remarqué dans le Rif par J. LACOSTE pour le Trias salifère qu'il a étudié (4).

Conclusions de l'étude tectonique.

1° Des mouvements violents ont plissé à l'époque crétacée la couverture triasique, jurassique et urgo-aptienne du substratum primaire métamorphique de Fitou. L'ampleur des déplacements horizontaux, marquée par la présence sur

(1) J. P. DESTOMBES. La couverture post-hercynienne du Massif de l'Arize en pays de Serou. *B. S. G. F.*, (5), XVIII, 1948, p. 340.

(2) J. P. DESTOMBES. L'Anticlinal de la Fontaine Salée, *loc. cit.* p. 381.

(3) M. L. BARRABÉ a signalé de nouvelles roches éruptives de cet âge (feuille de Toulouse, 1/320.000, *B. S. G. F.*, n° 155, 1923, p. 32).

(4) J. LACOSTE. Étude géologique dans le Rif méridional (*Notes et mém. S. G. géol. Maroc*, 1934, p. 618).

la même verticale d'une écaïlle de roches primaires non métamorphiques venue du sud-est (?) insérée dans les replis du complexe salifère, atteint au moins plusieurs centaines de mètres.

Cet écaillage du socle a contribué à augmenter le replissement du complexe qui montre une épaisseur apparente probablement au moins triple de son épaisseur originelle.

2° Il est possible que la nature même des schistes carburés non métamorphiques constituant la masse essentielle de l'écaïlle, ait facilité l'extrusion hors du socle de ce lambeau et ait localisé un des plis majeurs.

3° Le mouvement relatif de la couverture calcaire par rapport à son substratum est témoigné par le laminage et la réduction du Trias du Télégraphe, Treilles et Feuilla. On peut penser que ces suppressions tectoniques (concomitantes d'accumulations) ont été facilitées par l'exhaussement local de certaines parties du socle au moment de l'orogénèse.

L'absence en sondage du Trias inférieur, entre le complexe salifère et le socle métamorphique, peut s'interpréter par le jeu des frictions du complexe sur sa base. Il est peut-être plus vraisemblable de penser que les schistes métamorphiques auraient été déplacés localement eux-mêmes par-dessus les conglomérats du Trias de base pour arriver au contact direct de la série salifère où ils ont été carottés.

4° Une deuxième période orogénique peut être rendue responsable à Fitou de la formation de certaines brèches rencontrées en sondage, et en particulier : de celles à éléments chargés de cristaux de tourmaline, à l'exclusion de leur ciment, et de celle qui contient un élément de syénite néphélinique. Cette période correspond très vraisemblablement à l'Eocène, l'Oligocène de la région de Fitou étant très peu penté sur un substratum redressé.

CHAPITRE VII.

LE TRIAS SALIFÈRE DES AUTRES RÉGIONS
DE LA BORDURE NORD-PYRÉNÉENNE.

Au cours des chapitres précédents il a été fait mention de différentes localités de la région pyrénéenne où le Trias comportait des sels. Je voudrais entreprendre dans ce dernier chapitre l'énumération statistique et autant que les données le permettent, la description des différents gîtes du Trias salifère de la bordure septentrionale des Pyrénées, des Corbières à l'Atlantique.

Cette étude sera limitée aux régions comportant le sel gemme et les différents sels potassiques et magnésiens de la même série, sels qui constituent les termes d'évaporation les plus élevés des dépôts lagunaires classiques. On ne parlera donc qu'accessoirement des gypses et anhydrites qui accompagnent presque toujours le faciès marnes irisées du Trias pyrénéen et dont les gisements sont assez généralement répartis sous la couverture secondaire.

Dans une première partie, les différents indices ou gisements connus de ces sels seront énumérés, et leurs rapports avec les couches encaissantes analysés. Dans la deuxième partie de ce chapitre ces gîtes ou indices seront examinés suivant leur position géographique de manière à en tirer une conclusion sur la paléogéographie de la bordure nord-Pyrénéenne.

Pour être bien étayée, cette étude devrait pouvoir faire état de travaux de détail portant sur les principaux gîtes salifères connus dans ces régions; ces études de détail, tant stratigraphiques que pétrographiques ne seront possibles que lorsqu'un certain nombre de sondages ou de travaux de profondeur auront pu être contrôlés et *échantillonnés*. Jusqu'à ces dernières années, les géologues qui nous ont transmis les résultats de telles coupes mises à jour, n'ont pu nous donner, quelle que soit leur compétence, que des résultats subjectifs, basés sur des comparaisons stratigraphiques valables certes, mais non appuyés, pour la plus grande partie de ceux qu'ils ont publiés, par des recherches pétrographiques systématiques. De plus aucun échantillon à l'appui de leurs déterminations ne nous est resté. Il peut être cependant d'un certain intérêt, en vue de préparer cette synthèse, de dresser un état schématique actuel de la question, en collationnant les résultats connus.

Il sera donc fait appel largement aux sources bibliographiques; j'y joindrai les observations personnelles relevées au cours des dernières années; observations qui ont été facilitées ou provoquées par l'une des fonctions du B.R.G.G. qui est de recueillir, et d'échantillonner les coupes géologiques relevées par les travaux de recherche ou de génie civil de toute nature et de les publier éventuellement⁽¹⁾.

(1) Je remercie les commettants de certains travaux examinés ici, qui m'ont autorisé à publier l'essentiel de leurs résultats pour le but de cette étude; en particulier MM. les directeurs de la Société des Mines de Potasse et de Magnésie du Boudigot à Dax, des Salines du Midi à Salies du Salat, et de la Société nationale des Pétroles d'Aquitaine.

La description qui va suivre sera faite d'est en ouest, à partir de l'Ariège.

A. DANS LE DÉPARTEMENT DE L'ARIÈGE, SUR LA FEUILLE DE FOIX.

On connaît aux Andreaux, métairie située sur la route nationale de Foix à Saint-Girons, et à 2 km à l'est du bourg de la Bastide-de-Sérou une source salée⁽¹⁾. La situation de cette source est la plus orientale de la série des indices certains dont il va être parlé; elle est distante de 80 km environ et à l'ouest de Sougraigne, source salée la plus occidentale du Mouthoumet.

Elle émerge des marnes irisées du Keuper, au voisinage de gypses avec quartz bipyramidés. L'ophite n'est visible qu'à plusieurs kilomètres à l'ouest.

Le Keuper des Andreaux semble reposer subhorizontalement sur le Muschelkalk de Bargnac situé au sud et peu penté au nord. Il est recouvert par des dolomies infra-liasiques subhorizontales⁽²⁾.

A ses affleurements de Bargnac, le Trias inférieur ou Permo-Trias, épais de 40 à 50 m est composé de conglomérats polygéniques, surmontés de brèches monogéniques. Le Trias moyen est formé de calcaires dolomitiques et de dolomie (sans marnes dolomitiques) épais de 20 à 30 m.

Une roche éruptive diabasique s'est injectée dans la partie inférieure du Trias moyen; elle affleure sur plusieurs kilomètres de part et d'autre du bourg de La Bastide-de-Sérou.

Le Keuper gypseux à quartz bipyramidés est bien visible, reposant sur ces dolomies entre La Bastide et Ségalas, localité située à 6 km à l'ouest. Il supporte les marnes dolomitiques de Ségalas (sans gypse ni cristaux de quartz) qui sont elles-mêmes injectées de l'ophite dont le gisement a été décrit précédemment. Ces marnes dolomitiques ont une épaisseur d'environ 30 m à Ségalas, épaisseur comparable à celles de Massac (couche *n* de la coupe fig. 3). Le Keuper de Ségalas a donc une composition identique à celle de Massac (si on fait exception de l'ophite, absente à Massac).

A 5 km au nord-est de Saint-Girons, soit à 20 km à l'ouest de La Bastide, dans l'angle nord-ouest de la feuille de Foix, on connaît à Audinac une source à faible teneur en sels, qui émerge de la dolomie jurassique. L'analyse qui a été donnée de ses eaux révèle des sulfates de chaux et de magnésie⁽³⁾. Il semble qu'on puisse lui attribuer une origine triasique.

Au sud du massif de l'Arize dans la vallée de l'Ariège, à 25 km au sud-est de La Bastide, les sources qui alimentent les Bains d'Ussat émergent au contact des calcaires jurassiques subverticaux et des alluvions⁽⁴⁾.

(1) MUSSY. Roches ophitiques du département de l'Ariège *B. S. G. F.* (2), t. 26, 1868, p. 47.

(2) J. P. DESTOMBES. La couverture post-hercynienne du massif de l'Arize en pays de Sérou *B. S. G. F.*, loc. cit. p. 334.

(3) JACQUOT et WILLM. Revision de l'Annuaire des eaux minérales de France. Source d'Audinac, Ussat et Aulus (Ariège). Notice géologique et chimique, Paris, 1887.

L. DE LAUNAY. Recherches, captage et aménagement des eaux thermo-minérales, Paris, 1899.

(4) JACQUOT et WILLM. *Loc. cit.*

Trois griffons sont situés de part et d'autre de la rivière. Il est possible que ces eaux, magnésiennes, soient aussi d'origine triasique (?).

Située sur la feuille de Pamiers, la région des anciennes salines de Camarade, à 10 km au nord-ouest de La Bastide a été étudiée surtout par MUSSY⁽¹⁾. Des sources salées à Camarade, Sarradas, Lasfittes sourdent des marnes irisées avec ophite du Keuper, formations qui ont été visibles dans les anciennes exploitations et puits. Le sel est lié à des couches marno-gypseuses ; un ancien sondage de reconnaissance a permis d'attribuer au sel gemme une épaisseur « massive » de 22 m. On n'a aucun renseignement sur leur substratum. Il semble que le Trias de Camarade se soit extravasé au moment des premiers mouvements pyrénéens et qu'il a été repris dans les conglomérats et grès de Camarade.

Au méridien de Camarade, à 12 km au sud, affleurent les couches de base du Trias. La coupe de Pujol, près de Rimont, donnée primitivement par JACQUOT⁽²⁾, montre un Trias inférieur, avec poudingues à la base surmontés par des brèches monogéniques ou polygéniques à ciment dolomitique. Le Trias moyen épais de 30 à 40 m est formé de dolomies et de calcaires dont les délits montrent des surfaces vermiculées, supportant des calcaires à entroques⁽³⁾. Le Keuper est surtout formé par l'importante masse ophitique de Rimont, qui semble reposer, au sud de cette localité, directement sur le Trias moyen. Cette ophite est séparée de l'infra-lias fossilifère de la route nationale, par des marnes irisées gypseuses (contacts non observés).

Le Trias moyen de Rimont prolonge vers l'ouest celui de Bargnac et lui est comparable. Au sud de Saint-Girons on peut relever une coupe semblable, sur les chistes carbonifères de Mondette (les calcaires à entroques n'y sont pas visibles). Cette continuité de faciès du Trias inférieur et moyen à travers l'Ariège a d'ailleurs été soulignée par M. CASTERAS⁽⁴⁾. J'ajouterai que l'épaisseur du Muschelkalk y reste constante, que les couches y sont massives et ne semblent pas comporter de marnes dolomitiques du type qui à Fitou, sont associées aux séries salifères.

