



**HAL**  
open science

# Relations entre le fossé rhodanien et la bordure orientale du Massif central entre Tournon et la Voulte (Ardèche)

Jean Charles Carfantan

## ► To cite this version:

Jean Charles Carfantan. Relations entre le fossé rhodanien et la bordure orientale du Massif central entre Tournon et la Voulte (Ardèche). Stratigraphie. Université de Grenoble, 1964. Français. NNT : . tel-00814601v2

**HAL Id: tel-00814601**

**<https://theses.hal.science/tel-00814601v2>**

Submitted on 26 Apr 2013

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

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

T GRE 1964 CAR

DON DE MARSILLY

T H E S E

Présentée à la Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble  
Pour obtenir le titre de Docteur de 3e Cycle

Spécialité : GEOLOGIE ET MINERALOGIE  
APPLIQUEES

/Par Jean-Charles C A R F A N T A N/

RELATIONS ENTRE LE FOSSE RHODANIEN ET LA BORDURE ORIENTALE  
DU MASSIF CENTRAL ENTRE TOURNON ET LA VOULTE (Ardèche)

Soutenue le 1964 devant la Commission d'Examen

Président : R. BARBIER

Examineurs

R. MICHEL

P. GIDON

J. SARROT-REYNAULD

BIUS JUSSIEU GR



909 006355 5

D

BIUS JUSSIEU  
CADIST

## AVANT-PROPOS.

La réalisation de ce travail n'a été possible que grâce à de nombreuses obligations. Avant toute chose, qu'il me soit permis de remercier tous ceux qui ont bien voulu s'y intéresser.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur R. BARBIER qui a accepté de m'admettre comme étudiant dans son 3<sup>e</sup> cycle de Géologie et Minéralogie appliquées, m'a fourni le sujet de cette étude, l'a facilitée par ses conseils et a bien voulu me recommander auprès de la Compagnie Nationale du Rhône.

Ma gratitude va aussi aux Maîtres à qui je dois ma formation scientifique, mes professeurs du Laboratoire de Géologie de Grenoble et de l'Institut de Géologie de Rennes, et en particulier à Monsieur le Doyen Y. MILON.

Je remercie très vivement Monsieur MATHIAN de m'avoir reçu à la Compagnie Nationale du Rhône en qualité de géologue stagiaire et de m'avoir initié, ainsi que Messieurs MATT, LAMBERT et ROS-TAGNI aux problèmes géotechniques posés par les aménagements hydroélectriques.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur P. GIDON pour la sympathie avec laquelle il m'a accueilli au Collège universitaire de Chambéry et m'a fait bénéficier de son expérience de géologue et d'enseignant.

Je ne saurais non plus oublier la bienveillante attention et l'intérêt que m'a témoignés M. J. SARROT-REYNAULD.

J'adresse toute ma gratitude à Monsieur LAURENT qui, à St-Pe-ray continue l'oeuvre de HUGUENIN, a bien voulu me montrer ses très belles collections et me faire partager sa grande connaissance de la Montagne de Crussol.

Je remercie également Monsieur le Général COLLIGNON et Monsieur THIEULOY auxquels je dois la détermination de la plupart

des espèces citées dans ce mémoire, et Monsieur VIALON pour les conseils qu'il m'a si aimablement prodigués dans le domaine de la Pétrographie.

Enfin, j'adresse mes remerciements au personnel enseignant et technique et à mes camarades du Laboratoire de Géologie de Grenoble.

## INTRODUCTION.

L'objet principal de cette étude a été d'établir, dans la mesure du possible, une corrélation entre les affleurements de la rive droite du Rhône de Tournon à La Voulte et ce que l'on peut connaître des formations sous-alluviales. Ainsi, nous avons été amené d'une part à reprendre le levé de la carte géologique et, d'autre part, à examiner les dossiers et les nombreux sondages effectués par la Compagnie Nationale du Rhône.

Le choix de Tournon et de La Voulte comme localités extrêmes au Nord et au Sud n'est pas arbitraire. Nous verrons en effet que cette région possède une certaine individualité tant au point de vue géographique que géologique. Nous avons limité notre levé dans sa partie occidentale aux formations paléozoïques du Plateau Central et, dans sa partie orientale, aux formations alluviales de la vallée actuelle.

Le plan d'aménagement du Rhône prévoit, dans cette partie du cours, 2 ensembles de réalisations : l'usine hydroélectrique de Bourg-lès-Valence, alimentée par la retenue du barrage de la Roche de Glun et, en aval, l'usine hydroélectrique de Beauchastel, alimentée par la retenue du barrage de Charmes. Cette seconde réalisation est en voie d'achèvement et les travaux de la première vont débiter très prochainement.

## A - CADRE GEOGRAPHIQUE.

### 1. Géographie physique.

Au Sud du "verrou" Tain-Tournon, la vallée du Rhône jusqu'alors rétrécie entre des coteaux abrupts, cristallins ou cristallophylliens, s'élargit brutalement. Tandis que sa rive droite conserve pour un certain temps encore une physionomie semblable, sa rive gauche, imprécise, repliée beaucoup plus à l'Est, n'est formée que de reliefs molassiques sans vigueur en partie recouverts de lambeaux pliocènes, de moraines et d'anciennes terrasses. Elle va garder ce caractère dans toute la région qui nous intéresse et ce n'est que bien plus au Sud, lorsque le Rhône devra entailler son cours dans les calcaires secondaires, qu'elle va se rétrécir à nouveau.

Repoussé par son puissant affluent de rive gauche, l'Isère, puis ensuite par la Drôme, le fleuve coule actuellement au pied des collines de sa rive droite. Il ne s'en éloigne un peu qu'au niveau de la Montagne de Crussol et au Sud de Charmes. Ses affluents de rive droite sont beaucoup plus modestes. Ouest-Est lorsqu'ils suivent la pente normale du relief (ex. le Rioudard, au niveau de Glun, ou la Goule qui recoupe le massif de Châteaubourg en une gorge étroite), ils peuvent prendre des directions diverses : ils soulignent alors les différences lithologiques (ex. le Turzon, à la limite du granite et des micaschistes) ou suivent les accidents tectoniques (Ruisseau de Soyons - le Coulet au Nord de Cornas). Le cas du Mialan qui paradoxalement coule sur le granite vers le Nord Est est un peu particulier. Cette rivière emprunte en effet un ancien lit du Rhône, datant du début du Quaternaire et peut-être même plus ancien, déterminé en partie par la tectonique.

Les entailles pratiquées par la partie supérieure de ces cours d'eau ont un caractère de fraîcheur remarquable.

Géographiquement, nous sommes ici dans la partie sud du Haut-Vivarais. L'apparition du thym, du genêt épineux et de certaines espèces méditerranéennes de chêne et de lavande dès Châteaubourg, et des premières olivettes à Beauchastel, lui a valu le nom de "vestibule de la Provence".

## 2. Géographie économique.

Depuis l'épuisement ou la fermeture des mines de galène argentifère et de pyrite, l'économie est essentiellement agricole. Dans la large plaine alluviale du Rhône, le fleuve, mais aussi le vent pour une grande part, ont accumulé une couche de limon fertile. L'humidité qu'il retient, jointe au soleil déjà provençal, ont permis le développement d'un magnifique verger. Les arbres fruitiers ont définitivement supplanté la culture du mûrier qui fut un moment à la base de l'économie.

Si sur le loess et le "gore" des plateaux on rencontre encore pêchers, abricotiers et cerisiers, donnant d'ailleurs des fruits de qualité plus médiocre, ce n'est plus de façon aussi exclusive. On y cultive également les céréales, particulièrement sur les anciennes terrasses riches en argile, provenant de la décomposition de galets cristallins et cristalloyphylles.

Mais c'est surtout là : le domaine de la vigne, des "Côtes du Rhône". Les coteaux de St Peray ou de Cornas, abrités du mistral, fournissent des crus mondialement réputés dont un "Rapport confidentiel sur le Haut-Vivarais" assurait, dès 1675, qu'"ils sont les meilleurs du royaume".

A cette économie agricole sont venus s'ajouter récemment deux éléments nouveaux. D'abord les grands travaux entrepris par la Compagnie Nationale du Rhône et qui font appel, pour une large part, à la main d'oeuvre locale ; ensuite le tourisme, encore peu développé, mais certainement au début d'un âge d'or.

### 3. Géographie humaine.

L'escarpement de la rive ardéchoise, de Tournon à La Voulte, en a fait la "gardienne du cours moyen du Rhône". Les nombreuses ruines ou châteaux qui la jalonnent sont autant de preuves d'un riche passé. Ce passé remonte d'ailleurs à l'aube des temps historiques : la présence de ~~coquilles~~ poing en pierre taillée dans les alluvions de St Péray témoigne de la présence de l'homme dès le Chelléen. On a également découvert d'importants vestiges moustériens dans les grottes du Néron et de la Goule situées la première à mi-hauteur de la falaise crétacée de Soyons, la seconde à la base du Timméridgien de Châteaubourg. Quant à l'industrie magdalénienne, elle est abondamment représentée dans ces mêmes gisements ainsi que dans le loess de Charmes et de St-Georges-les-Bains.

A l'époque gallo-romaine se rattachent une tentative d'exploitation du minerai de Fer bajocien de Crussol et des débris de poteries en terre cuite que l'on rencontre dans le ravin d'Enfer, provenant sans doute d'un ancien camp établi sur le sommet de la Montagne.

Puis, sur cette route des grandes invasions, le peuplement va se poursuivre malgré des vicissitudes diverses (témoin les étranges ruines d'Antigourd abandonné lors de la Grande Peste). Les villages se développent, juchés sur les escarpements, groupés autour de leur château-fort.

