# Stratigraphie et tectonique du Liban - Généralités - Études de deux structures anticlinales

Georges Sabbagh

▶ **To cite this version:**

Georges Sabbagh. Stratigraphie et tectonique du Liban - Généralités - Études de deux structures anticlinales. Stratigraphie. 1961. dumas-00974455

**HAL Id: dumas-00974455**

**https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00974455**

Submitted on 7 Apr 2014

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

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

# S T R A T I G R A P H I E et T E C T O N I Q U E

# D U L I B A N - G E N E R A L I T E S

---

## E X E M P L E S D E D E U X S T R U C T U R E S A N T I C L I N A L E S

par Georges N. SABBAGH

Juin 1961.

UNIVERSITE DE GRENOBLE 1
INSTITUT DE GEOLOGIE
DOCUMENTATION
RUE MAURICE-GIGNOUX
38031 GRENOBLE CEDEX
TEL. (76) 87.46.43

Mémoire présenté devant la Faculté des Sciences de Grenoble en vue de l'obtention du Diplôme d'Etudes Supérieures de Géologie.

Je ne saurais présenter ce mémoire sans rendre hommage, ici, à

. Monsieur le Professeur J.O. HAAS

- Professeur Honoraire à la Faculté des Sciences de STRASBOURG,
- Ingénieur en Chef de la Compagnie Libanaise de Pétrole,

à qui je dois l'essentiel de la formation de Géologie que j'ai reçue.

Je tiens à remercier Monsieur le Doyen L. MORET, Directeur du Laboratoire de Géologie de Grenoble, qui a bien voulu m'autoriser à travailler dans son service.

Monsieur le Professeur R. BARBIER, après avoir accepté la charge de patronner ce travail, a su me guider grâce, en particulier, à son expérience de la géologie du Liban :

qu'il veuille bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je n'aurais garde d'oublier ici Monsieur J. SARROT-REYNAULD qui a toujours été un conseiller remarquable, tant pour la rédaction que la présentation de ce mémoire.

Nous mentionnerons enfin l'aide matérielle de la coopération technique (A.S.T.E.F.) sans laquelle ce travail en France n'aurait pas été possible.

# S O M M A I R E

## 1er C H A P I T R E (GENERALITES)


Page

- AVANT-PROPOS 1
- INTRODUCTION GEOGRAPHIQUE 3
- OROGRAPHIE - Culture et Climat 5

  Généralités

  a) la zone côtière
  b) la zone de Mont Liban
  c) la plaine de la BEKAA
  d) l'Anti-Liban

- HYDROLOGIE : 11

  I - Pluviométrie - Aperçu rapide

  II - Hydrogéologie (Sources)

- HISTORIQUE : 16

  Conclusion Générale


## 2ème C H A P I T R E

LE LIBAN DANS LA PENINSULE ARABIQUE
(Stratigraphie et Tectonique)


- GEOLOGIE GENERALE DE LA PENINSULE ARABIQUE 22
  - Introduction générale
  - Les grandes unités structurales
  - PLAN : LE LIBAN (stratigraphie) 26

    LE LIBAN (tectonique)
  - LE LIBAN (stratigraphie) 27

    Introduction
  - LE LIBAN (tectonique) 63

    Introduction
  - CONCLUSION GENERALE 85

Page

3ème C H A P I T R E

ETUDE DE TYPES DE STRUCTURES ANTICLINALES 88

- Introduction

A - L'ANTICLINAL DE AAZOUR 90

- Limites Géographiques et répartition des affleurements
- Stratigraphie 91
- Tectonique 95
- Caractéristique de la structure 96
- Conclusion 97

B - L'ANTICLINAL DE KOUSBA 98

- Situation géographique et répartition des affleurements
- Stratigraphie 99
- Tectonique 101
- Les caractéristiques de la structure 103
- Possibilités pétrolières 104

1°) volume de la structure

2°) roches magasins et couverture 105

# 1er CHAPITRE

## GENERALITES

## AVANT-PROPOS

L'étude ci-jointe sur les pays du Moyen Orient en général et du LIBAN en particulier, a pour but d'exposer dans ses différents chapitres, les résultats des travaux de prospection et d'études géologiques fournis, à ce jour, soit par la prospection pétrolière, soit par la prospection minière et plus rarement par les études hydrologiques de quelques sources principales du LIBAN.

Les travaux de prospection gédogique et spécialement ceux concernant le pétrole, qui ont été accélérés dans les dernières années, ont permis d'avancer la reconnaissance (par endroits très en détail) géologique du pays.

La prospection pétrolière s'appuie d'une part, sur la tectonique pour la découverte et l'étude des structures favorables, d'autre part sur la stratigraphie détaillée pour s'assurer de la présence de couches convenables à la prospection par forage (roche mère, roche magasin et couche de couverture). Ces études détaillées, dans les cas favorables, encouragent les sociétés prospectrices à passer de la prospection superficielle à la phase de prospection profonde par forage.

En tenant compte des résultats de ces récents travaux de prospection au cours des dernières années, on peut ajouter quelques données nouvelles aux études géologiques déjà faites par plusieurs auteurs (géologues ou paléontologistes) qui ont étudié différentes zones du territoire LIBANAIS à différentes reprises.

Au cours de mes travaux sur le terrain (levers géologiques) soit pour la prospection pétrolière, soit pour la prospection

minière, j'ai adopté les cartes au 1/10.000 comme fond topographique. Ce fond topographique d'échelle réduite m'a permis d'éxécuter des levers géologiques détaillés sans grande difficulté et de dégager un certain nombre de faits géologiques qui ont aidé à la compréhension de la stratigraphie et de la tectonique du pays.

-:-

## INTRODUCTION GEOGRAPHIQUE

Sur la côte Est de la Méditerranée et à la limite Ouest des pays pratiquement désertiques de la péninsule arabique, pays de caravanes, d'histoires et de légendes, entre ceux-ci et la mer, une grande chaine de montagne grossièrement orientée NNE - SSO s'étend parallèlement à la côte, depuis la haute Galilée en PALESTINE au Sud, pour venir buter au Nord, contre la grande chaine des monts TAURUS orientée Est-Ouest en TURQUIE.

Dans cette chaine qui joint géographiquement quatre territoires différents du Sud au Nord, La PALESTINE, Le LIBAN, La SYRIE et La TURQUIE, Le LIBAN occupe une petite partie et se place dans la zone septentrionale tempérée, entre :

$39,^{Grd}$ 00 et $40,^{Grd}$ 65 de longitude Est et
$36,^{Grd}$ 70 et $38,^{Grd}$ 60 de latitude Nord.

Sa forme allongée est occupée pratiquement par deux chaines de montagne, le LIBAN et l'ANTI-LIBAN et deux plateaux, un côtier et un à l'intérieur, la BEKAA, l'ensemble a une longueur de 200 Km en moyenne et une largeur variable qui peut être estimée en moyenne à 50 Km, ce qui fait une superficie de 10.000 Km carrés environ. Il est limité à l'Est et au Nord par la SYRIE, au Sud par la PALESTINE et à l'Ouest par la MEDITERRANEE.

Malgré sa petite superficie, par sa morphologie et sa situation géographique, le LIBAN profite du voisinage de la MEDITERRANEE qui, adoucit son climat, le rend modérément tempéré et favorise ainsi différentes sortes de culture et de plantations méditerranéennes et même subtropicales sur la côte.

D'autre part, ce climat tempéré, agréable à la montagne surtout en été, a donné au pays un cachet spécial et différent des pays voisins du Moyen Orient où le climat désertique, sec et aride, prédomine et où la chaleur est intense en été. La montagne libanaise avec ses beaux centres de villégiature fait depuis longtemps du LIBAN un petit paradis du Moyen Orient,

seul pays de tourisme de cette région. De cette ressource, le LIBAN tire un profit appréciable qui d'ailleurs est considéré comme une partie importante de l'économie nationale.

## OROGRAPHIE - CULTURE & CLIMAT

Généralités :

Du point de vue climat et culture, le LIBAN se divise en 4 zones principales et orientées NNE - SSO qui sont de l'Ouest à l'Est :

a - La zone côtière
b - Le mont Liban
c - La plaine de la Bekaa
d - L'ANTI-LIBAN avec les frontières libano-syriennes sur ses crêtes.

a - LA ZONE COTIERE -

La zone côtière qui s'étend du Nord au Sud entre la mer et le mont Liban, avec une altitude variant entre 0 et 50 m. en moyenne. Elle comporte 6 plaines principales du Nord au Sud :

La plaine d'AKKAR
" " de TRIPOLI
" " de KOURA
" " de CHOUAIFAT (au Sud de BEYROUTH-la capitale du Liban)
" " de DAMOUR
" " de TYR (SOUR) à l'extrême Sud qui se prolonge avec la plaine côtière de la PALESTINE.

Cette zone, bien qu'assez étroite est caractérisée par sa fertilité et ses nombreuses récoltes durant les 12 mois de l'année. Sa situation géographique entre la MEDITERRANEE à l'Ouest qui lui apporte de l'humidité et de la chaleur et, le mont Liban à l'Est qui la protège du climat sec et désertique d'autre part, permet la culture des plantes méditerranéennes et même subtropicales. Les légumes y sont cultivés pendant les 4 saisons de l'année ; la culture des orangers et citronniers est très développée dans les plaines de Tyr et de Saïda, tandis que la plaine de Damour est caractérisée par ses belles plantations de bananiers et de néfliers, plus au Nord la plaine

de Chouaïfat est connue par ses remarquables plantations d'oliviers. Au Nord, la plaine de Koura est un haut plateau très large qui présente, comme la plaine de Chouaïfat, un bon terrain pour la culture des oliviers ; dans la plaine de Tripoli, Capitale du Liban Nord, ce sont les plantations des orangers et de la canne à sucre qui occupent la plus grande partie de sa superficie. Enfin, la plaine d'Akkar à l'extrême Nord, où l'altitude du mont Liban tombe au-dessous de 500 mètres, la trouée de HOMS-TRIPOLI permet de mettre en contact le climat subtropical et humide avec le climat désertique de l'intérieur. Cette plaine d'Akkar devient plus sèche en été et moins chaude en hiver, favorisant ainsi la culture des céréales.

b - LA ZONE DU MONT LIBAN -

Le mont Liban est une grande chaine d'un seul bloc qui s'étend du Sud vers le Nord. Il est entamé ou tronqué à l'Est de Beyrouth à l'endroit dit DAHR EL BAIDAR (1.500 m.) où passe la grande route Beyrouth-Damas (Capitale de la Syrie).

Ce massif prend naissance au Liban Sud, près de la frontière palestinienne et s'élargit en augmentant sensiblement son altitude vers le Nord jusqu'à l'Est de Beyrouth, où sa largeur atteint 30 km. environ tandis que son altitude qui était de 500 m. en moyenne atteint 2.588 m. au sommet de SANNINE - puis 2.702 m. au DJEBEL MNAITRI et 3.088 m. à QURNET ES SAOUDA, point culminant du Liban. Au-delà vers le Nord, cette grande chaine s'efface brusquement devant le NAHR EL KEBIR -grande rivière- qui serpente péniblement à travers les coulées basaltiques de la trouée Homs-Tripoli pour former la frontière naturelle entre le Liban et la Syrie.

L'altitude moyenne de cette chaine, sur 170 km. de longueur, est de 2.200 m. Ceci est la conséquence d'érosions récentes et rapides, du climat méditerranéen et des pluies abondantes de l'hiver qui ont entaillé sur le versant Ouest du mont Liban, une série de vallées vraisemblablement parallèles et profondes.

L'extrêmité méridionale de cette chaîne se prolonge vers le Sud par une région tabulaire à plateaux onduleux dont le point culminant se trouve à 940 m. dans le DJEBEL AAMEL (Liban-Sud) région renommée par ses grandes plantations de tabac.

En quittant la côte pour gagner le mont Liban, l'air devient de plus en plus sec, le climat est agréable surtout au printemps et en été. Entre les altitudes moyennes de 700 à 1.200 m. les centres de villégiature parsèment les forêts de pins. Dans cette région, les sources fraiches et abondantes alimentent de petites rivières (entrecoupées de cascades) qui assurent la richesse du pays.

Cette montagne à versants abrupts est par endroits inaccessible ce qui rend la culture du terrain difficile et pénible. Néanmoins, des grandes plantations de légumes et d'arbres fruitiers (pommiers, poiriers, cerisiers et pruniers, etc ...) sont cultivées en terrasses d'aspect typique que les montagnards, patients et travailleurs, entretiennent soigneusement.

Plus haut, on assiste à une disparition progressive mais rapide de la terre cultivable à l'exception de quelques thalwegs où l'érosion a déposé un matériel réduit qui permet seulement de maigres cultures. Les roches dures se dressent, lavées par les fortes averses de l'hiver, les pentes deviennent rocailleuses et les hauts sommets entre 2.500 et 3.000 m. sont recouverts de neige durant l'hiver. Au printemps, la vie reprend à nouveau, l'eau ruiselle dans toutes les vallées, l'air s'adoucit, mais, pour une saison assez courte avant la sécheresse de l'été principalement sur les hauts sommets où les bergers gardent leurs troupeaux de chèvres ; ils se procurent l'eau soit par la fusion de la neige, soit par des petites sources à faibles débits.

c - LA PLAINE DE LA BEKAA -

La Bekaa, qui se trouve entre le mont Liban à l'Ouest et l'Anti-Liban à l'Est, est un haut plateau qui débute à SAHL MACHGHARA au Sud avec une largeur de moins de 1 km. et une altitude moyenne de 800 mètres qui augmentent vers le Nord pour atteindre 1.150 mètres d'altitude et 15 km. de largeur aux environs du Col de BAALBECK ; à partir de ce col, on descend insensiblement vers la frontière syrienne au Nord pour rejoindre la plaine de HOMS à la côte moyenne de 500 mètres.

Le climat de la Bekaa est continental et même parfois très sec en été. Le mont Liban arrête les précipitations qui alimentent les sources de la bordure Ouest de la plaine. La culture des céréales est une des grandes ressources de la Bekaa. Les pentes douces exposées au midi entre la plaine et le mont Liban favorisent la culture des vignes dans la Bekaa centrale.

Une des plus grandes rivières du Liban, le LITANI, creuse son lit au milieu de la plaine à partir de BAALBECK au Nord jusqu'à MARJAYOUN au Sud, puis entaille à angle droit une gorge profonde à travers la chaîne du mont Liban et coule en direction de l'Ouest vers la mer. D'autre part, au Nord du parallèle de Baalbeck, les conditions de climat changent complètement : il y a moins de précipitations et l'on passe à un climat franchement désertique.

d - L'ANTI-LIBAN -

Formant la partie Est du pays, l'Anti-Liban se présente comme une chaîne d'ossature calcaire de forme assez bombée. La frontière Libano-Syrienne jalonne les crêtes de cette chaîne qui prend ici une allure prnéplanée.

Malgré de nombreuses ressemblances en longueur, en largeur et même en altitude moyenne (2.200 m.), l'Anti-Liban ne présente pas les même caractères du point de vue unité de relief, ni la même vigueur que le mont Liban ; d'autre part,

sa direction longitudinale est en partie modifiée pour se rapprocher du SO NE, ce qui élargit la plaine de la Bekaa vers le Nord.

La partie méridionale est représentée par l'HERMON qui culmine à 2.814 mètres, (d'où de fortes précipitations), dont les sommets restent enneigés jusqu'à la fin du printemps. La source du JORDAIN (NABAA EL HASBANI), profitant du voisinage de ce grand massif de calcaire qui l'alimente en eau, permet la culture d'une partie de la vallée du JORDAIN.

Vers le Nord, le plus haut sommet est entre 2.500 et 2.600 mètres (DJEBEL ZAMRANI). La chaîne n'a pas de reliefs vigoureux mais de grandes vallées transversales semblables à celles du versant Ouest du mont Liban. Du point de vue climat, l'air devient très sec et les quantités de pluie seront très réduites, d'où un climat désertique. L'agriculture est très difficile en dehors des cultures désertiques comme les melons, les concombres et les pastèques, favorisées au contraire sur le versant Ouest.

A l'extrême Nord, l'Anti-Liban vient s'ennoyer sous la plaine de Homs en Syrie du Nord.

En conclusion : quatre zones différentes nous font passer progressivement du climat tropical au climat désertique de l'Ouest à l'Est.

Si nous revenons un moment à l'Histoire S.S.nous voyons que l'activité de l'homme n'a jamais cessé d'exister sur ce territoire depuis l'âge préhistorique jusqu'à notre ère, en passant par une série de civilisation dont on ne trouve actuellement que les traces. A partir des PHENICIENS, premiers navigateurs fondateurs de JBAIL, TYR et SIDON, les PHARAONS constructeurs des pyramides d'EGYPTE, puis, les GRECS et les ROMAINS avec les ruines de leurs temples et aqueducs ; Le Liban était comme il l'est actuellement, le trait d'union entre

l'Orient et l'Occident et le creuset des deux civilisations, tout en gardant une position intermédiaire.

# HYDROLOGIE

I - PLUVIOMETRIE.- Aperçu rapide -

Le Liban reçoit des précipitations abondantes en hiver, des masses d'eau qui enrichissent son réseau hydrographique, une de ses grandes ressources naturelles.

Ces eaux (pluie, neige ou même en eau de condensation) sont concentrées dans des zones bien limitées et sur une période déterminée.

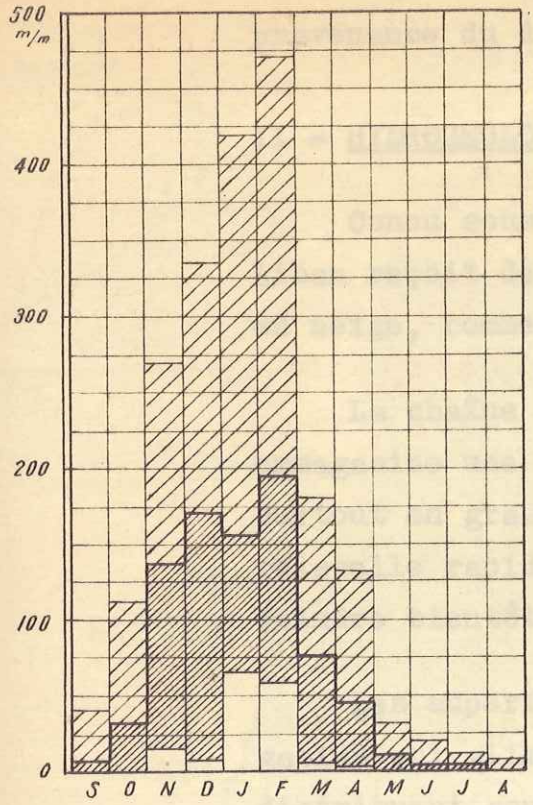
Les plus grandes quantités d'eau que le Liban reçoive se localisent en général sur le mont Liban entre le parallèle de BEYROUTH au Sud et de TRIPOLI au Nord, une deuxième zone du mont Liban entre BEYROUTH et la Gorge du LITANI au Liban Sud, la troisième zone est le mont HERMON qui représente la partie méridionale de l'Anti-Liban.
La quantité annuelle minima de pluie de ces trois zones est de 1.000 m/m.
" " " maxima " " " " " zones est de 1.500 m/m.

En moyenne, 70 à 80 % de ces grandes précipitations sont concentrés sur 4 mois de l'année qui sont : novembre, décembre, janvier, février, en mars et en avril on reçoit quelques averses, le reste de l'année est presque totalement dépourvu de précipitations.

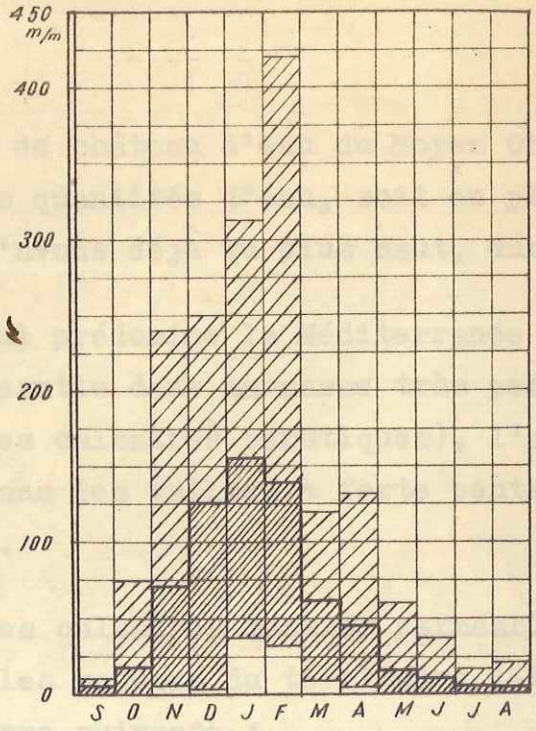
D'après les graphiques dressés par C. COMBIER en 1945; on peut constater les valeurs maxima, moyennes et minima des précipitations mensuelles durant un an dans trois régions à climat différent.
1°) BEYROUTH - 2°) KSARA - 3°) DAMAS - (planche N° *I* ).

La carte pluviométrique du Liban et de la DAMASCENE montre les zones à précipitations différentes. Elle a été dressée par J. REY au 2 millionième en 1955.

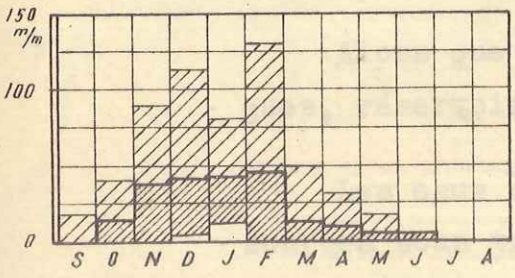
BEYROUTH




KSARA




DAMAS




PLUIES MENSUELLES

Maxima mensuels

Moyennes mensuelles

Minima mensuels

## Graphiques des précipitations mensuelles à

**BEYROUTH** : Région cotière subtropicale
**KSARA** : Plaine de la BEKAA continental sec
**DAMAS** : Intérieur, sec désertique

d'après C. COMBIER, 1945.

Sur cette carte on peut remarquer l'invasion du climat désertique sous forme d'un "golfe" dans la Bekaa Nord en provenance du désert à l'Est.-(planche N° II ).-

II - HYDROGEOLOGIE.-

Connu sous le nom de château d'eau du Moyen Orient, le Liban reçoit de grandes quantités d'eau, soit en pluies, soit en neige, comme nous l'avons déjà vu plus haut, durant l'hiver.

La chaîne Ouest qui prédomine la Méditerranée reçoit et emmagasine une grande partie dans sa masse très perméable, surtout en gras (cas des calcaires carstiques), l'autre partie ruisselle rapidement dans les vallées à forte pente pour rejoindre bientôt la mer.

Les superficies des calcaires massifs perméables et magasins qui alimentent les sources du territoire libanais se distribuent sous la forme suivante :

| | |
|---|---|
| - Calcaires Jurassiques | 1.500 km2 |
| - Calcaires Crétacés Moyens | 5.200 " |
| - Calcaires Eocènes Moyens | 200 " |
| Total : | 6.900 km2 |

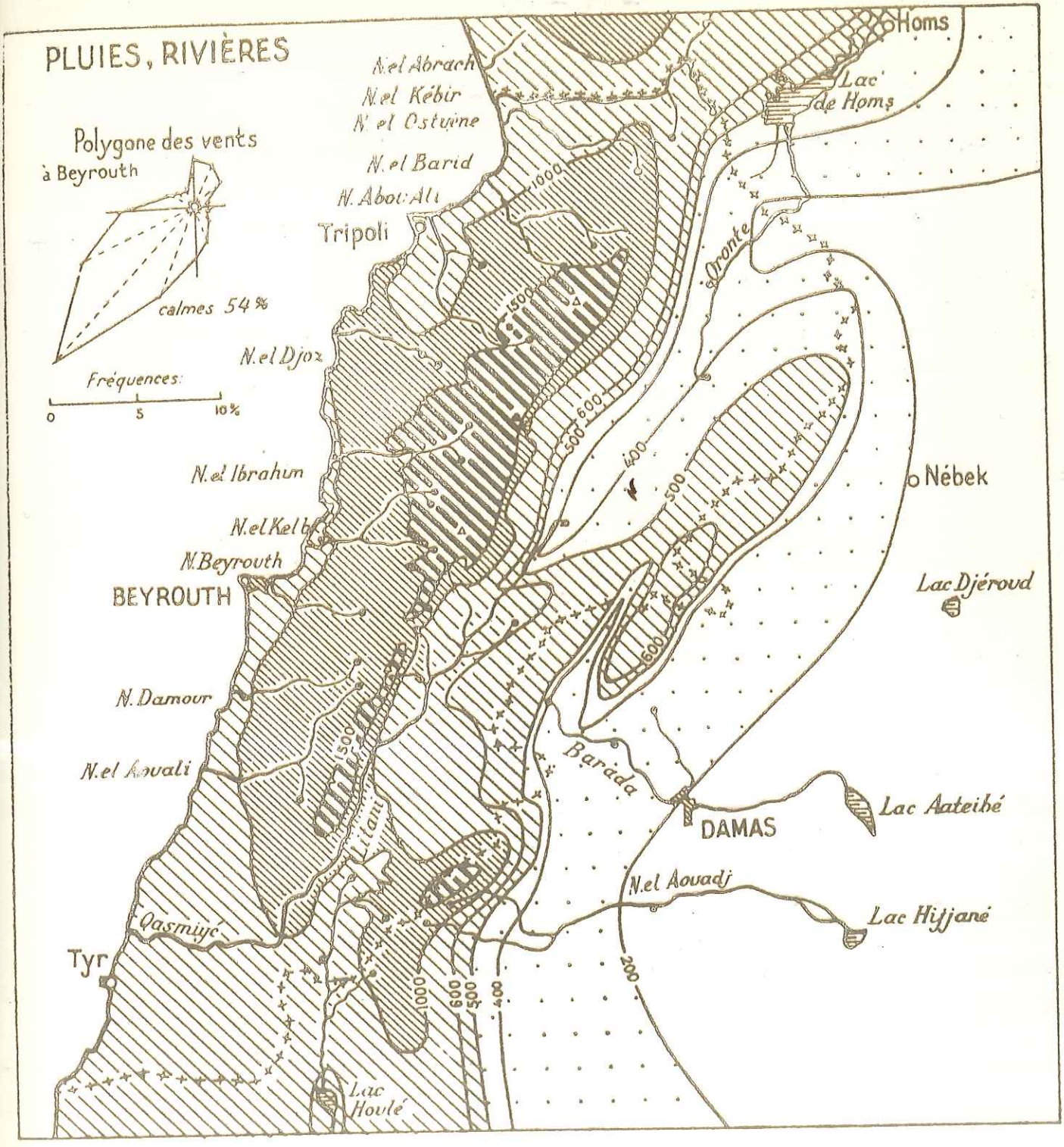
Alors que le Liban a 10.000 km2, ces calcaires carstiques, réservoirs, occupent les 3/4 de la superficie du pays.

Les eaux retenues dans ces massifs jaillissent par des sources sous trois formes différentes correspondant à trois zones définies :

1°) Sources Carstiques ou Vauclusiennes (Versant Ouest du Mt Liban)

2°) Sources de failles (pied Est du Mt Liban)

3°) Sources de Trop plein (pied Ouest de l'Anti-Liban)




— Carte des pluies et cours d'eau permanents du Liban et de la Damascène, au 2 millionième, d'après J. Rey, 1955.

1°) - Sources Carstiques.-

Les sources carstiques ou vauclusiennes sont les plus importantes dans le mont Liban et caractérisent son versant Ouest ; elles sont assez nombreuses et se classent du Nord au Sud comme suit :

| | |
|---|---|
| NABAA FNAIDEK | à l'Est de TRIPOLI |
| NABAA MAR SARKIS | à EHDEN |
| Source de QADICHA | avec sa grotte à stalactites et stalagmites - endroit touristique dans la région de cêdres.- |
| Source d'ADONIS | Coule de la grotte d'AFQUA |
| NABAA EL ASSAL | FARAYA |
| NABAA EL LABAN | FARAYA |
| Source de NAHR EL KALB | - sortant de la grotte de JAITA aménagée pour les touristes (alimente la ville de BEYROUTH) |

Vers le Sud, on a :

| | |
|---|---|
| NABAA ES SAFA | au village NABA ES SAFA |
| NABAA JEZZIN | à JEZZIN (sorte de source vauclusienne-faille) |

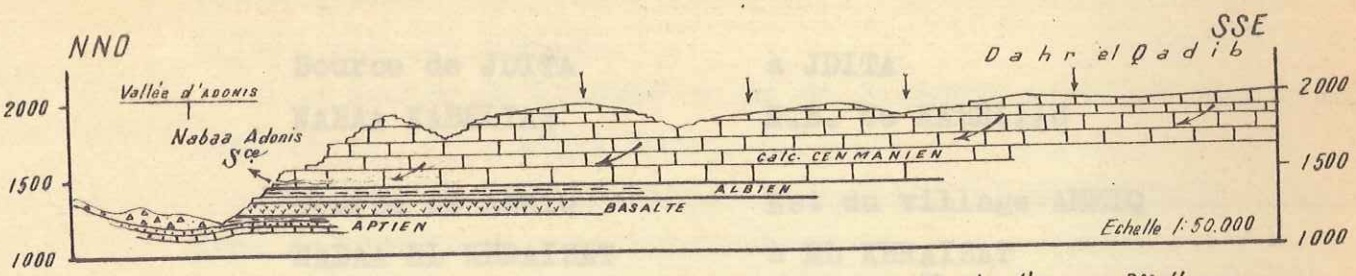
Vers l'extrême Sud et surtout Sud-Ouest dans la région de DJEBEL AAMEL, les grandes sources n'existent pas et le massif calcaire (Réservoir) s'ennoie sous la série marneuse ou marno-calcaire du Sénonien.- (coupe exemple : Source d'ADONIS - planche N° III ).-

2°) - Sources de Failles.-

Les sources de failles jalonnent le pied oriental du mont Liban en suivant le tracé de la faille occidentale du fossé (dite faille de YAMMOUNEH) ; elles se trouvent alignées du Nord au Sud dans les localités suivantes :

# 3 Exemples Typiques Des Sources Libanaises

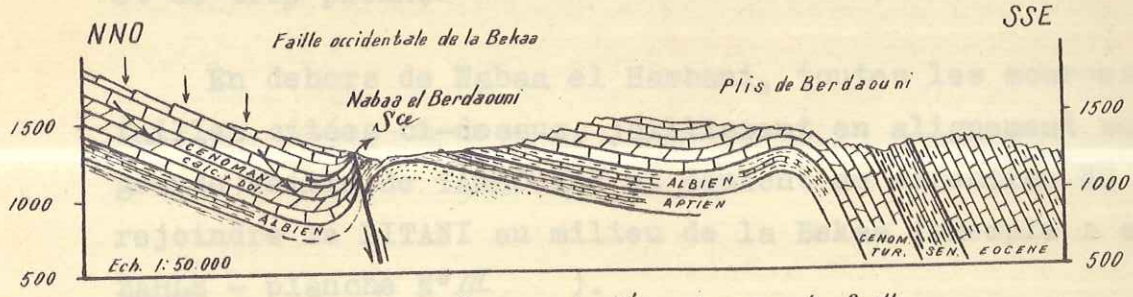
## QARTABA SE




Exemple type d'une resurgence de source carstique : Grotte d'AFQUA, Sce d'ADONIS

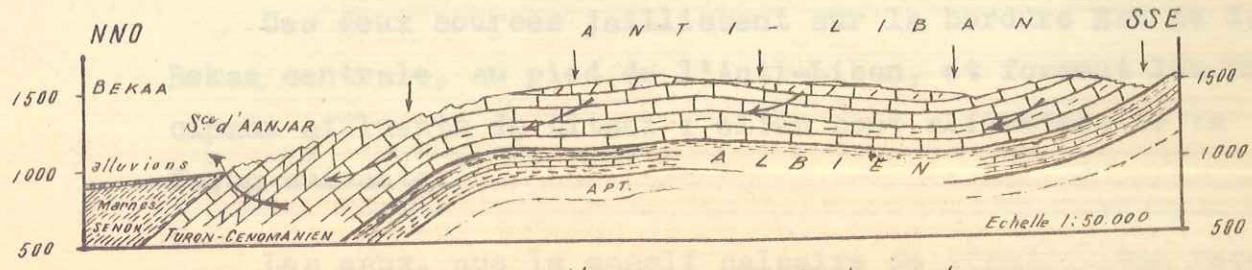
( Coupe d'après carte geol. 1:50.000 L. Dubertret )

## ZAHLE NO




Exemple de jaillissement d'une source de faille

## AANJAR NE




Mode d'écoulement d'une source de trop-plein

G. SABBAGH
1961

| | |
|---|---|
| NABAA EL YAMMOUNEH | sur la grande faille de YAMMOUNEH à YAMMOUNEH même |
| NABAA EL BERDAOUNI | N.O. de ZAHLE |
| NABAA CHTAOURA | à CHTAOURA |
| Source de JDITA | à JDITA |
| NABAA KABELIAS | N.E. de KABELIAS |
| Source de AMMIQ | Est du village AMMIQ |
| NABAA EL KHRAIZAT | à EL KHRAIZAT |
| NABAA AITANIT | à AITANIT |
| NABAA MACHGHARA | à MACHGHARA (Source Abou Zaïd) |

Autre source dans la Bekaa Sud, côté Est, NABAA EL HASBANI qui est (la Source du JORDAIN) combinée d'une source de faille et de trop plein.

En dehors de Nabaa el Hasbani, toutes les sources de failles citées ci-dessus, jaillissent en alignement sur la grande faille de YAMMOUNEH et coulent en direction NO SE pour rejoindre le LITANI au milieu de la Bekaa (exemple : coupe ZAHLE - planche N°III ).

3°) - Sources de Trop Plein.-

De ce genre de source, on a au Liban deux exemples typiques à citer :

| | |
|---|---|
| NABAA AANJAR | village AANJAR |
| NABAA CHAMSINE | au NE de NABAA AANJAR |

Ces deux sources jaillissent sur la bordure Est de la Bekaa centrale, au pied de l'Anti-Liban, et forment les principaux affluents du Litani ; elles sont alimentées de la façon suivante.

Les eaux, que le massif calcaire de l'Anti-Liban reçoit, prennent une direction générale d'écoulement suivant le plongement des couches vers la Bekaa. Quand elles rencontrent les couches marneuses du Sénonien qui forment écran en profondeur,

ces eaux sortent à la surface en forme de source de Trop plein au contact des calcaires dolomitiques CENOMANIEN-TURONIEN et des marnes SENONIENNES (planche N° III coupe AANJAR).

AUTRES GRANDES SOURCES.-

La Source de LABOUEH au N. de BAALBECK (irrigue une grande superficie de la BEKAA Nord).-

La Source AIN EZ ZARQUA (Source bleue) ou NABAA EL AASSI près de HERMEL dans la BEKAA Nord.-

Ces deux sources donnent naissance à NAHR EL AASSI ou (l'ORONTES) grande rivière qui coule vers le Nord (vers la Syrie). Ces deux grandes sources ont un débit énorme et régulier.-(AIN EZ ZARQUA : moyenne de 10m3/s).- Ces quantités importantes témoignent des réserves d'eau en profondeur dans les massifs du Liban et de l'Anti-Liban.

Nous signalerons encore la Source de BAALBECK (RAS ELAIN) qui alimente cette ville en eau potable et irrigue les jardins et les plantations des alentours.

Nous n'avons traité ici que les sources à débit important qui peuvent être ou qui sont utilisées soit pour les irrigations à grande échelle, soit pour l'industrialisation et la production d'énergie électrique. Pour les petites sources de failles et de nappes à débit moyen ou faible, elles se trouvent disséminées dans tous les coins du pays.

## H I S T O R I Q U E

L'étude géologique du Moyen Orient et en particulier du Liban est due aux travaux de plusieurs géologues professionnels, ou amateurs, de quelques paléontologistes et également de géographes qui ont étudié à différentes reprises, soit la morphologie, soit la géologie, soit la paléontologie de la région. L'ensemble de ces travaux a permis de faire à la géologie du pays des progrès sensibles. A ce propos, LARTET (1869), HAMLIN (1884), NOTLING (1886), DOUVILLE (1910), ZUMOFFEN (1926) et récemment DUBERTRET et HEYBROEK ont donné dans leurs études des historiques plus ou moins détaillés sur la géologie du Liban.

BROCCHI (1842), parcourant le Liban en 1823 et 1824, donne les premières indications sur la géologie du pays. Sur la chaussée de Beyrouth, entre BEIT ED DINE et AIN ZHALTA, il n'a observé que des calcaires, au-delà les terrains deviennent gréseux et argileux.