B. DANS LE DÉPARTEMENT DE LA HAUTE-GARONNE.

Sur la feuille de Saint-Gaudens, le Trias de Salies-du-Salat, localité située à 25 km à l'ouest de Camarade révèle d'abondantes masses de sel gemme.

En surface, les marnes irisées gypseuses avec quartz bipyramidés voisinent avec l'ophite massive des carrières de Salies. Le gisement de sel gemme est reconnu en profondeur par les sondages de la saline. Aucun d'eux n'a traversé complètement le sel. Le plus important (sondage n° 5) que j'ai pu étudier, s'est arrêté à 658,10 m dans le sel massif après avoir recoupé des alternances de sel

(1) MUSSY, *loc. cit.* p. 83-86.

(2) JACQUOT. Sur le gisement et la composition du système triasique dans la région pyrénéenne B. S. G. F. (3), t. XVI, p. 850-877.

(3) Ces calcaires, cités par JACQUOT, sont visibles près de la métairie Pujol mais je n'ai pu voir leurs contacts avec les couches encaissantes. M. CASTERAS a bien voulu me confirmer leur superposition au Trias moyen à Pujol (renseignement oral).

(4) M. CASTERAS, *loc. cit.* p. 348.

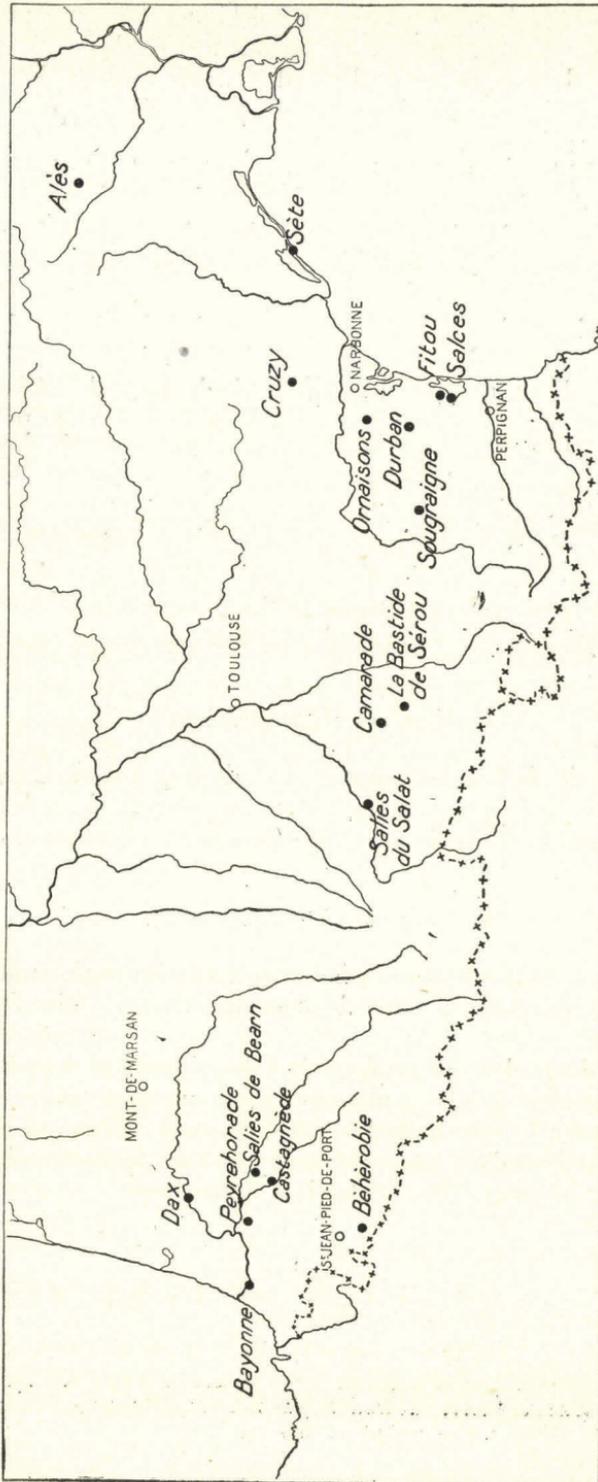


FIG. 5. — Répartition des gites et indices de sel gemme des Pyrénées françaises,

et d'anhydrite assez fortement pentées ou bréchiques avec quartz bipyramidés. La partie supérieure, non salifère, est surtout formée de brèches de marnes dolomitiques tendres et claires et d'anhydrite (avec cristaux de quartz bipyramidés, de dolomie rhomboédrique et de pyrite) d'un type analogue aux brèches de-Fitou (Keuper).

Le sel et l'anhydrite massifs qui sont parfois épais de plusieurs mètres, ne renferment pas de cristaux néogènes.

La dolomie foncée n'est jamais apparue; dans l'état actuel de nos connaissances, il est donc probable que ces séries salifères soient à rapporter au Keuper.

Les deux sondages de Betchat, localité située à 5 km à l'est de Salies-du-Salat n'ont pas rencontré de sel gemme, mais de l'anhydrite associée aux marnes irisées. L'intérêt de ces deux sondages profonds de 65 et de 145 m et arrêtés dans le Crétacé ou l'Éocène fossilifère a été de montrer la superposition anormale du Keuper de Betchat au Crétacé supérieur ou à l'Éocène, prouvant que le Trias s'est extravasé par-dessus la couverture du Cénomanién du front nord pyrénéen lors des mouvements d'âge éocène supérieur⁽¹⁾.

Le substratum du Trias de Salies est inconnu en sondage. Dans la région des affleurements normaux du Trias (feuille de Bagnères-de-Luchon) des contacts anormaux soulignent le laminage du Trias inférieur et moyen, entre les massifs hercyniens situés en avant de la zone axiale et leur couverture jurassique.

C. DANS LES HAUTES-PYRÉNÉES.

Sur la feuille de Tarbes, les sources salées de Bagnères-de-Bigorre peuvent avoir une origine triasique⁽²⁾. Leur teneur en chlorure de sodium est faible (0,20 g par litre). Le Trias de cette région est très mal connu et réduit à des lambeaux épars⁽³⁾.

D. BASSES-PYRÉNÉES ET LANDES.

Cette région est extrêmement riche en sels triasiques dont les gisements s'étendent sur les quatre feuilles de Bayonne, Orthez, Saint-Jean-Pied-de-Port, Mauléon.

J'indiquerai d'abord les principaux gîtes de sels connus sous la couverture secondaire et tertiaire de la zone primaire axiale, ou venant percer cette couverture. Nous reportant ensuite au sud, les affleurements triasiques normaux seront décrits et permettront dans une certaine mesure l'interprétation de la position stratigraphique des gisements connus dans l'avant-pays.

(1) L. BERTRAND. Sur la structure du Trias des environs de Betchat et de Salies-du-Salat *B. S. G. F.* (4), t. XXX, 1930, p. 259-267.

(2) CAREZ. La géologie des Pyrénées françaises *Mém. S. C. G. F.*, 1903, p. 1112.

(3) La source de Capvern, sur la feuille de Tarbes est aussi d'origine triasique, comme l'ont suggéré MM. SCHNEEGANS et MICHEL. (Le front N. pyrénéen entre le Salat et l'Adour. *B. S. G. F.*, (5), XIII, 1943, p. 355.) Ses eaux sont séléniteuses.

La reconnaissance des gîtes salifères de ces régions date de trois époques consécutives, nettement définies.

Jusqu'à la première guerre le sel gemme a été exploité et étudié grâce aux puits et sondages des Salines et des établissements thermaux. Ce sont au nord, la région de Dax avec les sources chaudes de Hount-Caount et des Baignots ⁽¹⁾; au sud-ouest les salines de Bayonne, Briscous, Villefranque ⁽²⁾; au sud-est la région de Salies-de-Béarn ⁽³⁾ enfin à l'est, la région de Bastenne-Gaujacq ⁽³⁾.

Les nombreux auteurs qui ont étudié l'origine de ces sources, froides ou chaudes, ont constaté la présence à proximité, de marnes, anhydrites et gypses à quartz bipyramidés d'apparence triasique. Cependant la concordance de certains faciès de ces marnes avec celui des marnes du Crétacé supérieur et de l'Éocène, l'absence de plan de faille et de mylonites a été la cause de leur fréquente attribution à l'âge des formations crétacées ou éocènes qui les environnaient.

Depuis que le comportement tectonique particulier du Trias salifère est mieux connu, il est admis que le « Trias » de ces régions correspond réellement à des formations d'âge triasique, « écoulées » à travers les fractures de leur couverture normale et souvent extravasées au-dessus d'elle.

De tous les sondages de recherches pour sels implantés par les différents commettants, aucun n'a atteint le substratum des formations salifères. Leur mode de reconnaissance, généralement le trépan, excluait au surplus la possibilité d'étude des sels eux-mêmes.

La seconde période, comprise très largement entre les deux guerres, fut celle des recherches de pétrole et de potasse.

Le Trias fut considéré à cette époque comme le gîte d'élection des dépôts pétrolifères; d'une part on avait constaté la liaison au Trias (marnes irisées, gypse des affleurements) des indices bitumineux, d'autre part on avait découvert à Gabian (Hérault) un horizon poreux, pétrolifère, dans des formations détritiques du Trias moyen. La relation fut donc évoquée d'une roche-réservoir constituée par le Trias moyen avec les écoulements du pétrole vers la surface, par diapirisme du Trias gypseux ou salifère qui lui était superposé; le plan de faille et les fractures de la couverture pouvant constituer autant de voies de migration du pétrole vers les affleurements.

Les efforts des chercheurs se portèrent donc vers la reconnaissance du Trias moyen, sous les indices situés dans le Keuper, et à travers ce Keuper lui-même; son faciès de marnes imperméables constituant de plus un élément encourageant.

(1) CAREZ loc. cit., p. 641-652; DUBALEN, géologie des eaux thermales de Dax. *Bull. S. Borda*, 52^e année, p. 133-135, Dax, 1929.

(2) Leur nomenclature a été donnée par GORCEIX, Bassin salifère de Bayonne et de Briscous *B. S. G. F.* (3), t. XXI, 1893, p. 375-393. — Voir aussi L. BERTRAND, Contribution à l'étude géologique des environs de Biarritz, Bidart et Bayonne, *B. S. G. F.* (4), t. II, 1902, p. 83-97 et SEUNES, Observations sur le Trias des environs de Biarritz, *B. S. G. F.* (4), t. III, 1903, p. 226-228.

(3) CAREZ, loc. cit. p. 641-652.