Aujourd'hui la majeure partie de la population a délaissé les anciens bourgs féodaux. Mises à part les fermes isolées des plateaux, les habitations s'étendent le long de grands axes de communication. Elles s'allong<sup>nt</sup> en particulier aux bords de la route nationale 86, "route du Soleil", de moins en moins connue des touristes et promue au rang de rivale de la Nationale 7.

Valence, agglomération de 40 000 habitants et neud routier important bien que n'étant pas le centre administratif est, par son marché, la métropole de cette région.



## B - CADRE GEOLOGIQUE.

Région de transition du point de vue géographique, c'est encore une région de transition du point de vue géologique.

Le Rhône, qui depuis le Mont d'Or lyonnais creuse sa vallée dans les vieilles formations hercyniennes du Plateau Central, retrouve les terrains sédimentaires. "Isolée, presque insolente, la Montagne de Crussol se campe comme un défi du Midi dont elle est une apparition", écrit VIDAL de LA BLACHE. En fait, ce n'est pas tout à fait exact car c'est quelques kilomètres en amont que cette "apparition" a eu lieu : sur près de 3 km le Rhône longe le pied d'un massif sédimentaire comparable, l'îlot jurassique de Châteaubourg.

Passé Crussol, le Rhône coule <sup>de nouveau/</sup> près du socle cristallin. Le granite est ici dissimulé en partie par une importante couverture triasique sur laquelle subsistent, localement, des lambeaux d'Oxfordien. Puis, de Soyons à Charmes, sa vallée longe une falaise jaunâtre, crétacée. C'est la partie orientale d'un nouvel îlot sédimentaire semblable quant à ses dimensions aux deux îlots précédents, mais où ont été conservés des terrains plus récents.

Ces trois îlots constituent les témoins les plus avancés vers le Nord, des transgressions secondaires ayant envahi la bordure E du Massif Central. Ils sont abaissés en gradins vers le Rhône par des failles d'"âge alpin" orientées grossièrement Nord-Sud. C'est à cet affaissement qu'ils doivent d'avoir été conservés à l'abri des érosions. Nous essaierons, au cours de ce travail, de préciser ce schéma tectonique.

Au Sud de Charmes, le Rhône retrouve les formations cristallines et cristalloyphyllicennes. Ce n'est qu'à partir de La Voulte que les terrains sédimentaires se développent largement sur sa rive droite. Les conditions géologiques changent alors notablement. C'est le début du Bas-Vivarais pour les géographes ; géologiquement aussi nous entrons dans le Midi.

## HISTORIQUE SOMMAIRE DES RECHERCHES.

---

Ces terrains sédimentaires qui se détachent de la masse sombre du socle hercynien, variés, riches en faune et d'accès facile, ont très tôt attiré l'attention des géologues.

C'est sur la Montagne de Crussol que tout de suite se sont portés les travaux.

De SAUSSURE, dans son "Voyage dans les Alpes", paru en 1796, en fait mention. A partir de cette date les publications se succèdent régulièrement, mises à part les interruptions dues aux deux guerres mondiales.

Les trois périodes que nous distinguerons pour la clarté de cet exposé sont purement arbitraires et ne correspondent pas à des étapes réelles.

### A - LES PRECURSEURS.

De 1835 à 1854 paraissent diverses publications de Scipion GRAS, Elie de BEAUMONT, d'ORBIGNY, FOURNET, DUMAS et THIOILLIERE. Ces savants diffèrent profondément quant à l'âge qu'ils donnent aux formations de Crussol. Si pour FOURNET, DUMAS et THIOILLIERE il s'agit des couches supérieures de l'Oxfordien, les auteurs de la Carte géologique de France, DUFRENOY et Elie de BEAUMONT, les placent dans l'"Oolithe inférieure". Ceci parce que le gisement de Fer de La Voulte est oxfordien pour les premiers et liasique, par analogie avec celui de Lorraine, pour les seconds. Scipion GRAS, quant à lui, opte pour le Néocomien.

Pour lever ces incertitudes se tient à Valence, en 1854, une réunion extraordinaire de la Société Géologique de France dont Charles LORY rédige le compte rendu. Les savants adoptent l'opinion

de FOURNET, DUMAS et THIOLLIÈRE, nient la présence de l'"Oolithe" entre le Lias et l'Oxfordien de l'Ardèche, attribuent le Callovien et les assises triasiques au Lias.

L'année suivante, Charles LORY, après une étude détaillée du ravin d'Enfer, rectifie en grande partie ces interprétations : il classe les grès et dolomies dans le Trias, note la présence du Lias supérieur, de l'"Oolithe inférieure" et du Bathonien non dissociable du Callovien. Cependant les assises supérieures sont encore rangées dans l'Oxfordien.

B - De 1856 à 1936.

Si la Montagne de Crussol reste l'objet principal des études elles vont également porter sur les autres massifs.

### 1. Travaux sur Crussol.

EBRAY en 1863 individualise Bajocien et Bathonien et attribue plus les calcaires du sommet à l'Oxfordien, mais à des niveaux supérieurs.

Simultanément et indépendamment, le géologue allemand OPPEL reconnaît la présence du Bathonien, du Callovien inférieur et du Kimméridgien. En outre, il donne la première interprétation tectonique de Crussol : synclinal reposant sur le granite à l'Est et yulant par faille à l'Ouest.

Quelques années plus tard, DUMORTIET et surtout FONTANNES, travaillant sur les fossiles ramassés banc par banc par HUGUENIN, prouvent que l'âge des couches supérieures de la Montagne de Crussol va du Séquanien au Portlandien moyen.

La très belle monographie de FONTANNES est restée jusqu'à ces dernières années un des ouvrages de base des stratigraphes.

Puis en 1910 se tient à Valence une seconde réunion extraordinaire de la Société Géologique de France "pour reprendre l'oeuvre des prédécesseurs de 1856", mais elle n'apporte pas d'éléments nouveaux.

L'année suivante, Attale RICHE met en évidence l'existence d'un régime lacunaire s'étant poursuivi jusqu'à l'Oxfordien.

Enfin, c'est en 1921 que paraît "La Montagne de Crussol" de RICHE et ROMAN. Outre une étude stratigraphique et paléontologique très détaillée, les auteurs donnent une carte géologique au 1/25000 ainsi qu'une série de coupes transversales. Malgré quelques inexactitudes de détail, cet ouvrage demeure l'outil fondamental pour aborder le massif de Crussol.

## 2. Travaux sur les autres massifs.

EBRAY est le premier géologue qui s'intéresse à l'îlot de Châteaubourg, seulement mentionné par THIOLLIÈRE. Il signale en 1863 la présence de grès triasiques, de dépôts liasiques et de blocs de calcaire oolithique bajocien non en place.

En 1882, FONTANNES découvre et trace les contours d'un golfe pliocène remontant le Rhône et une partie des vallées affluentes jusqu'à Givors. Il en étudie sa faune l'année suivante et BOULAY sa flore en 1890.

En 1884 TORCARPEL après une "étude des terrains traversés par la ligne de Nîmes à Givors" note la présence de l'Urgonien et d'un poudingue oligocène à Soyons. Dans le même ouvrage il montre qu'au Pliocène, la mer, puis le Rhône passaient derrière l'îlot Charmes-Crussol.

Le conglomérat oligocène est daté Aquitanien par DEPERET en 1894, puis Stampien et Tongrien par MUNIER-CHALMAS en 1896.

Quatre ans plus tard, le même auteur identifie à Châteaubourg des lambeaux rhétiens, hettangiens, bajociens, bathoniens et calloviens.

Enfin en 1936 paraît le diplôme de géologue lyonnais J. THIASSON sur l'îlot de Châteaubourg. C'est la seule étude complète de ce massif. L'étude paléontologique et stratigraphique est intéressante; cependant sa carte, reproduite sur le 1/80 000, est assez imprécise et la coupe transversale qu'il donne ne semble guère correspondre à la réalité.

C - OUVRAGES RECENTS.

Parmi les travaux récents, signalons :

- "Le Bas-Vivarais" publié en 1950, où ROMAN fait une étude comparative des massifs de Crussol et Châteaubourg en s'en tenant aux données précédentes.

- "L'Essai d'interprétation de la prospection de la Bresse et du Bas-Dauphiné" effectuée par le B.R.G.G. en 1948, par GOGUEL.

- La reprise de l'étude du Lias de Crussol dans le "Colloque sur le Lias Français" et de celle du Trias par J. RICOUR en 1962.

- L'étude détaillée du Jurassique supérieur de Crussol par HOLDER et ZIEGLER.

- Enfin les rapports géologiques de la S.N.P.A. et ceux fournis à la C.N.R. par MM. JACOB et R. BARBIER, que nous avons largement utilisés.

sciences de la terre  
BIUS  
JUSSIEU  
GADIS

## STRATIGRAPHIE.

### I.- DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS.

#### A - LES TERRAINS CRISTALLINS ET CRISTALLOPHYLLIENS.

##### 1° - Le Granite de Tournon.

Si l'on excepte l'îlot jurassique de Châteaubourg, c'est cette formation qui constitue les collines de la rive droite du Rhône, de Tournon à St-Péray. Au Sud de cette localité il n'affleure que plus à l'Ouest, sur la rive gauche de la vallée de Mialan et remonte par un accident hercynien, de Toulaud jusqu'au Sud de Turzon.

Typiquement, tel qu'il apparaît par exemple sous le château de Tournon, c'est un granite alcalin gris, porphyroïde. Une lame mince faite sur un échantillon prélevé à cet endroit montre la composition minéralogique suivante : quartz en grandes plages xénomorphes, grands cristaux mâchés d'anorthose, biotite et comme minéraux accessoires quelques zircons et apatites.

En fait, il est loin d'être homogène : les passées aplitiques sont fréquentes, parfois très développées et formant par exemple toute une colline au SW de St-Péray. De plus, il renferme des enclaves gneissiques non "digérées" (ex. ruines d'Autigourd) et prend parfois une allure de roche cristallophyllienne par orientation des feldspaths (NW de Châteaubourg).