P.E. BOTTA (1833) - "Observations sur le Liban et l'Anti-Liban" - étudie la vallée de NAHR EL KALB et au DJEBEL SANNINE (Liban N.) où il distingue 18 ensembles lithologiques différents. Ses conclusions de stratigraphie générale ont servi de base aux observateurs ultérieurs. Il considère que les couches les plus élevées sont les plus jeunes ce qui était juste, tandis que RUSSEGGER (1842) quelques années après commet une faute en classant les calcaires "CENOMANIENS" de SANNINE dans le Jurassique (observation inverse à celle de BOTTA).

Pourtant RUSSEGGER (1842 - Reisen in Europa, Asien und Afrika) - dans le second volume, adopte la division de BOTTA et rapporte le groupe supérieur au crétacé, les terrains gréseux ou sabloneux aux Grès de Nubie et enfin, il classe la partie inférieure dans le jurassique supérieur.

RUSSEGER considère l'axe du Liban et de l'Anti-Liban comme jurassique, ce qui n'est pas juste au moins pour le Liban Nord car le DJEBEL EL KNAISSE, le DJEBEL SANNINE et le QORNET ES SAOUDA sont constitués entièrement des calcaires Cénomaniens ; même remarque pour l'Anti-Liban Nord, à partir de la route de DAMAS en allant vers le Nord où le cas est le même. Par contre, le DJEBEL BAROUK (Liban Sud) et la partie méridionale de l'Anti-Liban (Le HERMON) sont constitués par du Jurassique, fait prouvé pour la première fois par ZUMOFFEN.

BLANCHE (1847), étudie la vallée du NAHR ED DAMOUR et publie une coupe détaillée et l'attribue au crétacé; il considère que la présence des calcaires oolithiques n'indique pas forcément un âge jurassique. BLANCHE étudie la "Falaise de BLANCHE" qu'il classe dans l'Aptien (terme utilisé dans la stratigraphie du Liban).

ANDERSON (1852), géologue américain, traverse le Liban pour aller explorer la Mer Morte. Il étudie au passage la région et récolte des échantillons, qui, déterminés par CONRAD, donnent un âge jurassique. Ces déterminations sont en grande partie la cause de l'erreur d'interprétation d'ANDERSON au sujet de l'extension du Jurassique au Liban.

GAILLARDOT (1856) ouvre les campagnes d'étude du Tertiaire. Il découvre un gisement nummulitique dans l'Eocène près de SAIDA (côte Sud du Liban).

L. LARTE (1869), géologue de l'expédition du Duc de LUYNES pour l'exploration de la Mer Morte, démontre scientifiquement l'existence du Jurassique en se basant sur deux fossiles caractéristiques : "Cidaris glandifera" et "Collyrites bicordata" ; il critique l'exagération de RUSSEGER et ANDERSON au sujet de l'extension des terrains jurassiques.

FRAAS (1878) - "Geologische beobachtungen am Libanon. Aus dem Orient II" - divise les formations du Liban en 3 groupes en niant l'existence du crétacé inférieur et du jurassique, il classe les calcaires à "Cidaris glandaria" dans le Cénomanien et l'appelle "groupe inférieur". Le Turonien devient "groupe moyen" et le Sénonien "groupe supérieur".

HAMLIN (1884), décrit des fossiles récoltés aux environs d'AABAY, en général sans noms de localités, ni d'étages.

C. DIENER (1886) publie un ouvrage et une carte géologique où prévient les observations morphologiques et tectoniques. Il est le premier à admettre que le Liban et l'Anti-Liban sont deux "horsts" séparés par un fossé d'effondrement (BEKAA GRABEN) ; il donne des coupes géologiques mais il n'admet pas, comme FRAAS, l'existence du jurassique et range les calcaires à "Cidaris glandaria" dans le crétacé inférieur. Il suppose que plusieurs étages de FRAAS ne sont en réalité qu'un seul et même étage à faciès différents.

NOTLING (1886) - "Entwurf einer gliederung der kreideformation in Syrien und Palestina" - étudie le crétacé du Liban et propose une nouvelle classification : il divise toute la série en deux étages, la partie inférieure (Turonien) et la partie supérieure (Sénonien). NOTLING nie l'existence du Cénomanien en s'appuyant sur les considérations de ZITTEL, qui considérait la faune de HAMLIN postérieure au Cénomanien. Par conséquent, il classe les calcaires à "Cidaris glandaria" dans le Jurassique. Mais, DIENER (1887) et BLANCKENHORN (1890) lui succèdent et affirment la présence du Cénomanien.

BLANCKENHORN (1890) publie une étude sur le crétacé syrien (Syrie-Liban) fondée sur la présence d'Huitres et d'Echinides typiques. Il place tout le crétacé inférieur dans le Cénomanien, il critique les données sur les calcaires à "Cidaris glandaria" et appuie l'arguement en faveur de l'âge Jurassique de ces calcaires. Il divise les couches d'une façon semblable aux divisions

actuelles avec pourtant l'absence du crétacé inférieur :

| BLANCKENHORN (1890) | | DUBERTRET A C T U E L | |
|---|---|---|---|
| Senonien | IV Feuerstein führende Kreide | SENONIEN | |
| Cenoman. & Turon. | III Libanonkalkstein oder Rudistkalk | CENOMAN.TURON. | |
| | II Stufe des Buchiceras syriacum | CRETACE INFER | ALBIEN |
| CENOMANIEN (crétacé moyen) | | | APTIEN |
| | I Sandsteinregion mit Trigonia Syriaca | | GRES de BASE |

Il admet comme DIENER que les "Knemiceras" se trouvent déjà dans les couches à "orbitolines", cette erreur étant refaite dans les observations ultérieures. BLANCKENHORN prétend que la séparation la "Muraille de BLANCHE" et les couches à "orbitolines" d'un côté et les couches à "Knemiceras" (plus jeune) d'un autre côté, est impossible et conclut que ce sont deux faciès différents d'un même étage.

WHITEFIELD (1891) décrit de nombreux fossiles récoltés à AABEY et classés dans l'American Museum of Natural History. En 1897 BLANCKENHORN mentionne les calcaires d'eau douce (d'âge Miocene) à ZAHLE dans la Bekaa. La position des calcaires à "cidaris glandaria" a été définitivement fixée dans le Jurassique par deux mémoires paléontologiques de FELIX (1903) et de KRUMBECK (1905).

DOUVILLE (1910), paléontologue et stratigraphe, étudie les Rudistes et en se basant sur les coupes de ZUMOFFEN dresse une nouvelle échelle stratigraphique. Il place les couches à "Gasteropodes" et "Orbitolina lenticularis", "Exogyra boussigaulti", etc ... dans l'Aptien, les couches à "Knemiceras" dans le Vraconien, il précise la limite inférieure du Turonien. ZUMOFFEN adopte cette échelle, ainsi que DUBERTRET et VAUTRIN (1937)

sans changement notable, puis BLANCKENHORN l'adopte en 1927 et en 1934 après l'avoir critiquée en 1914. On peut donc dire que DOUVILLE a été le créateur de l'échelle stratigraphique du Liban.

BLANCKENHORN (1912) publie une nouvelle carte géologique de Palestine et Syrie méridionale. En 1914 il considère que les couches à "Knemiceras" ne sont qu'un faciès des "couches à Orbitolines", il considère le Liban et l'Anti-Liban comme deux horsts et explique leur structure. En 1925 il décrit les Echinides, en 1927 les Gasteropodes et en 1934 les Lamellibranches. En 1931 il fait paraître une étude sur la Palestine et termine en 1940 en donnant un résumé des dernières recherches et un aperçu tectonique. Ses travaux, qui couvrent une période d'environ cinquante années, témoignent qu'il a consacré une partie de sa vie à la géologie de la PALESTINE et de la SYRIE.

Révérend P. ZUMOFFEN (1926) publie la "Géologie du Liban" ainsi qu'une carte géologique rapportée à un fond topographique en hachure, en collaboration avec DOUVILLE. Cette carte fournit approximativement les affleurements sans s'occuper de la structure. Ce travail représente les observations de trente années passées au Liban.

L. DUBERTRET, qui depuis 1927 se trouve au Levant, est en 1930 chef de la section d'études géologiques au Haut-Commissariat Français à BEYROUTH ; il publie de nombreuses notes sur la structure, géologie et topographie de la Syrie, en 1933 une carte hydrologique au millionième de la Syrie et du Liban et une carte hydrologique et hydrographique. En 1937, DUBERTRET et H. VAUTRIN revoient la stratigraphie du crétacé au Liban ; ils dressent une nouvelle échelle stratigraphique adoptée par F. HEYBROEK dans son travail de thèse "Géologie d'une partie du Liban Sud - 1942". Cette échelle est encore utilisée dans sa forme générale à l'heure actuelle. DUBERTRET étudie pendant une trentaine d'années le territoire libanais et la géologie du Moyen Orient en général. Il dresse les cartes géologiques au 1/50.000 du Liban. Ses publications représentant une grande

partie des connaissances actuelles sur la géologie du territoire, nous avons groupé leurs références dans la liste bibliographique annexée à cette étude.

F. HEYBROEK (1942) - "La géologie d'une partie du Liban-Sud" - adopte l'échelle stratigraphique de DUBERTRET-VAUTRIN (1937). Il étudie en détails le crétacé inférieur et moyen et donne les coupes précises de ces deux étages. Dans cette publication, une partie du Jurassique supérieur et une grande partie de l'Eocène inférieur ont été étudiés.

L. DUBERTRET (1955) publie une carte géologique au 1/200.000 et l'accompagne d'une notice explicative. Cette carte géologique donne la première image complète de l'ensemble de la géologie du territoire libanais ; elle a été dressée d'après les levés au 1/50.000 à l'exception de la région plissée de QALAMOUN.

CONCLUSION GENERALE.-

On peut conclure de cet aperçu historique que les premiers prospecteurs ne se sont pas communiqué suffisamment leurs travaux ; d'autre part, les déterminations paléontologiques parfois défectueuses ont été à l'origine de confusions, d'interprétations erronées ou d'extrapolations peu rigoureuses.

A partir de 1890, BLANCKENHORN et plus récemment ses successeurs, ont dirigé leurs recherches géologiques, en s'aidant méthodiquement des travaux antérieurs, ce qui a permis d'arriver aux données actuelles de la géologie régionale du pays.

2ème CHAPITRE

# Le Liban dans la péninsule arabique (Stratigraphie et Tectonique)

## GEOLOGIE GENERALE DE LA PENINSULE ARABIQUE

### INTRODUCTION GENERALE.-

A partir de l'étude précédente (historique de la géologie régionale), nous essayerons de synthétiser ces différents travaux pour mettre en relief les traits les plus caractéristiques de la géologie du Liban.

En particulier grâce à une étude succincte de la géologie du Moyen Orient, dans laquelle s'inscrit celle du Liban dans ses grandes lignes, nous dégageons la structure générale du pays.

### LES GRANDES UNITES STRUCTURALES

Le Liban se place dans une unité géographique qui comprend les pays suivants :

L'IRAN, à l'Est du Golfe Persique

Les différentes principautés à l'Ouest du Golfe (DAMMAM, BAHRAIN, QATAR, KUWEIT)

Le YEMMEN, AADEN et les principautés d'OMAN, MASQAT au Sud et au Sud-Est

L'ARABIE SEOUDITE

L'IRAQ

LA SYRIE

LA JORDANIE

LA PALESTINE

LE LIBAN (pl. N° IV)

Ces pays sont limités à l'Est par le Golfe Persique (excepté l'Iran qui se trouve à l'Est du Golfe), à l'Ouest par la Méditerranée, au Sud et au S.O. par la Mer Persique et la Mer Rouge (fossé d'effondrement). L'unité, connue sous le nom "Presqu'île Arabique" ou "Péninsule Arabique", représente un ensemble géologique qui se divise en plusieurs unités structurales à directions différentes. Ces unités structurales se classent de l'Est à l'Ouest de la façon suivante :

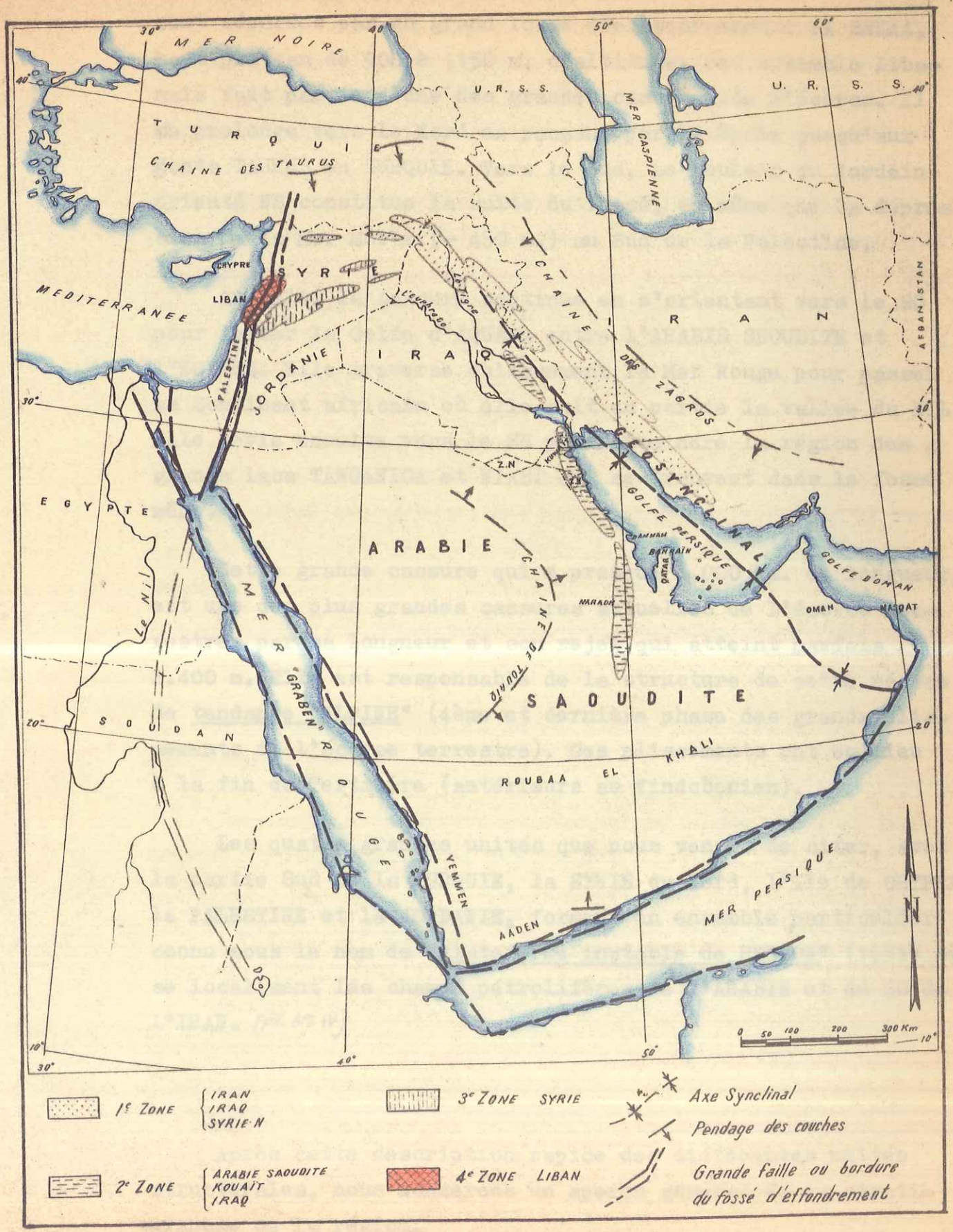
1°) Les structures à l'Est entre le Golfe Persique et les Montagnes ZAGROS en Iran, orientées NO-SE. Elles se prolongent vers le NO jusqu'en IRAQ, puis continuent vers le Nord en Syrie. A partir de là, les axes structuraux commencent à dévier de leur direction principale NO-SE ; ils s'approchent de la direction E-O à l'extrême Nord de la Syrie et forment l'arc de la grande voûte de plissements qui débute dans la région du Golfe au Sud et se termine en butant contre la grande cassure en Syrie du Nord.

2°) La zone Ouest du Golfe Persique (sorte de géosynclinal actuel - voir pl. N° IV ) comprenant les différentes principautés avec l'ARABIE SEOUDITE. Dans cette région, entre la chaîne de TUWAIQ (en Arabie Séoudite) et la côte du Golfe, les structures prennent une direction générale N-S. (ex : structure NARADH) puis, à partir de la région de DAMMAM, les axes structuraux prennent une orientation NO-SE parallèle à la côte du Golfe pour rejoindre les plissements iraniens sur le territoire iraquien au Nord en passant par le KOUAIT.

3°) Une zone intermédiaire à axes structuraux orientés NE - SO, direction dite palmyrienne. Ces plissements prennent naissance au S.O. de DAMAS dans la région de QANTARA. Ils représentent le prolongement de la structure anticlinale de AARNE dans le jurassique inférieur de l'HERMON ; c'est une région où les grandes lignes structurales commencent à se rammifier en éventail au Nord du LAC de HOULE. D'autre part, à partir des environs Nord de DAMAS, les axes de ces structures se prolongent vers le NE, ils passent par le district de PALMYRE dans le désert Syrien.

4°) La zone Libanaise dont le style est particulier. Elle est constituée par un système complexe formé de deux chaînes de montagne, le Mont Liban (3000 m.) et l'Anti-Liban (2800 m.). Ces deux chaînes parallèles et orientées NNO - SSE

Pl. N° IV




| | | | |
|---|---|---|---|
| 1e ZONE | IRAN, IRAQ, SYRIE N | 3e ZONE | SYRIE |
| 2e ZONE | ARABIE SAOUDITE, KOUAÏT, IRAQ | 4e ZONE | LIBAN |

Axe Synclinal

Pendage des couches

Grande faille ou bordure du fossé d'effondrement

# LES GRANDES UNITES STRUCTURALES DE LA PENINSULE ARABIQUE

sont séparées par un grand fossé d'effondrement : LA BEKAA, haut plateau de 900 à 1150 m. d'altitude. Cet ensemble libanais fait partie d'une des grandes cassures de l'écorce. Il se prolonge vers le Nord en passant par la Syrie jusqu'aux Monts TAURUS en TURQUIE. Vers le Sud, le couloir du Jordain orienté NS constitue la suite du fossé, de même que la dépression de la Mer Morte (- 450 m.) au Sud de la Palestine.

Au-delà, la cassure continue en s'orientant vers le SO pour former le Golfe d'AQUABA entre l'ARABIE SEOUDITE et l'EGYPTE. Elle traverse obliquement la Mer Rouge pour passer au Continent africain où elle suit en partie la vallée du NIL. Elle dévie ensuite vers le SE pour atteindre la région des g grands lacs TANGANICA et NIASI qui se trouvent dans le fossé même.

Cette grande cassure qui a presque 6.000 km. de longueur, est une des plus grandes cassures actuelles de l'écorce terrestre, par sa longueur et son rejet qui atteint parfois 2.400 m. Elle est responsable de la structure de cette région de tendance "ALPINE" (4ème et dernière phase des grands plissements de l'écorce terrestre). Ces plissements ont eu lieu à la fin du Tertiaire (antérieurs au Vindobonien).

Les quatre grandes unités que nous venons de citer, avec la partie Sud de la TURQUIE, la SYRIE du Nord, l'Ile de CHYPRE, la PALESTINE et la JORDANIE, forment un ensemble particulier connu sous le nom de "Plateforme instable de HENSON" (1951) où se localisent les champs pétrolifères de l'ARABIE et du SO de l'IRAN. (pl. N° IV)

Après cette description rapide des différentes unités structurales, nous donnerons un aperçu général de la stratigraphie de la région.

a) La partie SO de la presqu'île arabique comprenant le HIJAZ, le YEMEN et AADEN, est occupée par des coulées volcaniques, post-tertiaires ou par des roches cristallines qui forment la base du petit bouclier arabique connu sous le nom d'"ARAB SCHIELD".

b) La partie Sud, surtout la région d'ERROUBAA EL KHALI au Sud de l'ARABIE SEOUDITE est couverte par des sables dunaires non datés.

c) Une deuxième zone où les affleurements sont couverts par les sables, est formée par le désert qui s'étend entre le Nord de l'ARABIE SEOUDITE, l'IRAQ, la JORDANIE et la SYRIE du Sud.

Donc, à l'exception des affleurements de péritodite dans la région de LATTAQUIE en Syrie du Nord et de la coulée basaltique de HOMS et celle de HAOURAN au Sud de la Syrie, le reste de la Péninsule Arabique est occupé par des sédiments d'origine marine.

Nous venons d'étudier la péninsule arabique d'une manière extrêmement générale.

Nous nous attacherons maintenant au LIBAN seul, du point de vue stratigraphique et tectonique.

Nous serons amenés à faire intervenir des données nouvelles qui résultent d'une partie de nos travaux personnels.

En adoptant l'échelle stratigraphique de L. DUBERTRET parue en 1955 pour les subdivisions des formations, nous suivrons le plan ci-après.

# PLAN

## LE LIBAN (STRATIGRAPHIE)

- Introduction
- Le Jurassique
- Le Crétacé
  - Supérieur
  - Moyen
  - Inférieur
- Le Nummulitique
- Le Néogène : Marin et Continental
- Le Quaternaire
- Le Volcanisme
- Conclusion stratigraphique

## LE LIBAN (TECTONIQUE)

- Introduction
- Description
  - Les failles principales et les grandes flexures
  - Les failles secondaires
- Les unités structurales et leurs caractères particuliers
- Conclusion tectonique

## L E  L I B A N (STRATIGRAPHIE)

### I N T R O D U C T I O N.-

A l'exception de la phase orogénique qui a eu lieu à la fin du Jurassique (correspondant à la phase Néocimmérienne), le Liban s'est toujours trouvé dans une zone géosynclinale submergée. Malgré une apparente simplicité, la stratigraphie du territoire libanais présente des problèmes intéressants. En général, l'uniformité latérale de ses faciès, facilite la reconnaissance des formations géologiques sur de longues distances. D'autre part, les variations d'épaisseurs et les indices de mouvements orogéniques aident à schématiser la paléogéographie du pays.

La stratigraphie générale et la tectonique sont déjà précisées par M.L. DUBERTRET. Le Liban est un pays tabulaire, constitué entièrement par des formations d'origine marine, dont l'âge varie du Jurassique inférieur (LIAS) à l'actuel ; au point de vue superficie, nous avons la proportion suivante :

| | |
|---|---|
| Jurassique | 1.500 km2 |
| Crétacé | 5.200 km2 |
| Eocène | 400 km2 |
| Basalte | 200 km2 |
| Néogène, Quaternaire et actuel | $\pm$ 2.700 km2. |

### L E  J U R A S S I Q U E (J) $\pm$ 1.500 m.

Sur 1.500 à 1.600 mètres d'épaisseur, il constitue le noyau du Liban et de l'Anti-Liban et est formé de dolomie, de calcaires dolomitiques et de calcaires gris en bancs massifs, dont la partie supérieure parfois érodée est constituée par des alternances de marne et de calcaire jaune en général oolithique ; certains sables dolomitiques sont exploités à petite échelle dans le Mont Liban.

HERMON et ANTI-LIBAN.-

Le LIAS a été entrevu par H. VAUTRIN (1934) dans une coupe faite sur le versant Est de l'HERMON et tombant sur le cirque de AARNE en Syrie ; on y trouve décrit :

1) LIAS (?) - Un grès à lignite associé à du calcaire à petites Gasteropodes lacustres.-

2) BAJOCIEN (?) - BATHONIEN - CALLOVIEN inférieur - Environ 1.500 m. de dolomies et calcaires, comprenant, de bas en haut :

a) - 600 m. de calcaire dolomitique sombre sans faune -

b) - 150 m. de calcaire brun, à nodules de Schizophicées et quelques intercalations de minces lits marneux à faune bathonienne :

Pseudocidaris drogriaca LAMBERT
Pholadomya bellona d'ORB., P. inornata SOW.
Ceromya concentrica SOW.
Heligmus Polytipus DESL., H. rollandi DOUV.
Rhynchonella hopkinsi M'COY, R. obsoleta SOW.
Terebratula superstes DOUV., T. quillyensis BAYLE

c) - 700 m. de calcaire fin, gris clair, à débris de coraux et Brachiopodes ;

Rhynchonella moravica UHLIG (pl. N°V ) coupe 1

Cette coupe se termine au sommet de l'HERMON.

Pour avoir la suite, il faut aller entre MAJDEL CHAMS et JOUBBATA EZ ZAIT où la série se continue par :

3) CALLOVIEN Supérieur - calcaire gris avec intercalations de feuillets marno-calcaires ; 15 m.-

Stepheoceras coronatum BRUGIERE

4) OXFORDIEN - Marnes claires ; 45 m.

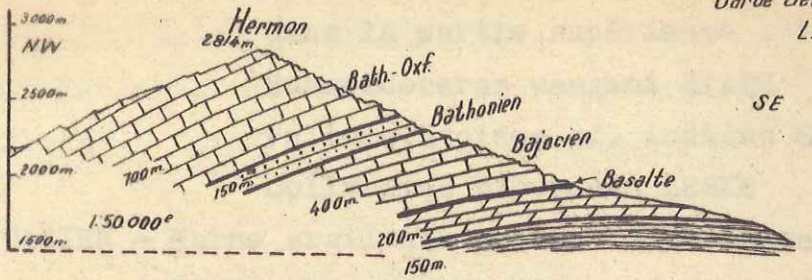
a) - Zone à Creniceras Renggeri = marne bleutée à petits Céphalopodes pyriteux ou limoniteux; 10 m.

Hecticoceras rauracum MAYER
Lunuloceras nisoides SPATH
Creniceras renggeri OPPEL
Perisphincles bernensis DE LORIOL
Belemnites cf. pressulus QUENSTEDT

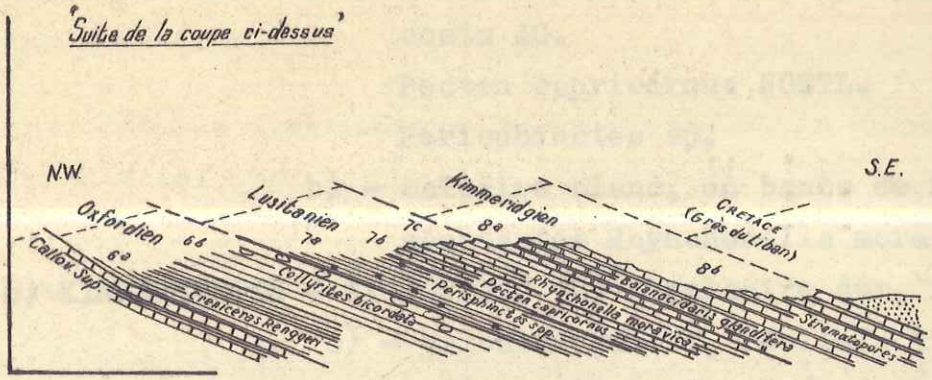
Pl. N° V

# JURASSIQUE DE L'HERMON

D'après H. VAUTRIN & L. DUBERTRET
Carte Geol. du LIBAN 1:200.000
L. DUBERTRET 1955




1: Coupe du JURASSIQUE sur le flanc SE de l'HERMON, d'après H. VAUTRIN, 1934 et L. DUBERTRET. Le LIAS n'a pas encore été surement identifié




2: Coupe du JURASSIQUE SUPERIEUR au pied de l'HERMON, par H. VAUTRIN, 1934; environ 4000e

3: Coupe du JURASSIQUE SUPERIEUR et du CRETACE au pied de l'HERMON, le long de l'ancienne route de MAJDEL CHAMS; par H. VAUTRIN, 1934; environ 10.000e

b) - Zone à Aspidoceras perarmatum = marne calcaire grise avec bancs de rognons calcaires dans la partie supérieure ; 15 m.
Euaspidoceras waageni SPATH
Peltoceratoides cf. indicus SPATH
Collyrites bicordata LESKE

5) LUSITANIEN - Marne argileuse passant à du calcaire blanc : 70 m.

a) - marne argileuse grise, avec concrétions d'hématite ;
Perisphinctes orientalis SIEMIRADSKI
- calcaire jaunâtre avec intercalations marneuses ; 12 m.
Pholodomya protei BRONGNIART var. percicosta AG.
Pecten capricornus NOETL.
Perisphinctes sp.

b) - calcaire blanc, en bancs de 20 cm ; 25 m ; abondantes Rhynchonella moravica UHLIG

6) KIMMERIDOIEN - TITHONIQUE (?) - calcaire dur, récifal ; 55 m.

a) - calcaire massif, récifal, 15 m, caractérisé par l'abondance de
Balanocidaris glandifera MUNSTER

b) - calcaire brun, marneux, parfois oolithique ; 40 m.
Pyguropsis noetlingi DE LORIOL
Terebratula subsella LEYM.
Ceromya excentrica AG.
Natica athleta D'ORB.

(Pl. N° V ) Coupe 2 -

En se basant sur l'absence des marno-calcaires Callovien Sup. et des marnes Oxfordiennes, H. VAUTRIN pensait qu'il existait vers le Nord une lacune entre le Callovien inférieur et le Kimméridgien, absence qui pourtant peut être expliqué par une variation latérale de faciès : passage progressif des marnes

aux calcaires, ce qui paraît normal - d'après DUBERTRET - puisque cette zone avait tendance à émerger à la fin du Jurassique. D'autre part, le LUSITANIEN a été retrouvé depuis, jusqu'à dans le Jurassique le plus septentrional de l'Anti-Liban. "L. DUBERTRET - Carte géol. du Liban 1/200.000 - 1955".-

Exemple de variation de faciès dans la région.-

A l'Ouest de ZEBDANI en Syrie (Anti-Liban N) et sur 500 m. de distance, les marnes lusitaniennes passent à des calcaires en plaquettes, le calcaire kimmeridgien à un banc de récifs de "Stromatopores" de 20 mètres d'épaisseur, l'ensemble étant surmonté par une couche de galets roulés : "Conglomérat de base des grès crétacés".

Sur les contre-forts NO de l'HERMON, le Jurassique supérieur n'est pas représenté, les grès Crétacés reposent sur le calcaire BATHONIEN, ce qui pourrait constituer un signe d'émersion ou de haut fond dès le LUSITANIEN.

Par conséquent, l'émersion effective et la grande phase d'érosion sont postérieures au Kimméridgien.

MONT-LIBAN.-

La partie la plus ancienne du Jurassique affleure au fond de la vallée de NAHR IBRAHIM, au coeur du HORST DE QARTABA (Liban N.).

Dans les gorges de cette vallée, une coupe présentant des analogies avec celle de l'HERMON a été décrite par G. RENOUARD en 1951 et fournit les successions suivantes :

1-2) LIAS (?)

- Dolomie compacte ou friable, parfois rubannée ; 300 m.
- Calcaire gris, partiellement dolomitisés, avec des dolomies et des intercalations marneuses ; 200 m.

3) BAJOCIEN - mêmes roches ; 75 m. - Faune dans les intercalations marneuses :

Pholadomya oblita MOR. et LYC., P. Socialis MOR. et LYC.

P. reticula AG., Ceromya cf. inflata AG.

Brachyodontes bathonicus MOR. et LYC.

Modiolus cuneatus SOW., M. subcancellatus BUV.

Discina papyracea MUNS.

Remarque : Il peut paraître curieux de retrouver Le LIAS et Le BAJOCIEN sous le même faciès.-
La différence est purement paleontologique.
D'où d'ailleurs, la notation de RENOUARD pour Le Lias: LIAS (?)

4) BATHONIEN-OXFORDIEN - mêmes roches ; 650-700 m.(même remarque que pour le BAJOCIEN)

- a) à 51 m. de la base, faune bathonienne :

Rhynchonella obsoleta SOW., R. bella BUCK, R. longula QUENST.

Brachydontes bathonicus, Lima subcardiiformis CREPPIN.

- b) à 200 m. de la base, forme callovienne inférieure (?) :

Heligmus polytypus DESLONGCHAMPS

- c) à 500 m. de la base, faune callovienne - oxfordienne inférieure :

Pholadomya carinata GOLDF., P. lineata GOLDF.

P. cf. parcicostata AG.

5) LUSITANIEN - Calcaire massif ; 90 m.

- a) vers le sommet, faune rauracienne :

Pseudocidaris mammosa AG., Balanocidaris glandifera GOLDF.

- b) puis faune séquanienne :

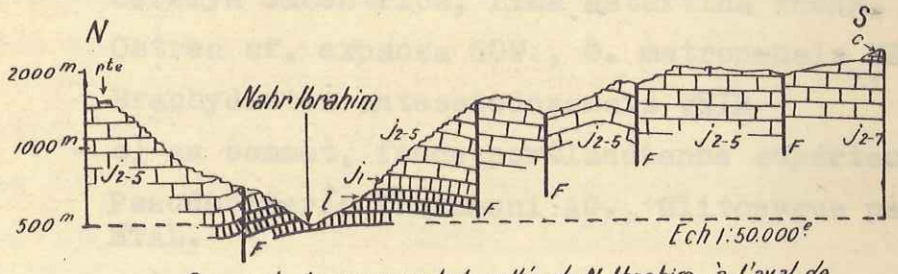
Hemipedina cf. tuberculata WRIGHT

Rhynchonella azaizi STEF. (non COT.)

Cyprina gr. orbignyana ETAL., Ceromya cf. excentrica AG.

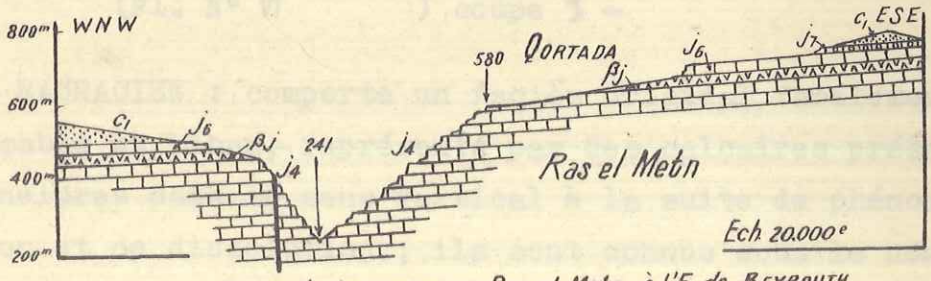
Cardium septiferum BUV.

# JURASSIQUE DU MONT LIBAN




Coupe du JURASSIQUE de la vallée du N. Ibrahim, à l'aval de QARTABA (LIBAN), par G. RENOUARD, 1951 ;

Coupe 1




Coupe du JURASSIQUE au Ras el Metn, à l'E de BEYROUTH

d'après L. Dubertret
in Carte Geol. 1:200.000 Liban

Coupe 2

j 7-4 PORTLANDIEN - OXFORDIEN
BATHONIEN - CALLOVIEN

j 3-2 BAJOCIEN

j 1 LIAS (?)

6) KIMMERIDGIEN-PORTLANDIEN SUPERIEUR - Complexe volcanique ; max. 180 m.

- a) à la base, faune kimmeridgienne :

  Protocardia pesolina CONT., Ceromya excentrica

  Mytilus jurensis FLA., Brachydontes subpectinatus SOW.

  Modiolus subaequiplicatus ROE, Lima gr. tumida ROE

- b) dans le haut, faune portlandienne inférieure :

  Ceromya excentrica, Lima astartina THURM.

  Ostrea cf. expansa SOW., O. matronensis DE LOR.

  Brachydontes antessiodorensis WEIR

- c) au sommet, faune portlandienne supérieure :

  Pseudocidaris thurmanni AG., Clitopygus peroni ETAL.

  Ostrea cf. expansa

7) PORTLANDIEN SUPERIEUR :

- a) falaise calcaire et dolomitique à silex : max. 60 m.

  Phyllobrissus thevenini ETAL.

  Ostrea cf. expansa, O. matronensis

- b) alternances de calcaire oolithique ocre et de marnes ; max. 180 m.

  Clitopygus haimei (WRIGHT) DE LOR., O. matronensis

(Pl. N° V/ ) coupe 1 -

Le RAURACIEN : comporte un faciès original facilement reconnaissable au Liban, représenté par des calcaires présentant des cannelures dans le sens vertical à la suite de phénomènes d'érosion et de dissolution ; ils sont connus sous le nom des "Calcaires Cannelés".

V O L C A N I S M E.-

Le Complexe Volcanique : comme nous l'avons vu dans la coupe du Jurassique du Mont Liban, au Kimmeridjen et au Portlandien Sup. des éruptions volcaniques ont eu lieu avant l'émersion

totale. Ces émissions sont en général en relation avec des accidents tectoniques (failles) contemporaines ou préexistantes. Le volcan d'ANTOURA situé à l'Est de BEYROUTH marque la limite Sud de la zone volcanique.