Il ne fut cependant pas possible de retrouver le substratum normal du Keuper ; les recherches furent abandonnées vers l'année 1935 après que plusieurs dizaines de milliers de mètres de sondage eurent traversé un Keuper salifère comprenant anhydrite, gypse et ophite, replié sur lui-même et ayant souvent replié en la pinçant, sa couverture normale. Ces campagnes de recherches, suivies par VIENNOT⁽¹⁾ montrèrent le bien-fondé de l'hypothèse d'un Keuper décollé de son socle et extravasé où la fluidité des sels qui le composent avait dû jouer un rôle important.

De nombreuses autres publications⁽²⁾ permirent de recueillir les renseignements très généreux qu'avaient pu laisser ces sondages souvent entièrement carottés.

Il nous reste de ces recherches, du point de vue salifère, la connaissance statistique d'un très grand nombre de gisements de sels triasiques situés aussi bien sous les affleurements précédemment connus, que sous la couverture secondaire, avec des indications d'épaisseur minima. Leurs conditions de gisement et leur composition détaillée sont le plus souvent perdues, faute d'analyses pétrographiques et de prise d'échantillons qui auraient pu être conservés et étudiés.

Les recherches de pétrole ont surtout été faites dans la région de Salies-de-Béarn ; voici les principaux résultats obtenus en ce qui concerne les séries salifères :

Sondage Oraas 6 (5 km sud-ouest de Salies) : 201-535 sel gemme, pentes moyennes fortes ;

Sondage Saint-Jacques (2 km sud-sud-est de Salies) : 24-62 gypses et marnes, 62-336 sel gemme plus ou moins bréchique ;

Sondage Castères (5,5 km ouest-sud-ouest de Salies) : 0-79 Trias gypseux ; 79-503 Crétacé supérieur ; 503-508 marnes irisées ; 508-759 sel gemme ; 759-765 ophite ;

Sondage Lestage 9 à Castagnède (7 km sud-ouest de Salies) : 0-120 Trias gypseux ; 120-620 sel gemme potassique et magnésien ; pentes moyennes 45°. L'étude pétrographique de ce sondage dont certaines carottes ont pu être récupérées, est en cours. Le faciès des sels et des brèches étudiés, et leurs compositions (sels et minéraux de néoformation) sont semblables à ceux du sondage de Salies-du-Salat n° 5 (p. 50) ;

Sondage de Peyrehorade I (16 km à l'ouest-nord-ouest de Salies) : 0-338 Flysch néo-crétacé, 338-414 marnes irisées et brèches d'anhydrite ; 414-600 sel gemme sporadiquement potassique (?)

Dans la région de Bastenne, à l'est de Dax et au nord-est de Salies deux son-

(1) VIENNOT. Communication sur la recherche du pétrole dans la zone pyrénéenne *Congrès international de forages*, Paris, 1929, t. I, p. 117-138.

(2) A. PAWLOWSKI. Les recherches de pétrole en France, Paris, 1926 et G. VIÉ in *Revue scientifique*, 1934, 1935, 1936, 1939 ; in *Revue des Carburants français*, mai 1938 ; in *Bull. oc. sciences, lettres, arts, Bayonne*, 1938, 1939, 1940.

dages ont recoupé 80 m de Keuper reposant sur des calcaires d'âge crétacé ou éocène apparemment en place (?).

Tous ces sels ont montré leur liaison aux marnes irisées, aux gypses, et à des ophites; autant que les coupes aient été décrites, ils sont donnés comme contenant des cristaux de quartz bipyramidés.

Les recherches de potasse, ont été faites dans la région de Dax. Sous un manteau d'alluvions et de pliocène, épais en moyenne de 50 à 100 m, les sondages ont mis en évidence l'existence de diapirs aigus de sel gemme potassique et magnésiens. Deux «dômes» diapirs subverticaux ont été reconnus; l'un immédiatement au sud de Dax, l'autre au nord-est de Dax, à Thétieu. Le «dôme de Dax» a été rencontré en particulier par les deux sondages du Boudigot (877 m) et de Baleste (1.220 m) sous forme de couches subverticales. Celui de Thétieu a été reconnu sur une profondeur de 1.080 m. Les sondes ne sont pas sorties du sel.

L'historique et l'essentiel des résultats ont été mis en lumière par M. DALLONI⁽¹⁾.

Cependant ici encore, les formations salifères, d'âge triasique supérieur n'ont pas révélé leur substratum.

Des sondages de reconnaissance moins importants, implantés vers le sud-ouest, en direction de Bayonne, où le Trias salifère perce le Crétacé supérieur et l'Éocène d'Urt, Urcuis et Villefranque, n'ont pas révélé de faits nouveaux pendant cette période.

Au terme de tous ces travaux, le Trias a donc été reconnu comme souvent superposé à des terrains plus récents. Cette structure aberrante a été déterminée par la plasticité des sels triasiques, gypseux, anhydritiques ou salifères.

Du point de vue stratigraphique, si on n'a pu toucher le substratum originel du Keuper, ces sondages ont toutefois montré son extraordinaire puissance apparente.

Mais un autre résultat était encore acquis: la présence au moins qualitative, quelquefois dosée, de sels de potasse et de magnésie insérés dans la masse du sel gemme.

Ces derniers résultats ont été à l'origine d'une troisième série de travaux de reconnaissance pour sels de potasse et de magnésie, travaux dont font partie les sondages de Fitou.

Cette nouvelle campagne a utilisé surtout les résultats des sondages implantés autour de Dax, et ceux qu'avaient révélé le sondage de Peyrehorade I.

Le «dôme de Dax» fut exploré par puits et galeries. Quatre travers-bancs aux profondeurs de 255, 319, 400, 650 furent foncés dans la masse saline. Le plus long d'entre eux, à la cote 400, a une longueur actuelle de 550 m et n'est pas sorti du sel gemme.

Les couches sont subverticales, en direction approximative nord-sud, et

(1) M. DALLONI. Note préliminaire sur la structure géologique et la recherche des gisements des sels de potasse de la région des Landes. *Congrès international des Mines*, t. VI, session Liège, juin 1930.

sont formées d'alternances de sel gemme et de marnes grises ou noirâtres, dolomitiques, avec des passées de sylvine et de sels magnésiens.

Il est vraisemblable que la série est continue et non redoublée. Des sondages horizontaux ont été faits aux extrémités de quelques galeries. Certains d'entre eux ont rencontré des dolomies foncées, mais les échantillons sont en trop petites quantités pour pouvoir être déterminés. Elles ont l'aspect des dolomies du Trias moyen, mais le Lias peut se trouver également sous cette forme.

Les travaux miniers ont donc confirmé la puissance des formations salifères et leur association à des marnes du faciès Keuper. Les zones bréchiques restent concordantes à la stratification et soulignent des discontinuités pétrographiques telles que sel gemme-sylvinite; elles contiennent de nombreux cristaux de quartz bipyramidés et des rhomboédres de dolomie. On retrouve donc ici des phénomènes comparables au sein du sel gemme à ceux qui ont été observés à Fitou, dans l'anhydrite. Les marnes dolomitiques étant de même faciès, on peut imaginer la formation des néo-cristaux à Dax par un processus d'écoulement, de dissolution locale des épontes au moment où le sel a flué (?).

Le sondage de Peyrehorade II fut implanté à peu de distance du premier sondage, sur le «top» d'une structure anticlinale définie par les pentes du flysch du Crétacé supérieur.

Une coupe provisoire en a été publiée ⁽¹⁾. J'en redonnerai les éléments essentiels ci-dessous.

Entre 0 et 425 m, le flysch du Crétacé supérieur (Coniacien-Santonien), bien daté par sa microfaune, repose en position subhorizontale sur une brèche marno-anhydritique triasique (avec quartz bipyramidés, dolomie rhomboédrique et pyrite) épaisse de 60 m. Cette brèche correspond à ce que les sondeurs nomment avec raison «marnes irisées». Entre 485 m et 725 m se situe un sel gemme massif, très peu penté en général (15 à 30°) sans brèches (une passée d'argile plastique rouge avec cristaux de quartz néogènes épaisse de 7 cm se situe à 711,10 m). Ce sel est de teinte variable, il comprend des lits argileux et dolomitiques très peu épais soulignant la stratification; on trouve beaucoup de petits nodules d'anhydrite blanc, de magnésie ou de potasse noyés dans la masse saline stratifiée. Au contact du sel et de la brèche du Keuper qui le surmonte, de très nombreuses phyllites de mica blanc flottent dans la brèche. Sous le sel (725) on retrouve le flysch, mais d'âge cénomanien laminé et renversé, superposé lui-même au flysch coniacien de 730 à 750 m. Une brèche à éléments de flysch et de sel se situe au mur du sel massif au contact du flysch.

Les divisions stratigraphiques du flysch ont été établies avec beaucoup de précision grâce à la microfaune.

On a donc ici un diapir couché de Keuper salifère injecté dans un pli couché

(1) J. P. DESTOMBES et P. MARIE. Résultats stratigraphiques d'un sondage à Peyrehorade (Landes), *loc. cit.*

de flysch. La base du flysch est davantage laminé au toit du Keuper qu'à son mur. Le renversement complet du flysch sous le sel a été confirmé par la poursuite du sondage. On a trouvé en effet, de 750 à 918 m, profondeur à laquelle a été arrêté le sondage, la série renversée du flysch, et à 918 m l'indication du Danien ⁽¹⁾.

Voici les conclusions provisoires auxquelles je suis amené à la suite de l'étude du Trias de ce sondage, en comparaison avec celui de la mine de Dax :

Les sels et les marnes dolomitiques qui lui sont liés sont d'un même type dans les deux localités. Ces roches sont également comparables à celles du sondage Lestage 9, et du sondage 5 de Salies-du-Salat. Les marnes dolomitiques, noirâtres ici comme à Dax, ont la même composition minéralogique que les marnes dolomitiques tendres, verdâtres de Fitou (Keuper). Elles sont ici très peu épaisses.

Les gisements de Dax et de Peyrehorade évoquent par leur puissance et leur continuité une origine subsidente non douteuse; cette idée sera reprise au paragraphe suivant.

Au point de vue tectonique, il est assez curieux de constater qu'à Peyrehorade comme à Dax les couches de sel sont très peu plissées. A Dax, en dehors de quelques brèches peu épaisses toujours parallèles entre elles et aux couches, la série des sels est en position verticale d'un bout à l'autre des travers-bancs, aussi bien au niveau — 250 qu'au niveau — 600. A Peyrehorade, entre les brèches de son toit et de son mur, la série du sel gemme est peu pentée et ne montre pas de broyages. Je rappelle que les brèches limites, de contact, du massif salifère avec le flysch créacé, ne comportent pas d'autres roches que celles du Keuper (anhydrite, marnes irisées) et du flysch. Tout se passe comme si le sel avait migré en bloc, sans mouvements relatifs observables à l'intérieur de sa masse, et en laissant sur place ses épontes primitives triasiques et liasiques. Il s'est insinué en paquet « rigide » sous un flysch marneux, plastique qu'il a ployé en un pli anticlinal aigu et qui s'est ensuite couché à l'horizontale.