Là où il est en contact avec les schistes sériciteux et chloriteux du synclinal de Sarras, il montre un caractère nettement intrusif ^ provoque une auréole réactionnelle (région de La Pra) et peut même les rebrousser localement (Sud de la Roche Noire).

## 2° - Le Granite de Charmes.

Entaillé vigoureusement par un petit ruisseau, ce très beau granite, qui pourrait être exploité comme pierre ornementale, forme une gorge pittoresque à l'Ouest de Charmes. On le retrouve au Nord, surmonté par le Trias le long de la N.P. 86, de la mine de Soyons à la Montagne de Crussol et c'est lui qui constitue la Serre de Blod, au Sud de Charmes.

Le passage du granite de Tournon au granite de Charmes ne peut être observé qu'au Nord de la ferme Gire. Le granite de Tournon perd peu à peu ses caractères, les grands cristaux d'anorthose disparaissent et l'on passe progressivement à un granite rose à 2 micas, riche en tourmaline.

L'étude en lame mince montre que les feldspaths sont les mêmes que ceux du granite de Tournon : anorthose pigmentée en rose par de l'hématite et oligoclase séricitisée dans ses plans de macle et de clivage. A côté de la tourmaline, on rencontre comme minéraux accessoires des zircons et quelques grenats. Il n'y a pas de quartz automorphes, contrairement à ce qu'indique la carte au 1/80 000, mais ceux-ci, au contraire, présentent une structure "en mortier". Dans la carrière de la Serre du Blod où il est exploité comme matériau d'empierrement, ce granite, très altéré, est recoupé par de nombreux filons d'aplite, de pegmatite, de quartz et de barytine. La barytine légèrement minéralisée en pyrite se présente en filons ne dépassant pas quelques centimètres de puissance et, partant, inexploitable.

Il est vraisemblable que ces derniers filons représentent la dernière manifestation hydrothermale d'émanations à l'origine pneumatolytiques dont témoignent les zircons et la tourmaline.

De toute façon, le granite de Charmes peut être considéré comme une différenciation locale du granite de Tournon, sur sa bordure.

### 3° - Gneiss.

Nous avons vu que sur le granite de Tournon ont été conservés en quelques points des lambeaux de gneiss. Il semble très possible que la limite de ces gneiss corresponde grossièrement du Sud de Crussol à Soyons, à la limite de la plaine alluviale du Rhône dont elle serait en partie responsable. On rencontre en effet quelques témoins de cette formation près de l'ancienne mine de pyrite de Soyons et sur la rive droite du Turzon où ils sont masqués par d'abondantes masses d'aplite. Ces gneiss, pauvres en feldspaths, se situent à la limite des micaschistes inférieurs et des gneiss à biotite et muscovite.

### 4° - Micaschistes.

Séparés des formations précédentes par une large bande de mylonite gneissique, les micaschistes bordent le Rhône sur sa rive droite de Château-Rouge au Nord de La Voulte.

Ils sont extrêmement plissés sans que l'on puisse discerner une direction préférentielle. De Château-Rouge jusqu'au ruisseau de Vel, ils sont recoupés par de nombreux filons d'aplite formant relief dans la topographie. Plus au Nord, ces filons disparaissent et les micaschistes sont fréquemment recouverts par de l'argile d'altération, parfois cultivée.

En lame mince, ils montrent une structure granolépidoblastique, des quartz alignés et abondants et une trame phylliteuse presque exclusivement composée de muscovites auxquelles s'ajoutent de rares séricites et chlorites non transformées. Ils appartiennent donc à la zone des ectinites supérieures.

Non datables, ils ont été rapportés soit au Paléozoïque, soit à l'Antécambrien.



## B - LES TERRAINS SÉDIMENTAIRES.

### 1° - Le Trias.

Les terrains triasiques sont assez largement représentés dans notre région. Le plus souvent seuls témoins d'une couverture sédimentaire de formations paléozoïques; on les rencontre aussi, mieux conservés, à la base des assises secondaires jalonnant les grands accidents tectoniques.

#### a) Trias de Crussol (Gorges du Rioulet).

Bien que l'on ne puisse y faire une coupe continue, c'est encore cet affleurement qui permet la meilleure étude du Trias de notre région.

De bas en haut on peut y distinguer 5 niveaux (Pl. 2).

Niveau 1 : On ne peut l'observer que sur la rive droite du Rioulet, quelques mètres au-dessus du ruisseau. Ceci est dû à un petit repli synclinal visible seulement lorsque, après une forte pluie, le Rioulet a raviné ses berges. Il s'agit d'un grès grossier à ciment calcaire ou calcaréo-dolomitique reprenant les éléments du granite de Charmes sous-jacent, sans transport ni triage.

Niveau 2 (Pl. 3) : Du fond du lit du Rioulet jusqu'au premier chemin sur sa rive gauche affleurent des petits bancs de grès dolomitique et de calcaires grésodolomitiques. C'est dans l'une de ces assises, épaisse de 5 à 6 cm, que MUNIER-CHALMAS a découvert Myophoria goldfussi. Par la suite, ROMAN devait y identifier en outre Myophoria ovata, Myophoria pes anseris, Trigonodus, Arca et Cocothyris vulgaris.

Les grands Bivalves à l'état de moules externes sont au sommet du niveau. Récemment, des géologues allemands ont découvert un Batracien dans sa partie inférieure. A la base de cette série, dans le lit même du ruisseau, existent deux petits niveaux charbonneux. Elle se termine par un hard-ground ferrugineux sur lequel passe le premier chemin.

Niveau 3 : Le hard-ground est surmonté par une assise de grès ferrugineux et dolomitiques (3 a). A sa base, se trouve un banc de dolomie jaunâtre où RICOUR signale la présence de nombreux débris de Poissons.

Le niveau 3b est constitué par une alternance d'argiles schisteuses renfermant des débris végétaux.

Cette série se termine par quelques petits bancs de dolomie ferrugineuse (3 c).

Niveau 4 : Le niveau suivant va jusqu'au sommet du petit piton situé à la sortie de la gorge du Rioulet sur sa rive droite. Sur 16 m d'épaisseur alternent des bancs massifs de grès arkosiques plus ou moins grossiers, de dolomie jaunâtre à joints marneux verts ou rouges et quelques passées cargneuliformes. Les assises dolomitiques et les joints marneux sont particulièrement développés au milieu de la série (niveau 4 b).

En remontant le chemin qui longe le Rioulet, on retrouve le sommet de l'assise 4 abaissée par une petite faille verticale. En ce point elle est surmontée par une argile verdâtre, sableuse et par un grès fin à ciment siliceux ou calcaréo-dolomitique. Ce dernier niveau avait déjà été signalé par RICHE et ROMAN.

#### INTERPRETATION.

- Il semble que la transgression triasique n'ait atteint notre région qu'au Muschelkalk supérieur. Les grès grossiers du niveau 1 remaniant le manteau d'érosion post-hercynien marqueraient le début de cette transgression.

- Le "calcaire à Térébratules" est représenté par l'ensemble carbonaté 2 qui renferme Myophoria goldfussi.

- Le hard-ground marque le passage à la Lettenkhole.

3 a pourrait représenter la "dolomie inférieure" ;

3 b les "marnes bariolées" ;

3 c la "dolomie limite".

- Il est à noter que dans les niveaux supérieurs on ne rencontre pas de dépôts salifères et que les passées marneuses sont

très réduites. Cependant, si l'on considère que les cargneules se forment en milieu séléniteux, on peut rattacher ces niveaux au Keuper. Dans cette optique et très hypothétiquement :

4 a correspondrait au Keuper inférieur ;

4 b aux "marnes irisées" et à la "dolomie d'Elie de BEAUMONT ;

4 c au Keuper supérieur.

- Au sommet de la série apparaît un niveau argileux surmonté par des grès fins. Il est possible que cet horizon représente le Rhétien, car c'est dans des couches semblables, situées au sommet des grès supérieurs triasiques, que ROMAN a découvert dans la région de Privas des Avicula contorta. De toute façon ce Rhétien est impossible à dissocier du Trias sur lequel il est parfaitement concordant.

#### DISCUSSION.

Malgré la faible épaisseur de l'assise 1 il n'est cependant pas exclu qu'elle puisse représenter le Trias inférieur. Récemment en effet, Monsieur LAURENT a fait la découverte de Chirotherium dans les grès inférieurs du Trias de la basse Ardèche. Ce premier niveau, d'origine continentale, pourrait donc être un équivalent du Bundsandstein lorrain, ici considérablement réduit.

Si la coupe du Trias du ravin d'Enfer donnée par RECOUR est assez comparable, son interprétation est quelque peu différente.

La présence de fossiles caractéristiques dans le niveau 2 supprime toute équivoque quant à sa datation. Par contre, la Lettenkhole s'arrête pour lui au niveau 3 b. Les niveaux 3 c, 4 a et 4 b représentent le Keuper et le niveau 4 c le Rhétien et l'Hettangien. Le niveau 5 n'est pas noté car sa coupe s'arrête à la petite faille que nous avons signalée plus haut. L'existence de ce niveau et surtout l'établissement à l'Hettangien d'un régime sédimentaire tout différent nous empêche d'adopter ce point de vue. L'Hettangien parfaitement daté dans le massif de Château-

bourg est en effet, nous le verrons, représenté par des calcaires marins. D'autre part, on ne comprend pas très bien, dans cette interprétation, les épaisseurs de 30 m et de 15 m attribuées au Trias et au Lias.

Aussi nous préférons considérer que le Lias inférieur manque, soit qu'il ait été détruit au fur et à mesure de son dépôt par des courants littoraux, soit plutôt parce qu'il correspond à une période d'érosion continentale.