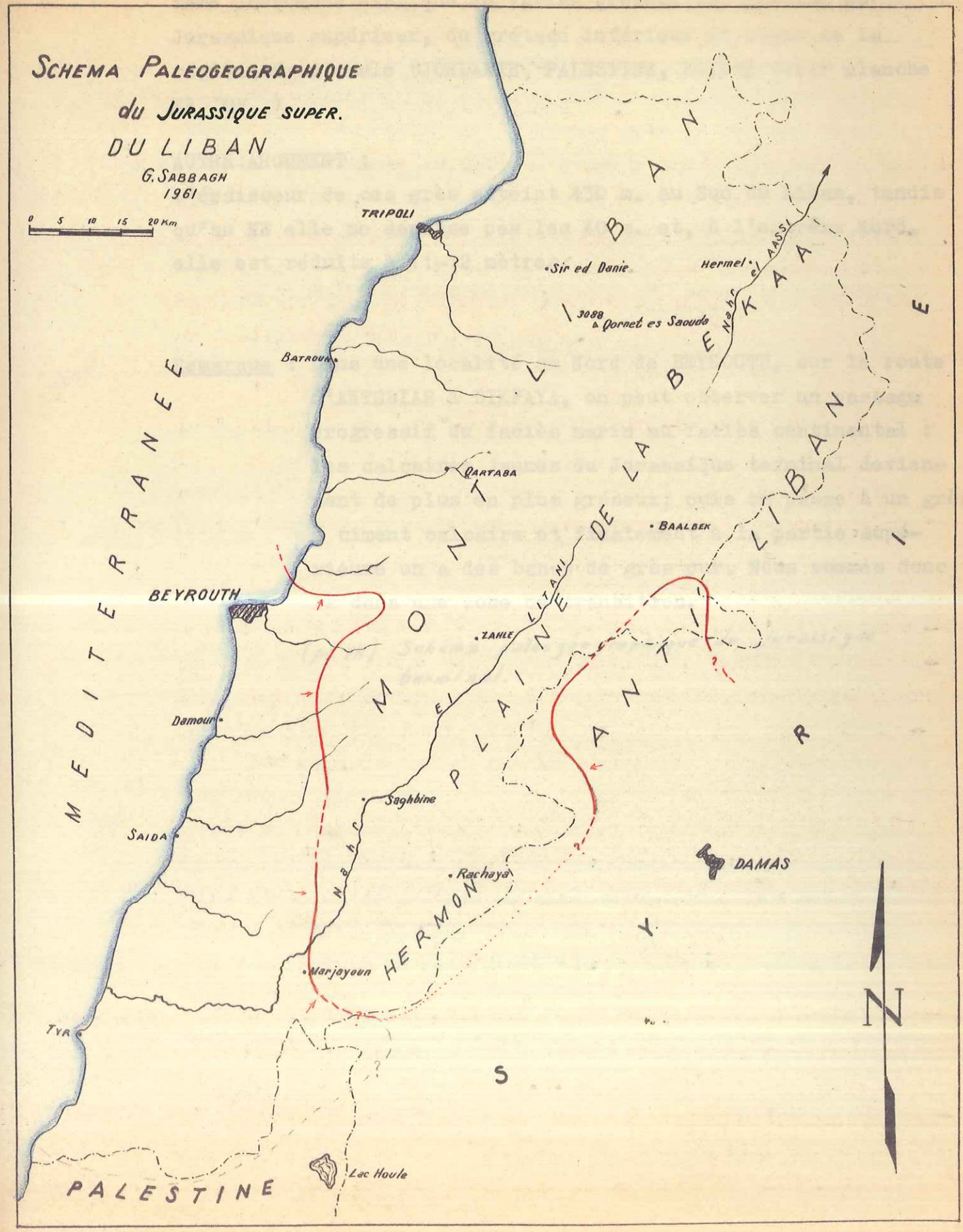
Ce complexe volcanique est constitué de Basaltes noirs et durs à la base, de tufs et de cinérites avec des alternances de calcaires détritiques ou oolithiques, de marnes ± argileuses gris-bleu foncé ou rougeâtres. Quand on monte vers le Nord (région des éruptions) le pourçentage en basalte et en matières volcaniques augmente.

D'autre part, dans la région de MARJAYOUN au Liban Sud, le "faciès volcanique" passe à du marno-calcaire rappelant les marnes Lusitaniennes de l'HERMON (ANTI-LIBAN) ce qui nous conduit à penser que les marnes Lusitaniennes de l'HERMON sont l'équivalent du Complexe Volcanique du Liban Nord, ou, " "au moins sa base est occupée par le Lusitanien". Tandis que les calcaires récifaux gris et les calcaires bruns marneux parfois oolithiques supérieurs de la coupe de l'HERMON représentent la falaise calcaire et dolomitique à silex et les alternances de calcaire oolithique ocre et de marnes supérieurs dans la coupe du Liban Nord (comparaison faite sans attributions d'âges).

A la fin du Jurassique, nous assistons à 2 phases successives d'émersion : la première, partielle, provoquant un décapage du Jurassique supérieur avant son dépôt, suivi d'une érosion assez forte.-

La deuxième, totale ;

La mer régresse, un climat franchement désertique s'établit ; les sédiments gréseux continentaux envahissent le pays en provenance du Sud et du S.E. La destruction du granite de l'EGYPTE et du cristallin du Bouclier Arabique (zone antérieurement émergée) est à l'origine des grès quartziques continentaux que l'on observe à la base du crétacé du Liban. Ce


SCHEMA PALEOGEOGRAPHIQUE
du JURASSIQUE SUPER.
DU LIBAN
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km
TRIPOLI
Sir ed Danie
Hermel
Nahr el AASSI
3088
Qornet es Saouda
BATROUN
QARTABA
BAALBEK
BEYROUTH
ZAHLE
Damour
Saghbine
SAIDA
Rachaya
DAMAS
Marjayoun
TYR
Lac Houle
PALESTINE
MEDITERRANEE
MONTS DE LA BEKAA
LIBAN
EL LITANI
PLAINE
HERMON
N

même phénomène explique le faciès gréseux continental du Jurassique supérieur, du crétacé inférieur et moyen de la région méridionale (JORDANIE, PALESTINE, EGYPTE (voir planche N° XIV ).

AUTRE ARGUMENT :
l'épaisseur de ces grès atteint 430 m. au Sud du Liban, tandis qu'au NE elle ne dépasse pas les 40 m. et, à l'extrême Nord, elle est réduite à 11-12 mètres.

Remarque : Dans une localité au Nord de BEYROUTH, sur la route d'ANTELIAS à BIKFAYA, on peut observer un passage progressif du faciès marin au faciès continental : les calcaires jaunes du Jurassique terminal deviennent de plus en plus gréseux, puis on passe à un grès à ciment calcaire et finalement à la partie supérieure on a des bancs de grès pur. Nous sommes donc là dans une zone de transition.

(pl. VII) Schéma paleogéographique du Jurassique terminal.

## L E  C R E T A C E (C)

Comme nous l'avons vu plus haut, le Crétacé débute par des grès quartziques, blancs, jaunes ou rouges non fossilifères (que l'on peut rattacher aux grès de NUBIE). Discordant sur le Jurassique, le Crétacé d'après ses différents faciès se divise en 3 parties :

I - Le Crétacé inférieur = gréseux, argilo-gréseux et calcaire ;

II - Le Crétacé moyen = marneux, calcaire marneux et calcaire ;

III - Le Crétacé supérieur = calcaire marneux et marne blanche crayeuse.

### I - LE CRETACE INFERIEUR

Il se divise en deux termes ( APTIEN (C2)
( GRES DE BASE (C1)

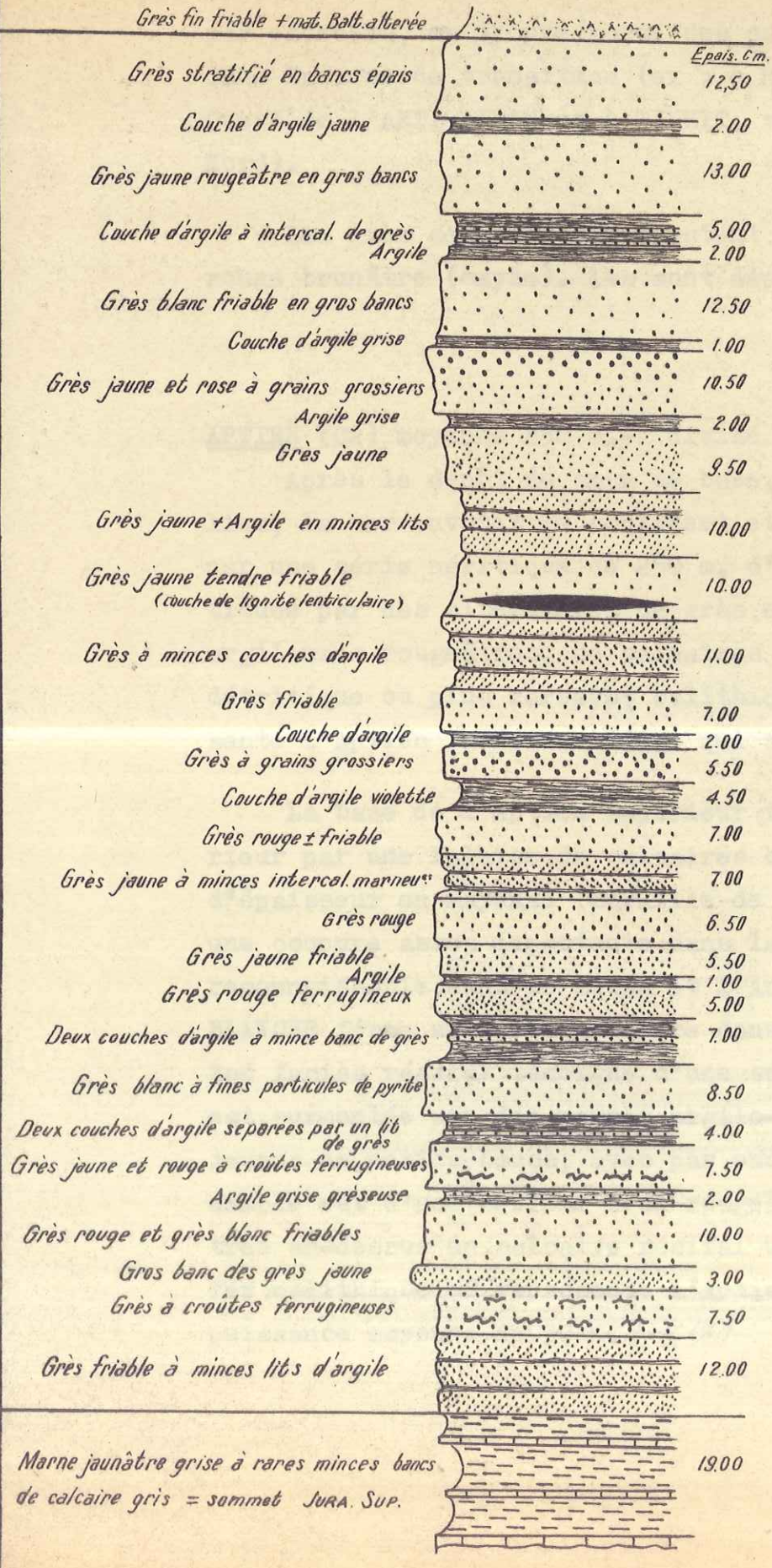
GRES DE BASE (C1) moyenne 220 m.-

Les grès de base : quartziques à structure entrecroisée, légèrement cimentés par de la limonite. Les affleurements exposés à l'air sont compacts et parfois concretionnés, tandis qu'en profondeur, les grès de base sont en général plus friables et moins consolidés en section fraiche. Les grains de quartz sont classés par lits fins et grossiers. On y rencontre des croûtes de minerai de fer (hematite), conséquence d'un climat désertique, de place en place on trouve des couches d'argile parfois gréseuse de 0,5 à 2 m. d'épaisseur, des couches de lignite lenticulaires imprégnées de pyrite (Liban Sud et Liban Central), avec rares empreintes des bois silicifiés. (pl. VIII)

Vers le haut, les grès de base passent à des argiles gréseuses, des calcaires jaunes gréseux et des calcaires très

Pl. N° VIII

# Coupe Type Des Gres De Base Dans La Région De Jezzine
## LIBAN SUD




G. SABBAGH
1961

fossilifères. (Base du Crétacé marin : "BARREMIEN" ? APTIEN), par endroits, on trouve aussi des calcaires à pisolithes dans la zone de transition (ex : à RACHAYA EL OUADI, versant Ouest de l'ANTI-LIBAN et à TIKRIT, versant Ouest du Liban Nord).

Les grès de base se présentent avec une couleur jaune ou rouge brunâtre (oxyde). Ils sont dépourvus de macro-fossiles.

APTIEN (C2) moyenne 250 m.- divisé en 2 termes (supérieur (C2b) (inférieur (C2a)

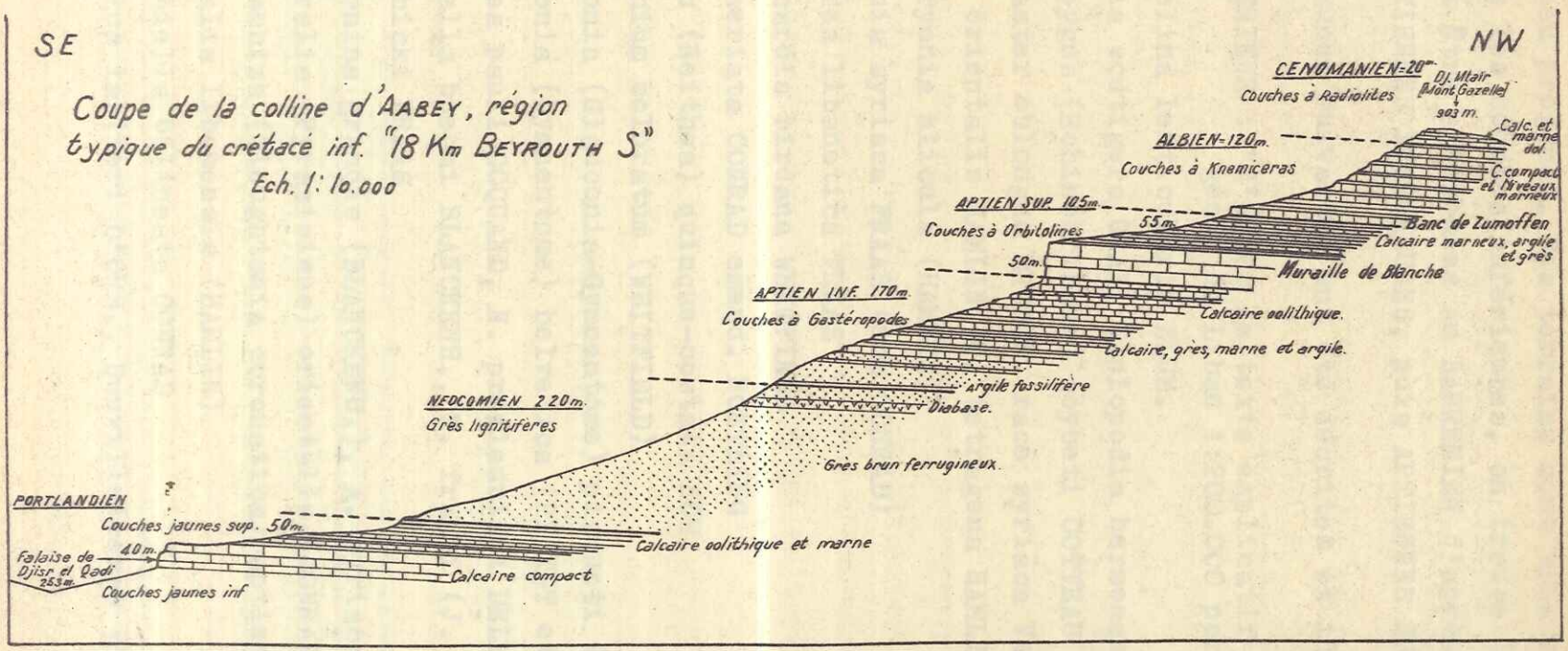
Après le dépôt du grès de base, une transgression a eu lieu, la mer envahit le continent et l'Aptien inférieur débute par une série néritique de 250 m. d'épaisseur en moyenne, constituée par des alternances de grès et grès argileux, de marnes argileuses rougeâtres, de calcaires jaune-ocrés ou gris-bleu détritique ou plus rarement oolithiques : cette série représente l'Aptien inférieur (C2a) qui atteint 160 m. d'épaisseur.

La base de l'Aptien supérieur tranche sur l'Aptien inférieur par une falaise de calcaires blancs fossilifères de 50m. d'épaisseur en moyenne (muraille de BLANCHE) ; elle présente une coupure assez importante dans la topographie, facilement reconnaissable dans le Liban et l'Anti-Liban, la falaise de BLANCHE forme un horizon-repère dans le Crétacé inférieur. Son faciès récifal témoigne d'une sédimentation marine, elle est surmontée par des marnes argilo-gréseuses, des calcaires jaunes en petits bancs, avec par endroits un bancde grés. L'ensemble est d'une couleur brun-rougeâtre, il contient à 20 mètres au-dessus du calcaire récifal une couche de minerai de fer oolithique et représente l'Aptien supérieur (C2b) avec une puissance moyenne de 90 m. (pl. IX)

SE

NW

Coupe de la colline d'AABEY, région typique du crétacé inf. "18 Km BEYROUTH S"
Ech. 1: 10.000




d'après F. HEYBROEK: La Geol. d'une partie du LIBAN S
1942

Les faciès lithologiques de l'Aptien indiquent une sédimentation peu profonde. Ces terrains sont très riches en fossiles. Dans les couches inférieures, on trouve des formes qui peuvent être attribuées au BARREMIEN d'après Melle G. DELPEY, APTIENNES INFERIEURES, puis APTIENNES SUPERIEURES.

Les faunes suivantes ont été décrites et identifiées :

APTIEN INFERIEUR : "d'après le texte explicatif de la carte géol. du Liban 1:200.000 par L. DUBERTRET"

Orbitolina lenticularis BLUM.
Salenia scutigera GRAY, Diplopodia hermonensis DE LOR.
Clitopygus (Echinobrissus) goybeti COTTEAU
Heteraster oblongus BRONGN. race syriaca VAUTRIN
Perna orientalis HAMLIN, P. tetragona HAMLIN
Alectryonia alicula (HAMLIN)
Trigonia syriaca FRAAS (non CONRAD)
Cytherea libanotica FRAAS
Protocardia birdana WHITFIELD
P. biseriata CONRAD emend. NOETLING
Pecten (Neithea) quinque-costata SOW.
Cerithium coloratum (WHITFIELD)
Glauconia (Glauconia-Gymnentome) pizcueti (VILANOVA)
Glauconia (Gymnentome) helvetica (PICTET et RENEVIER)
Nerinea pauli COQUAND, N. prefleuriaui DELPEY
Nerinella boehmi BLANCKENH., N. fraasi (J. BOHM)
N. schicki FRAAS
Actaeonina grandis (BLANCKENH.), A. syriaca (WHITFIELD)
Terebralia (Pyrazisinus) orientalis (CONRAD)
Microschiza (Cloughtonia coronatica) aptiensis LANDERER
Trochalia libanensis (HAMLIN)
Cerithiella bilineata CONRAD
Nautilus lallieri D'ORB., Douvilleiceras sp.

APTIEN SUPERIEUR :

Orbitolina lenticularis BLUM., O. conoidea - discoidea GRAS
Diplopodia hermonensis DE LOR., Toxaster dieneri DE LOR.
Heteraster oblongus BRONGN. race syriaca VAUTRIN
Toucasia sp., Horiopleura lamberti Mun. Chal.
Eoradiolites plicatus CONRAD, Ostrea sp.
Pholadomya decisa CONRAD, Cytherea sp., Trigonia sp.
Tylostoma syriacum CONRAD
Glauconia (Gymnentome) renauxi D'ORB. var. minor DELPEY
Cerithium (Pyrazus) magnicostatum CONR.
Nerinea fleuriaui D'ORB., N. salignaci COQU.
Nerinella utrillasensis (Verneuil et Lorière), N. dayi BLANCKENH.

Au Sud de BEYROUTH, la série Jurassique-Crétacé est concordante. Ailleurs, on observe des dépôts d'érosion et des poudingues au sommet du Jurassique et à la base du Crétacé. Les variations latérales lithologiques indiquent que le Crétacé inférieur s'est déposé à partir des environs S de BEYROUTH en progressant sur une ancienne surface d'érosion à topographie assez mouvementée.

A partir du parallèle d'ANTELIAS au Nord de BEYROUTH et au-delà vers le Nord dans le massif du Liban, les alternances de marnes et de calcaires ocres du Jurassique terminal (CALCAIRE de SALIMA) ont été soit erodés avant le dépôt du grès, soit ne se sont pas déposés. D'autre part, des conglomerats à éléments jurassiques se trouvent à la base de l'APTIEN (KHAN SANNINE). Dans l'Anti-Liban, sur le versant Ouest de l'HERMON, on a décrit des conglomerats au sommet du Jurassique. Le Crétacé débute par une brêche reposant sur les calcaires Bathoniens.

Lacunes, brêches et poudingues, indiquent l'érosion d'une topographie vigoureuse, antérieure au Crétacé.

De la côte vers l'ANTI-LIBAN, le Crétacé inférieur diminue

d'épaisseur, sauf dans la falaise de BLANCHE : l'Aptien inférieur qui a 170 m. à AABEY est réduit à 65 m. au BAROUK ; à l'Est et dans l'ANTI-LIBAN, à AIN EL BOUNAYA, les grès quartziques montent jusqu'à la falaise de BLANCHE. Les niveaux Aptien supérieur entre celle-ci et l'Albien varient moins d'épaisseur mais plutôt de faciès ; ils deviennent gréseux et moins fossilifères.

Dans 4 localité différentes, un faciès schisto-gréseux à caractère de flysch a été observé :
1°) au Sud dans la région de JEZZINE (à côté de ZHALTA)
2°) Liban central (KAFER SELOUAN) Est de BEYROUTH
3°) au Liban Nord à BAIT MOUNZER
4°) au Liban Nord dans la région de FNAIDEQ - Est de TRIPOLI -

Les éruptions volcaniques qui ont eu lieu au Jurassique supérieur, ont persisté au Crétacé inférieur et avec des éruptions assez importantes à l'Aptien Supérieur dans la région Nord du massif du Liban et le versant Est de l'Anti-Liban Nord.

Au Liban Sud : une éruption volcanique d'âge Crétacé inférieur est à signaler au NO de MARJAYOUN près du village AICHIYE.

II - <u>LE CRETACE MOYEN</u> : divisé en 3 formations ( TURONIEN (C5)
( CENOMANIEN (C4)
( ALBIEN (C3)

<u>ALBIEN</u> (C3) 120 à 200 m.

Du faciès gréseux néritique et oolithique ferrugineux du Crétacé inférieur (parfois basaltique dans le Nord du Liban), on passe à des alternances de calcaire jaune ocre, de bancs de calcaires et de marnes vertes fossilifères. L'ensemble est d'un faciès bien profond ; dans la région de BHAMDOUN au Liban Central à l'Est de BEYROUTH, les couches de l'ALBIEN se développent pour atteindre 200 mètres de puissance.

A la base de l'ALBIEN, le ban de ZUMOFFEN trace la limite avec l'APTIEN supérieur. C'est un banc de calcaire jaune dur et compact légèrement gréseux de 4 mètres d'apaisseur en moyenne, généralement fossilifère.- (Les fossiles caractéristiques ont été étudiés par le R.P. ZUMOFFEN).- (Pl. IX) (Pl. X)

La faune albienne récoltée dans ces couches est la suivante :

Orbitolina conica (D'ARCH.), à la base seulement
Trochodiadema (Pseudodiadema) libanoticum DE LOR.
Diplopodia hermonensis DE LOR., Holectypus portentosus COQU.
Toxaster dieneri DE LOR., Heteraster delgadoi DE LOR.
Exogyra flabellata GOLDF., Pecten (Neithea) shawi PERV.
Trigonia undulo-costata BLANCKENH.
Gyrodes manueli CHOFFAT., Glauconia renauxi D'ORB. var. minor DELPEY
Microschiza (Cloughtonia) scalaris CONRAD
Microschiza (Coronatica) heybroeki DELPEY
Tylostoma triplicata WHITFIELD, T. syriacum CONRAD
Ampullina (?) indurata CONR.
Pterodonta (?) bhamdunensis BLANCK., P. altispira WHITFIELD
Strombus incertus D'ORB., Cerithium (Pyrazus) magnicostatum CONR.
Nerinea cretacea CONR., N. salignaci CONQU., N. fleuriaui D'ORB.

Knemiceras attenuatum HYATT, K. arambourgi BASSE
K. dubertreti BASSE, K. compressum HYATT, K. pinax KRAUSE
K. flexiloculosum BASSE, K. uhligi CHOFFAT var. douvillei BASSE
K. syriacum v. BUCH, K. subcomplicatum BASSE
Engonoceros aff. complicatum HYATT, E. jezzinense BASSE
E. gracile DOUV., E. jullieni BASSE
Engonhoplitoides kenchelaense BASSE, E. zumoffeni BASSE.

Les variations d'épaisseur et de faciès de l'Albien indiquent une topographie irrégulière antérieure à son dépôt. Vers la côte, il devient plus calcaire, au point qu'on ne peut plus le distinguer des alternances marno-calcaires du CENOMANIEN.

Néanmoins, sur le versant Ouest de l'Anti-Liban Sud comme limite supérieure de l'Albien, la base d'une série de calcaire à longues "Tirutelles" parfois en plaquettes roses.

Dans le Sud du Liban l'Albien n'est pas différent de celui du Liban central décrit plus haut. Seule sa puissance est réduite à 120 m.

Au Liban Nord, par endroits, une partie de l'Albien inférieur est remplacée par des coulées basaltiques de façon telle que l'épaisseur de celui-ci est réduite à 50 m.; sa limite avec le CENOMANIEN devient très difficile à tracer.

CENOMANIEN (C4) 620 à 750 m.

Au Liban, le Cénomanien est constitué en général par des alternances régulières de bandes de calcaire finement lité c contenant des silex en minces lits ou en rognons, de calcaire marneux parfois dolomitique et de marnes. Cependant le faciès calcaire prédomine vers la partie supérieure. Des géodes quartziques en forme de choux-fleurs sont très fréquents dans les faciès marneux, (Camp de QARAOUN, BEKAA S). Par endroits, la dolomitisation a joué un rôle assez important dans le Cénomanien supérieur. La faune est moins abondante que celle de l'Aptien et de l'Albien. (pl. X)

Dans la partie Nord du versant Ouest du Mont-Liban, plus spécialement dans la région Est de JBAIL, le Cénomanien supérieur est marneux. Sa limite avec le Turonien inférieur, également marneux, devient difficile à reconnaître. Dans sa partie moyenne, le Cénomanien de la côte a fourni à HAQEL et à HJOULA deux gisements de calcaire schisteux à poissons.-(en partie bitumineux).-

Dans la BEKAA, sur le versant Ouest de l'Anti-Liban, le Cénomanien affleure régulièrement à partir du Sud jusqu'au Nord.

Dans une bande marno-calcaire de sa partie supérieure (100 à 150 m. d'épaisseur), on rencontre des "Acantoceras", des "Exogyra flabellata", des "Pholadomya vignesi" et des plaquettes à empreintes d'algues et de feuilles.

A partir de la région d'AANJAR au pied de l'Anti-Liban, le sommet du Cénomanien et le Turonien inférieur commencent à se dolomitiser, à l'exception de la région comprise entre le village EN NABI CHIT et BAALBECK Est. Plus on monte vers le Nord, plus la dolomitisation affecte les niveaux supérieurs.

A l'extrême Nord, la partie supérieure du Cénomanien, la totalité du Turonien et une partie du Sénonien inférieur sont complètement dolomitisées.

Le Cénomanien du Liban et de l'Anti-Liban avec son faciès généralement monotone et sa puissance assez constante, pourrait indiquer un dépôt tranquille à profondeur constante. Sa faune a fourni quelques espèces et en particulier ; "d'après le texte explicatif de la carte géol. du Liban 1/200.000 par L. DUBERTRET 1955" -

Orbitolina concava LMK
Hemiaster (Mecaster) aff. saulcyi D'ORB.
Exogyra columba LMK, E. flabellata GOLDF.
E. africana LMK, E. olisiponensis SHARPE
Caprinula cedrorum BLANCKENH., Caprina adversa D'ORB.
Eoradiolites lyratus CONRAD, E. maroni DOUV.
Biradiolites zumoffeni DOUV., B. lumbricalis D'ORB.
Praeradiolites maroni DOUV., P. irregularis DOUV.
Pileolus sphaerulitum BLANCKENH., P. gollmeri DELPEY
Nerinea schiosensis PIRONA, N. nobilis MUNSTER.
N. cedrorum BLANCKENH. etc., Actaeonella spp.
Acanthoceros cf. cenomanense D'ARCH., A. hajoulense BASSE
A. meridionale STOL. var. multicostata BASSE
A. sussexiense MANTELL emend. SHARPE
Protacanthoceras angolaense SPATH
Neolobites vibraeyeanus D'ORB. etc.

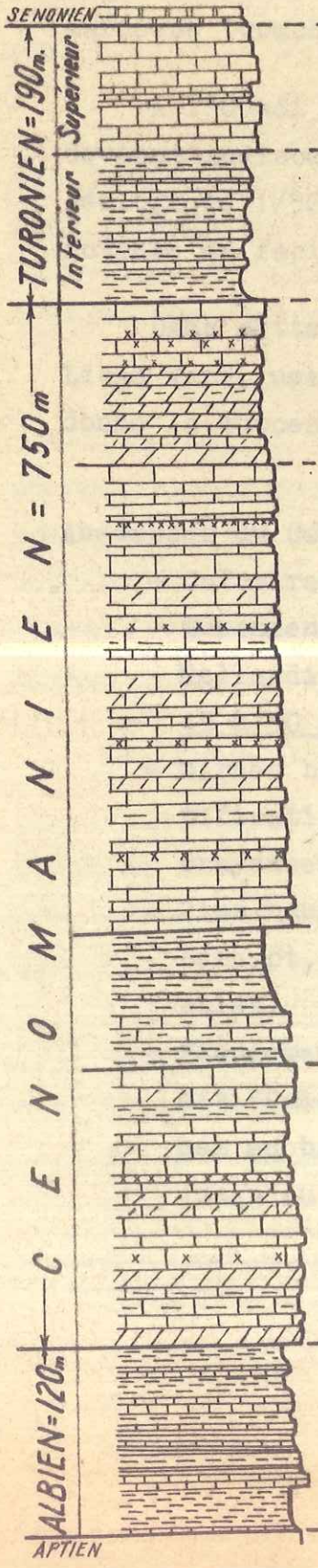
Pl. N° X

# Coupe du Cretace Moyen dans la Bekaa Centrale

## Versant E de l'Anti-Liban

Ech. 1:5.000

G. Sabbagh




Calcaire blanc bien stratifié à stylolites.
Rudistes "Hippurites Ressectus"

Alternances de marne et de calcaire en plaquettes à Ammonites "Thomasites Rollandi"

Série de calcaire à silex, dolomie dure, dolomie tendre marneuse et calcaire dol.

Série de calcaire dur en gros bancs ou en plaquettes à minces lits de silex, le calcaire est parfois marneux ou dolom.

Marne jaunâtre à rares bancs de calcaire

Alternances de calcaire, calcaire marneux ou dolomitique et de marnes à rares silex

Marne verte parfois grise rougeâtre + Calcaire en minces bancs et argile altern.ts

TURONIEN (C5) 200 à 240 m. ( Supérieur = calcaire à Hippurites
( Inférieur = couches à Thomasites Rollandi

Au-dessus des alternances cénomaniennes et parfois sans contraste de faciès, le Turonien débute par une bande marneuse (couches à Thomasites Rollandi). (pl. X)

A l'Ouadi Eddé (Est de JBAIL), le Turonien inférieur devient indiscernable du Cénomanien supérieur (sur la carte géologique 1/50.000 Cénomanien terminal) à cause de la monotonie de faciès dans la zone de passage.

Dans cette région située sur le versant Ouest du Mont-Liban Nord, une coupe entre le village HBALINE et la côte donne la succession suivante de bas en haut :

Au-dessus du Cénomanien terminal (faciès marneux)

- Calcaires marneux lités ou marne calcaire à Ammonites Turoniennes, gasteropodes et nombreux "Thomasites Rollandi, Leoniceras SP." et à Oursins (Thomasites de 45 à 50 cm de diamètre).
- Marnes blanches à silex en lits ou en rognons à stratification grossièrement entre-croisée (marne parfois crayeuse).
- Plus haut une brêche grossière passant à du calcaire compact, puis à un calcaire marneux à minces lits de silex.
- Finalement le calcaire compact du Turonien supérieur dit "Calcaire à Hippurites" où les Rudistes sont groupés en bancs isolés de faciès ± récifal, prédomine jusqu'au couches les plus hautes du Turonien.

VARIATIONS PALEO-GEOGRAPHIQUES DU TURONIEN

Au Liban Sud dans la région tabulaire de JEBEL AAMEL, le Turonien avec les couches à Thomasites et les calcaires à Hippurites, affleure sur le versant Est du Synclinal de NABATIYE dans la région de MARKABA.

Sur la lisière occidentale de la BEKAA, le Turonien avec ses deux termes inférieur et supérieur, a été identifié seulement dans la région de ZAHLE ; plus loin vers le Nord, l'identification du Cénomanien (sensus stricto) devient difficile.- (faciès très calcaire).-

Sur la lisière orientale de la BEKAA, le Turonien est constitué par un niveau inférieur marno-calcaire à Ammonites, et un niveau supérieur de "calcaire à Hippurites". Il affleure régulièrement à partir de l'extrême Sud jusqu'au Nord, à l'exception des points où il a été transformé par dolomitisation (lieux déjà indiqués dans la description du Cénomanien). Son niveau inférieur est généralement assez riche en fossiles.

Les faunes suivantes ont été repérées : "d'après le texte explicatif de la carte géol. du Liban 1/200.000 par L. DUBERTRET 1955".-

TURONIEN :

Orthopsis ruppeli DESOR, O. zumoffeni COTTEAU
Pyrina lamberti DE LOR., P. zumoffeni DE LOR.
Echinobrissus ghaziriensis DE LORIOL
Chondrodonta joannae CHOFFAT
Hippurites (Hippuritella) resectus DEFR., H. (H.) libanus DOUV.
H. (H.) grossouvrei DOUV., Durania loevis DOUV.
Natica (Cepatia ?) amchitensis DELPEY
Trajanella gigantea Stoliczka, Nerinea schiosensis PIRONA
Nerinea - Campanile matheroni D'ORB
Actaeonella obtusa ZEKELI, A. ghazirensis DELPEY
Acanthoceras aff. deverianum D'ORB.
Coelopoceras lesseli BRUGGEN

Thomasites rollandi THOMAS et PERON, Th. jordani PERV.
Mammites nodosoides SCHLOTH. var. spinosa BASSE
M. Tischeri LAUBE et BRUDER, Fagesia superstes KOSSMAT
Leoniceras luciae PERV., L. segne SOLGER, L. quaasi PERON
Hoplitoides ingens v. KOENEN emend. SOLGER et RIEDEL, etc.

La partie supérieure du Turonien est représentée par des calcaires à Hippurites (genre de calcaire blanc à "stylolites" de faciès récifal indiquant une tendance à l'émersion) contrairement à sa partie inférieure représentée par des marnes à Ammonites déposées sur un fond plus bas.

Remarque : On peut penser à une émersion partielle dans les hautes zones du Mont-Liban, par le fait que le Turonien n'y a pas été jusqu'ici identifié. Dans ce cas la partie Nord du Liban serait représentée au Turonien par un géanticlinal émergé. Mais ceci n'est qu'une hypothèse.

III - LE CRETACE SUPERIEUR.-

SENONIEN (C6) maximum 620 m.

Le Crétacé supérieur du territoire libanais est connu sous le terme général de SENONIEN. Il est constitué par des craies à "Globigérines" et des marnes crayeuses alternantes qui suggèrent un dépôt en zone profonde et tranquille. Ce changement brusque de faciès au début du Crétacé supérieur, est accompagné d'un changement paléogéographique assez important. Il peut être expliqué par la faible orogenèse déjà signalée au Turonien supérieur. La tendance à l'émersion de la fin du Turonien a été suivie d'un mouvement d'affaissement relativement lent. Par endroits le passage du Turonien au Sénonien est représenté par une série continue allant du calcaire dur à faciès récifal,

à la craie ou la marne crayeuse tendre de faciès plus profond.