Ce fait est apparemment paradoxal, d'une série salifère, s'injectant dans des épontes apparemment plus rigides sans se déformer. Les brèches du toit (60 m) composées d'anhydrite et de marnes irisées fortement broyées et fluées révèlent un tout autre comportement. Il est difficile d'imaginer que les strates d'une série très « visqueuse », introduites dans celles d'une série rigide, puissent ne plisser à leurs contacts que les roches ayant une plasticité intermédiaire, et rester parallèles à elles-mêmes dans ce mouvement. Il est important de remarquer, pour essayer d'interpréter ces faits, que la masse du sel gemme ne comporte pratiquement pas de bancs anhydritiques ou marneux alors que les zones d'anhydrite-dolomie de Peyrehorade révèlent comme à Fitou, une discontinuité pétrographique importante, et ce sont ces dernières qui sont réduites en brèches, au toit du sel gemme.

(1) L'étude de cette dernière série a été faite par M. DIENESCH, géologue à la S. N. P. A. qui a bien voulu m'autoriser à faire mention de ses conclusions.

J'ai décrit au sud de Luchon un fait qui peut être rapproché de celui-ci et dont j'ai parlé précédemment (1).

Une « injection » de Gothlandien (schistes carburés graphiteux) dans la masse des calcaires rigides du Dévonien supérieur ne montre aucun pli, aucun « remous » dans les 125 m de coupe où j'ai pu les observer, les couches étant verticales sur toute cette longueur. Ce n'est qu'aux contacts des terrains encaissants qu'on peut constater, mais rarement, la présence de quelques minces brèches; les failles correspondant aux bords de l'injection ne sont soulignées que par du quartz ou de la calcite.

Ces observations ne sont peut-être pas nouvelles, je ne pense pas que des faits du même ordre aient cependant été décrits sur la base d'un tel volume de matériaux (2).

Ces travaux récents de Dax et de Peyrehorade, pas plus que les anciens sondages ne nous ont montré les épontes primitives du Trias salifère; et nous ne savons rien de plus sur la situation du sel dans la série triasique. (Les sondages anciens de Salies-de-Béarn auraient rencontré des « calcaires » et des « dolomies » liés aux sels et à l'anhydrite[?])

En l'absence d'échantillons aucune hypothèse ne peut être faite soit ici, soit à Salies-du-Salat ou à Castagnède, au sujet de la présence éventuelle d'un « groupe de l'anhydrite ».

L'ophite n'a été rencontrée ni à la mine de Dax, ni à Peyrehorade.

Si nous recherchons au sud les affleurements normaux du Trias, c'est à Saint-Jean-Pied-de-Port et dans ses environs que l'on peut trouver quelques coupes intéressantes encore qu'extrêmement difficiles à relier entre elles.

J'ai donné récemment une échelle stratigraphique probable du Muschelkalk de Saint-Jean (3). Les différentes coupes de détail qui m'ont permis de l'établir ont été réunies par deux niveaux-repères dont un niveau à *lingula tenuissima*. Ce niveau fossilifère est constitué par quelques mètres de schistes mous, dolomitiques, le plus souvent laminés parce que insérés entre deux massifs calcaréo-dolomitiques; j'ai pu le retrouver plusieurs fois sous forme d'éléments de brèches, toujours entre mêmes mur et toit.

Je donne ci-dessous la composition complète, probable, du Trias de Saint-Jean, m'aidant de mes observations personnelles et de celles que M. P. LAMARE a publiées antérieurement (4).

(1) J. P. DESTOMBES, A. VAYSSE. Le Gothlandien de la vallée de la Pique, *B. S. G. F.* (5), *loc. cit.*, p. 408.

(2) J. LACOSTE (*loc. cit.*, p. 628) fait allusion, après MRAZEC, à des diapirs à noyaux résistants. Dans ce cas, ce n'est plus la plasticité du noyau qui intervient dans l'intrusion diapirique, mais celle des formations de son toit. Il semble qu'on ait pu avoir ici un phénomène comparable quant aux résultats. Toutefois à l'intérieur même du sel gemme de Dax, des mouvements différentiels, d'ailleurs peu importants se sont produits aux contacts des couches potassiques et du sel gemme.

(3) J. P. DESTOMBES. Le Muschelkalk de Saint-Jean-Pied-de-Port (B.-P.) *C. R. S. S. G. F.*, 1947, p. 214, 2 juin 1947.

(4) P. LAMARE. Le bassin triasique de Saint-Jean-Pied-de-Port, *B. S. C. G. F.*, n° 203, t. XLII, 1940, p. 141-157; avec une bibliographie.

I. *Permo-Trias et Trias inférieur.*

- a. Conglomérat à éléments quartzeux et du socle primaire (« Permo-Trias ») des pentes du nord du Jarra et des crêtes de l'Arradoy : 0-200 m.
- b. Grès bigarrés du Jarra : psammites rouges et verts : grès fins ou grossiers 50-200 m.
- c. Alternances de grès lités et d'« argilites »⁽¹⁾ rouges, micacées : 100-200 m (replats est du Jarra) ; les « argilites » sont visibles aussi au sud-ouest de Saint-Michel-de-Baigorry (les emplacements exacts des coupes observées sont indiquées dans ma publication)⁽²⁾.

II. *Muschelkalk.*

- d. Marnes dolomitiques cloisonnées gris-fumée : 8 m.
- e. Marnes argileuses tendres : 0,10 m.
- f. Dolomies foncées à altération noires : 1,50 m.
- g. Calcaires bleu-lavande foncé, délits à surfaces vermiculées ; radioles d'oursins : 8,50 m.
- h. Schistes dolomitiques en fines plaquettes à *lingula tenuissima* : 7 m.
- i. Calcaires bleu-foncé à grain fin, finement lités à la base : 2,50 m.
- j. Dolomies noirâtres, à rares filets marneux : 10 m.
- k. Marnes dolomitiques cloisonnées, gris-fumée : 5 m.
- l. Marnes dolomitiques très colorées, avec petits bancs de dolomie intercalaires : 20 m.
- m. Dolomie à pseudo-entroques : 8 à 10 m.
- n. Marnes dolomitiques cloisonnées, gris-fumée : 8 à 10 m.

III. *Keuper.*

o. Marnes irisées, gypse et ophite, bien développées à la sortie est de Caro et sur le chemin d'Aincille à Saint-Jean-le-Vieux ; présence de quartz bipyramidés et de dolomie rhomboédrique ; épaisseur ? Marnes irisées et sel gemme à Beherobie (commune d'Aincille), source d'Ugarté.

p. Marnes dolomitiques (et petits bancs dolomitiques intercalaires) rouges, violettes, vertes, noirâtres, visibles sur les marnes gypseuses de Caro. L'ophite peut occuper une place quelconque dans l'une de ces deux dernières séries, mais aussi dans les couches inférieures, comme celle qui est en liaison avec le Muschelkalk de la citadelle de Saint-Jean-Pied-de-Port.

Je n'ai pu observer nulle part la superposition du Rhétien fossilifère à cet ensemble.

Cette série triasique n'avait pas, à ma connaissance, été publiée en détail ;

(1) Ces « argilites » (terme employé par M. LAMARE dans l'ouvrage cité précédemment), sont des « marnes dolomitiques » au sens donné dans le cours de mon étude sur Fitou, mais assez fortement chargées de quartz détritique et de paillettes micacées.

(2) J. P. DESTOMBES. Le Muschelkalk de Saint-Jean-Pied-de-Port, *loc. cit.*

elle est aussi complète qu'à Massac (Aude), bien qu'il ne m'ait pas été possible en pays basque d'enregistrer la superposition entière sur une même ligne de coupe. Leur comparaison montre certains faits intéressants.

Le *Keuper* est formé dans l'Aude comme dans les Basses-Pyrénées de *deux termes nettement différents*; à la base, une série gypso-salifère avec marnes irisées et cristaux de quartz et de dolomie de néo-formation; au sommet une série marno-dolomitique en bancs durs, bien lités; on retrouve cette superposition à Ségalas, en Ariège. *C'est sous cette forme que le Keuper se présente aussi en Lorraine et dans le Jura.*

L'ophite a été trouvée liée à des formations salifères et à des marnes du *Keuper*. Mais elle peut avoir injecté aussi d'autres roches triasiques.

Le Muschelkalk est composé à Caro (Basses-Pyrénées) de calcaires et de calcaires dolomitiques à fossiles marins, comme dans le Mouthoumet; la présence des délités vermiculés peut être également un repère.

Les marnes dolomitiques et gréseuses appelées argilites par M. LAMARE (couches *c* de la coupe d'ensemble) ont suggéré à cet auteur leur analogie avec celle du groupe de l'anhydrite⁽¹⁾.

Nous avons vu en étudiant les coupes de Massac et de Fitou, que ces roches peuvent s'être déposées dans des conditions extrêmement voisines de celles de l'anhydrite⁽²⁾, et on peut penser que l'anhydrite peut remplacer latéralement les « argilites » du Jarra.

La coupe du Trias basque montre de telles roches, non seulement sous le Muschelkalk marin, mais au-dessus de lui (niveau *l*). Les dolomies à pseudo entroques (*m*) séparant ces marnes supérieures *l*, du *Keuper* salifère, sont en toute probabilité des calcaires à entroques tels que ceux de l'Ariège, dolomités. On aurait donc ici au toit du Trias inférieur une série de récurrences marines⁽³⁾ séparées par des couches lagunaires, qu'on ne peut s'empêcher de comparer à celles qu'on trouve à Fitou, sous la forme d'anhydrites et de dolomies à organismes ou à fossiles marins, en alternances répétées.

L'hypothèse formulée par M. LAMARE pour le Trias basque, de la présence d'un groupe de l'anhydrite, semble donc pouvoir s'étayer actuellement avec assez de vraisemblance.

Pour conclure ce chapitre, il faut rappeler brièvement les différentes observations précédentes.

On a pu grouper très facilement le Trias salifère du Massif du Mouthoumet à la partie orientale de la chaîne en un ensemble cohérent; ce massif a été analysé dans les chapitres antérieurs.

(1) P. LAMARE, *loc. cit.*, p. 146.

(2) La présence de quartz détritique dans les « argilités » du Jarra, non observé aux sondages de Fitou dans les marnes dolomitiques, n'est pas un argument pour refuser ce rapprochement. Le sondage de la Blaquièrre (Gard) a fourni, comme on l'a vu, des niveaux *conglomératiques* dans les « grès bigarrés » à *ciment d'anhydrite*, directement sur le houiller.

(3) Niveaux lagunaires : *c, l, n*. Niveaux marins *d à k, m*.

A plus de 80 km de distance vers l'ouest, on trouve en Ariège, dans le Keuper, le sel gemme des Andreaux ainsi que d'autres gisements plus à l'ouest. Le Trias moyen y est beaucoup moins épais que dans les Corbières centrales, il n'est pas marno-dolomitique, il contient des brèches.