Il n'est pas non plus certain que le niveau 5 représente le Rhétien. Dans cette hypothèse, les érosions précédentes auraient pu atteindre le Trias, ce qu'indiquerait l'absence de dépôts salifères et ce dont semble témoigner la présence d'éléments triasiques dans le conglomérat domérien.

#### b) Autres affleurements.

Nous avons essayé (Pl. 5) à l'aide de coupes détaillées d'établir une corrélation entre ce Trias type et les autres affleurements. Les variations latérales de faciès, déjà observables à Crussol, jointes au laminage des couches situées fréquemment dans des zones tectonisées, rendent ce travail assez malaisé. Néanmoins on peut en tirer quelques conclusions :

- Les érosions liasiques n'ont laissé subsister dans la plupart des cas que des lambeaux des zones 1 et 2, exceptionnellement de la zone 3 (Le Grand Lac).

- En dehors de Crussol on ne rencontre un Trias supérieur apparemment complet qu'à Charmes, Soyons et Châteaubourg.

- Pour ces derniers affleurements le niveau<sup>1</sup> se retrouve constamment mais avec une épaisseur variable, sauf dépendant à Châteaubourg où il existe vraisemblablement mais masqué par les éboulis et la végétation.

La séquence carbonatée 2 n'apparaît que dans les anciennes dépressions hercyniennes occupées par les lagunes. Sur leur pourtour cette séquence est remplacée par des dépôts détritiques es-

sez fins. Au niveau de la mine de Soyons cette formation atteint une quarantaine de mètres. Ceci est dû à une cuvette granitique profonde creusée par les érosions post-hercyniennes qui, peut-être ont enlevé là une lentille gneissique.

Le niveau 3 garde ses mêmes caractères lithologiques mais le niveau 4 peut prendre des aspects variés. Cependant c'est toujours les dépôts détritiques qui dominent malgré des zones marneuses et dolomitiques parfois cargneuliformes inégalement développées.

Quant au niveau 5, nous ne l'avons retrouvé, représenté seulement par des argiles analogues à celles de Crussol, qu'au pied des ruines du Château de Charmes.

- Rhétien de Châteaubourg ?

Dans une murette non loin de Boudet, ROMAN a découvert des grès fins à Avicula contorta. Malheureusement dans cette région les formations sont fortement tectonisées et sur le chemin de Boudet où l'on voit la base de l'Hettangien au contact d'un Trias très réduit, cette formation a disparu par laminage. Un peu plus au Sud, vraisemblablement là où ROMAN signale les grès fossilifères, les affleurements disparaissent sous d'importants éboulis.

### c) Mine de Soyons.

#### Historique - Situation.

A 1 km au Nord de Soyons, au-dessus de la N.P. 86, se trouve une ancienne mine de pyrite située dans le Trias épais de 80 m à cet endroit.

Première mine exploitée par St Gobain dans la moitié du XIXe siècle et le début du XXe siècle, elle a été reprise lors de la deuxième guerre mondiale. Son épuisement partiel, la faible teneur du tout-venant en pyrite, l'absence d'autres minerais et l'apparition sur le marché du soufre de Lacq rendent cette fermeture sans doute définitive.

#### Exploitation.

L'exploitation s'est faite à deux niveaux différents situés

l'un à la base de la zone 2, l'autre dans la zone 3. Le premier niveau a été rapidement abandonné. Le minerai était extrait de façon artisanale à partir de galeries dont la longueur totale atteint 2 km. On le grillait sur place pour en extraire le soufre sous forme d'acide sulfurique.

#### Minerai.

Le minerai est uniquement constitué par de la pyrite légèrement arséniée à l'exception de tout autre sulfure. Cette pyrite imprègne les dolomies et argiles de la Lettenkhole parallèlement à la stratification. La teneur atteignait 60% dans la zone favorable mais ne dépassait pas 20 à 30 % en moyenne.

#### Origine.

BERNARD a montré que, pour un gisement analogue, la mine de Soulier dans le Gard, il s'agit d'une cristallisation diagénétique des sulfures dans des conditions physico-chimiques peu différentes du milieu de sédimentation. Le parallélisme des horizons productifs et de la stratification, et l'existence d'abondantes traces pyriteuses dans le Trias de la région fait de l'origine syn-sédimentaire une hypothèse particulièrement tentante.

Cependant le Trias repose ici sur le granite de Charmes et nous avons vu que non loin de là il est traversé par des filonnets de barytine plus ou moins pyriteux. Aussi, très vraisemblablement, le gisement de pyrite de Soyons est lié à ces filons dont il représente les émanations les plus lointaines. Il s'agit sans doute d'un processus hydrothermal de diffusion bloqué par un écran dolomitique que l'on trouve de façon constante au toit du gisement et qui explique la pseudo-stratification du minerai.

#### 2° Le Lias.

Très réduit, le Lias n'est représenté que par quelques affleurements sporadiques au Sud de la Montagne de Crüssol (Pl. 6) et dans le massif de Châteaubourg.

a) Hettangien.

L'Hettangien n'existe de façon certaine que dans le massif de Châteaubourg.

Il apparaît en quatre points. Du Nord au Sud :

- dans le lit d'un petit torrent au SW de Châteaubourg ;
- à l'Ouest de la forme des Machons ;
- au Sud des Chaveirous sur le chemin qui mène à Boudet ;
- et enfin sur la rive droite du ruisseau de la Goule, au Sud des Royes.

La meilleure coupe nous est fournie par le troisième affleurement. L'Hettangien forme, sur le bord du chemin, un repli anticlinal, puis se redresse avec le Trias fortement laminé au contact de l'accident tectonique socle-sédimentaire.

Coupe du chemin de Boudet (Pl. 7).

L'Hettangien a une puissance totale de 8 m environ.

De bas en haut on peut y distinguer 5 niveaux :

- 1) A la base, sur une épaisseur de 4,20 m, un calcaire micro-cristallin légèrement graveleux.
- 2) Puis un niveau lumachelique de 0,30 m à Ostrea sublamellosa.
- 3) Ensuite 1,20 m de calcaire argileux à Plagiostoma et Rhynchonellidés.
- 4) Au-dessus, une assise de 1 m de calcaire oolithique à faune assez riche mais détritique.
- 5) Enfin, au sommet, 1 m de calcaire jaune à Dasycladacées à stratification entrecroisée.

On peut retrouver ces différents niveaux à l'exception du dernier dans les autres affleurements. Ils sont toutefois plus réduits ne dépassant pas au total 3 ou 4 mètres.

Dans le niveau 4, ROMAN a découvert Psiloceras johnstoni, Plagiostoma valoniensis, Chlamys thiollieri, Chlamys pollus.

Au-dessus des Machons, J. FIASSON a découvert sous le calcaire oolithique une zone très peu épaisse de "calcaire gris marron

à "Cardinia hennocquei". Nous n'avons pas retrouvé ce niveau.

a) Domérien.

1. Châteaubourg.

Dans le ravin au SW de Châteaubourg, FIASSON signale des blocs de calcaire bleu mêlés à des blocs hettangiens. Il y a trouvé un fragment d'Ammonite domérienne. Par la suite, ROMAN a pu identifier Aegoceras capricornu, Gryphea cymbium, Rhynchonella tetraedra et les rattacher à la base du Domérien.

2. Crussol.

RICHE et ROMAN ont signalé les premiers, au-dessus du Trias, une "assise intermédiaire" de remaniement qu'ils rapportent au Domérien.

Il s'agit d'un conglomérat d'une puissance maximum de 1 m. Le ciment est calcaréo-dolomitique et les éléments plus ou moins roulés appartiennent aux différentes assises du Trias. Leur grossueur est variable allant du millimètre à plusieurs centimètres en particulier pour de gros quartz fortement roulés. Les rares fossiles qu'on y rencontre sont des Bélemnites usées et des fragments indéterminables d'ossements de Reptiles marins.

c) Toarcien

Dès 1855, Ch. LORY avait reconnu son existence à Crussol, mais c'est à RICHE et ROMAN que l'on doit son étude détaillée tant pour la faune que pour les conditions de gisement.

Son extension est limitée au Sud de la Montagne de Crussol et son épaisseur très variable ne dépasse pas 1,80 m.

La meilleure coupe que l'on puisse faire, d'ailleurs devenue classique, est celle du flanc E de la dorsale du ravin d'Enfer (Pl. 8).

De la base au sommet, trois niveaux :

1. Calcaire à entroques légèrement gréseux à Bélemnites roulées, débris de Lamellibranches et Textularidae.

Ce niveau a été rattaché hypothétiquement au Domérien par R. MOUTERDE (Colloque sur le Lias Français, B.R.G.M. 1961, p. 87).



2. Calcaire oolithique ferrugineux et calcaire gréseux. Ce niveau très fossilifère renferme des Ammonites du Toarcien moyen et supérieur.

3. Le sommet est constitué par un calcaire légèrement argileux renfermant de gros quartz et par un niveau calcaire à entroques. Cette assise est moins fossilifère que la précédente. Au microscope, cependant, on peut observer de nombreux débris de Lamelli-branches, Gastéropodes, Lenticularidae.

L'épaisseur du Toarcien va en diminuant du Nord au Sud de la dorsale.

On le retrouve grâce à une petite faille sur la branche sud du Rioulet. En ce point, ROMAN a décrit 23 espèces d'Ammonites appartenant aux trois zones du Toarcien.

Nous l'avons également reconnu, remonté par une nouvelle petite faille, sur la branche droite. Le Rioulet coule à cet endroit sur un hard-ground représentant la surface terminale du Toarcien. Les poches de ce hard-ground renferment souvent des Ammonites du niveau supérieur.

Plus au Sud, au-dessus de la Grange de la Côte, il disparaît. L'Aalénien, riche en faune, surmonte directement le Trias.

### 3° Jurassique moyen.

#### A - AALÉNIEN

D'extension et d'épaisseur (au maximum 0,30 m), également variables, il a été très bien étudié par RICHE et ROMAN sur le flanc est de la dorsale du ravin d'Enfer.