Au Liban Sud : dans le Sénonien inférieur de la région tabulaire de JEBEL AAMEL (route SAIDA-NABATIYE), on a trouvé des "P. Vesicularis", des "inocerames", quelques "Texanites texanus" ROEMER, forme Santonienne.

Plus haut, les macrofossiles disparaissent à l'exception de quelques "Belemnites". Les microfossiles caractéristiques qui ont été décrit sont :

Globotruncana spp.,
Flabellina spp.,
Hetereohelicidae.

On passe souvent des marnes crayeuses du Sénonien aux marnes crayeuses de l'Eocène sans aucun changement de faciès. La distinction peut être facilitée par l'apparition des "Globorotalia" qui annonce le Nummulitique, transgressif par endroits sur une surface d'érosion (partie Sud du JEBEL AAMEL) parfois le Nummulitique se dépose directement sur les calcaires turoniens.

Dans la région de CHEKKA (côte Nord du Liban) et dans la BEKAA, le faciès du Sénonien est identique à celui précédemment décrit. Pourtant, dans la BEKAA Sud : Au pied du versant NO de l'HERMON, une couche de silex en bancs bien stratifiés de 12m. d'épaisseur environ affleure à sa partie moyenne, surmontée par une couche de craie glauconieuse à dents de "Squale".

D'autre part, entre NABAA el HASBANI et KAFERMICHKI, un mouvement de subsidence local serait la cause d'une augmentation d'épaisseur, qui peut atteindre 600 m. Tandis qu'au pied du DJEBEL SANNINE sur la lisière occidentale de la BEKAA, l'épaisseur est réduite à 110 m. (à BEDNAYEL-TAMNIN). Ces variations d'épaisseur peuvent être attribuées à l'instabilité du fond au moment de la sédimentation du Crétacé supérieur avec une tendance à l'émersion à la fin du Crétacé. (pl. XI)

Dans la BEKAA septentrionale, à partir de BAALBECK et vers le Nord, avec le même faciès, le Sénonien affleure en lambeaux isolés sur les contreforts Ouest de l'Anti-Liban N.

L E  N U M M U L I T I Q U E (e) 150 à 1.150 m.

Dans son ensemble il est de faciès marno-crayeux (Liban Sud). En zones de hauts fonds, le Nummulitique devient un calcaire subrécifal (Bekaa Sud). Son dépôt est continu et prolonge le Crétacé supérieur et sa répartition géographique est la même que celle de celui-ci.

Etant donné la monotonie et la ressemblance des faciès entre le toit du Sénonien et la base de l'Eocène, les deux terrains peuvent être identifiés seulement grâce à l'étude de la microfaune.- (présence de "Globorotalia").-

Avant la fin du Nummulitique, une crise orogénique a eu lieu et une discordance assez importante le sépare du Néogène. Notons que les sous-étages sont plus ou moins complets suivant que l'on a à faire à des zones de sédimentation continue ou non.

Dans le Liban Sud : sur les plateaux de la région tabulaire, le faciès du Nummulitique calcaire dans la région Est, devient de plus en plus marneux ou crayeux à l'Ouest. "Au voisinage de NABATIYE, l'Eocène est calcaire, dans le Miocène des galets à N. "Gizehensis" témoignent de la présence du LUTETIEN". On observe à l'Ouest, la coupe suivante : "d'après L. DUBERTRET - Carte géol. du Liban 1/200.000 - 1955" -

YPRESIEN :

- calcaire blanc marno-crayeux à minces lits de silex, rares nummulites -
- calcaire marneux blanc tendre à rognons de silex "N. irregularis -

LUTETIEN :

- marnes blanches crayeuses vers la partie supérieure, on remarque une intercalation de calcaire en forme lenticulaire, à "N. Gizehensis".

La puissance de l'Eocène est de l'ordre de 200 m., l'Eocène supérieur et l'Oligocène n'ont pas été déterminés avec certitude.

Sur la côte Nord du Liban : une série marno-calcaire ± crayeux à fins lits de silex (faciès semblable à celui de l'Eocène inférieur du Sud) fait suite des marnes argilo-crayeuses du Sénonien dans la région de CHEKKA. Dans le Liban Nord en général l'Yprétien est partiellement représenté et une lacune assez importante fait disparaître la totalité du Lutétien.- (début de l'orogenèse Néogène).-

Dans la BEKAA : l'Eocène est plus calcaire que celui de la côte, le moyen et le supérieur sont constitués presque uniquement par des calcaires, par endroits, le calcaire franchement récifal indique une régression lente et une tendance à l'émersion qui marque le début d'une crise orogénique à la fin du Nummulitique (Attribution d'âge d'après G. RENOUARD et M. LYS.).-

Dans la BEKAA Sud : le Nummulitique débute par une série de marnes grises en esquilles. (La disparition totale de "Globotruncana" abondante au Crétacé supérieur, et l'envahissement des "Globorotalia", ont permis d'attribuer l'âge PALEOCENE à ces marnes grises). Leur faciès est de caractère assez profond, elles sont faciles à reconnaître et surmontent la série de calcaires marno-crayeux à "Globotruncana" et "Flabellina" du toit du Sénonien.
Une coupe décrite par L. DUBERTRET dans la région de DJEBEL BIR ED DAHR donne la succession suivante de bas en haut :

SENONIEN : calcaire cayeux et marnes à "Globotruncana spp., Flabellina sp., Heterohelicidae abondantes et très variées, etc .

PALEOCENE : Alternances de calcaires crayeux et de marnes ; 357 m. Alabamina midwayensis BROTZEN, Anomalina grosserugosa GUMBEL.

YPRESIEN : marno-calcaire compact à silex et glauconie, avec quelques bancs calcaires compacts ; 55 m.

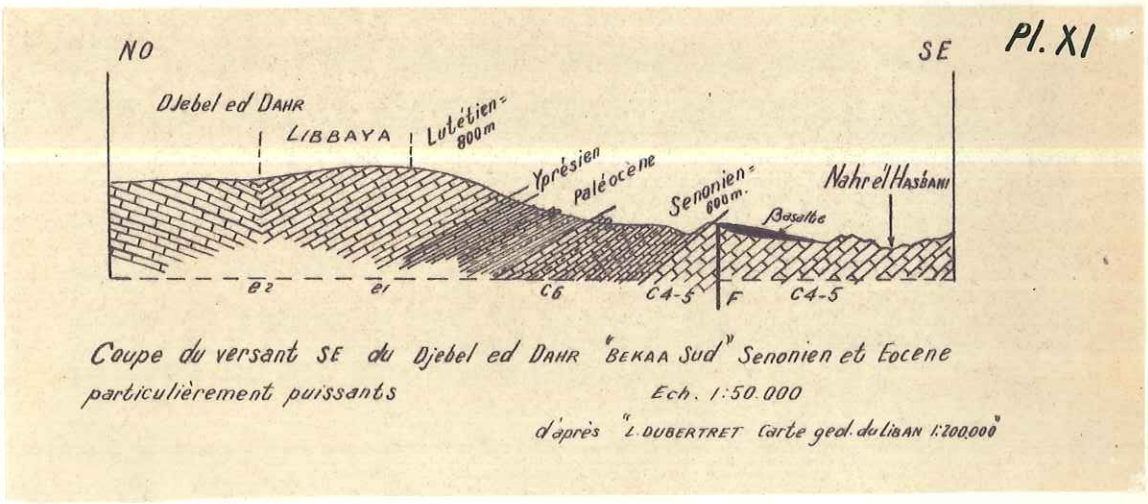
Base marquée par l'apparition de Hantkenina spp., Uvigerina spp.; plus haut Robulus incisus LYS.

Dans les bancs calcaires : N. globulus - guettardi, N. gallensis B et A, N. lucasi N. irregularis rare et petite, N. subirregularis, abondante.

LUTETIEN : calcaire récifal blanc, monotone, lapiézé ; 850 m.

A la base, rares N. subirregularis ; abondantes N. irregularis.

"d'après le texte explicatif de la carte géol. du Liban 1/200.000 par L. DUBERTRET - 1955".-




*Coupe du versant SE du Djebel ed Dahr "Bekaa Sud" Sénonien et Eocène particulièrement puissants*

*Ech. 1:50.000*

*d'après "L. Dubertret Carte geol. du Liban 1:200.000"*

Dans cette coupe, les calcaires supérieurs à "N. Gizehensis", que l'on trouve ailleurs dans la BEKAA n'apparaissent pas.

Sur la lisière occidentale de la BEKAA, le Nummulitique est identique ; une coupe dans la région de ZAHLE le long de Nahr el Berdaouni donne de bas en haut :

SENONIEN ; calcaire crayeux blanc, écrasé, en contact faillé avec le calcaire CENOMANIEN-TURONIEN.

YPRESIEN-LUTETIEN : brèche à gros blocs calcaires à petites Nummulites non caractéristiques, noyés dans une marne localement

fort glauconieuse ; 70 m.
N. globulus - guettardi, N. lucasi D'ARCH., N. subirregularis.
- alternances de marno-calcaire et de fins bancs calcaires avec les mêmes Nummulites ; 300 m.

LUTETIEN SUPERIEUR : calcaire franc, récifal, blanc et brèche à gros éléments du même calcaire ; 100 m. Certains bancs sont pétris de N. gizenhensis (d = 30 à 50 mm) et de N. curvispira ; plus rares sont N. beaumonti et N. discordina.

"d'après le texte explicatif de la carte géol. au 1/200.000 du Liban par L. DUBERTRET - 1955".

A partir de BAALBECK et vers la BEKAA Nord, le Nummulitique perd de son importance, son faciès en général ne change pas ou devient légèrement plus marneux mais sa puissance est réduite. Il se présente en forme de lambeaux alignés SSE NNO sur le pied du versant Ouest de l'Anti-Liban et entourés par du Miocène en discordance.-(ilôts pendant la mer Miocène-Pliocène).-

Remarque : en tenant compte des manifestations stratigraphiques pendant le dépôt du Nummulitique, (changement de faciès, variation d'épaisseur liés à des phénomènes tectoniques continuels), nous pouvons supposer qu'une partie des reliefs actuels du Liban et de l'Anti-Liban était déjà formée. On peut estimer qu'après la régression lente de la mer Oligocène, la première grande phase de plissements a eu lieu, et plus tard le Néogène est venu se placer en discordance sur le Nummulitique déjà plissé et partiellement érodé. Après le Nummulitique, aucune formation marine n'est à signaler dans la BEKAA.-(émersion définitive).-

L E  N E O G E N E  divisé en deux formations (PLIOCEN (MIOCENE

Le Néogène joue un rôle assez important comme formation géologique, en SYRIE et surtout avec ses niveaux productifs dans les champs pétroligères en IRAQ et en IRAN.- (à la base du Miocène).-
Au Liban, le Néogène n'est pas aussi important, mais il présente une complexité qui traduit des crises orogéniques locales, et une diversité de dépôts.

Au Néogène, la mer se retire de la BEKAA et de toutes les aires continentales actuelles mais elle revient au VINDOBONIEN, (Miocène moyen), pour déposer ses sédiments en discordance sur les formations antérieures et érodées. Sur la bordure Ouest de la région tabulaire au Liban Sud et sur les contreforts Ouest du Mont-Liban Nord, les dépôts sont marins.

D'autre part, à l'intérieur, les produits d'érosion sont chariés vers les dépressions voisines des deux massifs où s'étendaient des lacs. Nous observons de ce fait deux formations différentes :

A - LE NEOGENE MARIN (sur la côte)

B - LE NEOGENE CONTINENTAL ou LACUSTRE (à l'intérieur)

A - LE NEOGENE MARIN -

Sur la côte Sud du Liban, au Sud de SAIDA, un lambeau de Miocène inférieur, discordant sur l'Eocène, montre la succession suivante de bas en haut :

BURDIGALIEN : série de marno-calcaire fins à "Lepidocyclines" et à "operculina complata" DEFR. ; 80 m.

VINDOBONIEN : (Poudingue) puis calcaire à "Lithothamnium" $\pm$ 100 m.

Sur la côte (et à 10 km. au NNE de BEYROUTH) un lambeau de Vindobonien de 5 km. de long. et 2 kM. de larg. affleure entre DBAYEH et JOUNIE. Du point de vue évolution structurale, ce lambeau est évocateur et bien instructif. Avec une différence de pendage de 60 ° en moyenne, le dépôt Néogène (Miocène) arrive en discordance, sur une ancienne surface d'érosion, en recoupant le Sénonien, le Turonien et une partie du Cénomanien. Donc la mer Néogène pénètre dans la zone de la flexure occidentale du Mont Liban en témoignant la préexistence de cette flexure. (pl. XII) 1

Une coupe décrite dans la région donne de bas en haut la succession ci-après : (L. DUBERTRET - carte géologique 1/200.000 - 1955)

- Poudingue à galets crétacés et Jurassique reposant sur le substratum crétacé, redressé et érodé.
- Marnes sableuses jaunâtres.
- Calcaires blancs récifaux en bancs épais "Lithothamnium" et pencten.

Sur la côte Nord, un lambeau de Néogène marin est emboité dans le crétacé supérieur de RAS CHEKKA. Ce sont des calcaires blancs récifaux, reposant horizontalement sur les marnes blanches inclinées vers le NO du Sénonien supérieur.

Le Néogène marin le plus développé est celui de la côte Nord, dans les environs de TRIPOLI entre RAS CHEKKA et le parallèle de HALBA, sur une étendue de 370 km2 environ.

Une bonne coupe de Vindobonien décrite par L. DUBERTRET à DJEBEL TERBOL au NE de TRIPOLI donne les successions suivantes de bas en haut : "d'après le texte explicatif de la carte géol. du Liban 1/200.000 par L. DUBERTRET - 1955"

Pl. N° XII

1

Marin

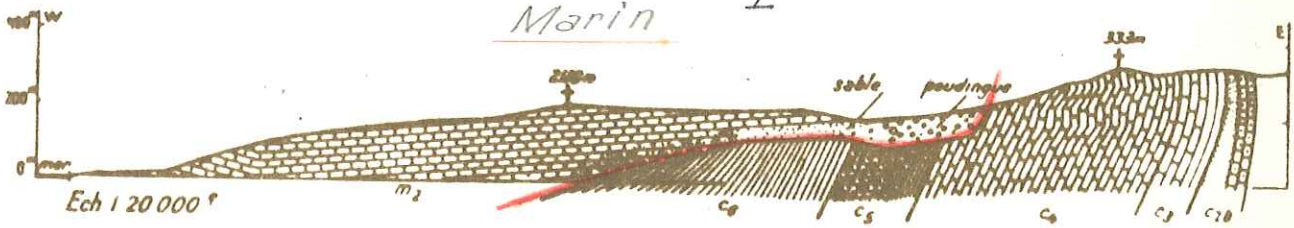



Fig. 17. — Coupe le long du versant N du N. el Kelb. Le Crétacé redressé de la grande flexure du versant méditerranéen du Liban est entamé et recouvert en discordance par le Vindobonien du plateau de Zouq : la flexure préexistait au Vindobonien.

2

Lacustre

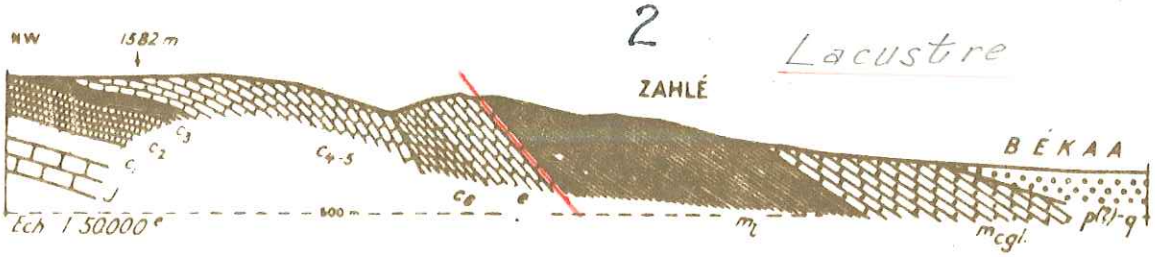



Fig. 18. — Coupe le long du versant N du N. Berdaouni (Zahlé, Békaa). Faille au contact du Crétacé moyen, calcaire ($c_{4-5}$), et du Crétacé supérieur, marneux ($c_6$) ; discordance du Néogène continental sur l'Eocène (e), alluvionnement quaternaire dans le fond de la Békaa. — Le Néogène continental est ici particulièrement puissant : 800-900 m de marne lacustre ($m_1$), surmontée de 500-900 m de poudingue ($m_{cgl.}$).

D'après L. Dubertret
Carte géologique du LIBAN
1:200.000 - 1955

- pointement de marne blanche sénonienne.
- conglomérat de base à galets jurassiques et crétacés ; 3 m.
- calcaire compact saccharoïde, en bancs de 2 à 3 m ; 175 m.
  Néoalvéolinella bradyi SILV., Corallina, Lithothamnium
- calcaire marneux et sableux à Clypeaster, Cardita ; bancs pétris d'Heterostegina costata LMK ; 67 m.
- marne à Ostrea crassissima LMK ; 3 m.
- calcaire récifal blanc à Foraminifères et Polypiers ; 10 m.
- sable grossier, argileux ; 4 m.
- calcaire jaunâtre à Foraminifères ; 3 m.

PONTIEN.-

A la suite d'une phase orogénique, la mer regresse, une phase d'érosion torrentielle ravage le Vindobonien et y provoque un ravinement avec création de reliefs assez forts.

Le Pontien dépose son matériel détritique à caractères torrentiels ou littoro-lacustres sur la surface préérodée. Il est constitué essentiellement par des marnes blanches parfois sableuses, des calcaires gréseux et des conglomérats.

Sa puissance est variable entre 50 m. à DJEBL TERBOL et 800 mètres sur la plateforme de ZGHARTA, (correspond probablement à la dépression prépontienne) vers le NE à Nahr el Arka il disparaît sous le Plaisancien (PLIOCENE).

PLAISANCIEN : marin puis continental

A la fin du Pontien, la mer régresse. Une éruption volcanique dans la région de HOMS (en Syrie) a eu lieu. D'autre part, tandis que les reliefs s'accentuent par suite

de l'exhaussement des massifs, la mer Plaisancienne regagne une partie du littoral et atteint le pied Ouest du Mont-Liban Nord à l'E et au NE de TRIPOLI. La plateforme de ZGHARTA se trouve de nouveau submergée par une sorte de golfe. Par endroits, le Plaisancien est surmonté par des matériaux torrentiels colmatés représentant le Villafranchien ; ils résultent de la dernière déformation à l'aurore du QUATERNAIRE (dernière orogenèse) puis la mer régresse en laissant des terrasses qui font le raccord avec la côte actuelle.

Une coupe du PLIOCENE décrite à Nahrel Arka dans la région de AALBA donne la succession suivante de bas en haut :

PLAISANCIEN :

- Basalte en orgues ..... 15 mètres
- Calcaire tendre gréseux ..... 20 "
- Basalte ..... 20 "
- Calcaire gréseux ..... 22 "
- Marne jaune ..... 50 "
- Basalte ..... 10 "
- Calcaire gréseux oolithique à grains de Basalte "pecten" .....30 "
- Marne grise à "A. cristatum Var." ... 130 "
- Argile grise à foraminifères ..... 65 "
- Calcaire détritique "Flabellipecten arkanus" opp., ..... 40 "
  "Cubitostrea frondosa M. DE SERR."

VILLAFRANCHIEN :

- Conglomérat ou poudingue avec tufes calcaires : 60 mètres

L'épaisseur moyenne de cette série est de 400 mètres environ.

Après le Néogène marin, nous passons au Néogène continental.

B - LE NEOGENE CONTINENTAL -

Le Néogène continental occupe presque la moitié de la BEKAA. Après l'exondation totale à l'Oligocène, des grandes pluies à forte capacité érosive sur les deux massifs (Liban, Anti-Liban) ont été à l'origine des torrents qui, créant un réseau hydrographique jeune, ont raviné les pentes en entrainant des masses d'alluvions vers les points bas du nouveau continent.

La difficulté de la limite entre Miocène et Pliocène (monotonie du faciès, ou variation insensible dans la zone de la limite) conduit à les grouper sous le terme de Néogène. Cependant quelques affleurements lacustres du Miocène ont été décrits.

Au Liban Sud, dans la région tabulaire aux environs de NABATIYE, une dépression remplie de poudingues grossiers torrentiels est à signaler. Les matériaux constitutifs sont en grande partie Eocène.

Dans la BEKAA ; du Sud vers le Nord, sur les contreforts orientaux du Mont Liban ; sur la route de KAB ELIAS à MACHGHARA entre KEFRAYA et KHERBET QANAFAR on rencontre des affleurements de marnes grise-jaunâtre du Miocène, par endroits en contact avec le Jurassique (ancien Lac Miocène).

Entre Z AHLE et HADETH BAALBECK, le Néogène continental atteint de grandes épaisseurs, il repose en discordance sur les calcaires Lutétiens de l'Eocène. Il est constitué en grande partie par des marnes blanches crayeuses. Dans la région de ZAHLE, le Lutétien présente un pendage de 60° tandis que celui du Néogène est de 30°. A la base, il est constitué par une sorte de poudingue passant à des marnes parfois crayeuses lacustres à très minces lits de lignite. On y a signalé des "Hydrobia". Leur puissance est de 900 m. environ. Au-dessus de ces marnes, des poudingues (ou conglomérats) à gros galets de calcaire stratifié (sans discordance) et parfois mal cimentés, atteignent 500 m. (Pl. XII) 2

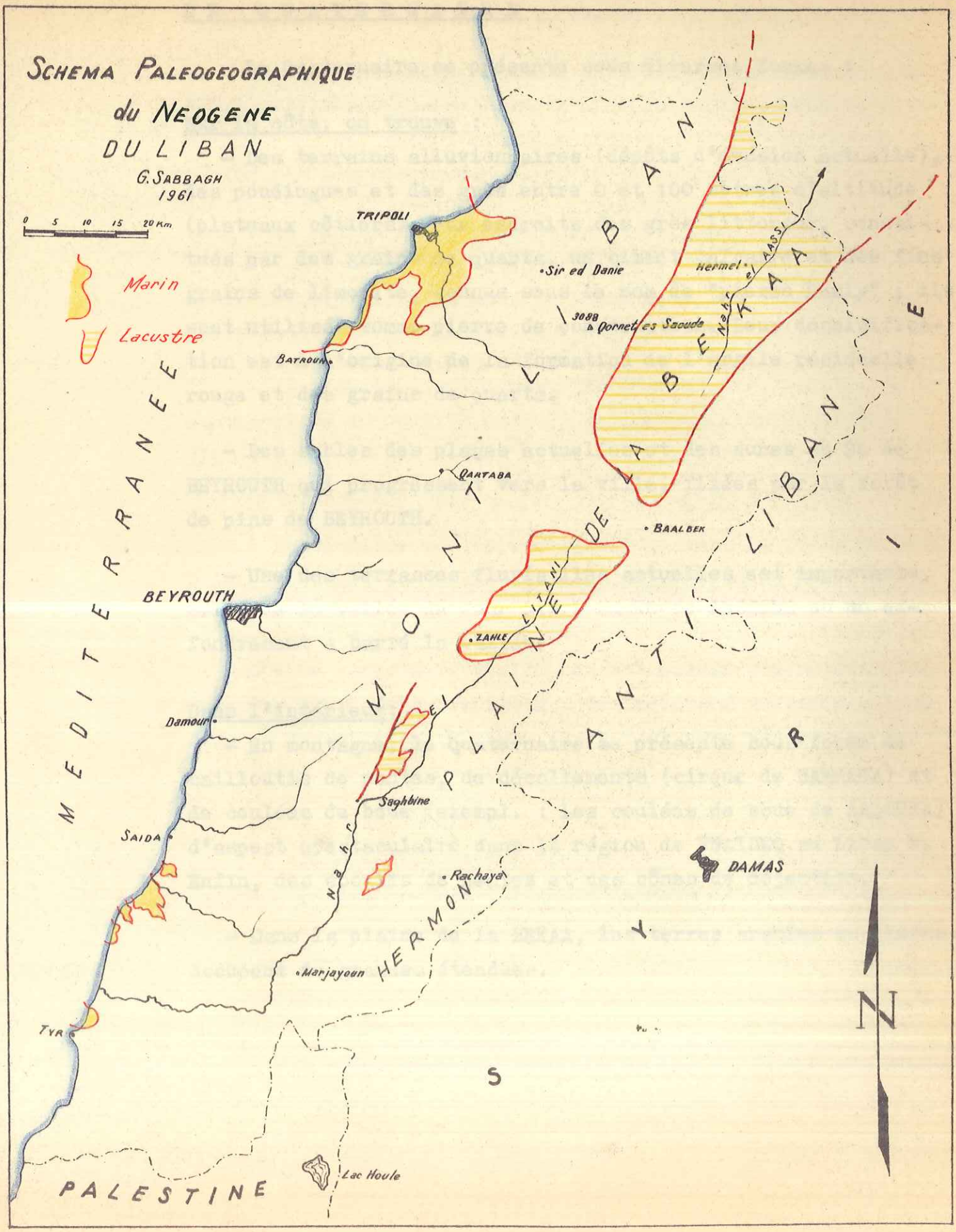
d'épaisseur et affleurent jusqu'en bordure Ouest de la plaine.

Le long du pied occidental de l'Anti-Liban des affleurements de marnes blanches lacustres reposent en discordance sur les calcaires Lutétiens à partir du versant Sud de la vallée de YAHFOUFA au Sud jusqu'au village BRITEL au Nord. Ces marnes sont surmontées par une couche de conglomérats à galets calcaires qui plonge avec un pendage très faible vers la plaine.

Remarque :

Dans la BEKAA Nord, au Miocène, une zone émergée (sorte de géanticlinal Est-Ouest déjà signalé par L. DUBERTRET) partage le Miocène en 2 lacs, l'un au Sud de BAALBECK jusqu'à ZAHLE et l'autre allant du Nord de BAALBECK et beaucoup plus vers le NNE jusqu'à la région de KOUSSAIR en Syrie. *voir (pl. XIII)*

Au Pliocène, un grand lac d'alluvions en sorte de nappe submerge toute la région, à partir de ZAHLE au Sud jusqu'à l'extrême Nord y compris le seuil de BAALBECK. Il laisse dans la plaine un dépôt conglomératique $\pm$ cimenté à pendage subhorizontal.


SCHEMA PALEOGEOGRAPHIQUE
du NEOGENE
DU LIBAN
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km
Marin
Lacustre
TRIPOLI
BATROUN
QARTABA
BEYROUTH
Damour
SAIDA
TYR
Sir ed Danie
3088
Qornet es Saouda
Hermel
BAALBEK
ZAHLE
Saghbine
Rachaya
Marjayoun
Lac Houle
DAMAS
PALESTINE
MEDITERRANEE
MONTS DE LA BEKAA
PLAINE DE LITANI
LIBAN
ANTI LIBAN
HERMON
N

## L E  Q U A T E R N A I R E

Le Quaternaire se présente sous diverses formes :

Sur la côte, on trouve :

- Des terrains alluvionnaires (dépôts d'érosion actuelle), des poudingues et des grès entre 0 et 100 mètres d'altitude (plateaux côtiers). Par endroits des grès littoraux, constitués par des grains de quartz, un ciment calcaire et des fins grains de limonite, connus sous le nom de "pierre Ramly" ; ils sont utilisés comme pierre de construction. Leur décalcification est à l'origine de la formation de l'argile résiduelle rouge et des grains de quartz.

- Des sables des plages actuelles et des dunes au SO de BEYROUTH qui progressent vers la ville, fixées par la forêt de pins de BEYROUTH.

- Une des terrasses fluviatiles actuelles est importante, celle de la vallée de Nahr Bisri au NO de JEZZINE où un effondrement a barré la vallée.

Dans l'intérieur;

- En montagne, le Quaternaire se présente sous forme de cailloutis de pentes, de décollements (cirque de HAMMANA) et de coulées de boue (exempl. : Les coulées de boue de AAQOURA) d'aspect spectaculaire dans la région de FNAIDEQ au Liban N. Enfin, des éboulis de pentes et des cônes de déjection.

- Dans la plaine de la BEKAA, les terres arables ou limons occupent de grandes étendues.

## L E  V O L C A N I S M E : TERTIAIRE et QUATERNAIRE

Sur le territoire libanais proprement dit, à partir du début du Crétacé moyen (base du Cénomanien) jusqu'au début du Quaternaire, aucune éruption volcanique n'a eu lieu ou plutôt n'a été reconnue.

A la fin du Néogène et au début du Quaternaire, une éruption volcanique de type strombolien s'est produite à 6 km. au NO de RACHAYA EL OUADI dans la Bekaa Sud. Les coulées se sont mises en place dans le fond de deux anciennes vallées :

- la première, OUADI DAMACHEQ (Est-Ouest), reliant la haute vallée du JORDAIN avec la vallée actuelle du LITANI (les témoins : lambeaux de Basalte au Nord de SOHMOR et dans le synclinal chmaïssé).

- la deuxième coulée est descendue vers le fossé du JORDAIN en passant au-dessus des derniers dépôts du Miocène et les autres formations sous-jacentes.

Sur le territoire syrien, le volcanisme s'est manifesté beaucoup plus tôt qu'au Liban ; une éruption volcanique à la base du Vindobonien (Miocène) a eu lieu pour donner naissance aux nappes basaltiques du DJEBEL MAANI.

Une deuxième éruption à la base du Pliocène a donné naissance à la nappe basaltique de HOMS qui a coulé vers la trouée de HOMS-TRIPOLI au Nord du massif du Mont-Liban.

Remarque :

Ce volcanisme qui débute avec l'apparition des premiers reliefs vigoureux a persisté jusqu'au quaternaire. Il s'est prolongé jusqu'au début de notre ère par des mouvements séismiques qui ont été souvent violents et destructifs.

## CONCLUSION STRATIGRAPHIQUE

Au début de l'étude stratigraphique, nous avons signalé que le Liban, durant son histoire géologique, se trouvait presque continuellement dans une zone géosynclinale ; dans cette conclusion, nous essayons de donner quelques exemples, en comparant la stratigraphie libanaise avec celle des autres pays de la région pour illustrer cette hypothèse.

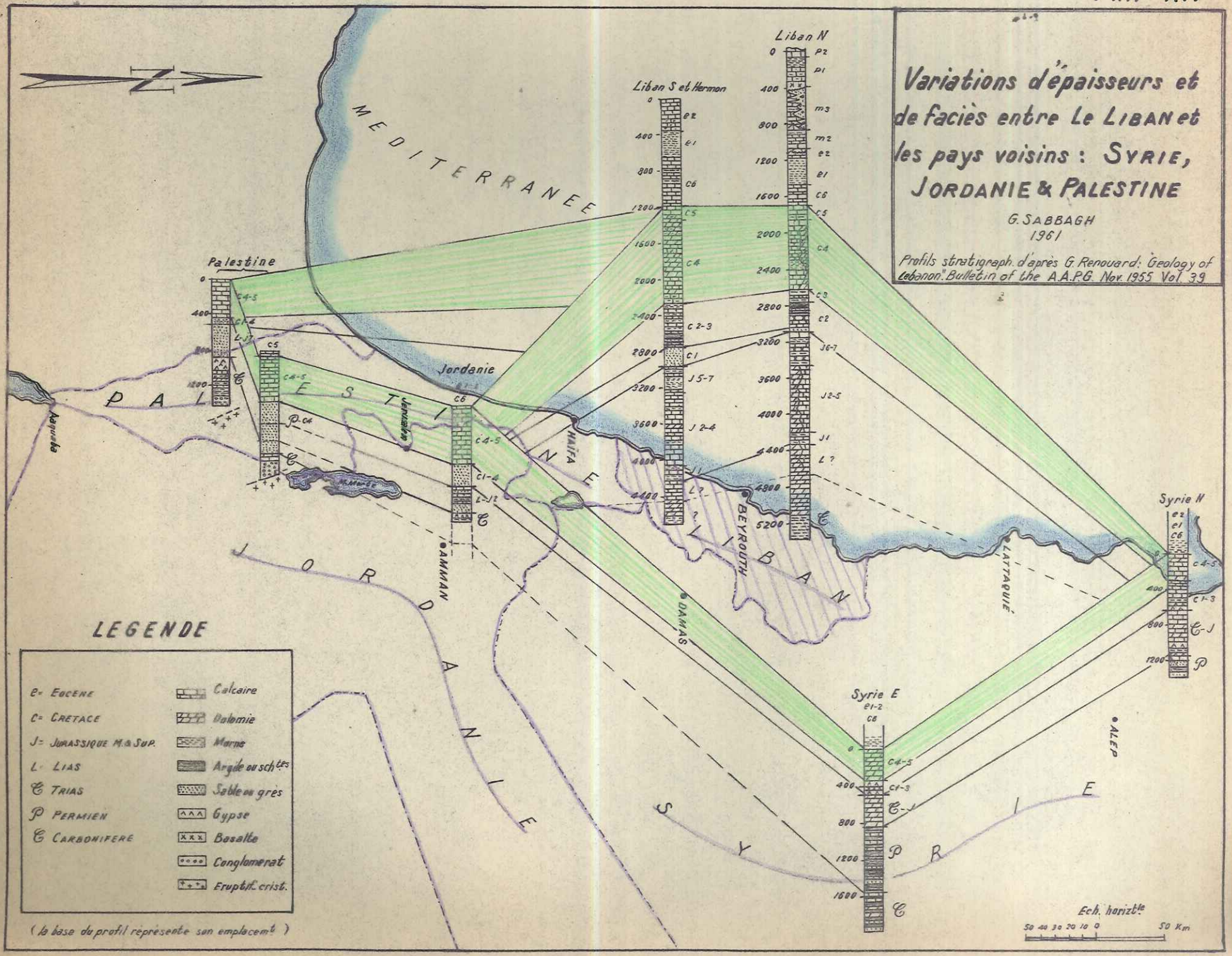
D'autre part, nous pouvons remarquer que les formations marines antérieures au Néogène se développent normalement sur l'ensemble du territoire Libanais. En ce qui concerne le Néogène, nous avons montré dans l'étude stratigraphique qu'il s'était déposé dans les cuvettes des reliefs actuels - (reliefs qui, rappelons-le, ne sont guère différents de ceux de la fin du Nummulitique) - étant donné que la submersion totale était impossible.

La puissance des formations sédimentaires connues à partir du Jurassique moyen jusqu'à la fin du Tertiaire est de l'ordre de 5.000 mètres. Il est probable et même certain que la puissance totale sera beaucoup plus grande, d'autant plus que, dans les couches les plus anciennes reconnues dans l'échelle stratigraphique, aucun signe de la proximité du socle cristallin n'a été signalé. En particulier :

- il n'y a pas de traces de mica ni de feldspath, ni d'autres indications des roches métamorphiques

Par rapport aux pays voisins, au N et à l'E avec la Syrie, au Sud avec la TRANSJORDANIE et la PALESTINE, les formations géologiques marines du Liban ont en général une épaisseur double et parfois triple.

D'où l'idée d'un mouvement de subsidence qui se manifestait d'une façon continue au cours de la sédimentation marine dans toute la zone libanaise (voir planche N° XIV ).


Variations d'épaisseurs et de faciès entre Le LIBAN et les pays voisins : SYRIE, JORDANIE & PALESTINE
G. SABBAGH
1961
Profils stratigraph. d'après G. Renouard: "Geology of Lebanon." Bulletin of the A.A.P.G. Nov. 1955 Vol 39
MEDITERRANEE
Liban N
Liban S et Hermon
Palestine
Jordanie
Syrie N
Syrie E
PALESTINE
JORDANIE
LIBAN
SYRIE
HAIFA
Jerusalem
AMMAN
BEYROUTH
DAMAS
LATTAQUIÉ
ALEP
LEGENDE
E= EOCENE
C= CRETACE
J= JURASSIQUE M. & SUP.
L= LIAS
T= TRIAS
P PERMIEN
C CARBONIFERE
Calcaire
Dolomie
Marne
Argile ou schtes
Sable ou grès
Gypse
Basalte
Conglomerat
Eruptif. crist.
(la base du profil représente son emplacemt)
Ech. horizte
50 40 30 20 10 0 50 Km

La coupure stratigraphique la plus franche et la plus importante est celle de l'orogenèse jurassique, suspension de la sédimentation marine et accident stratigraphique presque mondial.

Au Liban, le Crétacé inférieur avec ses sédiments de grès continentaux témoigne d'une lacune de la période de transition Jurassique-Crétacé.