Le Lias ariégeois, peu épais ⁽¹⁾ est surtout formé de brèches, on peut donc y voir une tendance constante à l'émersion, tendance qui a eu son paroxysme lors des premiers mouvements pyrénéens. On observe en effet, largement au nord de la zone primaire, la surrection à cette époque, du socle hercynien, que traduit la composition de décharges puissantes de roches primaires dans les conglomérats de Camarade d'âge cénomaniens ⁽²⁾.

Nous constatons donc en Ariège une instabilité qui a pu avoir les mêmes conséquences en ce qui concerne les dépôts de sels que des enfoncements subsidents à certaines époques. Le Keuper semble bien correspondre au gîte normal des sels triasiques de l'Ariège et de la Haute-Garonne.

Les sondages négatifs (quant au sel gemme) de Betchat, peuvent ne signifier, comme à Fitou, qu'une plus grande intensité du déferlement triasique, prouvé dans ces deux régions par les superpositions anormales d'unités tectoniques différentes.

Cette zone ariégeoise et de Haute-Garonne, qui a pour centre géographique Saint-Girons et qui a révélé à Salies-du-Salat des épaisseurs considérables de sel gemme, s'étend sur environ 40 kilomètres de longueur; elle comprend un Keuper certainement salifère, mais rien ne permet de suggérer que d'autres niveaux du Trias soient aussi des gîtes de sel gemme.

Au point de vue tectonique, il est extrêmement intéressant de constater ici comme dans les Corbières la coïncidence de la présence du sel gemme triasique dans une région où les mouvements pyrénéens semblent avoir eu une acuité particulière, *avec participation du socle hercynien*.

MM. CASTERAS ⁽³⁾, SCHNEEGANS et MICHEL ⁽⁴⁾ et moi-même ⁽⁵⁾ avons montré que depuis Pla-de-la-Borde à l'est (méridien de la Bastide-de-Sérou), à Camarade et vers Capvern à l'Ouest, l'orogénèse anté-cénomaniens avait permis la surrection de très importantes masses de matériel hercynien. Cette région est aussi comme nous l'avons vu, celle où le Trias est salifère. (La Bastide, Camarade, Salies). La remarque précédente, faite pour le Mouthoumet (p. 94) semble donc avoir un caractère général et contribue à appuyer l'idée de la formation du sel gemme dans des aires d'instabilité marquée du socle primaire.

Je ne pense pas qu'on puisse tenir compte des sources salées de Bagnères-

(1) G. DUBAR (*loc. cit.*, p. 145, fig. 27) a montré, rappelons-le, que pendant toute la durée du Lias, un seuil, une cordillère avaient fait obstacle aux dépôts sédimentaires.

Le Jurassique moyen repose sur le Charmouthien en discordance de stratification à la Bastide-de-Sérou.

(2) J. P. DESTOMBES. La couverture post-hercynienne du massif de l'Arize, *loc. cit.*

(3) M. CASTERAS, *loc. cit.*, p. 360.

(4) D. SCHNEEGANS et MICHEL, *loc. cit.*, p. 355.

(5) J. P. DESTOMBES, La couverture post-hercynienne du massif de l'Arize, *loc. cit.*

de-Bigorre, dont l'origine triasique est incertaine. L'avenir des recherches profondes dans les Petites-Pyrénées et la Bigorre montrera si on doit ou non considérer le Trias de ces régions comme intéressant du point de vue des sels ; il n'existe pas de sondages à ma connaissance qui les y aient rencontrés.

La zone occidentale des Pyrénées forme donc le troisième ensemble de terrains triasiques salifères et c'est, je pense, le plus caractéristique.

L'épaisseur de ces formations y est considérable (300 à 500 m au minimum). Les Trias inférieur et moyen y sont épais comme dans les Corbières centrales, à Fitou et dans le Gard. Ils sont composés de couches clastiques ou dolomitiques, qui, dès le début du Trias, peuvent avoir été associées à des sédiments d'évaporation. Le Keuper est vraisemblablement le gîte d'une grande partie des couches salines révélées dans les sondages. Les lagunes salines ont donc eu dans cette région une grande durée, prouvée au moins par l'épaisseur des sels de Dax et de Peyrehorade.

Bien que soumise à des efforts importants lors des trois orogénèses d'âge pyrénéen⁽¹⁾ on peut analyser ici mieux qu'à Fitou, les couches d'âge secondaire superposées au Trias salifère.

M. DUBAR a décrit un faciès basque « profond » du Lias⁽²⁾, beaucoup plus épais et complet qu'en Ariège. Une partie du Jurassique supérieur est représentée sur la feuille géologique de Mauléon alors que ces niveaux manquent dans tout le reste des Pyrénées. Au Crétacé, à la fosse triasique du sel de Dax-Bayonne-Mauléon se superpose la fosse aturienne, puis, après le poudingue de Palassou, base d'un nouveau flysch post-orogénique, les séries épaisses de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène de la côte des Basques. L'épaisseur de tout cet ensemble (Trias exclu) est certainement supérieur à 4.000 m. Très grossièrement estimées, les épaisseurs relatives seraient les suivantes : Trias 1.000 m, Jurassique et Crétacé inférieur 1.000 m, Crétacé supérieur 2.000 m (minimum), Éocène et Oligocène 1.000 m (minimum).

Les phénomènes de subsidence sont ici absolument incontestables pendant toute la durée des époques secondaire et tertiaire.

En résumé, les conditions paléogéographiques du bord nord de la chaîne pyrénéenne sont donc nettement différentes d'Ouest en Est. A l'Est, les Corbières appartiennent à une région qui ne s'incorpore à l'histoire géologique pyrénéenne que très tard, peut-être pas avant l'Éocène supérieur ; jusque-là il semble qu'elle ait eu, avec quelques variations, le même comportement, qu'elle ait subi les mêmes transgressions et régressions que le bord méridional du Massif central. C'est une région d'enfoncement des zones bordières, avec un socle hercynien qui a lui-même résisté aux transgressions ; on y trouve un Trias

(1) M. P. LAMARE a montré (*loc. cit.*, p. 150) que les deux premières (ante-aptienne et ante-cénomanienne) avaient eu plus d'intensité dans le pays basque que l'orogénèse éocène. Il est cependant évident que cette dernière est responsable des replissements les plus fantaisistes observés en Aquitaine méridionale dans la couverture d'âge crétacé supérieur du Trias salifère.

(2) DUBAR, *loc. cit.*, p. 170 et 207.

salifère et d'intenses poussées tangentielles sur le versant méditerranéen de Corbières.

Vers le centre, l'Ariège et la Haute-Garonne forment une zone de cordillères, en surrection permanente. MM. SCHNEEGANS et MICHEL ont prouvé ce fait, s'appuyant non pas sur la bordure de la zone axiale comme je l'ai fait, mais sur le faciès des dépôts des différents flysch post-orogéniques ⁽¹⁾.

A l'Ouest les pays basques et béarnais sont des zones d'enfoncement subsidents depuis l'époque hercynienne. C'est une région de sel gemme et de plissements intenses connexes aux aires subsidentes. A la tectonique aigüe s'ajoute une tectonique salifère que les importants sondages actuels nous feront mieux connaître. Mais les recherches de structure s'y compliquent par la superposition au Crétacé et à l'Éocène disloqués d'un manteau de cailloutis et de sables pliocènes et modernes, et il faut traverser par de petits forages annexes cette couverture ou employer des méthodes géophysiques pour découvrir les structures enterrées.

Il est cependant probable que c'est dans cette région occidentale des Pyrénées que des sondages devraient pouvoir découvrir les sels triasiques répondant aux buts de la recherche.

Il n'est pas exclu que de telles formations aient été précédemment traversées sans aucun bénéfice.

Cette étude très schématique peut indiquer une orientation de la recherche des sels triasiques dans la région nord-pyrénéenne. Il n'est pas douteux que c'est dans la mesure où tous les travaux de profondeur pourront être contrôlés et échantillonnés en vue d'études stratigraphiques et pétrographiques détaillées que ces recherches pourront apporter quelque résultat.

Un chapitre spécial devrait être consacré à l'exposé des connaissances que nous pouvons avoir actuellement des indices de sel gemme du Trias des Pyrénées espagnoles. Ce travail est en cours et doit faire l'objet d'une étude plus générale dont le chapitre actuel est un avant-propos.

Disons cependant que c'est surtout dans le Tertiaire : l'Oligocène en Catalogne ⁽²⁾, l'Éocène et l'Oligocène en Navarre ⁽³⁾ que des couches potassiques situées au sein du sel gemme se sont révélées exploitables.

(1) D. SCHNEEGANS et P. MICHEL, *loc. cit.*, p. 351-366.

(2) G. F. DOLLFUS. Investigations sur le bassin potassique de la Catalogne, *C. R. S. S. G. F.*, 1924, p. 122-124.

J. JUNG. Le bassin potassique de Catalogne. *Revue de l'Industrie minière*, 15 octobre 1925.

(3) A. DEL VALLE DE LERSUNDI. Le bassin potassique de Navarre et les résultats du sondage récent de Javier, *B. S. G. F.* (5), t. V, 1935, p. 533-540.

A. MARIN. Bassin potassique espagnol, *Bull. Inst. géol. Espagne*, t. XLVIII, 3^e série, 1926).

A. MARIN. Sondages exécutés dans le bassin potassique d'Espagne *Bull. Sond. Inst. géol. et min. Espagne*, t. III, fasc. 1, 1932.

CONCLUSIONS D'ENSEMBLE.

I. COMPOSITION ET MODE DE GISEMENT DU TRIAS SALIFÈRE DES CORBIÈRES ORIENTALES

Les trois termes du Trias germanique sont représentés dans les Corbières : le Muschelkalk n'a pas fourni de faune abondante mais on sait, grâce aux découvertes de M. L. BARRABÉ⁽¹⁾, corroborées par la trouvaille d'encrines dans les calcaires de Padern qu'un épisode marin s'est inséré entre les deux phases lagunaires du Trias.

Il est vraisemblable que des dépôts anhydritiques, intimement mêlés à de la dolomie ont pu ici se former dès les premières manifestations marines du Muschelkalk. Il est clair en effet que l'anhydrite, sub-contemporaine du sel gemme (dans une même lagune), a une origine marine. Ces dépôts salifères d'âge Muschelkalk correspondent à l'*Anhydrit-gruppe* des auteurs allemands. D'autre part, le Keuper est également le gîte d'anhydrite, associée à des marnes dolomitiques, et celui du sel gemme. Ce dernier fait peut être vérifié à Sougraigne et il est probable à Ornaison.

Les seuls dépôts anhydritiques ont à Fitou une puissance minimum de 125 à 150 m.

Les ophites se sont injectées en sills dans le Keuper et vraisemblablement ici comme en Ariège, avant l'Hettangien ; il est possible que d'autres niveaux du Trias en recèlent, dans la mesure où ces niveaux auraient eu les mêmes propriétés plastiques (marnes ou sels) que le Keuper.