C'est une couche de charriage renfermant des nodules marneux ou ferrugineux et des grains de quartz. Il est très fossilifère, particulièrement au Sud de la Grange de la Côte, mais seules les zones à Lioceras opalinum et Ludwigia concava sont représentées.

Au microscope, la pâte est constituée par un calcaire cryptocristallin légèrement argileux. Elle renferme des quartz détritiques peu roulés, quelques débris de feldspaths et de rares

chlorites. La microfaune est formée par des débris de Lamelli-branches, de petits Gastéropodes, des radioles d'Oursins et quelques Foraminifères.

## B - BAJOCIEN

### 1. Massif de Châteaubourg.

EBRAY, qui fut le premier géologue à découvrir le Bajocien et le Bathonien de Crussol, signale en 1863 la présence du Bajocien à Châteaubourg. Il s'agit de blocs non en place, de calcaire à entroques et de grès sublamellaires dans le même ravin où FIASSON a noté le Domérien. Mais ni FIASSON ni ROMAN ni nous-même n'avons pu les retrouver.

### 2. Crussol. (Pl. 9).

Assez bien représenté, le Bajocien repose normalement sur le Lias supérieur au Sud de la Grange de la Côte, sur les branches nord et sud du Rioulet et sur le flanc est de la dorsale du ravin d'Enfer. On peut y distinguer trois niveaux :

a) - A la base un nouveau calcaire à entroques mais renfermant des Brachiopodes (Rhynchonelles et Térébratules). L'épaisseur de cette assise, variable également, ne dépasse pas 0,70 m. Au Sud de la Grange de la Côte, cette couche, riche en oolithes ferrugineuses, a donné lieu à quelques tentatives d'exploitation.

b) - Entre les calcaires à entroques et le 3e niveau, on rencontre parfois une couche de calcaire argileux noir à débit schistoïde, renfermant des fragments de Parkinsonia. Elle n'a que 0,20 m au plus et n'existe que sur le flanc est de la dorsale du ravin d'Enfer.

c) - La partie supérieure de l'étage est constituée par un calcaire argileux à silex, riche en Ammonites. Ce niveau atteint 0,40 m au Sud de la dorsale, s'amincit ailleurs et disparaît en certains points.

## C - BATHONIEN (Pl. 10).

Il n'existe qu'à Crussol, assez largement développé dans le ravin d'Enfer où sa puissance totale est d'une vingtaine de mètres.

### a) - Bathonien inférieur.

C'est la couche à Cancellophycus. Il s'agit de petits bancs de calcaires argileux beiges, légèrement gréseux, et renfermant quelques silox particulièrement à la base. Outre les Cancellophycus, très abondants, la faune est assez pauvre mais a pu être rapportée par ROMAN à la zone à Oppelia fusca. Cette assise a environ 3 m au Sud de la dorsale du ravin d'Enfer. Ailleurs, elle est moins épaisse, mais on la retrouve partout.

### b) - Bathonien supérieur.

Il débute par une "couche ocreuse" ainsi nommée par HUGUENIN. C'est le meilleur horizon-repère de toute cette série. Elle est formée par un calcaire argileux détritique dont la teinte est due à la limonite. Epaisse de 0,10 à 0,15 m seulement, elle est cependant très riche en Ammonites.

En lame mince, on note des débris d'Echinodermes et de Lamellibranches, de rares spicules et des filaments.

Le dernier niveau qui représente la plus grande partie du Bathonien est constitué par une alternance de calcaires argileux et de marnes riches en Posidonomyces et se débitant en plaquettes.

Au microscope, outre des débris de Lamellibranches, d'Echinodermes et des filaments, on rencontre des Dentalines et quelques Saccocoma.

Seuls les 15 premiers mètres sont du Bathonien. En effet, RICHE et ROMAN, à la suite de HAUG, ont montré que la partie supérieure de ce niveau appartient au Callovien.

## D - CALLOVIEN

### 1. Crussol.

a) - L'espèce Macrocephalites macrocephalus apparaît à

la partie supérieure des marnes à *Posidonomyes* sans que l'on puisse observer de différence lithologique. Ainsi, environ les 5 derniers mètres de cette assise doivent être rapportés au Callovien.

b) - Au-dessus de cette série marneuse vient un petit horizon plus calcaire qui forme légèrement relief dans la topographie. Il s'agit :

- à la base, d'un calcaire argileux glauconieux verdâtre de 0,40 m, à grands *Hibolites hastatus* perforés par des Clionas et des Annélides polychètes;

- au-dessus, le Callovien se termine par deux petits bancs calcaires durs, séparés par des marnes.

Cet ensemble n'a que 1,75 m et n'affleure qu'en quelques points. Il renferme des rognons phosphatés et, comme fossiles, seulement des Bélemnites perforées.

#### INTERPRETATION.

L'horizon glauconieux se retrouve dans toute l'Ardèche. Au Sud de La Voulte, il est surmonté par des calcaires marneux à *Reinockeia anceps*. Il correspond donc à la base du Callovien moyen. Les deux bancs durs représenteraient donc à la fois le Callovien moyen et le Callovien supérieur.

A La Voulte, la lacune est beaucoup moins importante et n'intéresse que la zone à *Peltoceras athleta*.

#### 2. Châteaubourg.

Les formations du Callovien et de l'Oxfordien sont difficilement observables à Châteaubourg, recouvertes d'éboulis sur la rive droite du ravin cité plus haut et de prairies ou de cultures au Sud et à l'Ouest des Mâchons.

La meilleure coupe est fournie à partir de ce point par le bord du chemin qui va à la ferme Giraud.

Le Callovien est formé par une alternance de marnes et de calcaires argileux en petits bancs.

La base de l'étage manque car ces formations ont été laminées par une faille E-W qui va du NE de Mâchons au SW de Hazot.

Le sommet manque également. L'absence de la zone supérieure à Cardioceras lamberti avait été interprétée par HUNIER-CHALMAS comme étant due à un "charriage" les assises étant "brouillées" en ce point. En fait, les couches semblent se continuer régulièrement et il est plus probable que l'on ait là une nouvelle lacune de sédimentation correspondant à l'assise de remaniement de Crussol.

#### 4° - JURASSIQUE SUPERIEUR.

##### A - OXFORDIEN.

Les grands accidents tectoniques socle - sédimentaire ont très souvent amené ce niveau à l'affleurement. Ce sont les "Terres Noires", seules formations secondaires suffisamment tendres pour être cultivées et correspondant généralement à des dépressions humides et verdoyantes.

##### 1. Châteaubourg.

Le passage du Callovien à l'Oxfordien se fait sans modification lithologique : il s'agit toujours de la même alternance marnes, calcaires argileux, la série tendant à s'enrichir en calcaire vers le sommet.

L'ensemble callovo-oxfordien à dominante marneuse n'excède pas une trentaine de mètres.

La lacune sédimentaire du Callovien supérieur a dû se poursuivre pendant l'Oxfordien inférieur car on n'observe pas de représentants de la zone à Cardioceras cordatum.

La partie supérieure de l'Oxfordien (nouvelle nomenclature), contrairement à Crussol où elle reste surtout marneuse, est constituée par quelques bancs de calcaire grumeleux très fossilifère séparés par des joints marnoux assez peu développés.

## 2. Crussol.

Au-dessus des deux petits bancs calcaires rapportés au Callovien supérieur, vient une succession de petits bancs marneux et calcaréo-argileux.

Leur limite supérieure se situe, dans le ravin d'Enfer, au niveau du chemin qui va de Guilhaerand à Méret.

L'épaisseur apparente de l'Oxfordien est de 60-70 m environ. Mais on fait, une petite faille dont le rejet est difficile à déterminer traverse cette série et la puissance réelle est peut-être un peu plus forte.

La macrofaune, minutieusement étudiée par divers auteurs, montre que cette série correspond à un Oxfordien complet dans l'extension actuelle du terme, c'est-à-dire jusqu'à la zone à Epipeltoceras binammatum. Mais on rencontre surtout des Rhynchontheutis voisinant avec des nodules de pyrite de forme assez particulière pouvant rappeler de petits Crustacés. Les Ammonites sont relativement rares, pyriteuses et de petite taille. Cette faune est identique à celle de la région subalpine.

Au Sud de la Montagne de Crussol, ces formations s'ennoient sous le loess. Nous avons pu cependant en retrouver un petit lambeau dans un ravin à l'Ouest de Méret.

3. Plus au Sud et jusqu'à Soyons, l'Oxfordien est directement transgressif sur le Trias. Les phénomènes d'érosion n'en ont laissé subsister qu'une mince pellicule recouverte le plus souvent par du loess.

4. Enfin, de Soyons à Charmes, il forme un étroit compartiment compris entre deux failles le mettant en contact l'une avec le Trias à l'Ouest, l'autre avec le Barrémien à l'Est. Là encore il est fréquemment recouvert par des formations plus récentes qui le cachent et partie, et n'apparaît qu'à la faveur d'entailles creusées par de petits ruisseaux.

5. On n'en retrouve plus ensuite que de rares témoins au niveau des Gonettes. A partir de La Voulte il se développe à nou-

veau, mais avec un caractère lacunaire très accusé.

B - KIMMERIDGIEN. (Pl. 12 - Pl. 13).

Au-dessus des formations marneuses précédentes se développent les grands ensembles à dominante calcaire qui forment les escarpements bordant la plaine du Rhône de Châteaubourg à Cornas, et la Montagne de Crussol. A partir de La Voulte, ces formations vont prendre une très grande extension dans tout le Sud de l'Ar-dèche. Elles gardent leurs mêmes caractères lithologiques dans toute la région étudiée.