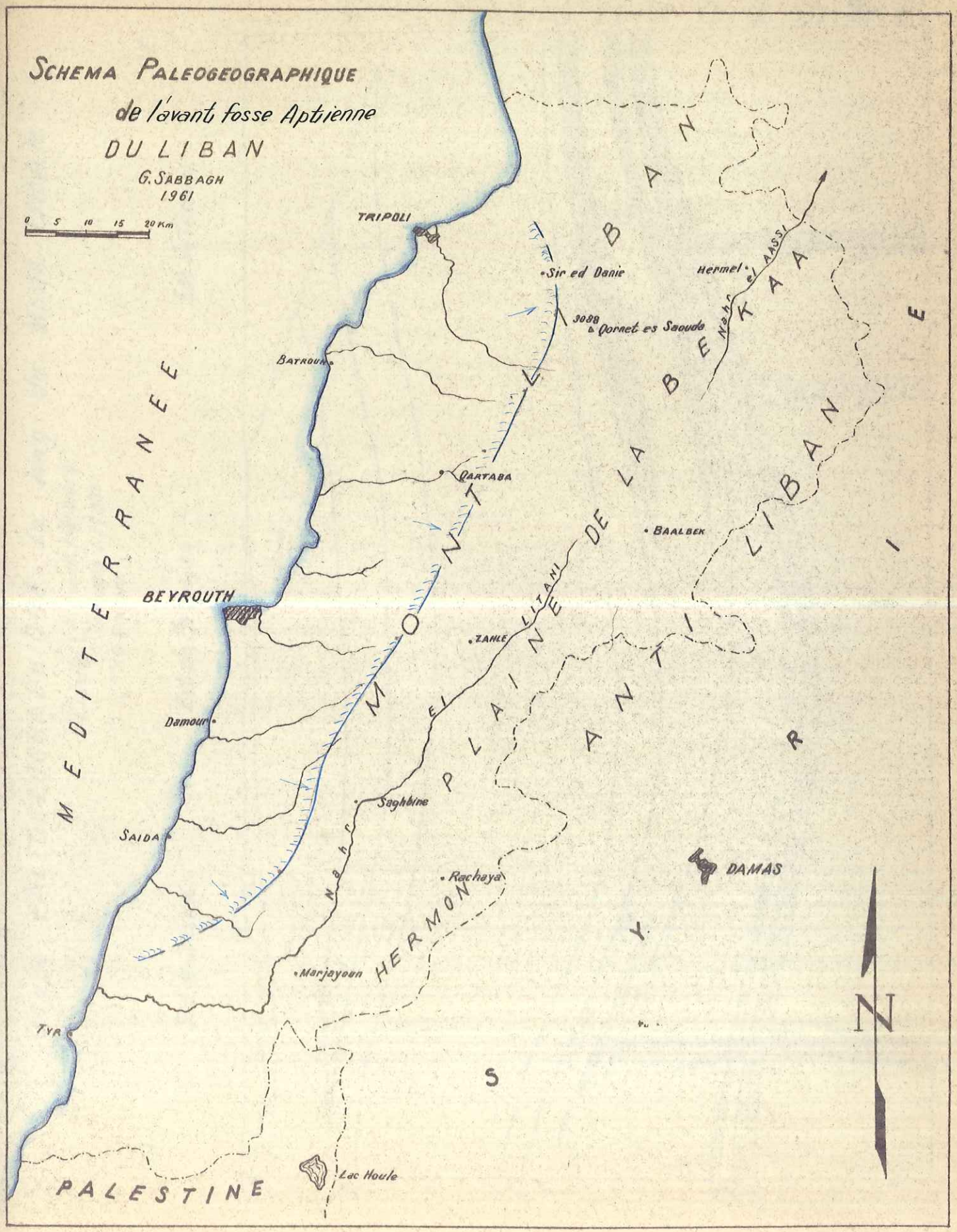
Toutefois, ce faciès continental de grès, dépourvu de macro-fossiles caractéristiques, pourra probablement être bien daté en procédant à une étude micropaléontologique sérieuse des couches argileuses qui s'intercalent dans ces grès.

A partir du Crétacé inférieur, (Base de l'APTIEN), la sédimentation marine a continué sans rupture stratigraphique franche, jusqu'à l'orogenèse fin Nummulitique. Cependant, l'instabilité continue du socle a été à plusieurs reprises à l'origine de mouvements alternatifs du fond.

Ceci expliquerait les variations locales de faciès, d'épaisseur et parfois les tendances à l'émersion, comme c'est le cas à la fin du TURONIEN et au toit du CRETACE.

D'après les apparences, dans les différentes transgressions qui ont suivi les émersions, on peut dire qu'en général, la mer gagnait toujours le continent du côté Ouest (c'est-à-dire de la Méditerranée actuelle).

Si nous prenons comme exemple la transgression à la base du Crétacé, nous voyons que l'APTIEN qui se développe dans la région E et S de BEYROUTH, (mer assez profonde), présente dans la région de JEZZINE (au Sud) un faciès à caractère flysch de schistes et de grès ; ce phénomène se répète dans le Liban central à KAFER SELOUAN et au Nord dans la région de


SCHEMA PALEOGEOGRAPHIQUE
de l'avant fosse Aptienne
DU LIBAN
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km
TRIPOLI
Sir ed Danie
Hermel
3088
Qornet es Saouda
Nahr el Assi
BATROUN
QARTABA
BAALBEK
BEYROUTH
ZAHLE
Litani
Damour
Saghbine
SAIDA
Nahr
Rachaya
DAMAS
Marjayoun
HERMON
TYR
Lac Houle
PALESTINE
MEDITERRANEE
MONTS
PLAINE
DE LA
BEKAA
LIBAN
ANTI
LIBAN
N
S

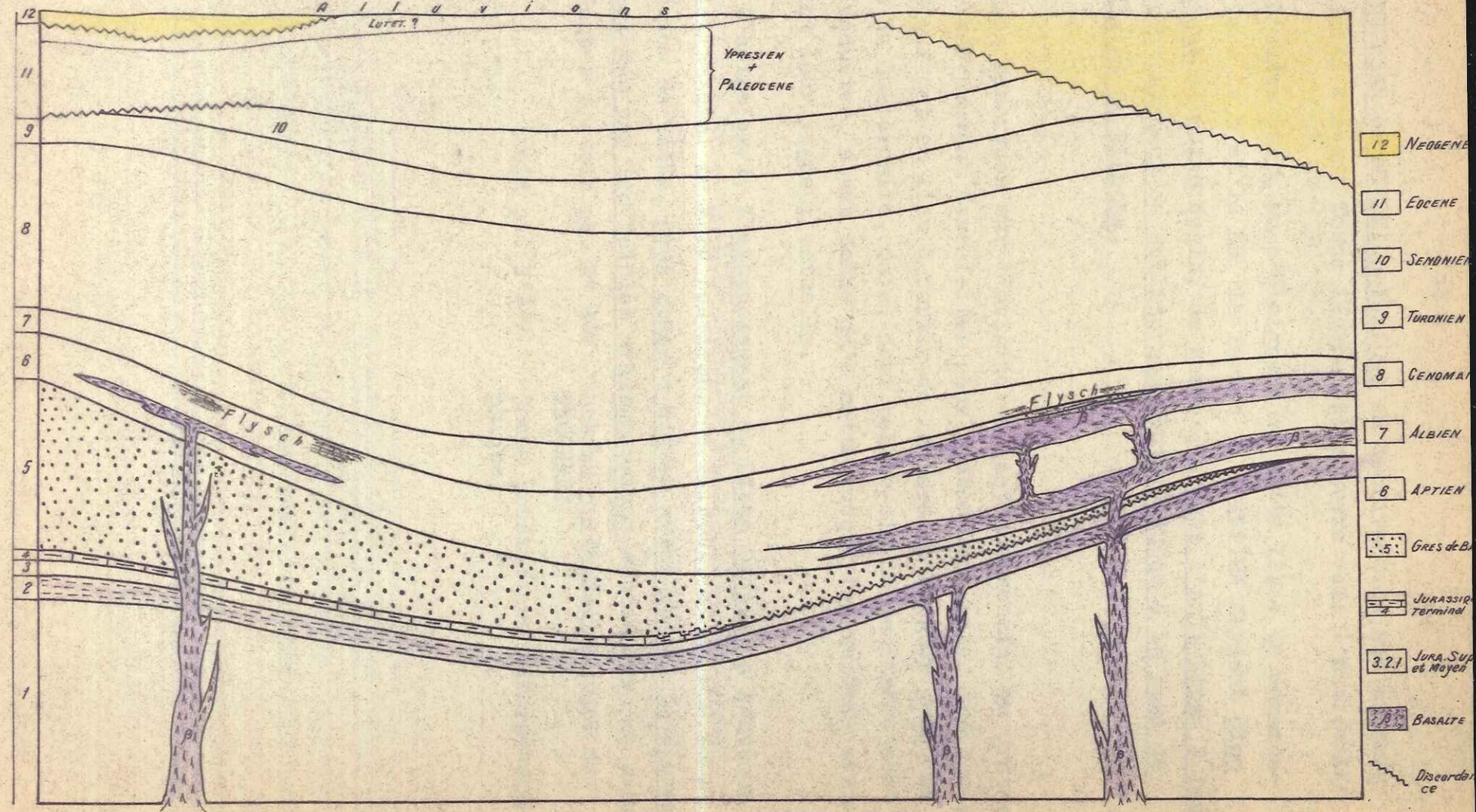
# Coupe PALEOGEOGRAPHIQUE le long du Mont LIBAN

Echelle { Horizont. 1: 800.000
Verticale 1: 20.000

G. SABBAGH

SO NE

Sud de JEZZINE — Est de BEYROUTH — Est de TRIPOLI



BAIT MOUNZER et MICHMICH-FNAIDEQ en décrivant du Sud au Nord une limite d'avant fosse légèrement convexe vers l'Est. (pl. XV)

D'autre part, en s'éloignant de cette ligne de démarcation vers le N et le NE, le faciès de l'APTIEN devient plus néritique et moins épais, de sorte que dans l'Anti-Liban N les grès continentaux ou sublitoraux montent jusqu'à la base de la Falaise de Blanche.

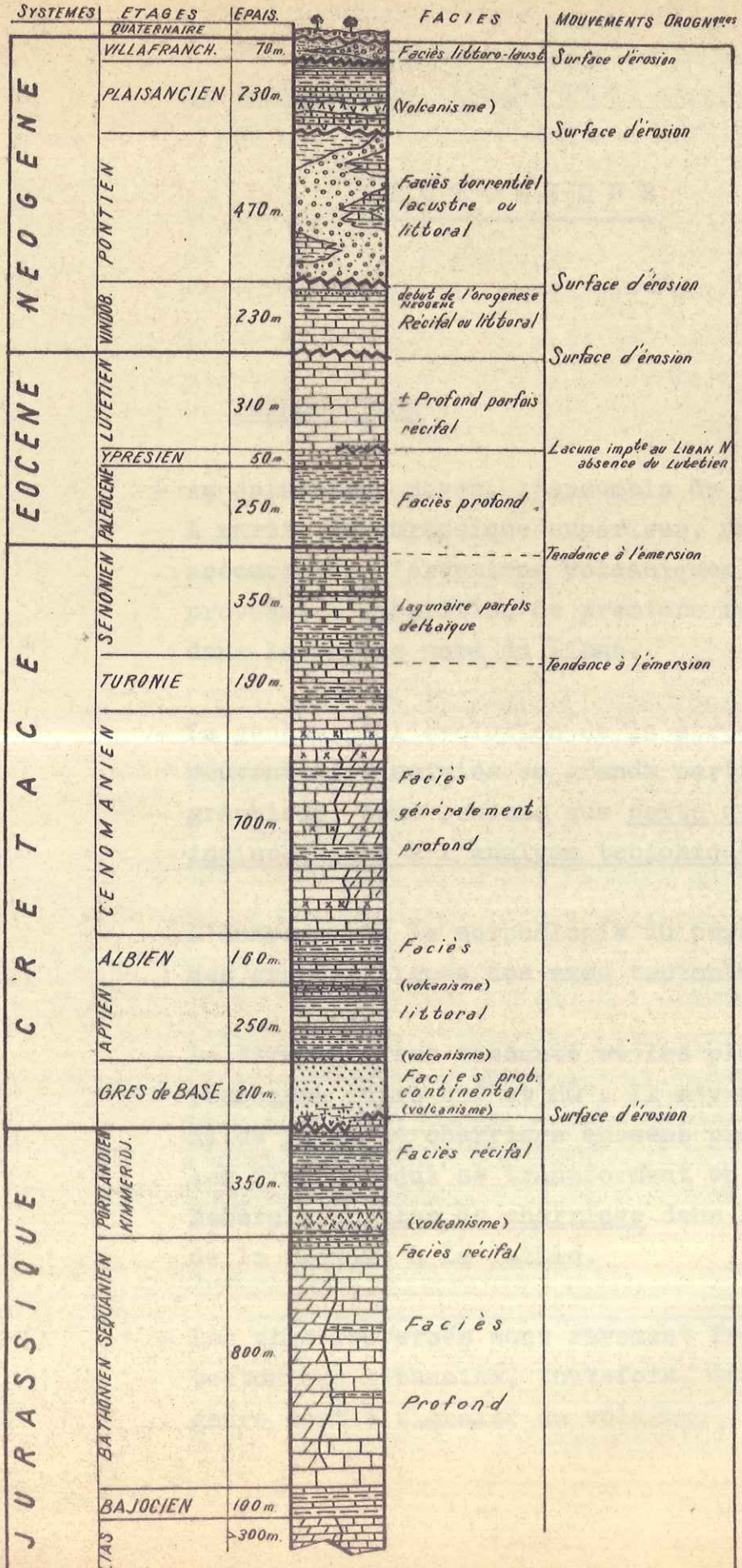
Les remarques sur l'origine de la transgression du Crétacé inférieur peuvent être faites pour toutes les autres transgressions qui ont eu lieu à partir de la base du Néogène jusqu'au début du Quaternaire, mais, pour celles-ci, les surfaces sont plus réduites, étant donné qu'à cette époque les reliefs avaient atteint leur vigueur actuelle.

D'autre part, l'exhaussement du Liban Central a provoqué sur le littoral au Nord (environs de TRIPOLI) et au Sud dans la région de SAIDA, deux zones à niveau assez bas et facilement accessibles par les faibles transgressions successives au cours du Néogène : (voir pl. N° XIII Schéma paléogéographique du NEOGENE)

(voir pl. N° XVI Coupe schématique paléogéographique)

# Echelle stratigraphique moyenne des formations du LIBAN

Pl. N° XVII




## LEGENDE

- Calcaire
- Craie
- Marne
- Grès
- Argile
- Dolomie
- Calcaire dolomitique
- Calcaire gréseux
- Calcaire oolithique
- Conglomerat
- Basalte ou mat. volcaniques
- Silex en lits ou en rognons

Ech. 1:20.000

G. SABBAGH
1961

# T E C T O N I Q U E

## INTRODUCTION :

- Au jurassique moyen, l'ensemble du pays était immergé. A partir du jurassique supérieur, une phase orogénique accompagnée d'éruptions volcaniques assez importantes, provoque l'apparition de premiers reliefs et de cassures dans la partie nord du Liban.

- La genèse et l'évolution de la structure libanaise, peuvent être suivies en grande partie par l'étude stratigraphique. Nous pensons que cette étude est toujours indispensable à l'analyse tectonique.

- D'autre part, la morphologie du pays permet le repérage des grandes lignes des axes tectoniques.

- La structure est cassante et les plans de failles sont redressés entre 65° et 80°. Il n'y a pas de chevauchement ni de plans de charriage aussens propre. Tout au plus, les flexures qui se transforment en failles présentent, en général, un plan de charriage dans la zone de transition de la flexure à la faille.

- Les plis renversés sont rarement fréquents dans la tectonique libanaise, toutefois, des phénomènes de ce genre sont à signaler au voisinage des deux grandes failles

longitudinales du Mont Liban (faille de Yammouneh) et de l'Anti-Liban (grande faille de l'Hermon) ex. : "la coupe au Nord AÏTANIT (panche N°XVIII) d'après F. HEYBROEK - Géol. d'une partie du Liban - Sud - 1942, page 407, fig. 49".

- En général, la plus grande partie des travaux sur la géologie du Liban s'est dirigée vers les recherches stratigraphiques de telle sorte que, la tectonique n'a pas été étudiée d'une façon systématique et bien détaillée et les opinions des auteurs sur la structure générale du pays sont assez différentes.

- Malgré cette divergence de point de vue, au sujet de la tectonique du complex (Mont Liban - Bekaa et Anti-Liban), pn peut cependant diviser ces opinions en deux groupes :

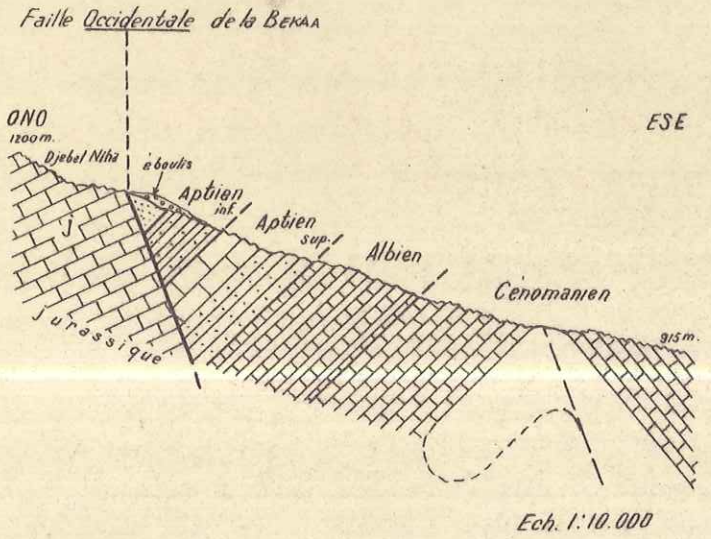
1er Groupe : DIENER (1886), BLANCKENHORN (1914), DUBERTRET (1933 a, b) et HEYBROEK (1942) considèrent le Libanet, l'Anti-Liban comme deux horsts séparés par un fossé d'effondrement qui n'est que la plaine de la Bekaa.

2ème Groupe : KOBER (1915) et KRENKEL (1924-1941) estiment que l'ensemble libanais faisait partie de la côte orientale de la Méditerranée qu'ils comparent à un pays plissé.

- En ce qui nous concerne durant nos travaux sur terrain, nous n'avons pas eu l'occasion d'observer un seul indice pouvant laissé présumer l'existence de grands plis. Nous partageons donc l'opinion du 1er groupe en considérant que le Liban et l'Anti-Liban avec l'Hermon sont deux horsts séparés par le fossé de la Bekaa.

- Nous allons essayer de faire une description aussi détaillée que possible de la tectonique générale du pays, en nous appuyant sur le schéma structural (planche N°XIX), la coupe transversale (planche N°XX), la coupe longitudianle (planche N°XXI) et les coupes tectonogrammes de la (planche N°XXII).

Pl. N° XVIII




Ech. 1:10.000

Coupe de la série renversée au N d'Aitanit le long de la Faille occ^dale de la Bekaa (bordure O. de la Bekaa S) d'après F. Heybroek: la Geologie d'une partie du Liban S. 1942 page 407

DESCRIPTION :

Nous divisons les accidents tectoniques majeurs en deux parties :

A - Les failles principales et les grandes flexures NNO - SSE.

B - Les failles secondaires EO au Nord, et NE - SO au Sud.

A - LES FAILLES PRINCIPALES ET LES GRANDES FLEXURES.

- La partie Nord du fossé du Jordain est visible à la base du schéma structural (planche N°X/X) au Sud de la frontière Libano-Palestinienne. C'est un fossé typique encaissé entre deux grandes failles méridiennes.

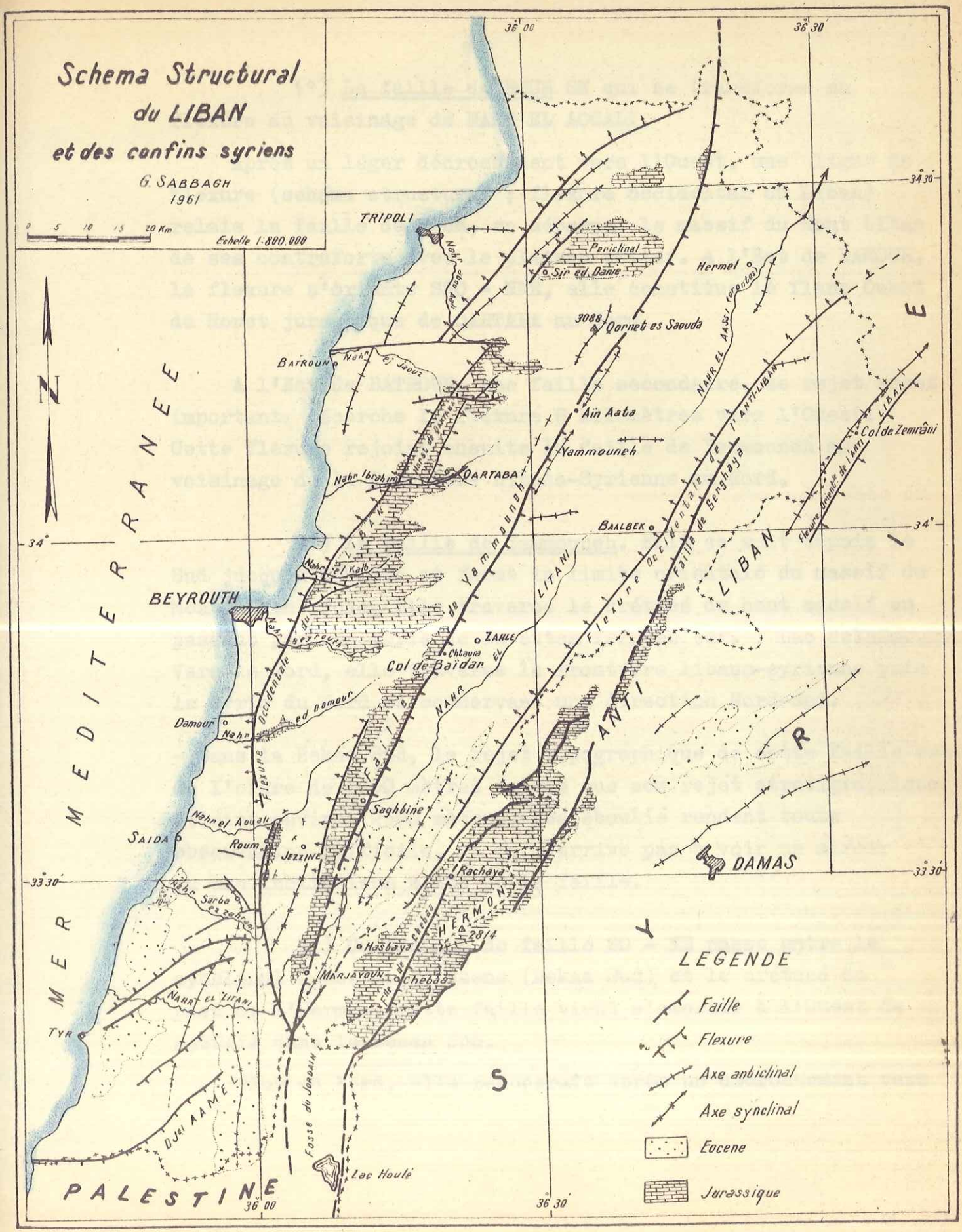
- Juste au point où l'on gravit par un seuil la pente du fossé du Jordain pour rejoindre la Bekaa au Nord, les failles méridiennes bordières se prolongent en changeant de direction (NNE - SSO) et forment un faisceau de failles ou de flexures à grand rejet à travers les reliefs du Liban. Ces failles peuvent affecter le socle en profondeur.

- Après la frontière Nord du Liban (en Syrie du Nord) les deux grandes failles reprennent la direction méridienne.

- La faille occidentale de la Bekaa ou faille de Yammouneh (schéma) représente l'accident principal et se prolonge jusqu'au Mont Taurus au Nord (Turquie).

a) - Les rammifications de la faille de Yammouneh (bordière Ouest du fossé) sont les suivantes :

Pl. N° XIX



Schema Structural
du LIBAN
et des confins syriens
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km
Echelle 1:800.000
N
MER MEDITERRANEE
TRIPOLI
Nahr abou Aali
Periclinal
Sir ed Danie
Hermel
3088
Qornet es Saouda
NAHR EL AASSI (orontes)
BATROUN
Nahr el Jaouz
Aïn Aata
Yammouneh
Horst de Qartaba
Nahr Ibrahim
QARTABA
Col de Zemrâni
Flexure Orientale de l'ANTI-LIBAN
BAALBEK
Faille de Serghaya
Flexure Occidentale de l'ANTI-LIBAN
LIBAN
Nahr el Kalb
BEYROUTH
Nahr Beyrouth
Faille de Yammouneh
NAHR EL LITANI
ZAHLE
Chtaura
Col de Baïdar
Flexure Occidentale du LIBAN
Damour
Nahr ed Damour
Faille
Saghbine
Nahr el Aouali
SAIDA
Roum
JEZZINE
Rachaya
DAMAS
Nahr Sarba ez zahrani
HERMON
2814
Hasbaya
MARJAYOUN
Chebaa
Fille de Chebaa
NAHR EL LITANI
TYR
DJel AAMEL
Fosse du JORDAIN
Lac Houlé
PALESTINE
ANTI LIBAN
SYRIE
LEGENDE
Faille
Flexure
Axe anticlinal
Axe synclinal
Eocene
Jurassique
36° 00
36° 30
34° 30
34°
33° 30

1°) La faille de ROUM SN qui se transforme en flexure au voisinage de NAHR EL AOUALI.

Après un léger décrochement vers l'Ouest, une ligne de flexure (schéma structural ; flexure occidental du Liban) relaie la faille de ROUM, en séparant le massif du Mont Liban de ses contreforts avec le plateau côtier. A l'Est de DAMOUR, la flexure s'oriente SSO - NNE, elle constitue le flanc Ouest du Horst jurassique de QARTABA au Nord.

A l'Est de BATROUN, une faille secondaire, de rejet assez importante décorche la flexure 8 kilomètres vers l'Ouest. Cette flexure rejoint ensuite la faille de Yammouneh au voisinage de la frontière Libano-Syrienne au Nord.

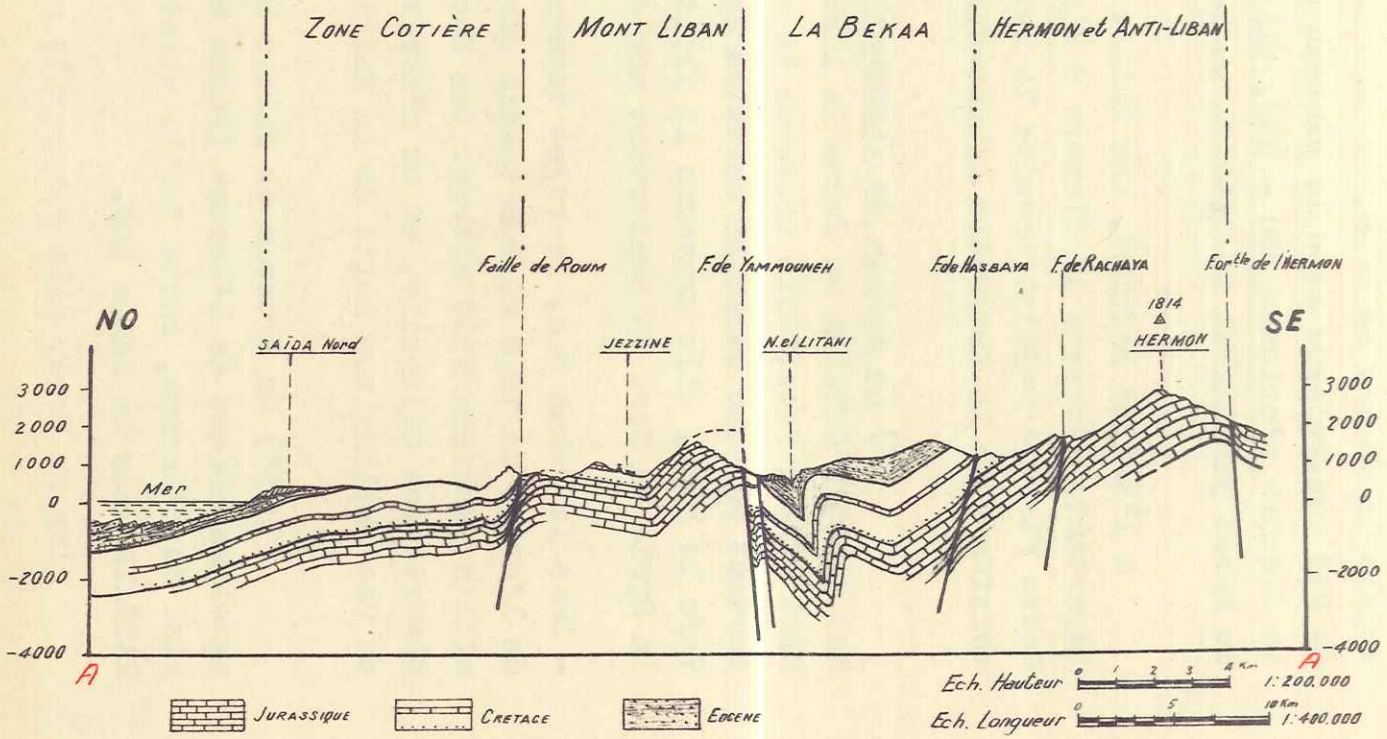
2°) La faille de Yammouneh. Elle se suit depuis le Sud jusqu'à CHTAURA et forme la limite orientale du massif du Mont Liban. Puis, elle traverse le crétacé du haut massif en passant par une série de cuvettes fermées (ex. : Lac de Yammouneh) Vers le Nord, elle traverse la frontière libano-syrienne puis la Syrie du Nord en conservant une direction Nord-Sud.

- Dans la Bekaa Sud, le rejet topographique de cette faille est de l'ordre de 1000 mètres tandis que son rejet stratigraphique atteint environ 2300 mètres. Les éboulis rendent toute observation difficile, et on n'arrive pas à voir un miroir ou une inclinaison nette de la faille.

3°) Un tronçon de faille SO - NE passe entre le synclinal Ouest de l'Eocene (Bekaa Sud) et le crétacé du pied de l'Hermon, cette faille vient s'amortir à l'Ouest de HASBAYA dans la Bekaa Sud.

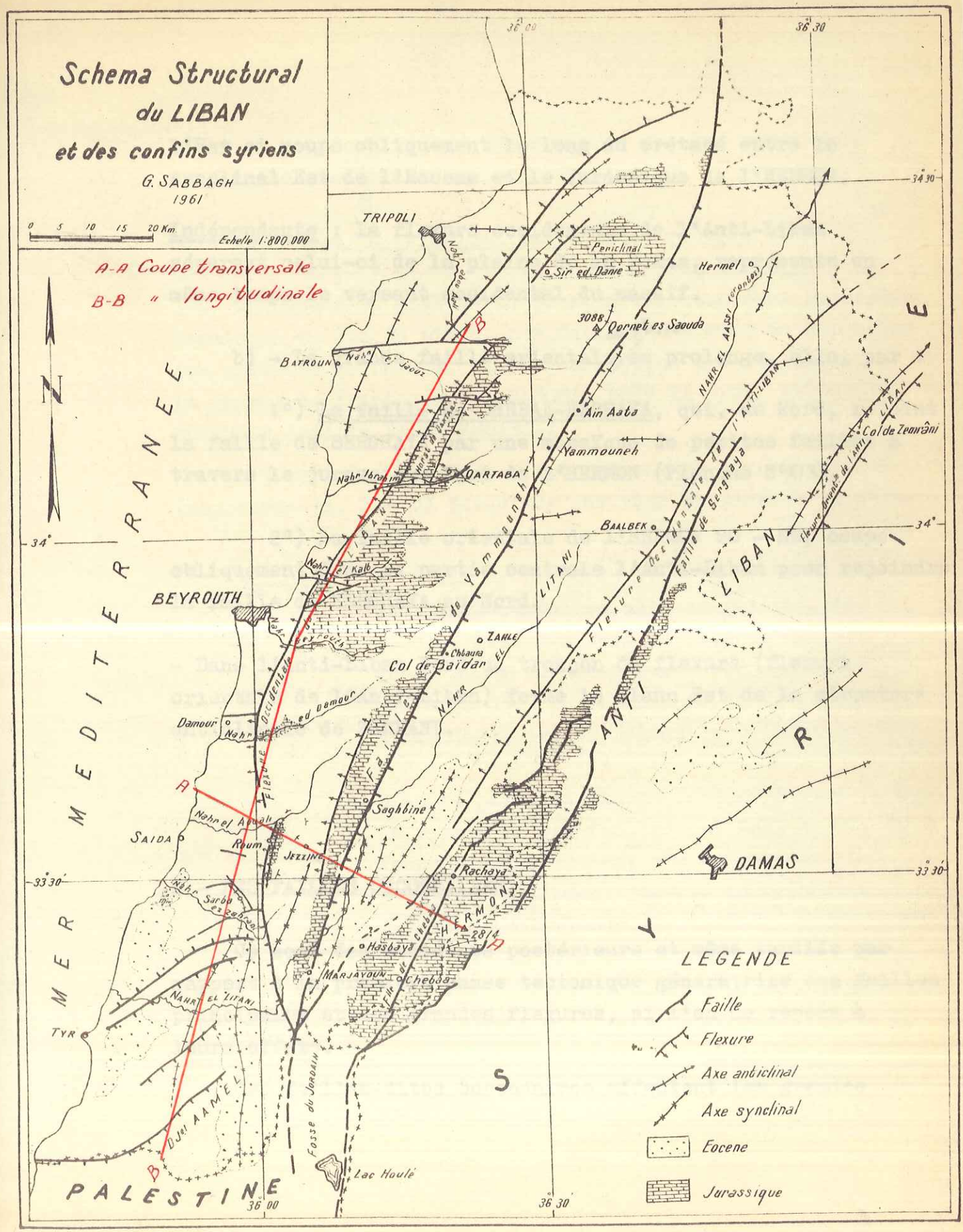
Plus au Nord, elle réapparaît après un décrochement vers

# Coupe schématique à travers l'ensemble libanais




G SABBAGH
1961

Pl. N° XX bis



Schema Structural
du LIBAN
et des confins syriens
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km
Echelle 1:800.000
A-A Coupe transversale
B-B " longitudinale
N
MER MEDITERRANEE
TRIPOLI
Nahr abou Aali
Periclinal
Sir ed Danie
Hermel
3088
Qornet es Saouda
BATROUN
Nahr el Jaouz
Ain Aata
Yammouneh
Nahr Ibrahim
QARTABA
Nahr el Kalb
BEYROUTH
Nahr Beyrouth
Faille de Yammouneh
ZAHLE
Chtaura
Col de Baïdar
NAHR EL LITANI
Flexure Occidentale de l'ANTI-LIBAN
Faille de Serghaya
Col de Zemrâni
Flexure Orientale de l'ANTI-LIBAN
BAALBEK
LIBAN
ANTI LIBAN
Damour
Nahr ed Damour
Saghbine
Nahr el Aouali
SAIDA
Roum
JEZZINE
Rachaya
HERMON
2814
Hasbaya
MARJAYOUN
Chebaa
Nahr Sarba
NAHR EL LITANI
TYR
Djel AAMEL
Fosse du JORDAIN
Lac Houlé
PALESTINE
DAMAS
SYRIE
LEGENDE
Faille
Flexure
Axe anticlinal
Axe synclinal
Eocene
Jurassique
34°
33°30'
36°00
36°30

l'Est et coupe obliquement le long du crétacé entre le synclinal Est de l'Eocene et le Jurassique de l'HERMON.

Indépendante : la flexure occidentale de l'Anti-Liban séparant celui-ci de la plaine de la Bekaa, représente en même temps le versant occidental du massif.

b) - La grande faille orientale du fossé se prolonge, elle, par :

1°) La faille de CHEBAA-RACHAYA, qui, au Nord, rejoint la faille de SERGHAYA par une mosaïque de petites failles à travers le jurassique Nord de l'HERMON (Planche N°X/X).

2°) La faille orientale de l'HERMON SO - NE, coupe obliquement dans sa partie centrale l'Anti-Liban pour rejoindre la faille de SERGHAYA au Nord.

- Dans l'Anti-Liban Nord un tronçon de flexure (flexure orientale de l'Anti-Liban) forme le flanc Est de la structure anticlinale de ZEMRANI.

B - LES FAILLES SECONDAIRES.