Les cristaux de quartz bipyramidés et les rhombôdres de dolomie sont des minéraux néogènes caractérisant le Keuper ou le Muschelkalk quand ces niveaux sont salifères et dolomitiques d'une part, et que leur dolomie originelle a pu être remise en circulation d'autre part. La liaison au gypse (ou à l'anhydrite) de ces cristaux me semble absolue à Fitou.

La présence du sel gemme potassique au voisinage de Fitou y est prouvée par les sources salées. L'analyse chimique a d'autre part révélé une teneur importante en KCl dans un échantillon de marnes dolomitiques et on sait que l'epsomite existe dans la carrière souterraine en filonnets secondaires. Nous pouvons donc affirmer que du sel gemme potassique s'est déposé dans la région, mais que les plissements pyrénéens suivis d'érosions et de dissolutions jusqu'à un niveau qui peut être inférieur au niveau de la mer l'on fait disparaître à la verticale des sondages ; le gypse provenant de l'altération de l'anhydrite est encore fréquent à la profondeur de 250, soit à 110 m sous le niveau de la mer.

La nature des formations salifères triasiques les assujettit à un comportement fluidal lorsque des pressions entrent en jeu. Le sel gemme, voisin des couches potassiques dans la série des différents dépôts d'évaporation flue à un taux de

(1) L. BARRABÉ. Sur la présence du Muschelkalk, *loc. cit.*

pression très bas (plus de dix fois inférieur à celui de l'anhydrite). De fait, les recherches poussées jusqu'ici dans les Pyrénées pour la reconnaissance du sel gemme n'ont jamais pu le découvrir lié à ses épontes originelles.

II. LE TRIAS SALIFÈRE ⁽¹⁾ DANS L'ENSEMBLE DE LA ZONE NORD-PYRÉNÉENNE.

Le Trias salifère de l'ensemble des Pyrénées françaises se répartit dans trois zones.

À l'est, la région des Corbières semble s'être comportée non seulement pendant le Trias, mais jusqu'à l'Éocène supérieur, comme partie du domaine languedocien et cévennol. Les lagunes triasiques de la périphérie du socle primaire du Mouthoumet, superposées à des aires subsidentes ont été le siège de dépôts salifères dès une époque ancienne du Trias.

Au centre, le Trias est salifère en Ariège et en Haute-Garonne. Cette région, dès le Trias inférieur et jusqu'après l'Éocène, a eu tendance à l'émersion. Un épisode d'enfoncement, a permis durant le Keuper, le dépôt du sel gemme en épaisseurs importantes.

À l'ouest, le pays basque, béarnais et sud-landais correspond à une troisième zone salifère. Le faciès et l'épaisseur des formations secondaires et tertiaires superposées aux dépôts salifères du Trias indiquent à l'évidence l'existence de fosses de subsidence extrêmement « actives » dans lesquelles, dès le Trias inférieur et moyen, le sel a pu s'enfouir progressivement. C'est dans cette région des Pyrénées que le sel paraît avoir son épaisseur maxima. Il comporte des niveaux potassiques et magnésiens.

III. UN CERTAIN NOMBRE DE PROBLÈMES ANNEXÉS À L'ÉTUDE DES SELS TRIASIQUES ONT PU ÊTRE PRÉCISÉS OU RÉSOLUS.

Ce sont, à Fitou, au point de vue *pétrographique* :

- la liaison originelle de la dolomie-minéral à l'anhydrite ;
- la transformation dès une époque ancienne d'une partie de l'anhydrite en gypse (époque antérieure au Crétacé, vraisemblablement contemporaine des premiers mouvements) ;
- la plus grande sensibilité du gypse au métamorphisme générateur de tourmaline par rapport aux minéraux auxquels le gypse est associé ;
- la liaison des cristaux de quartz bipyramidés et de dolomie rhomboédrique aux brèches salifères (gypse, anhydrite) et non au « Keuper ».

Au point de vue *stratigraphique* :

L'existence vraisemblable à l'est, dans les Corbières et à l'ouest dans la « fosse aturienne » d'un « groupe de l'anhydrite » comportant anhydrite, et peut-être déjà le sel gemme :

⁽¹⁾ Salifère sera pris ici dans son sens restreint : Sels de la série du sel gemme, potassiques et magnésiens.

— la décomposition du Keuper en ses deux termes classiques, tels qu'on les connaît en Lorraine : à la base, une série salifère (au sens large) avec marnes irisées et minéraux néogènes; au sommet, des marnes dolomitiques en petits bancs bien réglés;

— le dépôt des séries salifères dans des aires d'instabilité;

— l'âge de l'ophite, connu en Ariège comme étant post-Keupérien et ante-Hettangien. Ces venues éruptives paraissent contemporaines dans toute la chaîne, elles semblent s'insérer de préférence (de même que certaines autres roches éruptives à d'autres époques) dans les niveaux les plus plastiques.

Au point de vue tectonique, l'âge crétacé de la phase majeure de plissement à Fitou; l'accumulation, au moment des plissements, de la série salifère, concomitante du laminage de ce même niveau en d'autres points; la plasticité « extrusive » du Gothlandien dans une phase orogénique post-hercynienne.

Dans la région de Dax-Peyrehorade. — Le comportement très particulier du sel gemme, qui semble s'introduire en masse et sans se déformer dans les couches de sa couverture. C'est probablement cette plasticité spéciale et peut-être son homogénéité qui lui a valu d'être éjecté plus facilement que l'anhydrite, lors des mouvements (Fitou, Betchat).

Enfin on constate la superposition d'une tectonique aigue avec dislocation du socle, à des aires instables où le Trias est salifère.

En contre-partie d'autres problèmes ont été soulevés par cette étude et, qui restent posés. Ce sont :

la présence en profondeur d'un massif granitique à Fitou :

— l'association minéralogique de la dolomie et de l'anhydrite dont la genèse n'est pas établie;

— les causes du comportement fluidal des sels : anhydrite (brèches d'écoulement); sel gemme (migrations massives sans écoulement internes quand il est massif).

Ces derniers problèmes mis en lumière par les roches étudiées en sondage et dans les travaux miniers de Dax semblent extrêmement importants. La fluidalité de l'anhydrite est à l'origine très probable des cargneules et des brèches gypseuses, mais celle des sels en général a joué un rôle beaucoup plus important dans l'architecture de nos chaînes, rôle qui n'est d'ailleurs pas méconnu.

Cependant, l'étude des déformations mécaniques des sels est encore à ses débuts, il serait souhaitable que les observations qui pourraient être faites à ce sujet dans les puits, sondages ou galeries, soient consignées avec objectivité.

C'est dans de telles conditions que des observations peuvent être utilisées en vue de plus larges interprétations ultérieures.

Cette étude des sondages de Fitou, en grande partie descriptive, n'a d'autre ambition que d'être ce jalon dans la connaissance encore si imparfaite du Trias salifère pyrénéen.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
INTRODUCTION.....	3
CHAP. I. — HISTORIQUE.....	7
CHAP. II. — PROGRESSION DES SONDAGES.....	9
CHAP. III. — COUPE DES SONDAGES.....	12
Fitou I.....	12
Fitou II.....	14
CHAP. IV. — ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE.....	25
I. Description des roches.....	26
II. Résultats de cette étude.....	52
A. <i>Roches du socle hercynien</i>	52
B. <i>Roches d'évaporation lagunaire</i>	53
a. Le gypse.....	53
b. L'anhydrite.....	57
c. Les dolomies et les calcaires.....	58
d. Rapports dolomie-anhydrite et conditions de dépôts.....	61
e. Essai d'interprétation des mouvements observés dans ces roches.....	63
f. Minéraux de néo-formation.....	67
C. <i>Roches éruptives et métamorphiques</i>	70
III. Résumé et conclusions de l'étude pétrographique.....	73
CHAP. V. — ÉTUDE STRATIGRAPHIQUE.....	75
A. <i>Roches primaires peu métamorphiques</i>	75
B. <i>Schistes maclifères</i>	75
C. <i>Complexe salifère et dolomitique</i>	75
a. Les cristaux de quartz bipyramidés.....	82
b. Les dolomies et les cargneules.....	83
c. Les brèches gypseuses.....	84
d. L'ophite.....	84
Comparaison du Trias des Corbières et de celui des régions voisines.....	88
Épaisseur de la série, la subsidence.....	91
D. <i>La syénite néphélinique</i>	96
Conclusion de l'étude stratigraphique.....	98
CHAP. VI. — ÉTUDE TECTONIQUE.....	100
Conclusions de l'étude tectonique.....	104
CHAP. VII. — LE TRIAS SALIFÈRE DES AUTRES RÉGIONS DE LA BORDURE NORD-PYRÉNÉENNE.....	106
CONCLUSIONS D'ENSEMBLE.....	12

PLANCHE I.

Les contours géologiques de la région du «Télégraphe» sont schématiques. Le petit synclinal tertiaire du Nord-Est de Fitou n'a pas été représenté.



649

650

651

652

653

FITOU (AUDE)

CARTE GÉOLOGIQUE

PAR J.P. DESTOMBES

ECHELLE 1/25000

68

67

66

65

64

BU
LILLE

△ "Télégraphe"

Cabanes
de
Roc

Fitou

St.
de
Leucate

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Alluvions |  Infra lias |
|  Urgo-aptien |  Trias |
|  Jurassique moyen |  Primaire |
|  Lias moyen |  Syénite néphélinique |
|  Lias infér ^r |  Sondages |

PLANCHE II.

Coupe des sondages.

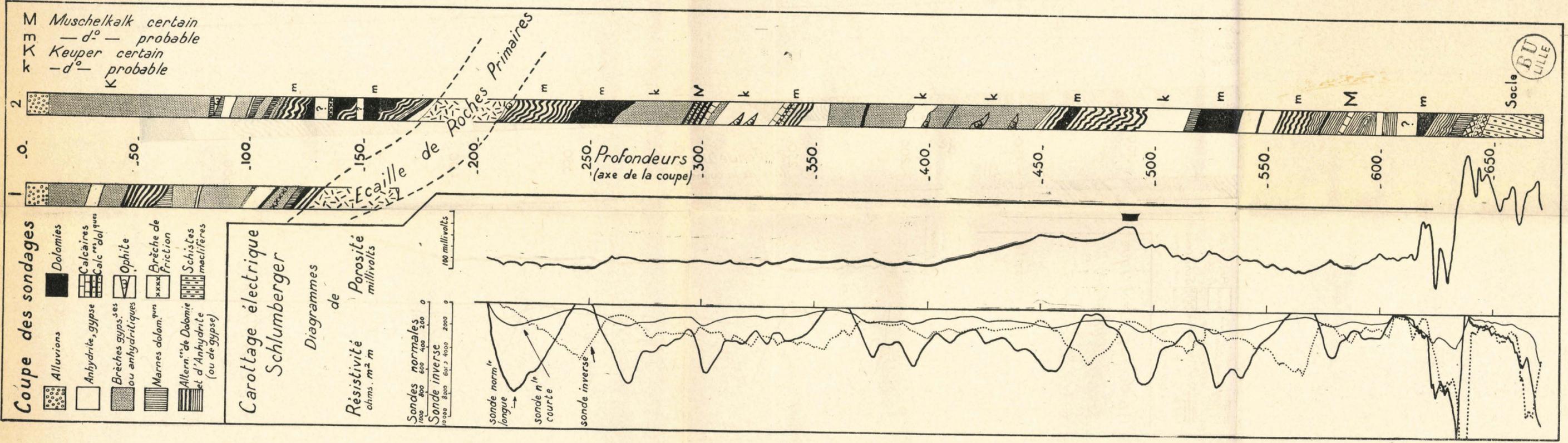


PLANCHE III.