Sur la carte, nous avons distingué deux niveaux différents :

- à la base, un niveau marno-calcaire : les passées marnou-ses sont encore assez importantes et les bancs de calcaire gris-bleu sont assez argileux ;

- au sommet un niveau calcaire : les marnes ne forment plus que de minces joints entre les bancs de calcaire de plus en plus fin et de plus en plus clair.

Nous verrons quels sont les rapports entre ces niveaux et la nouvelle échelle stratigraphique.

1. Crussol.

Coupe des Baraques (Pl. 11).

a) Niveau calcaréo-argileux:

- audessus des éboulis qui masquent la majeure partie de l'Oxfordien, on observe sur 120 m une alternance de bancs calcaréo-argileux gris-bleu à patine plus claire et de petites zones marneuses.

Ces niveaux sont surtout riches en Ammonites mais renferment aussi quelques Oursins et Brachiopodes.

La microfaune également assez abondante est constituée de petits Gastéropodes, de Radiolaires, Globochoètes, lenticulines et de quelques Globigérines et Saccocoma ;

- ce niveau se termine par une vingtaine de mètres de calcai..

res beiges cryptocristallins en bancs de 80 cm également séparés par des délits marneux mais moins développés que précédemment.

b) Niveau calcaire :

- l'ensemble calcaire débute par une dizaine de mètres de bancs calcaires sub-lithographiques un peu moins épais que les précédents et à petites Ammonites ;

- puis vient une soixantaine de mètres de bancs épais, beiges à patine jaunâtre, compacts et sublithographiques, renfermant des nodules de silice particulièrement dans les assises supérieures. Les joints marneux sont réduits à quelques centimètres. La microfaune est identique à celle décrite précédemment ;

- enfin la série s'achève par une trentaine de mètres de calcaire sub-lithographique en bancs de 1 mètre d'épaisseur, assez peu différenciables des précédents. Lapiasés en surface, ils donnent au sommet de la Montagne de Crussol un aspect pittoresque.

Ces deux derniers niveaux que l'on distingue surtout par leur faune ont souvent été groupés par les auteurs sous le nom de "calcaires du château" ou "calcaires ruiniformes".

A la microfaune précédente s'ajoutent quelques rares Calpionelles qui apparaissent tout au sommet de l'étage.

INTERPRÉTATION.

Le Kimméridgien de Crussol a été réétudié en détail en 1963 par HÖLDER et ZIEGLER [Stratigraphische und Faunistische Beziehungen im Weiblen Jura (Kimmeridgien) Zwischen Süddeutschland und Ardèche]. Ce travail a été complété par la révision faite par CALUS en 1963 de certaines Ammonites de la collection SAYN [Les Ammonites du Jurassique supérieur de Crussol].

HOLDER et ZIEGLER ont effectué trois coupes extrêmement détaillées, deux au Sud de la Montagne de Crussol dans les anciennes carrières Malet et une au Nord, immédiatement sous le Château et à l'Est. Ces auteurs ont pu ainsi identifier 23 niveaux d'Ammonites. De ces travaux il ressort que :



1° - Les limites lithologiques observées ne correspondent pas, à l'exception de la dernière, à des limites d'étages.

2° - Paradoxalement on ne rencontre pas d'Ammonites du Crussolien inférieur : le niveau le plus bas de la série qui se trouve dans la plus petite des carrières Malet est daté du milieu du Kimméridgien inférieur. Le seul endroit où l'on aurait quelque chance de rencontrer ce niveau se situe au-dessus des Fourniers : la faille du Châtaignier qui limite le Kimméridgien est légèrement oblique par rapport aux couches et pourrait passer là dans l'Oxfordien inférieur. Mais, compte tenu du pendage des couches, et surtout du talus d'éboulis qui les masque presque totalement, cela demeure assez improbable.

3° - Le Crussolien monte jusqu'au sommet du deuxième niveau de l'ensemble calcaire.

4° - Le dernier niveau correspond au Kimméridgien moyen et supérieur de ZIEGLER (zones à Subplanites contiguus et à Glochiceras lithographicum, ce dernier fossile étant seul représenté). On peut assimiler ces zones au Dorsétien, c'est-à-dire au Tithonique inférieur.

5° - Il n'existe pas de Portlandien.

## 2. Châteaubourg.

Le Kimméridgien peut très bien s'observer grâce à l'entaille vigoureuse de la Goule qui recoupe le massif d'Ouest en Est.

On retrouve ici les deux grands ensembles lithologiques de Crussol et leurs différents niveaux. Cependant la zone supérieure des "Calcaires du Château" n'existe pas.

La puissance des couches est également comparable à celle de Crussol. Par contre les silex sont plus nombreux dans le niveau calcaire, particulièrement à la base dans un banc massif de 3 m d'épaisseur affleurant dans le lit du ruisseau.

On n'a jamais fait ici d'étude paléontologique détaillée bien que la faune nous ait semblé assez riche et mériterait que l'on s'y intéresse.

Toutefois, par analogie avec Crussol, on peut rapporter toutes ces assises au Crussolien ; le Dorsétien n'étant pas représenté.

### 3. Autres affleurements.

- De petits lambeaux de Crussolien pincés entre l'Oxfordien et le Barrémien jalonnent la faille qui va de Soyons à Charmes.
- Sur ce même Oxfordien il en subsiste une trentaine de mètres sur la rive droite du ravin de Clairfond.
- A La Voulte et plus au Sud un jeu de failles parallèle au Rhône amène à l'affleurement soit le Crussolien, soit le Dorsétien. Dans les calcaires sub-lithographiques du Château, nous avons trouvé Taramelliceras fontanesiella valentina et Glochiceras lithographicum, permettant de les rattacher au Tithonique inférieur de Crussol.
- Enfin à la Roche-de-Glun apparaissent au bord du Rhône et en quelques points dans l'agglomération, des bancs massifs de calcaire beige à silex, prolongeant le Kimméridgien calcaire de Châteaubourg.

### 5° - CRETACE INFÉRIEUR:

Sur 2 kilomètres, de Soyons jusqu'au Sud du ruisseau de Clairfond, la plaine alluviale est dominée par un escarpement calcaire ocre jaune, d'une centaine de mètres, dont le pied disparaît sous un épais talus d'éboulis.

#### Coupe de la carrière de Clairfond (Pl. 14).

Ces formations sont activement exploitées comme matériau de construction de digues pour les aménagements de la C.N.R. dans la carrière de Clairfond qui en fournit une très bonne coupe. De bas en haut on peut distinguer trois niveaux.

a) Niveau inférieur : ce niveau n'a été mis en évidence par l'exploitation que très récemment. Butant par faille contre l'Oxfordien on trouve 3 bancs de calcaires argileux détritiques bleus, séparés par 2 niveaux de marnes bleues également détritiques et de même épaisseur; ces assises ne reforment pas de macrofaune.

Au microscope, à côté de quartz très roulés mais peu abondants, on observe d'abondants débris organiques.

La microfaune est constituée par des fragments de coquilles de Lamellibranches, de petits Brachiopodes, des Bryozoaires dont Spiropora, des radioles d'Oursins, de nombreux spicules et des Coelentérés. L'un de ces microfossiles est intéressant (Pl. 15). Il s'agit d'une Trochaline que l'on rencontre extrêmement fréquemment et qui ressemble beaucoup à l'espèce Trochalina sp. 1 décrite par S. GUILLAUME dans le Barrémien inférieur du Jura [Revue de Micropaléontologie n° 5, 1963]. Elle en possède tous les caractères mais est notablement plus grande : alors que les exemplaires de S. GUILLAUME ne dépassent pas 0,7 mm, tous ceux que nous avons observés ont plus de 1 mm, généralement 1,2 mm.

b) Niveau intermédiaire : au-dessus, les assises deviennent plus carbonatées. Sur 8 m alternent des bancs de calcaire détritique de 0,5 m, lie-de-vin à la base, puis devenant progressivement jaunâtres, et des lits marneux ferugineux jaunes, violacés et verdâtres.

Ce calcaire est très riche en débris de Lamellibranches généralement inidentifiables. Nous avons pu cependant récolter quelques exemplaires d'Alectryonia et d'Exogyra couloni.

c) Niveau supérieur :

Enfin les joints marneux disparaissent et la masse principale de la falaise crétacée correspond à 40 m de calcaire détritique extrêmement spathique, à patine jaune, présentant d'importantes rubéfections, en bancs durs et massifs.

En lame mince on observe des débris très abondants de Lamel-

libranches, Echinodermes, Coelentérés, Bryozoaires et des gravelles dans une pâte calcaire cryptocristalline plus ou moins ferrugineuse. On y rencontre en outre les Trochalines décrites précédemment.

#### INTERPRÉTATION.

Le premier niveau est très vraisemblablement d'âge hauterivien. Nous verrons en effet que, dans un faciès semblable, nous avons eu la chance de découvrir Leopoldia castellanensis dans une carotte de sondage.

La présence d'Exogyra couloni dans le niveau 2 permet de le rapporter à l'Hauterivien.

Une partie de l'assise 3 pourrait également être hauterivienne. Ce serait au-dessus des formations marneuses de la base, l'équivalent de la pierre jaune de Neufchâtel que ce calcaire rappelle tout à fait, quoiqu'un peu spathique.

Quant au reste du niveau 3, il représente le Barrémien et monte peut-être jusqu'à l'Aptien, étant donné l'épaisseur relativement forte de cette formation littorale. Ce Barrémien -Aptien pourrait être assimilé au faciès sub-urgonien décrit par LORY dans le Dévoluy.

6° - OLIGOCÈNE. Assez bien représenté, on le rencontre sous 3 aspects différents.

a) Oligocène conglomératique.

1. Châteaubourg : Sous le château, affleure un conglomérat d'une vingtaine de mètres de puissance à pendage 25° Est. Il est principalement constitué par des blocs kimméridgiens peu roulés, pris dans une pâte calcaire fine, peu abondante. A côté des éléments jurassique supérieur, on peut observer quelques rares galets hettangiens, triasiques et granitiques. Cette formation possède une sorte de stratification faite tour à tour de

zones à éléments de taille moyenne ou plus volumineux.