Ce sont des accidents postérieurs et même tardifs par rapport à la première phase tectonique génératrice des failles principales et des grandes flexures, si l'on se repère à leurs effets.

Ces failles dites secondaires affectent les grandes

flexures et les plissements primaires en même temps que, le Néogène discordant sur ces dernièrs.

Leur domaine principal est la zone cotière :

Orientées SO - NE et en forme d'éventail dans la région tabulaire au Sud du Liban, ces failles changent de direction aux environs de DAMOUR. Elles s'orientent E O et limitent le champs de fractures (1) DAMOUR, BEÏT ED DINE, BAÏDAR, BEYROUTH dans le Liban Central.

A partir de BEYROUTH, elles conservent leur direction (rappelons la, E - O) jusqu'aux environs de BATROUN au Nord.

Remarque : A partir de BEYROUTH et vers le Nord, les failles secondaires ont, en général, des miroirs orientés vers le Nord de manière telle qu'on passe successivement par plusieurs paliers, dont la résultante forme des escaliers descendant vers la région de TRIPOLI au Nord.

D'autre part, en allant de DAMOUR vers le Sud, le regard de ces failles est Sud, et là, on descend graduellement par un système en escalier également jusqu'à la frontière Libano-Palestinienne.

- Cette situation de deux escaliers montant du Sud vers DAMOUR et du Nord vers BEYROUTH, fait penser à une sorte de

(1) - Zone médiane où le Mont Liban atteint son maximum d'exhaussement, hachurée par un réseau de failles en diverses directions. (Conséquence d'une poussée verticale de bas en haut (voir pl.N° coupe longitudinale)

horst, dont le point culminant est le champs de fractures du Liban central déjà limité plus haut.

- La coupe longitudinale SSO - NNE montre la situation que nous venons de décrire ainsi que l'effet de ces failles, ce qui explique d'ailleurs l'exhaussement du Mont Liban (et spécialement dans sa partie centrale) et, l'affaissement de part et d'autre de la côte au Sud et au Nord où, la transgression Néogène s'est établie facilement en submergeant les basses zones du littoral. (voir planche N°XXI) coupe longitudinale.

- Ceci n'empêche pas la présence des failles secondaires sur le reste du territoire, au contraire, elles sont fréquentes et jouent un certain rôle dans la structure détaillée du pays.

- C'est seulement parce que, dans la zone cotière, leur ensemble forme une unité structurale à caractères assez marqués que nous les avons décrites d'une façon plus détaillée que les autres.

- Comme nous l'avons vu au début de cette étude, pour les grandes failles, aucune indication sûre de miroir ou de pendage n'a été observée. Cependant, leur pendage a été figuré en se basant soit, sur leur tracé à travers la surface topographique, soit par construction théorique.

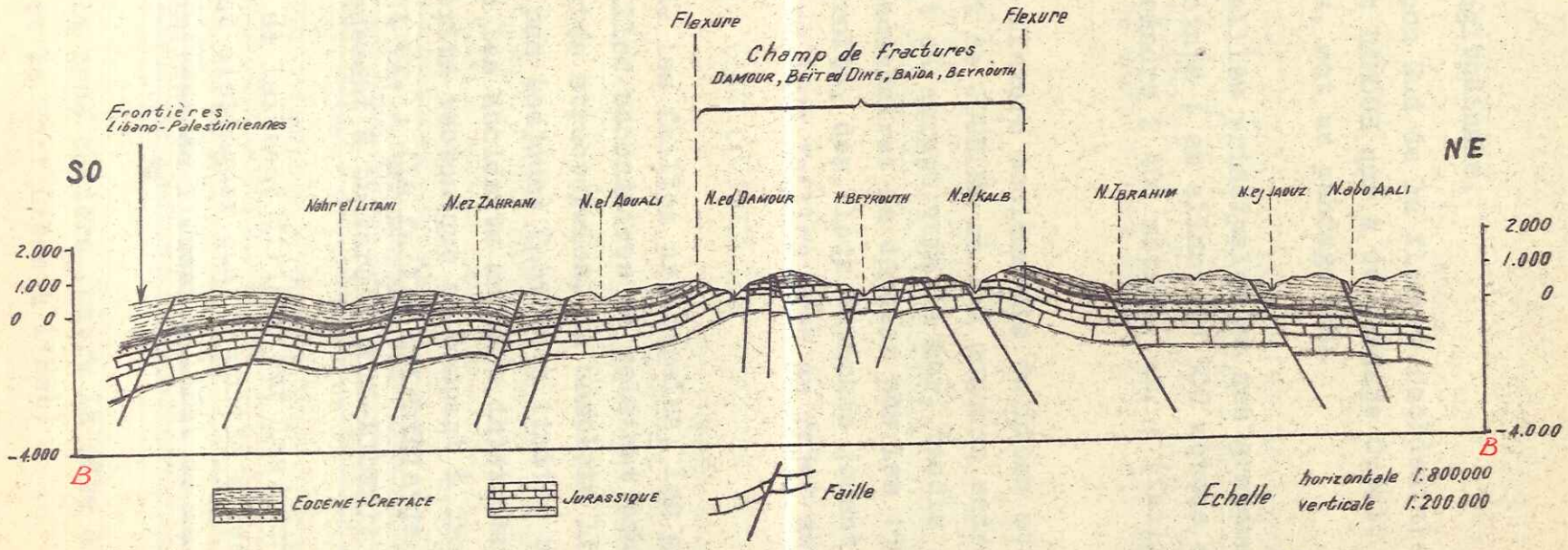
Pour les failles secondaires, leur pendage varie entre 65° et la verticale.

- Les flexures ont, en général, un pendage perpendiculaire

# Coupe le long de la zone cotière montrant l'effet des FAILLES SECONDAIRES

# LIBAN

1961




par G. SABBAGH

à leur direction longitudinale.

A part le tronçon Sud de la flexure occidentale du Liban, entre ROUM et DAMOUR qui a un pendage Ouest. Les autres, occidentales, ont un pendage ONO.

Le rejet des failles principales et des grandes flexures varie suivant les points ; en allant de 500 mètres au maximum il peut atteindre 2 400 mètres. ex. : (faille de YAMMOUNEH).

Le rejet de la flexure occidentale du Liban atteint 2 000 mètres à l'Est de JOUNIEH où les couches redressées à la verticale tombent en abrupt vers la mer, tandis que le rejet des failles secondaires ne dépasse pas les 150 mètres en moyenne. Par endroits, des blocs détachés jouent le rôle d'intermédiaire entre deux failles avec un rejet assez important.

C'est ainsi que les failles principales, les grandes flexures et les failles secondaires se relaient pour former les différentes unités structurales, du complexe libanais, unités qui ne sont pas toujours faciles à limiter surtout dans les régions où les accidents majeurs interviennent pour accentuer la complexité tectonique en coupant à travers les grands plissements ; ex. : (la faille orientale de l'HERMON coupe au Nord obliquement à travers l'Anti-Liban).

Cependant, en se laissant diriger par les grandes lignes tectoniques, on peut distinguer quatre unités structurales qui peuvent être limitées de l'Ouest à l'Est de la façon suivante :

1re Unité : la zone cotière (entre la côte à l'Ouest et le Mont Liban à l'Est)

2ème Unité : le Massif du Mont Liban

3ème Unité : Le Fossé de la Bekaa

4ème Unité : Le Massif de l'HERMON et de l'Anti-Liban

Dans son étude tectonique, (notice de la carte géologique du Liban 1 : 200.000 - 1955) L. DUBERTRET a subdivisé le LIBAN en 3 unités structurales en groupant le fossé de la Bekaa, le massif de l'HERMON et de l'Anti-Liban en une seule unité.

Dans cette étude, nous avons essayé de classer la Bekaa comme unité structurale indépendante et de grouper l'HERMON et l'Anti-Liban en une autre unité structurale plus compliquée.

1re UNITE : LA ZONE COTIERE (ou "Régions basses littorales" L. DUBERTRET - Notice de la carte géol. du Liban 1:200.000 - 1955)

Cette unité comporte les hauts plateaux côtiers du Liban Sud avec le DJEBEL AAMEL. Elle renferme à l'Est le synclinal Eocène de NABATIYE orienté N-S. Le flanc ouest de ce synclinal a un pendage assez fort et forme en même temps le flanc oriental du grand bombement du crétacé. Après quelques ondulations, donnant à la région un aspect tabulaire entaillé par des vallées jeunes, ce bonbement plonge avec un faible pendage sous la mer à l'Ouest. Cette région est hachurée par une série de failles secondaires à faible rejet,

elle fait partie de l'unité tabulaire de GALILEE (en Palestine) avec la plateforme de BEYROUTH comme dernier témoin vers le Nord.

Entre BEYROUTH et JBAÏL, le massif du Mont Liban tombe vers la mer et la zone cotière devient très étroite, vers le Nord elle s'élargit et reprend un aspect tabulaire avec quelques plissements, notamment la structure anticlinale de BATROUN NNE - SSO et celle de DJEBEL TERBOL E - O à l'Est de TRIPOLI. Entre ces deux structures s'étend la plateforme de ZGHARTA où le Néogène suhorizontal forme la plaine de KOURA.

La faille de ROUM et la flexure occidentale du Liban qui la relaie vers le Nord séparent cette unité du massif du Mont Liban à l'Est. (2ème unité structurale).

## 2ème UNITE : LE MASSIF DU MONT LIBAN

Cette unité nettement délimitée forme, en général, la chaîne occidentale du Liban. Dans sa partie méridionale, les affleurements du jurassique à l'Est de ROUM et à NAHR ed DAMOUR la limitent à l'Ouest avec une orientation N-S.

A partir du jurassique de Nahr ed Damour et vers le Nord, cette limite s'oriente NNE-SSO parallèlement à la faille de Yammouneh jusqu'au basalte de la trouée de HOMS-TRIPOLI au Nord.

La faille de Yammouneh, qui est le prolongement de la faille occidentale du fossé du Jordain vers le Nord, trace la limite Est du Massif. C'est ainsi que le massif du Mont Liban prend une forme rectangulaire à partir du Nord

jusqu'au parallèle du Damour (au Sud de Beyrouth). Au delà et vers le Sud, il prend la forme d'un triangle limité par les failles de Roum-Yammouneh.

(Remarquons qu'à l'extrême Sud, il se plie en V ; il a les caractères d'un horst. "L. Dubertret - carte géol. du Liban - 1 : 200.000 - 1955").

L'ensemble du massif forme un paysage tabulaire, les failles secondaires ont joué un rôle important dans les bancs calcaires du jurassique. Ces failles s'amortissent puis cessent dans le crétacé moyen marneux à tectonique plus souple.

Au Sud, le synclinal de JEZZINE se trouve encadré à l'Ouest par l'anticlinal dissymétrique de AAZOUR ; (jurassique) et à l'Est par la flexure occidentale de la demi voûte jurassique du DJEBEL NIHA et DJEBEL BAROUK. (voir planche N°XXII tectonogrammes 4).

Plus au Nord, le jurassique forme un horst dans la région de QUARTABA, limité par deux flexures l'une occidentale et l'autre orientale parallèles entre elles et orientées NNE-SSO.

A l'extrême Nord, le jurassique apparaît en une sorte de périclinal dans la région de SIR ED DANIE. Entre sa bordure Ouest qui se comporte comme une flexure et la flexure occidentale du Mont Liban, se trouve une série de plis étroits très serrés.

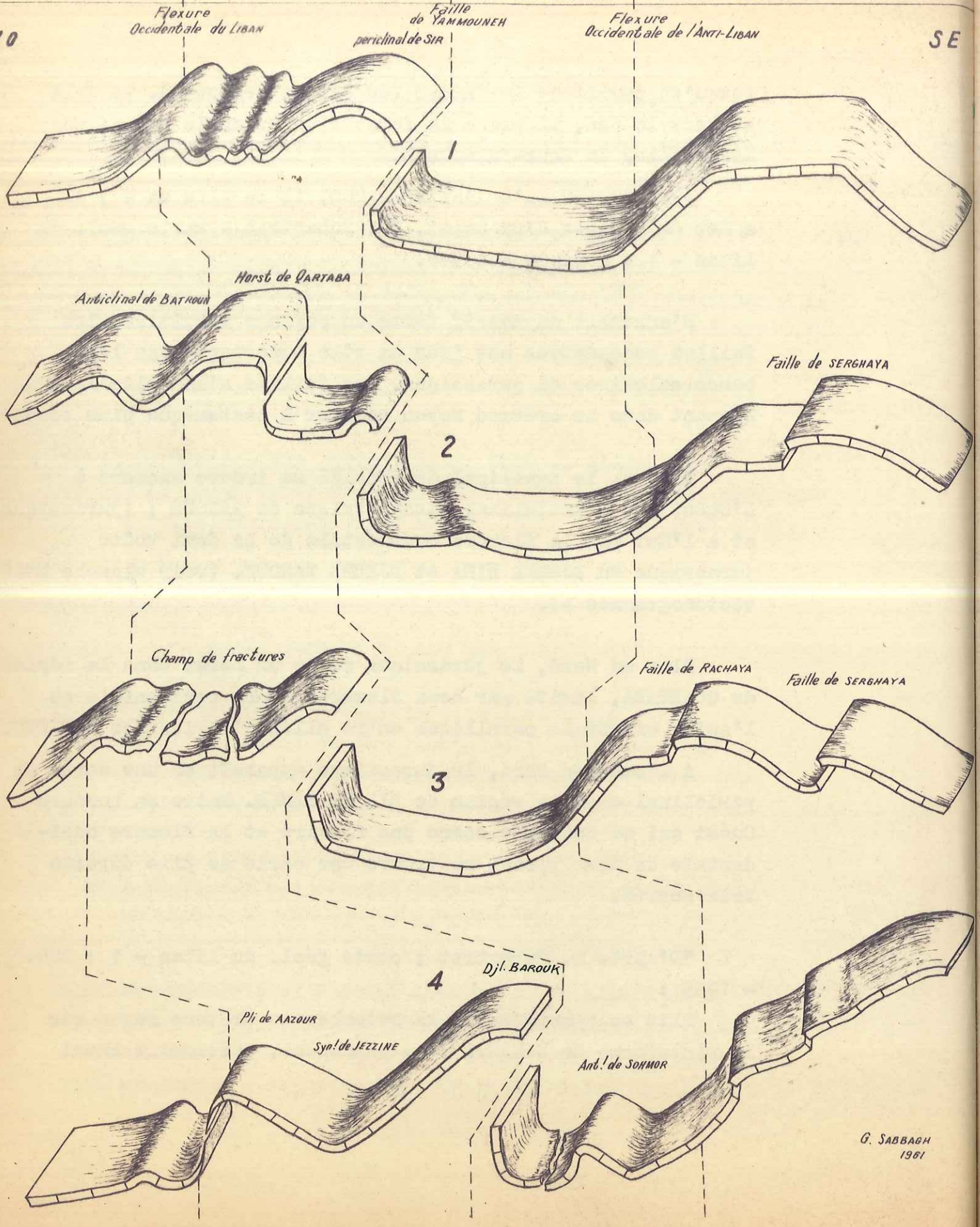
"D'après L. Dubertret ; carte géol. du Liban - 1 : 200.000 - 1955 :

Plis en accordéon de la retombée du crétacé moyen sur la plateforme de ZGHARTA : ce phénomène, particulièrement

# COUPES TECTONOGRAMMES

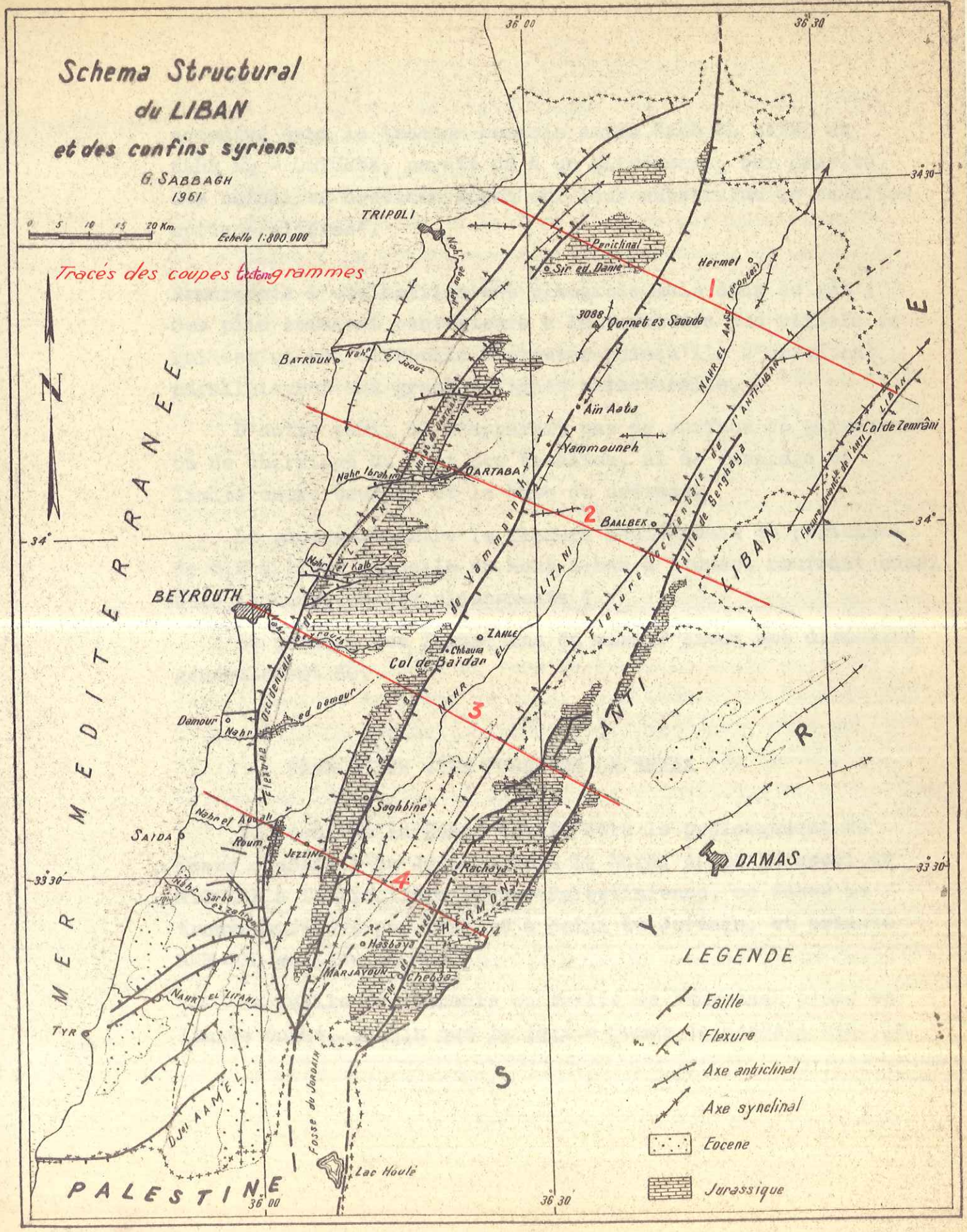
Pl. N° XXII

Zone Cotiere | Mont LIBAN | La BEKAA | ANTI-LIBAN & HERMON




G. SABBAGH
1961

Pl. N° XXII bis



Schema Structural
du LIBAN
et des confins syriens
G. SABBAGH
1961
0 5 10 15 20 Km.
Echelle 1:800.000
Tracés des coupes tectonogrammes
N
MER MEDITERRANEE
TRIPOLI
Nahr abou Aali
Periclinal
Sir ed Danie
Hermel
3088
Qornet es Saouda
BATROUN
Nahr el Jaouz
Aïn Aata
Yammouneh
QARTABA
Nahr Ibrahim
BAALBEK
Nahr el Kalb
BEYROUTH
Nahr Beyrouth
Col de Baïdar
ZAHLE
Chtaura
Damour
Nahr ed Damour
Saghbine
Nahr el Aouali
SAIDA
Roum
JEZZINE
Rachaya
Nahr Sarba
Hasbaya
MARJAYOUN
Chebaa
NAHR EL LITANI
TYR
DJel AAMEL
Fosse du Jordain
Lac Houlé
PALESTINE
Col de Zemrâni
Flexure Orientale de l'ANTI-LIBAN
Faille de Gerghaya
Flexure Occidentale de l'ANTI-LIBAN
Faille de Yammouneh
Faille de Chebaa
Faille de Chebaa
Flexure Occidentale du LIBAN
ANTI LIBAN
DAMAS
SYRIE
1
2
3
4
36°00
36°30
34°30
34°
33°30
LEGENDE
Faille
Flexure
Axe anticlinal
Axe synclinal
Eocene
Jurassique

accentué dans le tronçon compris entre NAHR EL BARED et NAHR EL - OSTUENE, paraît dû à un glissement, par gravité, des calcaires crétacés moyen sur leur substratum de basaltes aptiens altérés".

Remarquec: L'explication est plausible mais dans ce cas ; ces plis seraient postérieurs à la formation des reliefs ce qui est un peu difficile à prouver puisqu'ils s'orientent parallèlement aux grandes lignes structurales.

D'autre part, il n'apparaît pas de surface de glissement ou de charriage au toit des basaltes, ni de décalage de limite entre ceux-ci et la base du crétacé.

Le pincement entre la flexure occidentale du pericinal de SIR à l'Est et celle du Mont Liban à l'Ouest pourrait aussi être la cause de ces plissements ?

Le pendage des formations du massif prend une direction généralement NO.

3ème UNITE : LE FOSSE DE LA BEKAA

Le fossé de la Bekaa paraît être le prolongement du fossé classique du Jordain vers le Nord. Après le seuil de MTOULLE à la frontière Libano-Palestinienne, ce fossé se trouve surélevé par rapport à celui du Jordain, et orienté NNE-SSO au lieu de N-S.

La faille occidentale ou faille de Yammouneh trace sa limite Ouest, tandis que la faille Ouest de HASBAYA avec la

flexure occidentale de l'Anti-Liban (son prolongement vers le Nord) tracent sa limite Est.

Dans sa partie méridionale, la Bekaa est très étroite et se trouve encadrée de part et d'autre par deux massifs de calcaire : la grande muraille du jurassique du Barouk à l'Ouest et le massif de l'Hermon à l'Est. Dans cette partie Sud de la Bekaa en dehors des petits plis, l'Eocène est formé de trois plis successifs de l'Ouest à l'Est, le synclinal du LITANI, la structure anticlinale de SOHMOR suivi du grand synclinal de Chmaissé à l'Est. Au Nord de MARJAYOUN la faille de Yammouneh atteint son maximum de rejet et met le Nummulitique en contact direct avec la base du jurassique supérieur en éliminant la partie moyenne et supérieure du jurassique supérieur et la totalité du crétacé. La bordure de sa lèvre inférieure est formée d'une série de couches renversées, à partir de MACHGHARA au Sud jusqu'au KHERBET KANAFAR au Nord.

A partir de ZAHLE et vers le Nord, le rejet de cette faille devient de moins en moins important et ne dépasse pas l'épaisseur du Cenomanien (700 mts). Cependant, elle est toujours considérée comme accident majeur. Les couches qui bordent sa lèvre Est, se superposent normalement et s'inclinent vers l'Est c'est-à-dire vers le fossé.

Remarque :

Quelques arguments sur le sens du pendage de la faille occidentale de la Bekaa ou "faille de Yammouneh".

- Nous trouvons dans F. HEYBROEK "La géologie d'une partie du Liban Sud - 1942" page 407, 2ème paragraphe, les indications suivantes :

" Pour pouvoir expliquer l'origine d'un fossé, c'est de première importance de savoir vers quel côté s'inclinent les grandes failles qui le bordent. Si les failles convergent, c'est un argument en faveur de la conception que le fossé résulte d'un effondrement, causé par tension (STEPHEN TABER, CLOOS, 1939). L'autre hypothèse attribue, quoique cela soit probable, la formation du fossé aux compressions tangentielles, qui auraient fait monter les deux horsts le long des failles divergentes (SALOMON pour le fossé du Rhin, "Ramp Wally" de BAILEY WILLIS pour le fossé du Jourdain).

Si on admet un effondrement de la Bekaa causé par tensions le long des failles convergentes, la faille occidentale de la Bekaa devrait s'incliner vers l'Est. Malheureusement, les observations sur le terrain ne donnent pas de certitude sur le sens du pendage de cette grande faille ; nulle part, je n'ai pu découvrir un miroir de faille s'inclinant vers l'Est.

Cependant, il existe quelques indications que la faille occidentale de la Bekaa pend propablement vers l'Est, c'est-à-dire,

- 1) A AÏTANIT et à BAB MAHYA, on peut conclure du tracé de la faille par rapport aux courbes de niveau, qu'elle s'incline vers l'Est. Après construction, on trouve un pendage de 70° vers l'Est.

- 2) La faille du DJEBEL SAAD s'incline de 70° vers l'Est, ce qu'on peut observer à l'endroit où le Nahr ech chita a percé le Djebel Saad au NE de Machghara. Comme la coupe V le démontre, il est probable que la faille occidentale de la Bekaa aie ce même pendage, de sorte qu'on obtient une faille en escalier, ce qui est un phénomène bien connu dans les fossés.

Par ces deux raisons, j'ai indiqué dans les grandes coupes géologiques I - V la faille occidentale de la Bekaa avec un pendage Est".

- Nous partageons l'avis de F. HEYBROEK quant à l'indication du sens de pendage et en ce qui concerne l'explication de la formation du fossé, surtout pour la partie méridionale.

- Mais à partir de ZAHLE (déjà cité) et vers le Nord, là où les couches à l'Est de la faille plongent normalement vers l'Est, la Bekaa septentrionale perd les caractères essentiels d'un fossé d'effondrement, et prend l'aspect d'un large synclinal à bords légèrement divergents au Nord.
- Les deux flancs de ce synclinal sont formés d'un côté par le versant oriental du Mont Liban, de l'autre côté par la flexure occidentale de l'Anti-Liban.

C'est ainsi que la Bekaa joint les caractères d'un fossé d'effondrement au Sud à ceux d'un large synclinal au Nord.

Sa limite Est est tracée au Sud par la faille de HASBAYA qui longe la haute vallée du Jourdain et la flexure occidentale de l'Anti-Liban qui constitue son prolongement vers le Nord.

## 4ème UNITE : LE MASSIF DE L'HERMON ET DE L'ANTI-LIBAN

Dans cette unité, le style tectonique est moins simple que celui des trois premières. C'est surtout la faille orientale

de l'Hermon qui accroît la complexité en coupant obliquement à travers l'Anti-Liban méridional pour rejoindre la faille de SERGHAYA au Nord.

D'autre part, le rejet de cette faille s'inverse vers le Nord dans la région de Serghaya où il atteint 2000 mètres environ ; c'est-à-dire que dans son tronçon méridional (Hermon) la lèvre supérieure est à l'Ouest et la lèvre inférieure est à l'Est, alors que pour le tronçon septentrional, c'est l'inverse.

L'Hermon formé d'un massif de calcaire jurassique, se trouve encadré par une faille orientale et à l'Ouest par la série du crétacé inférieur à l'Est de la vallée du Jordain qui est une zone à pendage assez fort vers la Bekaa. Dans son ensemble, il forme une grande voûte orientée SO-NE, dont le dernier témoin vers le Nord est le bombement jurassique haché par une série defailles au Nord de ZEBDANI (en Syrie). Si l'Hermon n'était pas décapé de sa couverture crétacée, il aurait pu atteindre 5000 mètres d'altitude environ, c'est-à-dire 2000 mètres plus que le Mont Liban.

La faille de CHEBAA-RACHAYA, passe obliquement le long du massif et se perd au Nord de Rachaya par un faisceau de petites failles.

Plus au Nord, le jurassique de l'Anti-Liban méridional, limité à l'Ouest par la grande faille de Serghaya présente dans son ensemble et surtout à sa partie Nord, la forme

d'un anticlinal faillé ; cet anticlinal figure déjà l'aspect du noyau de l'Anti-Liban qui est une sorte de large bombement par endroits plissaté. Il est limité à l'Est par sa flexure orientale, tandis que la flexure occidentale trace sa limite Ouest.

Et c'est ainsi que l'Hermon et l'Anti-Liban forment la chaîne orientale du pays libanais.

*
* *

## CONCLUSION TECTONIQUE

Après la classification des grandes unités structurales du pays et la description de leurs caractères particuliers, nous passons à la conclusion en essayant de rattacher l'ensemble libanais à un système tectonique déterminé.

"D'après F. HEYBROEK, "la géologie d'une partie du Liban-Sud ; 1942, page 416" ; DUBERTRET a consacré plusieurs notes et études à la structure de la côte orientale de la Méditérranée. En 1930 et en 1932, il admet encore que le Liban est formé de domes SSO-NNE et que la Bekaa est une grande plaine synclinale. Mais déjà en 1933, après l'achèvement des levés au 1 : 200.000 et de la carte géologique au millionième, DUBERTRET est arrivé à la conclusion :

<u>que la côte orientale de la Méditerranée doit être considérée comme un pays de horsts et de fossés et non pas comme un pays plissé</u>".

Donc, contrairement aux interprétations de KOBER en 1915, KRENKEL (1942) et BLANCKENHORN (1931) qui considéraient le Liban comme un pays plissé.

DUBERTRET revient en détail et dit dans le texte explicatif de la carte géologique au millionième de la Syrie et du Liban (1933[b]) que, le Liban (Mont Liban) et l'Anti-Liban

sont deux horsts jumaux de mêmes proportions. La dépression de la Bekaa qu'ils comprennent correspond à un fossé. Il donne des coupes transversales expliquant son interprétation.

Enfin, malgré les critiques et les coupes de DUBERTRET, KRENKEL (1941) reprend sa thèse de 1924 selon laquelle le Liban est un pays plissé.

Il nous paraît que l'interprétation de KRENKEL est peu satisfaisante, car elle n'est pas étayée par des arguments valables et par des indices géologiques suffisants.

Sur le schéma structural (planche N°X/X) sont figurées les quatres unités structurales. Comme nous l'avons démontré, le Mont Liban est un horst séparé de la zone côtière à l'Ouest par une flexure (flexure occidentale du Liban), d'autre part, à l'Est, par la faille de Yammouneh. La Bekaa est encaissée entre la faille de Yammouneh à l'Ouest, et la faille de HASBAYA avec son prolongement, la flexure occidentale de l'Anti-Liban à l'Est.

Nous considérons d'une façon générale avec DUBERTRET (1933[b]) et HEYBROEK (1942) que :

Le Liban (Mont Liban) et l'Anti-Liban sont deux horsts jumaux et que la Bekaa est un graben. Ils font partie du système de grandes cassures africaines, qui ont affecté l'aire continentale arabique, le long de la côte méditerranéenne.

Cependant, F. HEYBROEK considère que l'origine du Liban est due à des mouvements verticaux et non pas à des mouvements

horizontaux. Il estime que les petits phénomènes de plissement observés dans la région qu'il a étudié, sont secondaires et liés à la formation des grandes failles, ou causés pas des compressions tangentielles tout à fait locales.

Il ajoute, "Il est probable que ces mouvements verticaux résultent de la formation d'un grand soulèvement ou voûte, comprenant le Liban et l'Anti-Liban. L'idée d'admettre que l'origine du fossé est liée à la formation de cette grande voûte ne manque pas d'attrait : par une rupture de voûte, causée par une tension, le fossé aurait pris naissance par effondrement de la clef de voûte. C' est là l'ancienne idée d'ELIE DE BEAUMONT, qui l'a appliquée déjà en 1827 pour expliquer l'origine du fossé du Rhin, cette théorie sur la génèse des horsts et des fossés, merite pour le Liban et l'Anti-Liban une attention spéciale".

D'autre part, L. DUBERTRET, plus récemment, dans le texte explicatif de sa (carte géologique au 1 : 200.000 du Liban ; 1955, page 57) admet l'existence des poussées tangentielles et dit :

"L'intervention de poussées verticales, agissant de bas en haut, paraît indéniable, mais également celle de poussées tangentielles dirigées de la côte vers l'intérieur : d'où la complexité structurale qui fait l'originalité du Liban".

Il ajoute dans le dernier paragraphe sur la tectonique que le Liban occupe la zone où le prolongement des grandes

accidents de l'Est Africain s'approche le plus près de la Méditerranée. C'est dans ce fait, nous semble-t-il, que doit être recherchée l'explication de sa vigueur tectonique et de son originalité, beaucoup plus que dans la montée des chaînes tauriques.

L'explication de L. DUBERTRET nous paraît plus complète surtout en admettant l'existence des poussées tangentielles ; donc, nous partageons son avis sans pouvoir déterminer d'une façon affirmative l'origine de ces poussées tangentielles, et nous ajoutons qu'il peut être possible, quoique moins probable que la formation de la voûte (Mont Liban, Bekaa, Anti-Liban) est la conséquence d'un e poussée tangentielle (compression) qui, suivie d'un mouvement de même direction mais de sens contraire (traction) a provoqué l'effondrement de la Bekaa qui est la clef de la voûte.

D'autre part, l'effondrement du fossé et le rejet de la faille de Yammouneh, atteignent leur maximum de vigueur là où le jurassique est exhaussé ; c'est une zone qui comprend : l'Hermon, la Bekaa Sud et la partie centrale du Mont Liban à l'Est de Beyrouth.

On peut aussi dire, mais sans affirmer, que les plissements au Sud de la Bekaa, résultent de l'effondrement qui a pincé celle-ci entre deux massifs, l'Hermon à l'Est et le Mont Liban à l'Ouest.

Il résulte de ce que nous venons d'exposer, que l'ensemble libanais sera formé d'une combinaison des mouvements tangentiels et verticaux qui se sont succédés dans l'ordre suivant :

1re phase : compression tangentielle ------- soulèvement
2e phase : traction ou détente ---------- effondrement

Nous ajoutons que : ces interprétations sont des hypothèses de travail que nous emettons sous toute réserve.

Il nous reste à préciser l'âge des mouvements qui ont causé la formation des massifs et du fossé; d'après F. HEYBROEK, BLANCKENHORN place ces mouvements dans le Miocène, tandis que DUBERTRET et VAUTRIN (1938) ont trouvé des indices d'une date moins récente, c'est-à-dire immédiatement après le Pontien.

En effet, le Mont Liban, l'Anti-Liban et le fossé de la Bekaa ne peuvent pas se former brusquement et, surtout, pendant une période bien limitée. Toutefois, on peut dire que, les mouvements devaient déjà commencé discrètement au Turonien. Mais, à l'Eocene supérieur, le Mont Liban et l'Anti-Liban, ainsi que l'Hermon, étaient déjà emergés, et que la Bekaa avait commencé à s'effondrer.

Le développement des couches à "N. Gizehensis" dans la Bekaa Sud avec leur faciès subrécifal, témoigne d'un mouvement de subsidence continue, pendant la sédimentation de l'Eocene supérieur dans cette région.

Donc, la rupture ou le commencement de l'effondrement, pourrait être daté du début du Nummulitique.

*

* *

## RESUME ET CONCLUSION

De l'exposé que nous venons de faire, et du point de vue sédimentologique, il ressort que mis à part le mouvement orogénique qui a eu lieu à la fin du Jurassique (qui représente une coupure nette dans la sédimentation marine) l'ensemble libanais était continuellement et totalement immergé.

- Ainsi, à part cette coupure du jurassique supérieur, on aura une continuité stratigraphique normale et concordante jusqu'à l'orogenèse du Tertiaire. Celle-ci a débuté à l'YPRESIEN au Liban Nord et au LUTETIEN au Liban Sud, suivie d'un exhaussement progressif et se manifeste durant le NEOGENE jusqu'au VILLAFRANCHIEN où, le cycle sédimentologique se ferme par une émersion totale et définitive.

- Cependant, entre ces deux mouvements orogéniques (jurassique-Tertiaire) des mouvements de subsidence ont eu lieu à plusieurs reprises, ce qui suggère une instabilité du socle et, par conséquent explique les variations verticales de faciès.

- Du fait d'une tendance à l'émersion, on rencontre parfois des niveaux à faciès typiquement récifal par exemple :

"La Falaise de Jezzine dans l'Aptien"
"Les Calcaires à Hippurites dans le Turonien Supérieur"
"Les Calcaires Nummulitiques du Lutetien"

- D'autre part, le Liban faisant partie du bassin Mesogéen, une étude détaillée du crétacé inférieur, permettra de faire une corrélation stratigraphique entre la série libanaise et celle de la France méridionale. Le niveau repère pourrait être constitué par les couches à "Orbitolines" de faciès caractéristique dans les deux pays.