Dolomie et anhydrite interstratifiées.

FIG. 1. — Prof. 510.40 L. M. 1777.

Alternances de dolomie anhydritique (lits foncés) et d'anhydrite dolomitique. L. Nat. $\times 15$

FIG. 2. — Prof. 458.80 L. M. 1746.

Alternances de dolomie cryptocristalline (lit noir) et de dolomie anhydritique. Les cristaux d'anhydrite sont aciculaires L. Nat. $\times 75$.

FIG. 3. — Prof. 498.65 L. M. 1795.

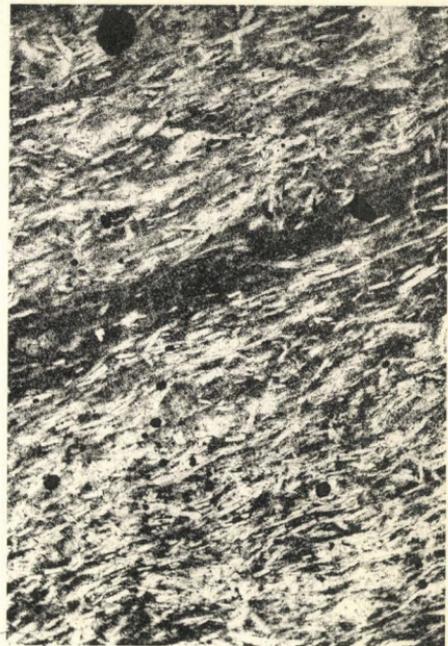
Anhydrite largement cristallisée. Une zone de dolomie très divisée souligne la stratification. L'anhydrite qui l'accompagne est plus finement grenue. L. Nat. $\times 45$.

FIG. 4. — Prof. 498.65 L. Polarisée.

Clichés LERICHE

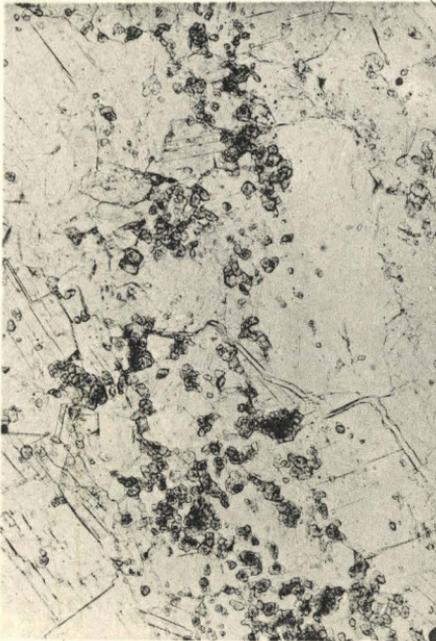


1



2

BU
LILLE
90



3



4

PLANCHE IV.

Rapports de structure dolomie-anhydrite.

FIG. 5. — Prof. 558.50 L. M. 1790.

Anhydrite en baguettes et en touffes. Trame de dolomie cryptocristalline L. Nat. $\times 15$.

FIG. 6. — Prof. 275 L. M. 878.

Dolomie en baguettes intersertales. Interstices bourrés d'anhydrite. Cet échantillon provient d'un bloc de la brèche de la figure 15. L. Pol. $\times 75$.

FIG. 7. — Prof. 44.40 L. M. 1828.

Zones parallèles d'oolithes dolomitiques à noyaux d'anhydrite ou de dolomie cryptocristalline. Les lits sont d'anhydrite dolomique. Des délits pyriteux limitent les zones d'oolithes L. Nat. $\times 15$.

FIG. 8. — Prof. 44.40 L. M. 1825.

Oolithes dolomitiques à enveloppes concentriques de dolomie de différent grain. Pyrite sur une partie de la surface externe L. Nat. $\times 75$.

Clichés LERICHE.

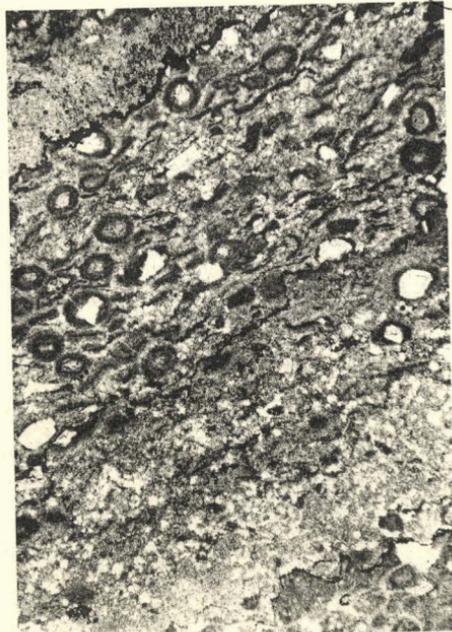


5

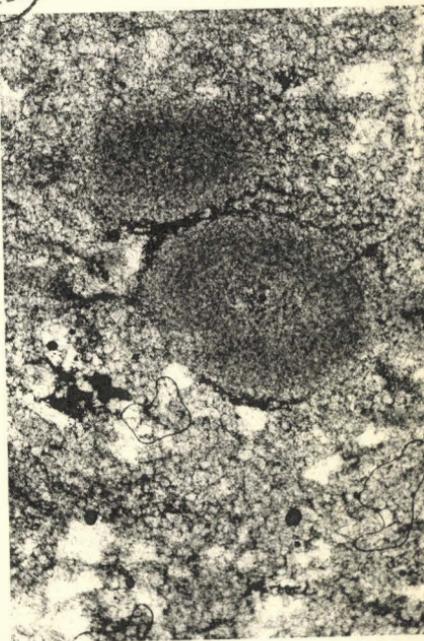


6

BU
LILLE



7



8

PLANCHE V.

Mouvements de l'anhydrite.

FIG. 9. — Prof. 467. 14.

Surface polie attaquée à l'acide chlorhydrique. Des bancs dolomitiques alternant avec l'anhydrite sont craquelés. L'anhydrite a recristallisé dans les fentes.

Grandeur naturelle. Cliché BACHELET. B. R. G. G.

FIG. 10. — Même roche L. M. 1680.

Les fentes de la dolomie sont souvent étroitement limitées. L'anhydrite y est très largement recristallisée. L. Pol. \times 10.

Cliché LERICHE.

FIG. 11. — Prof. 510. 40.

Surface polie attaquée à l'acide chlorhydrique. A la partie inférieure, fines alternances de dolomie (zones claires) et d'anhydrite (zones foncées) légèrement plissotées. Le lit supérieur de dolomie, en contact avec l'anhydrite massive est décollé sur quelques centimètres de longueur et flotte dans l'anhydrite.

Grandeur naturelle. Cliché BACHELET.

FIG. 12. — Prof. 510. 70.

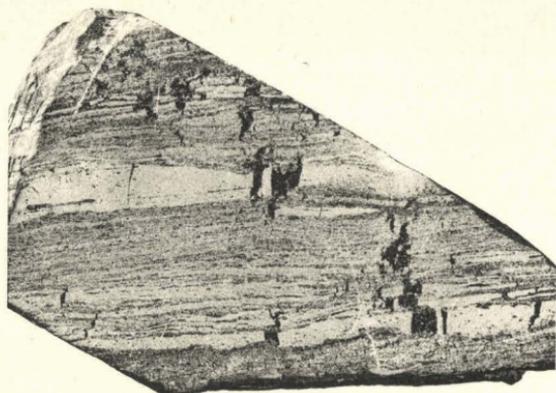
Surface polie attaquée à l'acide chlorhydrique. Même roche que celle de la figure 11. La fluidité est plus prononcée.

Grandeur naturelle. Cliché BACHELET.

FIG. 13. — Prof. 464.

Surface polie attaquée à l'acide chlorhydrique. Brèche à gros éléments d'une roche comparable à la précédente, à ciment d'anhydrite massive. Le plus gros bloc a été recassé. L'écoulement de l'anhydrite entre les deux morceaux est matérialisé par un nuage d'argile.

Grandeur naturelle. Cliché BACHELET. !



9



12



10



11



13

BU
LILLE

PLANCHE VI.

Mouvements de l'anhydrite.

FIG. 14. — Prof. 354.

Surface polie presque parallèle à la stratification attaquée à l'acide chlorhydrique. Un lit très mince de dolomie commence à se fracturer au contact de l'anhydrite qui flue.

Grandeur naturelle.

FIG. 15. — Prof. 585.45 L. M. 1775.

Coupe normale à la stratification. La zone dolomitique située en haut et à droite commence à se disjoindre dans le milieu anhydritique. Des filonnets secondaires d'anhydrite la parcourent. L. nat. $\times 35$.

FIG. 16. — Prof. 458 L. M. 1677.

Contact d'une zone dolomitique (un peu anhydritique) à gauche, et d'anhydrite à droite. Dans une fissure de ce contact apparaissent des cristaux de quartz néogènes. Dans l'espace qui lui fait face côté anhydrite, se situent des cristaux semblables et des rhomboèdres de dolomie également néogènes. L. nat. $\times 20$.

FIG. 17. — Prof. 458.

La partie centrale du cliché précédent a été agrandie. Le quartz est bien visible, grâce à son relief, inférieur à celui de l'anhydrite, et à ses inclusions d'anhydrite L. nat. $\times 70$.

Clichés LERICHE.



14

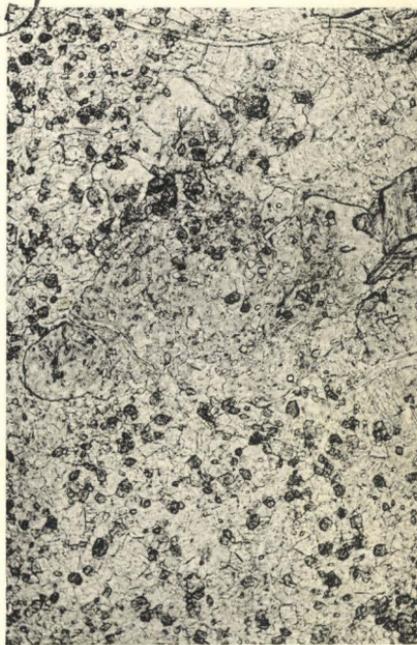


15

BU
VILLE



16



17

PLANCHE VII.