#### INTERPRÉTATION.

FIASSON a émis l'hypothèse d'un cône torrentiel quaternaire détaché du massif par des érosions récentes. Nous verrons que les sondages effectués dans cette région nous permettent d'attribuer, sans ambiguïté, ce conglomérat à l'Oligocène.

#### 2. Affleurements au Nord de Charmes (Pl. 16).

De Côte Rouille à Montplaisir, la falaise barrémo-aptienne disparaît sous un conglomérat épais de 30 m, formé de gros blocs peu roulés empruntés au Crétacé de Soyons. Comme à Châteaubourg, ces blocs sont cimentés par un calcaire fin, peu abondant.

Il est traversé par une faille nord-sud à l'Ouest de laquelle il est un peu différent : si la taille des éléments reste importante, ils ne sont plus constitués cette fois exclusivement par du Crétacé mais aussi par du Jurassique supérieur, parfois Trias et plus rarement par du Cristallin. La pâte tend à devenir gréseuse et friable en certains points.

Ce conglomérat est discordant sur le Jurassique ou le Crétacé sous-jacent.

Un peu plus au Nord, sous la Serre d'Aurouze, on en retrouve un lambeau également formé par des galets triasiques, jurassiques et crétacés auxquels s'ajoutent des rognons d'oxyde de Fer.

#### b) Oligocène calcaire

Ce dernier affleurement est surmonté par un horizon de quelques décimètres de calcaires très fins, blanc, un peu argileux, se débitant en plaquettes. Ils renferment Potamides lamarcki, Cyrena semistriata, Striatella, Helix ramondi et Hydrobia dubuissoni.

## INTERPRETATION.

L'existence de fossiles représentant divers étages laisse supposer que les conglomérats ne représentent pas exclusivement l'Aquitaniens, mais une grande partie sinon la totalité de l'Oligocène.

### c) Oligocène sableux (Pl. 17).

Immédiatement au Sud d'une petite colline de micaschistes située près du confluent de l'Eyrieux et du Rhône, entre la voie ferrée et la N.P. 86, existe au NE du lieu-dit le Camp d'Annibal, un petit affleurement que nous avons attribué à l'Oligocène.

Il s'agit d'un sable micacé jaunâtre calcaréo-argiloux, d'une épaisseur minimum de 10 m. Il renferme 2 niveaux continus de marnes lacustres blanc bleuté, distants de 5 mètres, et de petites récurrences marneuses discontinues.

Au sommet du dépôt, on peut observer des débris flottés de feuilles de lauriers et de vignes.

Son pendage est de 20° Ouest, discordant sur l'Oxfordien sous-jacent.

Ce sable a été exploité à la fin du XIXe siècle, en galeries atteignant une cinquantaine de mètres au total. Il était utilisé pour la fabrication des creusets dans les fonderies de La Voulté qui traitaient le minerai de fer oxfordien.

## INTERPRETATION.

En l'absence de fossiles caractéristiques ce gisement peut être considéré comme l'équivalent des marnes versicolores et grès à empreintes végétales stampiens que l'on trouve au pied du Vercors.

### 7° - MIOCENE.

A - Il n'existe à l'affleurement que deux minuscules témoins de la transgression miocène sur la rive droite du Rhône.

## 1. Crussol.

La molasse apparaît en deux points le long d'un nouveau chemin qui va de la route du Château de Beauregard à Beylesse. Très sableuse et faiblement indurée, on y observe deux passées conglomératiques distantes de 3 m. Les galets de ce poudingue sont extrêmement roulés, surtout constellés de calcaires jurassiques et urgoniens, de gneiss et granite très altérés. On observe aussi quelques éléments quartzitiques.

L'épaisseur totale est de 5 m, et le pendage discordant sur le Jurassique supérieur.

Le microscope montre une très forte proportion de quartz E.L. et N.U., peu de R.M., des feldspaths, micas, tourmalines et des grains de glauconie.

## 2. Affleurement de Côte Malet

Cet affleurement, très réduit, n'a pas plus d'1 mètre d'épaisseur. La molasse stratifiée en couches de quelques centimètres est discordante sur le Jurassique supérieur et l'Oligocène. Sa composition minéralogique est la même qu'à Crussol.

### INTERPRETATION.

Ces petits lambeaux sont azoïques, tant pour la macrofaune que pour la microfaune. Néanmoins, des considérations d'ordre paléogéographique exposées plus loin nous permettent de les rattacher au Vindobonien supérieur.

### B - RIVE GAUCHE DU RHONE.

Pour comprendre certains sondages et établir une échelle stratigraphique du Miocène, nous avons été amené à examiner les affleurements du village d'Etoile. Nous ne les avons pas portés sur la carte, ne les ayant pas suivis dans leur extension qui déborde le cadre de cette étude.

1) Dans le village même et en affleurement discontinu, masqué par les alluvions au Nord et au Sud, on peut observer un conglo-

glomérat à éléments calcaires urgoniens, peu cimenté, mêlé à des grès jaunes grossiers et des sables graveleux. Cette formation repose sur les marnes versicolores que nous avons pu voir dans le chantier d'un immeuble en construction.

2) Ce niveau est surmonté par un grès coquillier à ciment calcaréo-argileux jaunâtre formant un petit repli anticlinal à l'Est du village. Il renferme d'abondantes coquilles de Cardita michaudi.

#### INTERPRETATION.

Le second niveau est donc daté avec certitude de l'Helvétien.

Le premier a été porté sur la carte au 1/80 000 comme "Oligocène indéterminé". Nous verrons que, plus vraisemblablement, il doit être d'âge Burdigalien supérieur.

#### 8° - PLIOCENE

Les marnes bleues du golfe de FONTANNES n'apparaissent que sporadiquement dans la dépression qui, de St Péray à Charmes, passe derrière les reliefs de Crussol et la barre crétacée de Soyons, grâce aux entailles de Mialan et de Turzon.

Le meilleur affleurement se situe sur la rive droite de ce dernier cours d'eau au Nord de la ferme Vittaterne.

Exploitées jadis en carrière pour la tuilerie, elles forment un escarpement d'une douzaine de mètres, devenant jaunâtre au sommet. Ce sont les marnes bleues classiques, très compactes et ici sans niveau sableux. Nous ne reviendrons pas sur leur étude. Rappelons cependant qu'elles sont d'âge plaisancien mais que M. SIGAL y a découvert également une microfaune astienne.



## 9° - DEPOTS SUPERFICIELS.

### A - TERRASSES.

#### - P1a - Terrasse de 242-250 m.

Sur le sommet de la Montagne de Crussol, aux Chaveirous et au SW de TOURNON, entre 350 et 360 m, le Rhône a laissé des témoins de son cours le plus élevé et le plus ancien, tout au moins dans sa forme actuelle.

Au SW de Tournon et surtout au Chaveirous, de gros galets de quartzites alpins sont noyés dans une gangue argileuse résultant de la décomposition des éléments cristallins. Ces deux zones forment des replats cultivés.

A Crussol, l'argile a été lessivée et il ne reste que des galets de quartzites épars.

Cette terrasse correspond à la cote maximum des marnes bleues aussi est-il logique de la rapporter au Pliocène supérieur.

#### - P1a1 - terrasse de 180 m.

Représentée sur la Serre de St Christol au NW de Soyons, par une épaisse nappe de cailloutis où dominant les quartzites mais où apparaissent quelques rares galets granitiques du Plateau Central.

#### - P1b - terrasse de 140 m

Cette terrasse forme de beaux replats sur le Kimméridgien de Châteaubourg et sur le Crétacé de Soyons (Serre d'Aurouze et de Quercy). On la retrouve en outre près des mines de La Garde, sur le Trias de Châteaubourg et de la Serre de Blod, et sur les micaschistes de la rive gauche du Mialan à l'Ouest de Toulaud.

Ici encore, seuls les galets de quartzites sont très abondants, noyés dans l'argile de décomposition.

#### - a1 - terrasse de 25 à 80 m.

La distinction faite sur la carte au 1/80 000 entre une terrasse à 100-104 m (a1a) et une seconde à 55-60 m (a1b) (qui des-

cond d'ailleurs plus bas) est assez illusoire dans la région qui nous intéresse. En fait, de la cote 135 à 190, existent en arrière de Crussol d'importants dépôts alluvionnaires de quartzites alpins auxquels viennent s'ajouter des éléments du Massif Central, granites, gneiss et micaschistes relativement "frais". Il n'est évidemment pas exclu qu'ils représentent deux ou même plusieurs niveaux du Rhône, mais la composition identique de ces formations et les ravinements qui ont détruit leur stratification, ne permettent pas de les différencier.

- a2 - terrasse de 8 à 12 m (carte au 1/80 000).

Pour que la carte reste lisible, nous n'avons pas non plus distingué cette terrasse récente des alluvions actuelles.

- a1E -

Au Colombier, sur la rive gauche de l'Eyrieux, une terrasse constituée uniquement par des éléments du Plateau Central monte jusqu'à 30 m au-dessus du cours actuel.

## B - LOESS.

La dépression qui, de St Péray jusqu'à la vallée du Turzon, passe à l'Ouest des reliefs secondaires, est en partie comblée par un épais manteau de loess. Seules les entailles du Mialan, de L'Embroye, du Turzon et de leurs affluents permettent d'observer les formations sous-jacentes. Au Nord de Touloud, sur la rive gauche du Mialan où les dépôts loessiques atteignent 30 m, les érosions ont découpé un relief encaissé vigoureux qui donne au paysage un aspect tourmenté très particulier.

Coupe de Mirabel, sur la rive droite de l'Embroye.

Elle met en évidence la très grande hétérogénéité de ce loess: sur les 20 m de puissance totale, on peut observer une dizaine de passées de cailloutis granitiques fortement altérés.