- En effet, à part les tendances à l'émersion que nous venons de citer, toutes les formations à partir du Lias Supérieur jusqu'à l'Ypresien sont de faciès généralement profond.
- Au contraire, au Néogène (début de l'orogenèse) le faciès devient très remanié: Conglomératique et Torrentiel, côtier ou Néritique, à caractères de haut fond occupant des surfaces très réduites avant l'émersion totale.

- Le Liban placé sur la côte Est de la Méditerranée, participe dans son ensemble à la cassure africaine, grand accident tectonique de 6 000 kilomètres de longueur environ de tendance alpine qui a eu lieu à la fin du Tertiaire.

- Le soulèvement de l'ensemble libanais (Mont Liban - Bekaa et Anti-Liban) est suivi d'une phase de détente. Cette phase est à l'origine de l'effondrement de la clef de voûte, entre les deux massifs surélevés du Mont Liban à l'Ouest et de l'Anti-Liban à l'Est, effondrement qui a formé le fossé tectonique de la plaine actuelle de la Bekaa. Celle-ci est limitée par deux failles longitudinales dont la plus importante est celle de Yammouneh qui forme la bordure Ouest,

- L'ensemble peut être donc considéré comme un pays de "horst" et "Graben" typique.

- La tectonique est cassante, les failles sont redressées entre

70° et la verticale, les décrochements des failles sont d'effet vertical et on ne rencontre pas de surfaces de chevauchement ni de charriage. Les séries stratigraphiques renversées sont localisées au voisinage des grands accidents tectoniques ; par exemple la bordure occidentale de la faille de Yammouneh, surtout à sa partie méridionale.

- A part les accidents majeurs, (grandes failles et flexures) qui ont une orientation libanaise NNE-SSO on rencontre des accidents secondaires d'orientation EO, qui recoupent les accidents principaux et provoquent un décrochement latéral parfois important.

- D'autre part, une certaine activité volcanique s'est manifestée au Liban Nord à la fin du Jurassique et a cessé avec l'immersion totale au début du crétacé.

- Néanmoins, quelques éruptions volcaniques d'importance locale sont à signaler dans l'Aptien. Une dernière éruption de caractère strombolien a eu lieu à la fin du Tertiaire (Miocène - Quaternaire) dans la Bekaa Sud.

- Ces divers éléments permettent de penser que la structure du Liban résulte de l'action combinée d'une part des plissements alpins, d'autre part des cassures africaines qui affectent la bordure Ouest du Moyen Orient.

*

* *

# III ème C H A P I T R E

## - ETUDE DE TYPES DE STRUCTURES ANTICLINALES -

(Travail personnel)

## ETUDE DE TYPES DE STRUCTURES ANTICLINALES

### INTRODUCTION :

Après la stratigraphie et la tectonique, nous passons à l'étude de quelques structures anticlinales typiques du Liban.

- Nous avons déjà vu, dans une partie antérieure, que la tectonique du pays est relativement simple dans son cadre général. Les études détaillées des différentes structures suggèrent que leur style tectonique varie suivant les zones, il dépend également des mouvements qui sont à l'origine de ces plis anticlinaux, des failles et des cassures.

- Cependant, en tenant compte des observations faites sur l'ensemble du pays, on peut se permettre de diviser les anticlinaux libanais en deux groupes de style différent en admettant la classification suivante :

  1°) Les structures qui sont en rapport direct avec les grandes lignes tectoniques ; elles sont, en général dissymétriques, et assez fréquentes dans le Mont Liban, la Bekaa Sud et l'Anti-Liban Nord.

  2°) Les structures symétriques qui rappellent les anticlinaux classiques. Leur domaine est la zone côtière et la bordure Ouest de la Bekaa septentrionale.

Pour illustrer de façon plus concrète chacune de ces deux catégories, nous allons étudier les principaux caractères de deux structures typiques s'y rapportant.

Comme exemple de la première catégorie, nous étudierons la structure anticlinale de AAZOUR. Elle est située dans le Liban Sud entre la flexure occidentale du Liban à l'Ouest et le synclinal de JEZZINE à l'Est. (Mont Liban Sud).

Pour la deuxième catégorie, nous prendrons comme exemple la structure anticlinale de KOUSBA. Elle se situe sur la bordure Est de la zone côtière dans le Liban Nord.

*

* *

## A - L'ANTICLINAL DE AAZOUR

### Limites Géographiques et Répartitions des affleurements.

- A 36 kilomètres au Sud de Beyrouth, le jurassique affleure sous la forme d'un pli dissymétrique sur les contreforts Ouest du Mont Liban méridional.
- Ce pli dit "Anticlinal de Aazour" est limité au Nord par la vallée de Nahr el Aouali, au Sud par le parallèle 176 passant par le village de Sahnaya, à l'Est par le synclinal de Jezzine tandis que, la faille flexure de Roum-Aazour trace rigoureusement sa limite Ouest.
- Pour la carte structurale ci-jointe, nous avons adopté un fond topographique au 1 : 10.000 avec le quadrillage rectangulaire ; projection LAMBERT. Les reconnaissances et les levers géologiques ont été exécutés sur un fond topographique au 1 : 50.000 d'une façon telle qu'à l'agrandissement, les contours géologiques se trouvaient être par endroits erronés.
- A part la grande route qui relaie Saïda à Jezzine, et qui traverse la structure dans sa partie centrale, ainsi que d'autres pistes carrossables ou sentiers facilitent les levers géologiques, quoique la topographie de la partie Sud de l'anticlinal est plus accidentée et moins accessible.
- Dans cette partie du Liban Sud, l'orogenèse jurassique n'est pas très marquée : on passe du jurassique terminal au grès

de base du crétacé sans discordance sensible. Toute les formations qui affleurent dans la zone structurale appartiennent au secondaire en allant du jurassique supérieur qui occupe le coeur de l'anticlinal, jusqu'au Turonien supérieur au fond du synclinal de Jezzine.

Quant au tertiaire, il se voit non loin de là, en plages circonscrites par le crétacé supérieur, entre l'anticlinal et la côte à l'Ouest.

- Le crétacé inférieur et moyen constituent les 5/6 des surfaces d'affleurement, tandis que le reste est couvert par le jurassique.

- La structure est dissymétrique, son axe est orienté NS. Sa bordure Ouest formée par une zone à pendage fort (70° à 80°) au voisinage de la faille de Roum-Aazour, représente le flanc raide de l'anticlinal, il ne présente pas d'intérêt stratigraphique. Tandis que le flanc Est, tranquille et assez plat à cause de son faible plongement vers le synclinal oriental, présente une succession stratigraphique normale et bien dégagée. C'est sur ce flanc que nous allons étudier la stratigraphie régionale de cet anticlinal, en allant des formations les plus anciennes mises à jour jusqu'au plus récentes. (pl. XXIII)

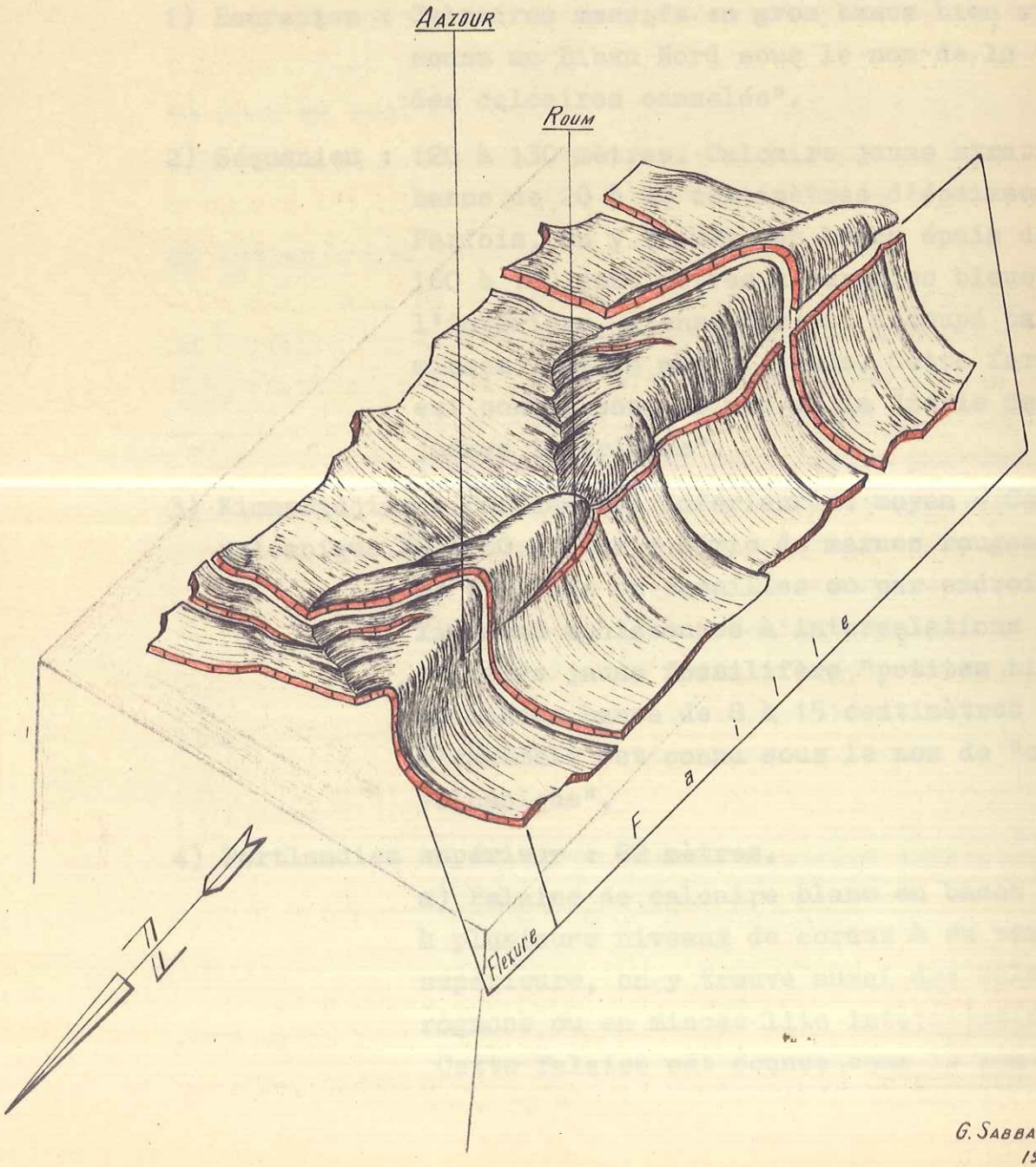
## STRATIGRAPHIE

### Coupe du Flanc Est de l'Anticlinal

Les couches les plus anciennes mises à jour, affleurent au fond de la vallée de Aazour qui, du fait d'une érosion récente, tronque la structure à proximité de son axe anticlinal

# L'Anticlinal de AAZOUR

## LIBAN Sud




G. SABBAGH
1961

en direction N-S parallèle à celui-ci.

Le Rauracien représente la base de la coupe en allant de bas en haut on rencontre la succession suivante :

1) Rauracien : Calcaires massifs en gros bancs bien stratifiés, connu au Liban Nord sous le nom de la "série des calcaires cannelés".

2) Séquanien : 120 à 130 mètres. Calcaire jaune stratifié en bancs de 20 à 40 centimètres d'épaisseur. Parfois, on y trouve des bancs épais de 160 à 180 centimètres à auréoles bleues à l'intérieur. L'ensemble est découpé par de minces lits de marne jaune. Cette formation est connue sous le nom de la "série des calcaires jaunes inférieurs".

3) Kimmeridjien - Portlandien inférieur et moyen - Complexe volcanique 40 à 50 mètres : Série de marnes rouges argileuses se débitant en esquilles ou par endroits finement schisteuses à intercalations de calcaire jaune fossilifère "petites bivahes", en minces bancs de 8 à 15 centimètres d'épaisseur. L'ensemble est connu sous le nom de "complexe volcanique".

4) Portlandien supérieur : 82 mètres.
a) Falaise de calcaire blanc en bancs épais à plusieurs niveaux de coraux à sa partie supérieure, on y trouve aussi des silex en rognons ou en minces lits interstratifiés. Cette falaise est connue sous le nom de "

"Falaise de Bikfaya" épaisse de 60 ~~centi~~mètres à faciès récifal.

b) Alternance de calcaire oolithique ocre et de marnes jaunes, épais de 22 mètres à "cidaris glandifera" série connue sous le nom de "calcaires jaunes supérieurs" ou "calcaires de Salima".

5) Grès de base du crétacé 350 à 400 mètres : Série de grès rouges à stratification entrecroisée et à lentilles de lignite. (faciès continental).

6) Aptien : 230 mètres :

a) Alternances de grès, d'argiles ou de marnes gréseuses à rares bancs de calcaire jaune détritique. L'ensemble est de faciès néritique très fossilifère "Bivalves et gastéropodes" caractéristiques. On y trouve par endroits des couches de schistes bitumineuses (épaisseur 95 mètres), couches à "orbitolines lenticularis".

b) Falaise de calcaire blanc dur à faciès récifal connue sous le nom de la "muraille de Blanche" ou "Falaise de Jezzine" (épaisseur 45 mètres).

c) Alternances de marnes et de calcaires jaunes fossilifères légèrement gréseux à "cardium".

7) Albien : 190 mètres :

a) Série de calcaires jaunes fossilifères "Banc de Zumoffen" 34 mètres.

b) Série marneuse à rares bancs de calcaires tendres et à ammonites à la base "knemiceras" de 97 mètres d'épaisseur avec 84 % de marne.

c) Marne + calcaire alternants (59 mètres) dont 50 % calcaire et 50 % marne.

8) Cenomanien et Turonien inférieur 715 mètres :
Alternances de marnes, de dolomies et de calcaires dolomitiques. Les marnes représentent les 55 % de l'épaisseur totale. On y trouve des huitres "Exogyra Flabellata" et "Exogyra Africana", "Trigonia Alectryonia", "Pholadomya vignesi" un niveau à "Acanthoceras" apparaît à sa partie supérieure suivi d'une couche à "Thomasites Rollandi" ammonite caractéristique du Turonien inférieur.

9) Turonien : Calcaire blanc marmoréen à Rudistes ("Hippurites ressectus" du Turonien sup.) qui affleure au fond du synclinal de Jezzine.

- Il est à noter que les grès de base atteignent un maximum d'épaisseur dans cette région (synclinal de Jezzine), ce qui témoigne d'un mouvement de subsidence au moment de la sédimentation, ou tout au moins, de la préexistence d'un fossé dans le jurassique supérieur pour atteindre une telle épaisseur. En effet, nous n'avons pas reconnu de faille pouvant redoubler la série.

- Sur la carte ci-jointe (planche N°XXIV) la limite grès de base jurassique a été adoptée comme horizon de référence pour le tracé des couches structurales, et grâce à un contraste très marqué des faciès des deux formations, cette limite est facilement reconnaissable sur le terrain.

## TECTONIQUE

- La structure de Aazour faisant partie de la série des anticlinaux dissymétriques du Liban par sa forme, parraît représenter la conséquence d'un mouvement tangentiel, lors de la formation du pays Libanais.

- Placée sur la bordure Ouest du Mont Liban méridional, avec son noyeau jurassique, elle témoigne de l'exhaussement de ce massif vers le Sud.

- Sur le flanc Ouest, on trouve la série complète du crétacé en succession normale ; les grès de base qui affleurent sur le jurassique se trouvent redressés à la verticale, laminés entre les deux charnières de la flexure, leur épaisseur est très réduite par rapport à celle du flanc Est.

- Le reste du crétacé inférieur, jusqu'à la base du Cenomanien plonge avec un pendage de 70° à 80° vers l'Ouest. Cette série qui forme le flanc Ouest de la structure, est dans son ensemble affectée par la grande faille-flexure de Roum-Aazour orientée N-S, direction longitudinale des formations.

- Plus à l'Ouest de la zone faillée, la stratigraphie devient calme, le Cénomanien surmonté par le Turonien et le Sénonien, plonge avec un pendage moyen de 30° vers l'Ouest.

Vers le Nord, la structure présente une fermeture nette et assez tranquille, au voisinage de El Beba, l'axe anticlinal plonge vers le Nord et la structure vient se noyer avec sa terminaison périclinale sous la série normale du crétacé moyen et inférieur.

- Assez plat et très tranquille, le flanc Est de l'anticlinal

occupe une grande extension à cause de son faible pendage vers l'axe synclinal de Jezzine. Le crétacé inférieur couvre la majeure partie de la superficie, nous rappellons que ce sont surtout les grès de base qui se développent dans cette zone.

- A part quelques failles secondaires orientées E-O, dont le décrochement vertical ne dépasse pas les 50 mètres, aucun accident majeur n'a été observé.

- A l'Est de Sahnaya, l'axe anticlinal plonge vers le Sud, comme au Nord, la structure s'enfouit sous le crétacé inférieur mais avec une fermeture trop étroite et peu redoutable. Il n'est pas exclu que le bord de la fermeture soit tronqué par une faille secondaire. Mais, les preuves nous manquent pour étayer cette hypothèse.

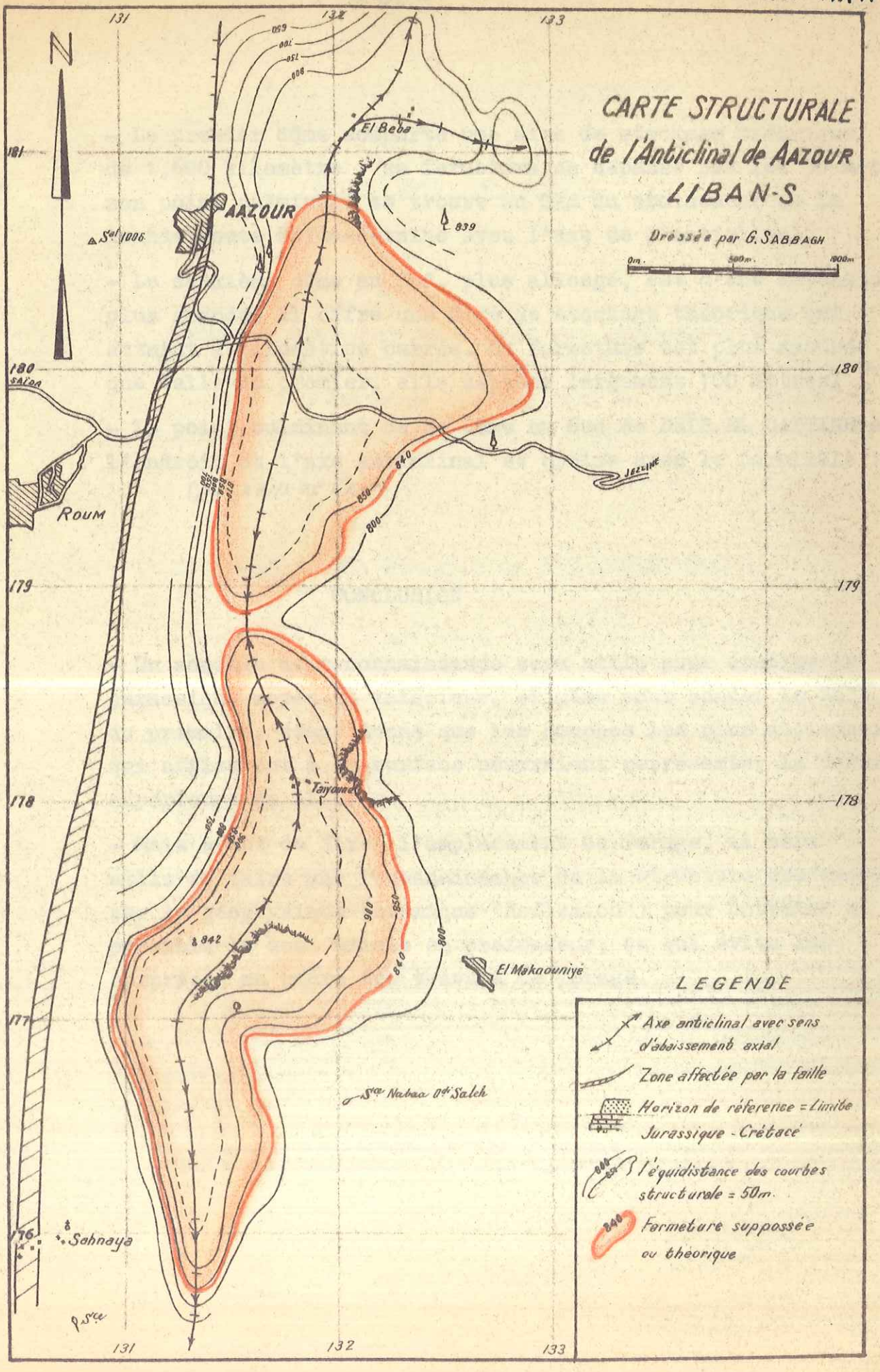
CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE :

| | | |
|---|---|---|
| Longueur | : | 6 kilomètres. |
| Largeur | : | 1 kilomètre en moyenne. |
| Superficie | : | 6 kilomètres carrés. |

A part sa déviation entre le parallèle 177 au Sud et le deuxième 179 au Nord, l'axe anticlinal prend une orientation générale N-S. A El Beba au Nord, il se divise en deux en donnant une ramification d'un petit axe vers l'Est.

- La structure comporte deux dômes allongés et séparés par un abaissement axial au Sud du parallèle 179. (pl. XXIV)

Pl. N° XXIV


CARTE STRUCTURALE
de l'Anticlinal de AAZOUR
LIBAN-S
Dressée par G. SABBAGH
0m. 500m. 1000m
N
AAZOUR
El Beba
Sal 1006
839
SAÏDA
ROUM
JEZZINE
Taïyoune
842
El Makaouniyé
Sce Nabaa Odi Saleh
Sahnaya
Sce
131
132
133
181
180
179
178
177
176
LEGENDE
Axe anticlinal avec sens d'abaissement axial
Zone affectée par la faille
Horizon de référence = Limite Jurassique - Crétacé
l'équidistance des courbes structurale = 50m.
Fermeture supposée ou théorique

- Le premier dôme comporte une aire de stockage théorique de 1,600 kilomètre ; sa fermeture ne dépasse pas les 30 mètres, son point culminant se trouve au Sud du croisement de la grande route Saïda-Jezzine avec l'axe de l'anticlinal.

- Le deuxième dôme au Sud, plus allongé, est d'une extension plus grande, il offre une aire de stockage théorique qui atteint 2 kilomètres carrés. Sa fermeture est plus assurée que celle du premier, elle dépasse largement 100 mètres.

- Le point culminant de ce dôme au Sud de DEÏR EL QATTINE à l'endroit où l'axe anticlinal se croise avec le parallèle 177.

(pl. XXIII et XXIV)

## CONCLUSION

- Un sondage de reconnaissance sera utile pour étudier le jurassique moyen et inférieur, et même pour sonder le toit du primaire, étant donné que les couches les plus anciennes qui affleurent à la surface pourraient représenter la partie supérieure du LIAS.

- Mais avant de fixer l'emplacement du forage, il sera utile de faire une reconnaissance de la structure profonde, par la géophysique (sismique "Reflexion") pour détecter si possible la zone axiale en profondeur, ce qui évite les surprises au cours des travaux de forage.

## B - L'ANTICLINAL DE KOUSBA

Après la structure de AAZOUR qui représente les anticlinaux dissymétriques classés dans la première catégorie, nous passons à l'étude de l'anticlinal de KOUSBA. Celle-ci rappelle le type des anticlinaux classiques classés dans la deuxième catégorie.

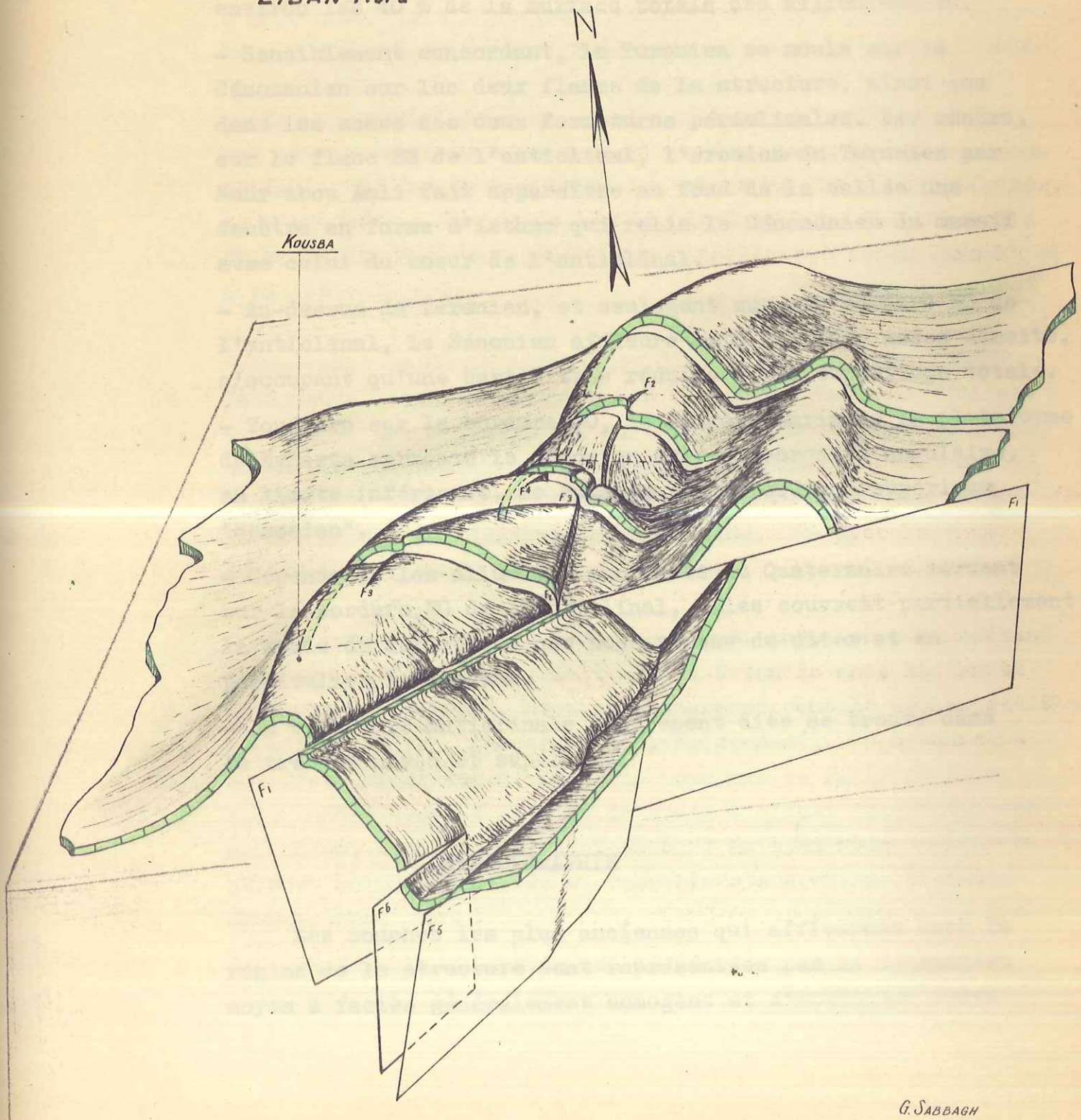
### SITUATION GEOGRAPHIQUE ET REPARTITION DES AFFLEUREMENTS

Placé dans le Liban Nord, l'anticlinal de Kousba se trouve à 16 kilomètres au Sud de Tripoli. Au pied de sa retombée NO s'étend la plateforme de ZGHARTA avec la plaine de KOURA, au SE se dresse le haut massif du Mont Liban-Nord avec son point culminant de KORNET ES SAOUSA (3088 mètres) au Nord de la "forêt de cèdres de BCHARREH". Les contreforts Ouest du Mont Liban la limitent au NE tandis que, les hauts plateaux orientaux de la zone côtière forment le prolongement de la structure vers le SO mais, avec un léger décrochement latéral vers l'Ouest.

A l'Est de Kousba, la vallée de QADICHA avec NAHR ABOU AALI tronque la partie centrale de la structure en la coupant perpendiculairement à son axe, avant de traverser la plaine côtière de Koura au Sud de Tripoli.

# L'Anticlinal de KOUSBA

## LIBAN Nord




G. SABBAGH
1961

- La zone axiale de la structure est occupée par le Cénomanien supérieur. Au point de vue superficie, cet étage couvre environ les 40 % de la surface totale des affleurements.

- Sensiblement concordant, le Turonien se moule sur le Cénomanien sur les deux flancs de la structure, ainsi que dans les zones des deux fermetures périclinales. Par contre, sur le flanc SE de l'anticlinal, l'érosion du Turonien par Nahr abou Aali fait apparaître au fond de la vallée une fenêtre en forme d'isthme qui relie le Cénomanien du massif avec celui du coeur de l'anticlinal.

- Au-dessus du Teronien, et seulement sur la bordure NO de l'anticlinal, le Sénonien affleure mais en bande assez étroite, n'occupant qu'une partie très réduite de la superficie totale.

- Toujours sur la bordure NO, le Néogène marin de la plateforme de Zgharta surmonte le Sénonien avec discordance angulaire, sa limite inférieure, ne dépasse pas le crétacé supérieur "Senonien".

- Cependant, les alluvions anciennes du Quaternaire mordent sur la bordure NO de l'anticlinal, elles couvrent partiellement la série de formations que nous venons de citer et en particulier le Néogène.

- La structure anticlinale proprement dite se trouve dans le crétacé moyen et supérieur.

## STRATIGRAPHIE

Les couches les plus anciennes qui affleurent dans la région de la structure sont représentées par le Cénomanien moyen à faciès généralement homogène et d'épaisseur assez

régulière dans tout le pays ainsi que dans toute la région. Cet étage est constitué par des alternances monotones de calcaire à gros bancs (2 à 4 mètres), et de plaquettes (1 à 5 centimètres) de caclaire blanc tendre légèrement marneux et partiellement dolomitique ; on y rencontre des bancs à silex en rognons de formes irrégulières ou en minces lits et plus rarement des couches marneuses de couleur généralement jaune. Dans son ensemble, le Cénomanien n'est pas riche en faune, toutefois, on y trouve des bancs isolés de calcaire à huitres "Exogyra Flabellata", des "Rudistes", des "pholadomya" et des ammonites à sa partie supérieure.

- Au-dessus du Cénomanien, sans discordance ni changement fondamental de sédimentation, on trouve le Turonien ; il est représenté par une série de calcaires blancs bien stratifiés, de faciès subrécifal à "Acteonelles et Rudistes" "Hippurites ressectus". Le Turonien supérieur, dernier étage du crétacé moyen, marque une tendance à l'émersion. Son épaisseur ne dépasse pas les 200 mètres en moyenne.

- Nous trouvons ensuite le Sénonien qui représente le crétacé supérieur. Il est concordant sur le Turonien mais de faciès totalement différent, avec un changement complet des conditions de sédimentation, (mouvement d'affaissement). Le Sénonien est, en effet, constitué d'une série homogène de calcaire blanc très tendre crayeux ou même de craie à minces intercalations marneuses, dans la partie supérieure on trouve une couche de silexes noirs bien lités et de craie glauconieuse à débris de poissons.

Du fait de ce contraste, le Sénonien est facilement reconnaissable sur le terrain. Il affleure seulement sur la

bordure NO de l'anticlinal avec une épaisseur moyenne de 200 mètres et la série du crétacé se termine.

- Puis : En discordance, le Néogène de la plateforme de Zgharta recouvre le Sénonien. Il débute par un conglomérat de base de l'ordre de 3 mètres surmonté par un calcaire compact à "Corallina et Lithothamnium", des calcaires marneux et marnes à "Ostrea crassissima" L M K., des calcaires récifaux, des sables grossiers et des calcaires blancs jaunâtre.

- Les alluvions anciennes du Quaternaire constituées par des matériaux divers : terre, sables, galets, se déposent ensuite sur toute cette série. Le crétacé du flanc NO de l'anticlinal est partiellement couvert mais le Néogène est en grande partie caché par ces formations.

## TECTONIQUE

Située entre la zone côtière à l'Ouest et le massif du Mont Liban à l'Est, la structure de Kousba rappelle le type des anticlinaux classiques, formé par deux domes séparés par un abaissement axial au SO de la vallée de Nahr abou Aali.

- L'anticlinal est suivi par un synclinal au SE lui-même prolongé par un demi pli anticlinal à l'Est de KREB RIBE (voir planche N°XXV).

- Orienté sensiblement SO - NE, l'axe de l'anticlinal est

décroché successivement par 3 failles transversales, F1, F3 et F4 (voir planche N°XXVI).

- Le rejet vertical de chacune de ces failles ne dépassant pas les 25 mètres environ.

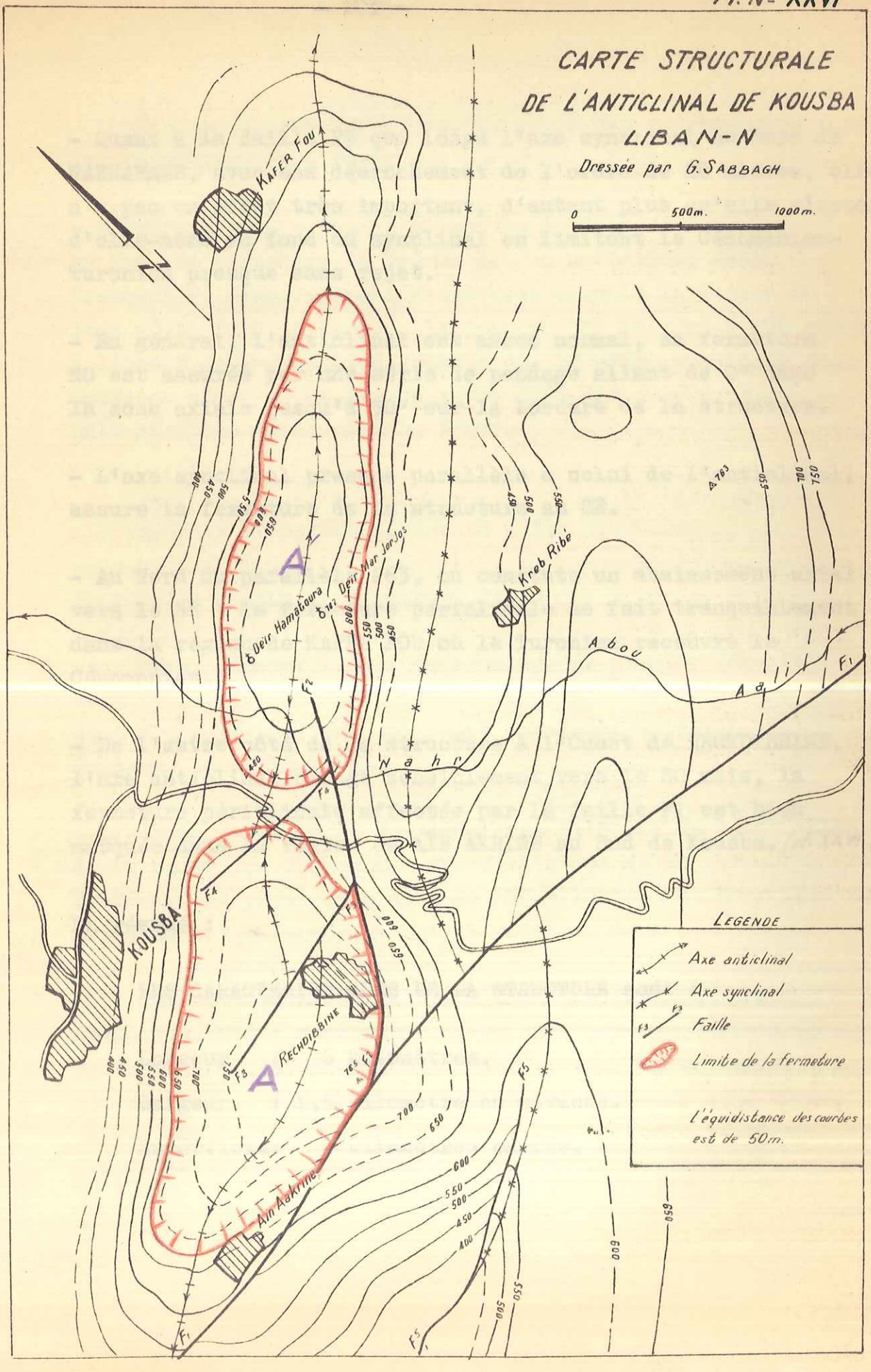
- En allant du SO vers le NE, la faille F1 considérée comme accident principal de la structure, est en réalité une des failles postérieures aux grands plissements, elle fait partie de la série des failles secondaires E - O favorisées dans la zone côtière, elle décroche l'axe anticlinal de 50 mètres environ vers l'Est en coupant obliquement à travers la fermeture périclinale. Vers l'Est, son effet est plus important, elle affecte successivement le synclinal et l'anticlinal en provoquant un décrochement latéral de 500 mètres vers l'Est dans l'axe du synclinal.