FIG. 18. — Prof. 548.45 L. M. 1914.

Organismes tubulaires épigénisés en dolomie cryptocristalline. Ciment et remplissage d'anhydrite dolomitique ou calcitique. L. nat. $\times 20$.

Cliché LERICHE.

Brèches.

FIG. 19. — Prof. 275 L. M. 878.

Brèche de blocs dolomie-anhydrite ou de dolomie cryptocristalline de différents types. Ciment d'anhydrite. Le bloc situé en haut et à droite correspond à la figure 6. L. nat. $\times 15$.

FIG. 20. — Prof. 488.40 L. M. 1606.

Brèche à ciment dolomitique. Cristaux d'anhydrite corrodés et arrondis disjoints dans le ciment. Un gros cristal de quartz idiomorphe (occupant presque toute la partie supérieure) contient de fines baguettes de tourmaline. Son angle inférieur droit est épigénisé par de l'anhydrite. L. nat. $\times 50$.

FIG. 21. — Prof. 409.50 L. M. 1911 bis.

Brèche anhydrite-dolomie à ciment de dolomie. Toute la partie gauche est occupée par l'extrémité d'un cristal de quartz à inclusions d'anhydrite (en relief), à droite, rhomboèdre de dolomie arrondi, dans une masse d'anhydrite. Au contact du cristal de quartz, l'anhydrite est davantage corrodé et clivé, comme par une compression du quartz. L. nat. $\times 50$.

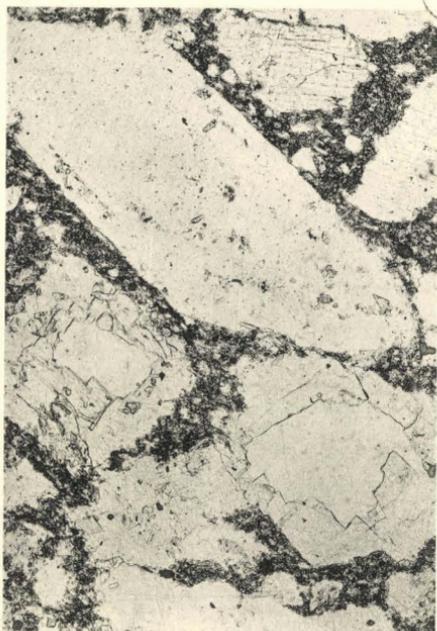
Clichés LERICHE.



18



19



20



21

BU
LILLE

PLANCHE VIII.

La Tourmaline et les minéraux qu'elle métamorphise.

FIG. 22. — Prof. 548. 45 L. M. 1789.

Gypse et argile peu dolomitique à stratification N. S. (en cliché). Très nombreuses baguettes de tourmaline appuyées sur les zones les plus argileuses. L. nat. $\times 240$.

FIG. 23. — Prof. 275 L. M. 1907.

Brèche polygénique. Des cristaux de tourmaline de dimensions variables sont superposés aux différents éléments, mettant en évidence l'antériorité des mouvements par rapport au métamorphisme générateur de tourmaline. L. nat. $\times 230$.

FIG. 24. — Prof. 275 L. M. 1907.

Même brèche, où certains gros cristaux d'anhydrite ont été partiellement transformés en gypse (moindre relief). La tourmaline a plus d'affinité pour le gypse qui en contient davantage que l'anhydrite. Ce fait prouve l'antériorité de l'altération de l'anhydrite en gypse par rapport au métamorphisme générateur de tourmaline. L. nat. $\times 150$.

FIG. 25. — Prof. 365 L. M. 1910.

Brèche polygénique à éléments d'ophite. Un petit élément d'ophite (en bas à gauche) est métamorphisé par la tourmaline. En haut à droite un cristal de tourmaline «cheville» deux cristaux d'anhydrite jointifs. L. Pol. $\times 75$.

Clichés LERICHE.



22



23



24



25

PLANCHE IX.

Brèches altérées.

Fig. 26. — Prof. 275 L. M. 1909.

Brèche à éléments de dolomie peu compacte (en haut à gauche) et d'anhydrite. Celle-ci s'est transformée partiellement en gypse qui occupe la partie centrale du cliché (moindre relief). De nombreuses baguettes de tourmaline s'observent uniquement dans le gypse, preuve de l'antériorité de la transformation en gypse par rapport au métamorphisme générateur de tourmaline. L. nat. \times 150.

Fig. 27. — Autre partie de la même lame où peuvent s'observer les mêmes phénomènes. L. nat. \times 150.

Cristaux de néo-formation.

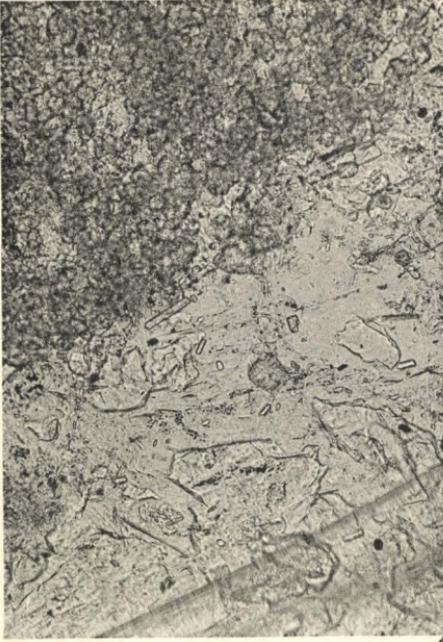
Fig. 28. — Prof. 85.35.

Cristaux de quartz, de dolomie (a^1, b^1) et de pyrite provenant du lavage d'une brèche marnogypseuse. \times 5.

Fig. 29.

Même profondeur. Cristaux de pyrite, surtout composés de dodécaèdres pentagonaux. \times 8.

Clichés LERICHE.



26

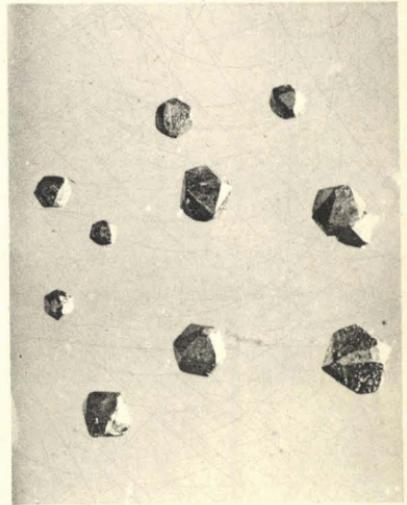


27

BU
LILLE



28



29

PLANCHE X.

Altération de l'anhydrite.

FIG. 30. — Prof. 123.50.

L'anhydrite, primitivement interstratifiée avec la dolomie (en noir), s'est transformée en gypse en augmentant de volume. Les épontes dolomitiques ont éclaté; exemple d'un début de brèche due au foisonnement.

Grandeur naturelle. Cliché BACHELET B. R. G. G.

FIG. 31. — Prof. 592.25 L. M. 1812.

Anhydrite dolomitique et marnes finement interstratifiés, et plissotées. Gros cristaux de gypse superposés, gardant inclus les lits marneux plissés et la dolomie. L'anhydrite seule a été partiellement transformée en gypse. Cet exemple montre la postériorité du gypse de néoformation par rapport aux plissements. L. pol. $\times 15$.

Cliché LERICHE.

FIG. 32. — Prof. 570.80 L. M. 1810.

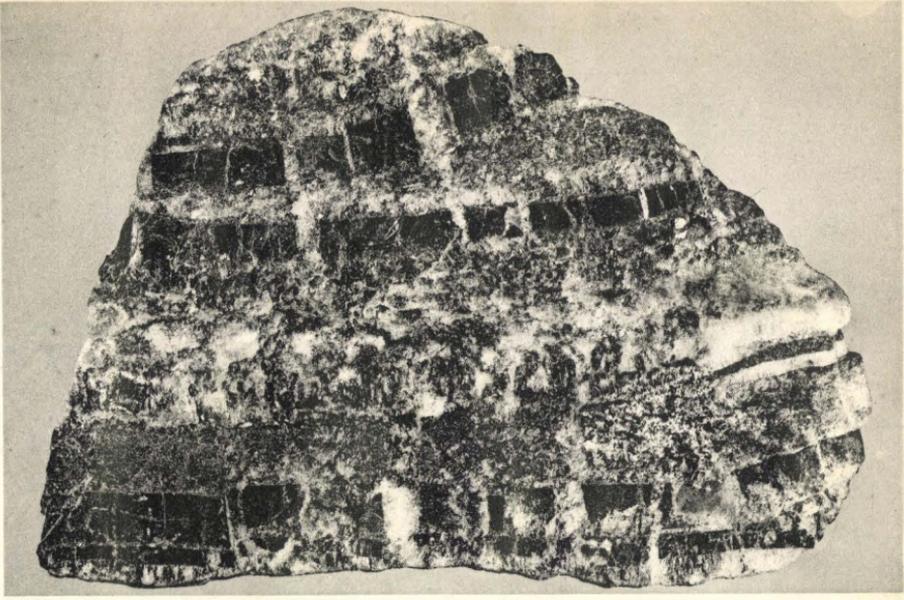
Même type de roche que ci-dessus. Le gros cristal de gypse qui occupe presque toute la partie inférieure droite s'est accru ici en harmonie avec les couches plissées. Nombreuses inclusions d'anhydrite non transformée dans le gypse. L. pol. $\times 35$.

Cliché LERICHE.

FIG. 33. — Prof. 582.20.

Même type de roche. Les cristaux de gypse idiomorphes sont superposés aux strates de façon indépendante. Aucun foisonnement n'a été provoqué par la transformation de l'anhydrite en gypse.

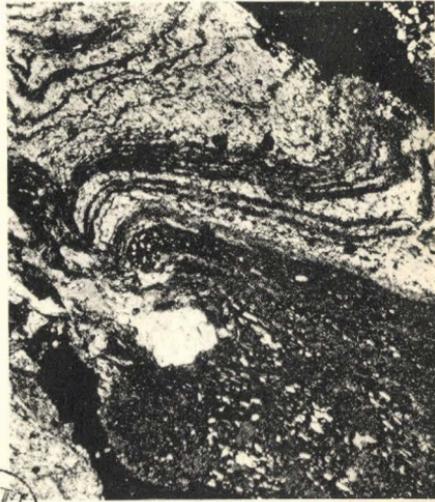
Grandeur naturelle. Cliché BACHELET B. R. G. G.



30



31



32

BU
LILLE



33

108387305

SECONDE THESE

PROPOSITION DONNÉE PAR LA FACULTÉ
L'ALBIEN DU NORD DE LA FRANCE

Vu et Approuvé
Lille le 12 Janvier 1949
Le Doyen de la Faculté des Sciences
Signé : P. PRUVOST

Vu et permis d'imprimer
Lille le 13 Janvier 1949
Le Recteur de l'Académie de Lille
Signé : SOURIAU