Plus loin, vers le NE à RECHDIBBINE, la faille F3 (E - O) décroche latéralement l'axe anticlinal de 200 mètres vers l'Ouest mais sans rejet vertical important.

Finalement, à l'Est de Kousba, à l'endroit où la faille F2 traverse Nahr abou Aali, une troisième faille transversale F4 débute et vient décrocher de 100 mètres vers l'Ouest, l'axe anticlinal.

- Au delà et vers le NE, l'anticlinal est tranquille, aucun accident n'a été repéré.

La faille F2 qui est une ramification de F1, n'est qu'un petit accident dont le rejet ne dépasse pas les 20 mètres ; elle ne joue pas un rôle important dans la tectonique de la structure. (pl. XXVI)


CARTE STRUCTURALE
DE L'ANTICLINAL DE KOUSBA
LIBAN-N
Dressée par G. SABBAGH
0
500m.
1000m.
KAFER FOU
KREB RIBÉ
KOUSBA
RECHDIBBINE
AIN AAKRINE
DEIR HAMATOURA
DEIR MAR JARJOS
ABOU ALI
NAHR
LEGENDE
Axe anticlinal
Axe synclinal
Faille
Limite de la fermeture
L'équidistance des courbes est de 50m.

- Quant à la faille F5 qui longe l'axe synclinal au Nord de NABHARANE, avec son décrochement de l'ordre de 20 mètres, elle n'a pas un effet très important, d'autant plus qu'elle s'estompe d'elle-même au fond du synclinal en limitant le Cénomanien-Turonien presque sans rejet.

- En général, l'anticlinal est assez normal, sa fermeture NO est assurée par une série de pendage allant de 0° dans la zone axiale jusqu'à 50° sur la bordure de la structure.

- L'axe synclinal presque parallèle à celui de l'anticlinal, assure la fermeture de la structure au SE.

- Au Nord du parallèle 263, on constate un abaissement axial vers le NE ; la fermeture périclinale se fait tranquillement dans la région de KAFER FOU où le Turonien recouvre le Cénomanien.

- De l'autre côté de la structure à l'Ouest de RECHDIBBINE, l'axe anticlinal plonge sensiblement vers le SO mais, la fermeture périclinale affectée par la faille F1 est bien marquée dans la région de AÏN AKRINE au Sud de Kousba. (pl. XXVI)

En résumé :

LES CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE sont :

Longeur : 6 kilomètres.

Largeur : 1,5 kilomètre en moyenne.

Superficie: 9 kilomètres carrés.

Horizon de référence pour le tracé des courbes structurales: limite Cénomanien - Turonien.

- A part la grande faille F1 qui la tronque obliquement au Sud, la structure de Kousba est un anticlinal assez tranquille. L'abaissement axial déjà signalé la divise en deux dômes vers le centre, le premier "A" culmine à 200 mètres à l'Ouest de Rechdibbine, tandis que le point culminant du deuxième dôme "A" se trouve entre DEÏR MAR JORJOS et DEÏR AMATOURA (voir planche N°XXVI).

POSSIBILITES PETROLIERES DE CETTE STRUCTURE

1°) - Volume de la structure.

Théoriquement, l'air de stockage du premier dôme "A" sera de l'ordre de 1,200 kilomètre carré ; sa fermeture est de 110 mètres environ, son point culminant se place aux environs de Rechdebbine.

- L'air de stockage du deuxième dôme "A'" est de 1,300 kilomètre carré, sa fermeture, est de l'ordre de 70 mètres environ, son point culminant se place au Nord de Nahr abou Aali entre Deïr Mar Jorjos et Deïr Hamatoura. (pl. XXVI)

Ceci est valable dans le cas où les failles sont colmatées. Elles font alors écran sans aucune possibilité de fuite, ou d'ouverture de la structure. Une troisième possibilité peut être envisagée en relayant les deux dômes ce qui augmente la superficie de l'air de stockage en assurant une fermeture plus grande.

Mais dans le cas où les failles affectent la structure profonde en y créant des plans drains, ce qui est difficile à préciser, le stockage sera impossible (structure ouverte) et la prospection par forage sera inutile.

2°) - Roches magasins et couverture.

L'intérêt pétrolifère d'un forage serait de prospecter les horizons poreux à la base du crétacé inférieur, ils sont constitués par des bancs de grès ou de sables consolidés.

La couverture de la structure pourrait être assurée par les marnes albiennes et les cinérites du basalte de l'Aptien, leur épaisseur atteint 240 mètres environ. Tandis que pour la rocheche mere, elle serait à rechercher à partir du jurassique jusqu'au primaire (indices dans le jurassique).

- Pour un futur sondage, l'épaisseur des formations à traverser pour atteindre la base du crétacé sera de l'ordre de 950 mètres, mais un forage plus profond n'est pas à conseiller car la structure en profondeur n'est peut être pas continue.

- Nous rappelons qu'entre les deux principales catégories que nous venons d'étudier, une série de formes anticlinales intermédiaires peut exister.

- Pour éviter de rentrer dans trop de détails, nous nous sommes contenté de la classification bipartite déjà citée au début de ce chapitre, et nous avons étudié un exemple typique de chacune des deux catégories.

*

* *

# .- B I B L I O G R A P H I E -.

ABD-EL-AAL, I. (1944) - Contribution à l'étude des sources du Lac de Yammouneh. (Bull. Assoc. Libanaise ing. et Arch., N° 6, 16 p., 10 fig.)

" (1947) - Le Nahr Ibrahim, 3ème Congrès Technique, Damas, 36 p.

" (1948) - Le Litani, Etude Hydrologique. Beyrouth, 166 p., 82 fig., 46 pl., 1 dépliant.

" (1949) - L'originalité de l'écoulement dans les massifs calcaires libano-syrien. 2ème Cong. Tech. Internat. Le Caire, 21 p., 5 fig. 1 pl.

" (1952) - Statique et dynamique des eaux dans les massifs calcaires. Beyrouth, 16 pl. figs.

ABEL, F.M.(1933) - Géographie de la Palestine. Etudes Bibliques, Paris. Lecoffre, 505 p., 17 pl. et 12 cartes.

ANDERSON, H.J. (1852) - Geological Reconnaissance of part of the Holy Land. (Ibidem, p. 75-207).

ANGENIEUX, J. (1947-48)- Le problème structural de la Bekaa. Mélanges de l'Université Saint Joseph, t. 27, f. 8, p. 155-166 Beyrouth.

" (1951) - Une combinaison de mouvements verticaux et de mouvements tongentiels dans l'évolution structurale du Liban. Bull. Soc. Geol. Fr. 6ème série, t. I, f. 4-6, p. 285-301.

AUBERT DE LA RÜE, E. (1932) - Les gisements miniers et mineraux des états du Levant sous Mandat Français. Bull. union Economique de Syrie (17). Paris, Libr.Larose, 24 p.

AVNIMELECH, M. (1939) - Choffatella decipiens SCHLUMB., dans le crétacé inférieur de la Syrie et de la Palestine. (C.R. Soc. Geol. Fr., p. 162-164).

BASS, E. (1937) - Les Cephalopodes crétacés des massifs côtiers syriens. (Notes et Mem. Sect. Geol. Ht. Comm. de la Rep. franç. en Syrie et au Liban, Paris, t. II, 2ème partie, p. 165-200, 8 fig., 4 pl.)

BLANCHE, CH. I. (1847)- Lettre du Liban. (Bull. Soc. Géol. Fr., 2ème série, t. V, p. 12-17, 2 fig.).

BLANCKENHORN,M.(1890) - Beiträge zur Geologie Syriens : Die Entwickelung des Kreide Systems im Mittel-und Nord-Syrien, nebst einem Anhang über den jurassischen Glandarienkalk. 135 p., 11 pl., Cassel.

BLANCKENHORN, M.(1897)- Zur Kenntnis der Süsswasserablagerungen und Mollusken Syriens. (Paleontographica, t.XIIV, p. 71-144, 4 pl., 8 fig.).

" (1912)- Kurzer Abriss der Geologie Palästinas. Begleitworte zu einer neuen geologischen Karte von Palästina. (Zeitschr. Deutsch. Paläst. Ver., t. XXXV, p. 113-139, 2 pl.).

" (1914)- Syrien, Arabien und Mesopotamien. (Handbuch der regionalen Geologie, t. V, N° 4, fasc.17).

" (1925)- Die Seeigelfauna der Kreide Palästinas. (Palaeontographica, t. LXVII, p. 83-113,2pl.).

" (1927)- Die fossilen Gastropoden und Scaphopoden der Kreide von Syrien-Palästinas(Palaeontographica t. LXIX, p. 111-186, 6 pl.).

" (1931)- Geologie Palästinas nach heutiger Auffassung. (Zeitschr. Deutsch. Paläst. Ver., t. LIV, p. 3-50, 1 pl.).

" (1934)- Die Bivalven der Kreideformation von Syrien-Palästina nebst einem ergänzenden Anhang über Brachiopoden, Gastropoden und Pteropoden und einem Ueberblick über die gesamte Molluskenfauna. (Palaeontographica, t. LXXXI, partie A, p. 161-302, 7 pl.).

" (1940)- Syrien und Palästina. (Geologische Jahresberichte, t.II, B. Regional Geologie I,Bericht über die Jahre 1937 und 1938, p. 351-365. Berlin).

BÖHM, J. (1900) - Ueber cretazische Gastropoden vom Libanon und rom Karmel. (Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesell., t. LII, p. 189-219, 3 pl.).

BOTTA, P. E. (1833) - Observations sur le Liban et l'Anti-Liban. (Mem. Soc. Geol. Fr., t. I, p. 135-160).

BROCCHI, G. B. (1842) - Giornale delle osservazioni fatte nei viaggi in Egytto nella Syria etc. BASSANO.

CIZANCOURT, Mme de (1934) - Matériaux pour la stratigraphie du Nummulitique dans le désert syrien. (Bull. Soc. Géol. Fr., 5e ser., t. IV, p. 737-758, pl. 44-46).

CLOOS, H. (1939) - Hebung - Spaltung - Vulkanismus. Elemente einer geometrischen Analyse irdischer Grossformen. (Geologischer Rundschau-XXX-Zwischenheft 4A, p. 405-527, 60 fig., 6 pl.).

COMBIER, C. (1945) - Les climats de la Syrie et du Liban, avec carte au millionème des pluies et vents. Beyrouth, 31 p., 1 carte.

" (1948) - Essai d'une formule de classification des climats du Levant. Pub. tech. et scientif. Ecole Fr. Ing. Beyrouth n° 14, 27 p., 23 fig.

CONRAD, T. A. (1852) - Description of the fossils of Syria. (Official Report of the United States Expedition to explore the Dead Sea and the river Jordan by W. F. Lynch ; p. 209-230). Baltimore.

COQUAND, H. (1869) - Monographie du genre Ostrea. Terrains crétacés. Marseille.

COTTEAU, G. (1893) - Sur quelques espèces d'Echinides du Liban. Assoc. fr. Avanc. Sciences, Congrès de Besançon ; 22 p., 346-360, pl. 1-2.

CUVILLIER, J. (1930) - Révision du Nummulitique égyptien. (Mem. présentés à l'Institut d'Egypte, t. 16).

DAY, A. E. (1930) - Geology of Lebanon and of Syria, Palestine and neighbouring countries. Beyrouth.

DEHORNE, Y. (1920) - Les Stromatoporoïdés des terrains secondaires. (Mém. Carte Géol. dét. de la France).

DIENER, C. (1886) - Libanon. Grundlinien der physischen Geographie und Geologie von Mittel-Syrien. 412 p., carte au 1:500.000. Vienne.

" (1887) - Ein Beitrag zur Kenntniss der syrischen Kreidebildungen. (Zeitschr. Deutsch. Geol. Gesell., t. XXXIX, p. 314-342).

DELPEY, G. (1939) - Les Gastéropodes mésozoïques de la région libanaise. (Notes et Mém. Sect. Géol. Ht. Comm. de la Rép. franç. en Syrie et au Liban, t. III, 292 p., 189 fig., 11 pl.).

DONCIEUX, L. (1937) - Les foraminifères escènes de la Syrie septentrionale. Notes et Mém., Sect. Géol. (Ht Comm. de la Rép. franç. en Syrie et au Liban, t. II, 2ème partie, p.207-226, fig.1pl.)

DOUVILLE, H. (1910) - Etudes sur les Rudistes : Rudistes de Sicile, d'Algérie, d'Egypte, du Liban et de la Perse. (Mem. Soc. Géol. Fr., Paéont., t.XVIII, fasc. 1, 84 p., 7 pl.).

DOUVILLE, H. (1911) - Evolution des Pulchelliidés. (Bull. Soc. Géol. Fr., 4ème Ser., t. XI).

" (1913) - Sur quelques Rudistes du Liban et sur l'évolution des Biradiolitinés. (Bull. Soc. Geol. Fr., 4ème Sér., t. XIII, p. 409-421, 1pl)

" (1916) - Les terrains secondaires dans le massif du Moghara à l'Est de l'Isthme de Suez d'après les explications de M. Couyat-Barthoux. (Mém. Ac. Sc., t. LIV, 2, Paris).

" (1919) - L'Eocene inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées. (Mem. Carte Géol. dét. de la France)

DUBERTRET, L. (1930) - Note préliminaire sur la structure géologique des Etats du Levant sous mandat français. (C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., 4ème série, t. XXX, p. 43-45).

" (1932)a - L'évolution structurale des Etats du Levant sous mandat français. (C.R.Ac. Sc., Paris, t. CXCIV, p. 1964-1966).

" (1932)b - Les formes structurales de la Syrie et de la Palestine, leur origine. (Ibidem, t. CXCV, p. 66-68).

" (1932)c - Etats du Levant sous mandat français. (La géologie et les Mines de la France d'Outre-Mer, p. 353-381, Paris, Edit. Géogr.).

" (1933)a - Sur la structure de la côte orientale de la Méditerranée. (C.R. Ac. Sc., Paris, t. CXCVII, p. 458-459).

" (1933)b - La carte Géologique au millionième de la Syrie et du Liban. (Revue Geogr. Phys. Géol. Dyn., vol. 6, fasc. 4, p. 267-318, 12 pl., 3 cartes, dont une géol. col.).

" (1933)c - L'hydrologie et aperçu sur l'hydrographie de la Syrie et du Liban, dans leurs relations avec la géologie. (Ibidem; p. 347-452, 26 fig., 16 cartes).

" (1934) - La montagne des Etats du Levant sous mandat français. (Manuel d'alpinisme club alp. fr., t. I, partie scient., p. 384).

" (1937)a - Le Massif Aalouite ou Djebel Ansariyeh. (Ibidem, t. II, 1re partie, p. 9-42, 25 fig., 1 pl.).

" (1937)b - L'Eocène. (Ibidem, t. II, 1re partie, p. 75-92, 3 fig.).

DUBERTRET,R., DONCIEUX L.,-Sur le Nummulitique du versant oriental de l'Anti-Liban (région de Damas, Syrie).
VAUTRIN H., DUBERTRET L.,- (C.R. Ac. Sc., Paris, t. 207, p. 1230).
(1938) -

DUBERTRET L. et VAUTRIN H. (1937) - Révision de la stratigraphie du crétacé Liban. (Ibidem, t. II, 1re partie, p. 43-73, 10 fig.).

" (1938) - Sur l'existence du Pontien lacustre en Syrie et sur sa signification tectonique. (C.R. Ac. Sc. Paris, t. 206, p. 69-71, 1 fig.).

DUBERTRET, L. (1939-1940) - Observations au sujet des coupures du Crétacé libano-syrien et des niveaux auxquels ont été rapportés les Gastéropodes Jurassiques et Crétacés décrits dans le présent volume (de l'introduction du tome III des Notes et Mém. Sec. géol. Ht. Comm. de la Rep. franç. en Syrie et au Liban).

DUBERTRET R. et DUBERTRET L. (1940) - Sur l'existence d'un golfe sur la Bekaa Sud (Liban) au Lutetien. (C.R. Ac. Sc., t. 210, p. 574-576).

DUBERTRET L. et WEULERSSE J. (1940) - Manuel de Géographie. Syrie et Liban et Proche Orient. Première partie : La Péninsule arabique. (Imprimerie catholique, Beyrouth).

DUBERTRET, L. (1940) - Sur l'âge du volcanisme en Syrie et au Liban. (C.R. Soc. Géol. Fr., p. 55-57).

" (1941) - Carte géologique de la Syrie et du Liban à l'échelle du millionième. 2ème Edition.(Ht. Comm. Fr., Beyrouth. Service des T.P. Section géologique).

" (1944) - Sur le Turonien du Liban. Publ. techn. Scient. Ecole fr. Ing. Beyrouth (Liban), N°6,7p,2fig.

" (1946)a - Géologie et morphologie de Beyrouth (Liban). C.R. Ac. Sc., t. 222, p. 1008-1009.

" (1946)b - Sur le Quaternaire côtier libanais et les oscillations du niveau de la mer au Quaternaire C.R. Ac. Sc., t. 223, 431 p.

" (1947) - Problèmes de la géologie du Levant. Bull. Soc. Geol. Fr. 5ème Série, t. 17, p. 3-31, 10 fig., 1 pl., 1 dépliant.

" (1948) - Aperçu de géographie physique sur le Liban, l'Anti-Liban et la Damascène. Notes et Mém. Syrie et Liban, t. IV, p. 191-226, carte au 400.000e.

" (1950)a - Sur le Jurassique du Liban et de l'Anti-Liban. C.R. som. Soc. Géol. Fr., p. 12.

DUBERTRET, L. (1950)[b] - Géologie et hydraulique au Liban. Etude géologique préliminaire d'une retenue sur le Litani. 4ème Congrès des Ingénieurs des pays arabes. Beyrouth, 30 p., 8 fig., 4 pl.

" (1951)[a] - Aperçu géologique sur la région de Merdjayoun (Liban). C.R. Som. Soc. géol. Fr., (7), p. 106-107.

" (1951)[b] - La structure du Moyen Orient d'après Etienne de Vaumas. Rev. deGeogr. de Lyon, t. XXVI (3) p. 367-374.

" (1954)[a] - Basaltes et roches vertes du Liban, de la Syrie et du Hatay (ancien Sandjak d'Alexandrette, Turquie). C.R. 19ème Session du Congrès géol. Internat à ALGER, 1952, f. XVII, p. 29-36.

" (1954)[b] - Etat d'avancement de la carte géologique au Liban et en Syrie etc. Ibid., f. XIII, p. 101-102.

" (1954)[c] - Formes d'érosion au Liban. Symposium sur la protection de la nature dans le Proche-Orient. UNESCO, Beyrouth. p. 130-133.

EWING, J.F. (1947) - Excarations of the Palaeolithic site of Ksâr' Akil. Antiquity, t. XXI, p. 186.

" (1949) - The Treasures of Ksâr'Akil. Thought, n° 93, p. 255-288.

FELIX, J. (1903) - Die fossile Fauna des libäneisischen Jurakakes I. Die Anthozoenfauna des Glandarienkalkes. Beitr. 2. Paläont. u. Geol. Oesterr. - Ung. u. d. Orients, XV (4), p. 163-184, pl.XVI-XVII

" (1909) - Beitrag zur Kenntnis der Korallenfauna des Syrischen Cenomans. Ibid., XXII, p. 169-175.

" (1913) - Die Korallen der Kreideformation von Pälastina u. Syrien. Newes Iahrb. Min. Geol. pal., t. II, p. 93-116, pl. VI.

FILLION, H. (1936) - Contribution à la chimie des charbons, pétroles et asphaltes du Liban et de la Syrie. Ann. Faculté fr. de Médecine et de Pharmacie de Beyrouth, V, n° 1, p. 32.

" (1937) - Contribution à l'étude chimique des roches bitumineuses des Etats du Levant. (thèse). Lons-le-Saumier ; impr. M. Declume.

FLEISCH, H. (1946)[a] - Découverte d'une industrie à éclats du niveau de 45 m. à Râs-Beyrouth (Liban) et position relative du Levalloisien. C.R. Ac. Sc., t. 223, n° 5, p. 249-251.

" (1946)[b] - Le Levalloisien du niveau + 15 m. à Râs-Beyrouth (Liban). Bull. Soc. préhist. Fr., n° 11-12.

FRAAS, O. (1867) - Aus dem Orient. Geologische Beobachtungen am Nil, auf der Sinai-Halbinsel und in Syrien. (p. I-222, 3 pl., Stuttgart).

" (1876) - Drei Monate am Libanon. Stuttgart, 106 p.

" (1877) - Juraschichten am Hermon. Neues Jahrb.f. Min., p. 17-30.

" (1878) - Aus dem Orient. II. Geologische Beobachtungen am Libanon, Württemb. naturw. Jahreshefte, Stuttgart, p. 257-392, pl. III-VIII.

GAILLARDOT, CH. (1856)- Découverte d'un gisement nummulitique près de SAÏDA. Bull. Soc. géol. Fr., 2ème Série, XVIII, p. 538.

GARROD, D.A.E. (1953) - The relations between south-west Asia and Europe in the later palaeolithic age. Cahiers d'Histoire Mondiale, I, n° 1, p. 13-37, Paris.

GAUDRY, A. (1869) - Géologie de l'Ile de Chrypre. Mém. Soc. geol. Fr., 2ème Série, t. VII, 180 p., 21 pl.

HALLER, J. (1945) - Aperçu sur la préhistoire de la Syrie et du Liban en 1945. Notes et Mém. Syrie et Liban, t. IV, 180, p., 21 pl.

HAMLIN, P.E. (1884) - Results of an examination of Syrian molluscan Fossils, chiefly from the Range of Mount Lebanon. Mem. of the Mus. of comparative Zool. at Hanvard College, X, 3, 68 p., 6 pl., Cambridge, Mass.

HAUG, E. (1920) - Traité de géologie. Paris, Colin, p. 1034 et 1070.

HEIM, Arn. (1924-1929)- Nummulitenschichten in der Kreide des Anti-Libanon. Verh. schweiz. naturf. Ges. Lucerne, 2e partie, p. 153-154. Eclogae Geol. Helv., t. 19, p. 143-146.

" (1934) - Stratigraphische Kondensation. (Eclogae Geologicae Helvatiae, t. 27, p. 372-383.

HENSON, F.R.S. (1948) - Larger imperforate Foraminifera of South Western Asia. British Mus. of Nat. Hist., Londres, p. 127, 16 pl.

HEYBROEK, F. (1942) - La géologie d'une partie du Liban Sud. Thèse. Leidsche Geolog. Me de deelingen, t. 12, p. 251-470, pl. 4-5, pl. hors texte, carte géolog. au 50.000e en couleurs.

HUDSON, R.G.S. (1954) - Jurassic Stromatoporoids from Lebanon, Journ. of Palaeontology, 28, N° 5, pl. 657-661, pl.72.

HYATT, A. (1903) - Pseudoceratites of the Cretaceous. (Monogr. U.S. Geol. Surv., XLIV. Washington).

KELLER, A. (1933)[a] - Bibliographie géologique et géographique de la Syrie, du Liban et des régions limitrophes. (Ibidem, p. 453-512).

" (1933)[b] - Sur quelques Rudistes du Djebel Ansaryeh et de l'Amanus. (Notes et Mém. Sect. Géol., Ht. Comm. de la Rép. franç. en Syrie et au Liban, Paris, t. I, 1re partie, p. 45-60).

" (1934) - Le Miocène au Liban. Notes et Mém. Syrie et Liban. Beyrouth, t. I, p. 166-167.

KELLER A. et VAUTRIN H. (1937) - Nouvelle contribution à l'étude des Echinides de la Syrie et du Liban. Ibid., t. II, p. 137-164, pl. V-VII.

KLAER, WENDELIN (1957)--1. Beobachtungen zur rezenten Schneeund Strukturbodengrenze im Hochlibanon : Zs. Geomorph., N.F., Bd. 1, H. 1, p. 57-70 (incl. Engl. and Fr. summs.) illus., 1957.

KOBER, L. (1915) - Geologische Forschungen in Vorderasien. Zur Tektonik des Libanon. Denkschr. math. naturw. Kl. K. Ak. Wiss., Wien, p. 419-424.

" (1925) - Die "Kreide" nummuliten des Anti-Libanon, Centralbl., f. 8, p. 267-268.

KOERT, W.B. (1924) - Geologische Beobachtungen in Syrien U. Palästina während des Feldzuges 1914/18. Z. deutsch. geol. Ges., p. 21-29.

KRENKEL, E. (1924) - Der syrische Bogen. Centralbl., (9 et 10), p. 274-281 et 301-313.

" (1928) - Geologie Afrikas. Berlin, Borntraeger, 1000 p. Syrien p. 100-122.

KRENKEL, E. (1957) - AKADEMISCHE VERLAGSGESELLSCHAFT. Geest & Portig. K-G ; Syrabien. Section d'études géologiques, Notes et Mém. I, 1933.

KRUMBECK, L. (1905) - Die Brachiopoden-U. Molluskenfauna des Glandarienkalkes. Beitr. z. Pal. u. Geol. Oest. Ung. u. d. Orients, XVIII, p. 65-162, pl. VIII-XIV.

LAMBERT, J. (1931) - Etudes sur les Echinides fossiles du Nord de l'Afrique. Mém. Soc. géol. Fr. nour. Série, mém. 16, p. 175.

LAPADU-HARGUES, P. (1941) - Sur la structure de la côte libanaise au Nord de Beyrouth. C.R. Ac. Sc., t. 213, p. 800-802.

LARTET, L. (1869) - Essai sur la géologie de la Palestine etc. Thèse Fac. Sc. Paris, n° 316, 292 p., 29 fig. Victor Mason et Fils.

" (1877) - Exploration géologique de la Mer Morte, de la Palestine et de l'Idumée. Paris, A. Bertrand 226 p., 12 pl.

LEJAY, P. (1938) - Exploration gravimétrique des Etats du Levant sous mandat Français. (Comité national français de Géodésie et Géophysique, 54 p., 1 carte.

LORIOL, P. DE (1901) - Notes pour servir à l'étude des Echinodermes. Bâle-Genève, 45 p., 2 pl.

NOETLING, F. (1886) - Entwurf einer Gliederung der Kreideformation in Syrien u. Palästina. Z. deutsch. geol. Ges., 38, p. 824-875, pl. XXIV-XXVII.

" (1887) - Der Jura am Hermon. Stuttgart, 46 p., 7 pl.

PERVINQUIERE, L. (1912) - Etudes de paléontologie tunisienne. Paris.

PFENDER, J. (1936) - Sur la répartirion stratigraphique de Coscinoconus Leupold. C.R. som. Soc. géol., Fr., p. 209.

" (1937) - Quelques Hydrozoaires de la Syrie septentrionale. Notes et Mémoires, t. II, p. 125-136, pl. I-IV.

PICARD L. et SOYER R. (1927) - Sur la présence du Jurassique, du Crétacé inférieur et moyen sur le versant ouest de l'Anti-Liban. C.R. Ac. Sc., t. 185, p. 686.

PICARD, L. (1931) - Geological Researches inthe Judean Desert (Thèse). Jerusalem.

PÖTZ, W. (1896) - Beiträge zur Kenntniss der basaltschen Gesteine von Nord-Syrien. Zeitschr. deutsch. geol. Ges., p. 522-556, pl. XII et XIII.

RENOUARD, G. (1951) - Sur la découverte du Jurassique inférieur (?) et du Jurassique moyen au Liban. C.R. Ac. Sc., t. 232, p. 992-994.

" (1955) - "Geology of Lebanon" Bull. of the A.A.P.G. Nov. 1955 vol. 39.

RENZ, C. (1930) - Neue Korallenfunde im Libanon und Anti-Libanon in Syrien. Abh. Schweiz palaeont. Ges., t. 50, p. 1-4, pl. 1.

ROMAN, F. et DONCIEUX E. (1927) - Observations sur l'Eocène de Syrie et de Palestine. C.R. Som. Soc. geol. Fr. n° 13, p. 171è173.

ROMAN, F? (1938) - Les Ammonites Jurassiques et Crétacées. Paris. (Masson et Coi).

" (1940) - Listes raisonnées des faunes du Pliocène et du Miocène de Syrie et du Liban. II A. Pontique. Notes et Mem. Syrie et Liban, t.III, p. 383-386, pl. 4.

RUSSEGGER, J. (1835-41- et 1841-48) Reisen in Europa, Asien u. Afrika. Stuttgart.

SAURIN, E. (1932) - Note sommaire sur le Senonien du Djebel Kasyoun près de Damas (Syrie). C.R. som. Soc. geol. Fr., p. 112-113.

SEIDLITZ, W. Von (1931)- Dis Kordanz und orogenese der Gebirge am Mittelmeer. Berlin (Bornträger).

SIGNEUX, J. (1949) - Notes Paléoichthyologiques : Mus. Natl. Hist. Nat., Paris, B.t. 21, n° 5, p. 633-638, illus. 1949.

VAUMAS, E. DE (1947)a - Sur la structure de la Bekaa (Liban). C.R. Ac. Sc., t. 224, p. 140-142.

" (1947)b - La fracture syrienne et le fossé palestinien. Revue Biblique, t. 54, (3), p. 370-387, 2 fig., pl. IX.

" (1947)c - Les terrasses d'abrasion marine de la côte libanaise. Bull. Soc. roy. Egypte, t. 22, p. 21-86, pl. 1-11.

VAUMAS, E. DE (1948)a - Sur la structure du Liban. C.R. Ac. Sc., t. 226, n° 25, p. 2086.

" (1948)b - Sur la structure de l'Anti-Liban et de l'Hermon. C.R. Ac. Sc., t. 226, p.2166-2168.

" (1949)a - Sur la surface d'érosion polycyclique du Liban. C.R. Ac. Sc., t. 228, p. 257-259.

" (1949)b - Sur la surface d'érosion polycyclique de l'Anti-Liban et de l'Hermon. C.R. Ac. Sc., t. 228, p. 326-328.

" (1949)c - Sur la structure de la Galilée Libanaise et de la dépression du Houlé. C.R. Ac. Sc., t. 229, p. 943-946.

" (1950) - La structure du Proche-Orient. Essai de synthèse. Bull. Soc. roy. de Géogr. Egypte, XXIII, p. 265-320, pl. I-XI.

" (1954) - Le Liban. Thèse. I Texte, 367 p. - II Planches 8 dépliants. III Albums de photographies, 121 pl. Paris, Firmin Didot.

" (1956) - Sur la formation du Seuil HOMS-TRIPOLI et le changement d'inclinaison longitudinale de la Bekaa septentrionale (Syrie-Liban). Acad. Sci., Paris, C.R. t. 242, n° 13, p. 1742-1744.

" (1961) - Structure et Morphologie du Proche Orient. Revue de Géographie Alpine, t. XLXI, 1961, 2. Inst. de Géogr. Alpine de l'Université de Grenoble. p. 225-274, 2 pl., 2 fig.

VAUTRIN, H. (1934)a - Contribution à l'étude de la série jurassique dans la chaîne de l'Anti-Liban et plus particulièrement dans l'Hermon (Syrie). C.R. Ac. Sc., t. 198, p. 1438.

" (1934)b - Sur l'orogenèse du massif de l'Hermon. C.R. Ac. Sc., t. 199, p. 82.

VAUTRIN H. et KELLER A. (1937) - Nouvelle contribution à l'étude des Echinides de la Syrie et du Liban. Notes et Mém. Syrie et Liban, II, p. 137-164, pl. V-VII.

VOÛTE, C. (1953)a - Quelques observations géologiques faites dans la région de RASTANE (Syrie) KONINKL. NEDERL. AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN - AMSTERDAM. Reprinted from Proceedings, Series B, 56, N°2.

" (1953)b - Some Géological observations in the GHAB-AREA (Northen Syria)-(KONINKL. NEDERL. AKADEMIE VAN WETENSCHAPPEN - AMSTERDAM). Reprinted from Proceedings, Series B, 56, N° 2.

VOÛTE, C. (1955) - CLIMATE OR TECTONICS ?
Some remarks on the evolution of the Valley of The Orontes (Nahr El Aassi) between Homs And The Marshy - Plains of the Ghab (Syria). (Overdruk vit Geologie en Mijnbouw, nr. 8, Nw. Serie 17e Jaargang p.p. 197-206, Augustus 1955).

" (1960) - La nature et l'âge des derniers mouvements en bordure du graben de la mer Rouge. (Extrait du C.R. sommaire des Séances de la Soc. Geol. de Fr. N&4, Séance du 28 mars 1960, page 86).

WETZEL R. et HALLER J.- (1945) Le Quaternaire côtier de la région de Tripoli (Liban). Notes et Mém., t. IV, p. 1-48, pl.I-II

WHITEFIELD, R.P. (1891) - Observations on some Cretaceous Fossils from the Beyrut District of Syria etc, Bull. Am. Mus. Nat. Hist., III, 2, p. 381-441, pl. V,XI.

ZUMOFFEN G. et DOUVILLE H. (1909) - Le Crétacé du Liban entre Beyrouth et Tripoli. C.R. som. Soc. géol. Fr., p. 36.

ZUMOFFEN, G. (1926) - Géologie du Liban. Paris, Barrère, 165 p., carte géologique au 200.000ème, en couleurs.

*

* *

# C A R T E S

- Cartes d'ensemble :

(1941-43) - Carte géologique de la Syrie et du Liban au millionième (2ème éd.). Beyrouth, 67 p., 1 carte ; par L. DUBERTRET.

(1945) - Carte géologique au millionième de la Syrie et du Liban. (3ème éd.). Beyrouth ; par L. DUBERTRET.

(1942-43) - Carte lithologique de la bordure orientale de la Méditerranée. Beyrouth, 31 p., 2 feuilles au 500.000ème en couleurs ; par L. DUBERTRET.

(1955) - Carte pédologique du Liban, au 200.000ème, par B. GEZE. Ministère de l'Agriculture et Mission agronomique française, Beyrouth.

(1955) - Carte pluviométrique du Liban au 200.000ème, par J. REY, avec notice de 26 p. Ministère des T. P., Ksara, Liban.

(1955) - Carte gravimétrique du Liban (anomalies de Bouguer), au 500?000ème, par P. STAHL et J. PLASSARD. Ministère des T. P., Ksara, Liban.

- Carte géologique au 200.000ème du Liban, Ministère des Travaux Publics, Beyrouth :

Feuille de Tripoli ; notice de 64 p., 18 fig., 8 pl. ; par L. DUBERTRET et R. WETZEL, 1949.

Feuille de Beyrouth ; notice de 108 p., 24 fig., 8 pl., 1954, par L. DUBERTRET.

- Carte géologique du Liban ; notice de 74 p., 30 fig., 8 pl., 1955 par L. DUBERTRET.

- Carte géologique au 50.000ème du Liban, Ministère des Travaux Publics, Beyrouth :

Feuille de Batroun, par L. DUBERTRET et R. WETZEL ; 1945.

Feuille de Tripoli, par R. WETZEL, avec notice explicative de 62 p., 16 fig., 12 pl., par R. WETZEL et L. DUBERTRET ; 1945-1951.

Feuille de Sir ed Danié, avec notice de 51 p., 13 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET ; 1951.

Feuille de Djbaïl, par L. DUBERTRET ; 1945.

Feuille de Qartaba, par L. DUBERTRET et R. WETZEL et notice explicative de 56 p., 15 fig., 12 pl., avec le concours de G. RENOUARD ; 1945-1951.

Feuille de Baalbek, avec notice de 52 p., 12 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET ; 1945-1951.

Feuille de Zahlé, avec notice de 64 p., 20 fig., 12 pl., Beyrouth, par L. DUBERTRET ; 1945-1953.

Feuille de Rayak, avec notice de 43 p., 10 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET ; 1950.

Feuille de Saïda, avec notice de 46 p., 7 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET ; 1949.

Feuille de Djezzine, avec notice de 80 p., 24 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET et F. HEYBROEK ; 1945-1950.

Feuille de Rachaya N, par L. DUBERTRET ; 1945.

Feuille de Zebdani, avec notice de 62 p., 14 fig., 10 pl., par L. DUBERTRET ; 1949.

Feuille de Tyr-Nabatiyé : sous presses.

Feuille de Merdjayoun, avec notice de 64 p., 20 fig., 12 pl., par L. DUBERTRET ; 1952.

Feuille de Rachaya S (Hermon) : sous presses.

Feuille de Nakoura-Bent Jbaïl : sous presses.

- Cartes de détail.

L. DUBERTRET. - Géologie du Site de Beyrouth, avec carte géologique au 1/20.000ème. Beyrouth, 1945, 56 p., 8 fig., 8 pl.

*

* *