Il est vraisemblable que ces niveaux correspondent à des périodes plus chaudes : des coulées de solifluxion se produisant

alors, ont entraîné et déposé sur le loess l'arène granitique des versants cristallins voisins.

Cette hypothèse est confirmée par la découverte faite par M. PAYA en 1938, d'un Elophas trogontherii à Taillac (entre Charmes et St-Georges-les-Bains). Cet animal a été trouvé dans un niveau arénacé du loess, à 4,5 m de profondeur. Or nous savons que cet Elophas, dépourvu de pelage, ne pouvait vivre que sous un climat sinon chaud, du moins tempéré. Ceci permet également de dater une partie du Loess. Les zones supérieures sont wurmiennes, le niveau à Elephas pré-wurmien et les couches inférieures rissiennes et sans doute aussi anté-rissiennes.

A Mauves, le Loess est très riche en faune et en particulier renferme de nombreux Helix et Clausisia.

#### C - ARENE.

Le pied des versants granitiques à l'Ouest de la dépression de St Péray - Charmes est recouvert d'une couche d'altération parfois très épaisse. C'est le "gore" des paysans, sol maigre, propice à la culture de la vigne. Il est le plus souvent mêlé à du loess mais il est très difficile de distinguer ce qui revient à l'argile de décomposition ou aux apports éoliens. Nous l'avons cependant différencié sur la carte, là où les éléments quartzeux sont particulièrement abondants.

## II. - DESCRIPTION DES CAROTTES DE SONDAGE ET DES AFFLEUREMENTS DANS LES FOUILLES.

Les sondages effectués par la C.N.R. ont eu pour but, la plupart du temps, la connaissance de l'épaisseur des alluvions et de la nature du substratum immédiat. Ainsi, dans leur majeure partie, ils ne dépassent pas 15 à 20 m de profondeur. Exceptionnellement, au droit des ouvrages importants ont été effectués des sondages plus profonds atteignant 40 à 50 m.

Ils ont permis de retrouver certaines formations déjà connues mais ont aussi traversé des terrains n'ayant pas d'équivalent à l'affleurement.

### A - FORMATIONS CRISTALLINES ET CRISTALLOPHYLLIENNES.

#### 1° - Le Granite de Tournon.

Rencontré par 3 sondages au NW de Châteaubourg, il prolonge normalement les versants et bute par faille contre l'Oxfordien.

#### 2° - Le Granite de Charmes.

On le retrouve sous les alluvions en bordure du coteau qui va du Sud de Crussol à Soyons, puis il s'ennoie rapidement sous les marnes plaisanciennes.

#### 3° - Les Gneiss.

Le petit lambeau gneissique qui affleure sous la mine de pyrite de Soyons a pu être délimité avec assez de précision. Il ne s'agit que d'une enclave non "digérée" par l'intrusion granitique.

#### 4° - Micaschistes.

Ils sont limités à l'Est et au Sud par une faille prolongeant le grand accident socle - Sédimentaire de La Voulte. Elle a pu être tracée avec exactitude grâce aux nombreux sondages effectués dans la région de l'usine de Beauchastel. Par contre, en l'absence de reconnaissance mécanique et de données géophysiques, leur extension vers le Nord reste imprécise.

### B - FORMATIONS SEDIMENTAIRES.

#### 1° - Jurassique supérieur.

##### a) L'Oxfordien.

Les marno-calcaires oxfordiens, assez bien représentés, ont été retrouvés dans 3 zones :

1) Au N de Châteaubourg : l'Oxfordien qui apparaissait déjà à la base du compartiment déterminé par les deux failles qui recoupent le massif se prolonge au moins jusqu'à Mauves. Dans les carottes des sondages S20 et S21, nous avons trouvé quelques Bélemnites et des Posidonomyes.

C'est sur cette formation, un peu au Sud de la Roche de Glun, que le projet définitif de l'aménagement de Bourg-lès-Valence prévoit la construction du barrage de dérivation.

2) De Cornas à Guilhaierand : les marno-calcaires butent d'abord par faille contre le granite de Tournon, puis prolongent normalement l'affleurement de Granges-lès-Valence.

Dans cette large zone, qui n'intéresse pas directement les ouvrages, il n'y a eu que deux sondages de reconnaissance (L28 et L29). Nous n'avons malheureusement pu examiner les carottes qui ont été détruites. Cependant, la description donnée par les sondeurs, marnes calcaires gris-bleu ou noirâtres à 22,30 m et 20,80 m est celle, habituellement, des formations oxfordiennes. De plus, la résistivité électrique est également la même.

Ce résultat est assez intéressant car il montre que la faille limitant le bassin tertiaire de Valence, et que l'on place habituellement au pied de la Montagne de Crussol, doit être recherchée beaucoup plus à l'Est. Contrairement à l'idée admise, elle ne correspond pas à la limite de la plaine alluviale et le Rhône a largement érodé les assises secondaires.

3) De Beauchastel à La Voulte : on retrouve l'Oxfordien dont l'érosion a laissé quelques témoins près de l'Eyrieux au niveau des Gonettes, l'un d'eux ayant d'ailleurs disparu au cours des travaux. Il a été en partie dégagé de son recouvrement alluvial et a pu être observé dans la fouille de l'usine de Beauchastel.

- Fouille de l'usine de Beauchastel (Pl. 18-Pl.19).

Topographiquement, les marno-calcaires dessinent une sorte de dôme s'infléchissant assez mollement sous des marnes plaisanciennes, au Nord et à l'Est et un peu plus rapidement au Sud.

Redressés à l'W au contact des micaschistes, leur pendage et leur direction sont assez variables : le pendage est maximum ( $45^{\circ}$ E) au Sud Ouest de la fouille, et passe progressivement à  $10^{\circ}$  au NE. La direction d'abord de  $50^{\circ}$ E au Sud Ouest, tourne peu à peu vers le Nord et n'est que de  $10^{\circ}$  E au Nord de l'usine. L'Oxfordien forme donc une sorte de biseau qui va en s'élargissant vers le SUD.

Il est recoupé par deux petites failles qui n'affectent pas les pendages et la direction générale. La première, orientée SW-NE, décale un peu les couches au niveau du groupe 2. La seconde, de même orientation et de rejet également faible, passe au milieu de l'écluse et fait apparaître au Nord des calcaires marnoux à grain plus fin. Il s'agit de niveaux un peu plus élevés de l'Oxfordien (ancien Rauracien).

Comme à Crussol, il s'agit d'une alternance de petits bancs marnoux et marno-calcaires, paraissant plus compacts, ayant été protégés des altérations superficielles. Ils renferment aussi des traces pyriteuses et quelques passées plus sableuses.

En lame mince, c'est un calcaire crypto-cristallin très argileux, riche en filaments, débris divers, renfermant une microfaune assez importante. Dans un lavage effectué sur un échantillon prélevé à 23 m de profondeur au sondage L23, à 1 km au Sud de Beauchastel, M. SIGAL a identifié des Ostracodes et quelques Foraminifères tout à fait semblables à ceux de l'Oxfordien de Crussol.

b) Kimméridgien.

1) Etage marno-calcaire.

3 sondages (V38, V41 et V45), situés au Sud de la Roche-de-Glun, ont rencontré des formations assez particulières. Sous les alluvions épaisses de 9 à 15 m, le substratum est constitué d'abord, sur 3 à 6 m, par des calcaires jaunâtres assez grossiers alternant avec des marnes jaunes, puis par une alternance de calcaires gris-bleu veinés de calcite et de niveaux marneux assez développés.

Au Microscope, le calcaire est microcristallin légèrement argileux et contient des débris de Lamellibranches et Brachiopodes ainsi que quelques petits Gastéropodes et Foraminifères.

La découverte de nombreuses Posidonomyes dans les couches jaunâtres et d'un Perisphinctidae du Jurassique supérieur dans les calcaires bleutés permet d'attribuer, sans équivoque, ces niveaux au Kimméridgien marneux. Ceci est d'ailleurs en accord avec le pendage de l'affleurement de la Roche-de-Glun qui appartient à la base du Kimméridgien calcaire.

La différence d'aspect entre ces assises et celles du même âge que l'on peut observer à l'affleurement par exemple dans le massif de Châteaubourg s'explique par l'existence d'un régime karstique dans le calcaire de la Roche-de-Glun. Ce régime karstique disparaît au contact des niveaux argileux, mais, néanmoins, les circulations d'eau ont altéré les assises supérieures et les ont colorées par apport d'oxyde de fer.

## 2) Etage calcaire.

- Les limites de l'extension en profondeur de l'affleurement de la Roche-de-Glun ont pu être tracées avec une grande précision. Il est normalement superposé aux marno-calcaires précédents. Sa richesse en silex conduit à le rapprocher des niveaux inférieurs du Kimméridgien calcaire, tels qu'on peut les observer dans le lit de la Goule.

- A l'Est du massif de Châteaubourg, il prolonge les affleurements. Les sondages l'ont retrouvé sous le lit du Rhône.

## 3) Kimméridgien supérieur (Dorsétien).

Le Tithonique inférieur est abaissé, au Sud de La Voulte, au niveau du Crussolien calcaire. La faille qui met en contact ces deux formations suit le cours du Rhône et se devine le long de la N.P. 86.

## 2° - Crétacé inférieur.

### a) Hauterivien

A 50 m de profondeur le sondage S2 P4 situé au droit de la pile 4 du barrage de Charmes a rencontré, sous le Miocène, des formations calcaréo-argileuses lie-de-vin, rappelant beaucoup celles que nous avons décrites à la base du Crétacé de Soyons.

Nous y avons trouvé Leopoldia castellanensis permettant de les dater Hauterivien avec certitude.

Au microscope, il s'agit d'un calcaire crypto-cristallin argileux renfermant de la limonite, quelques grains de glauconie et d'abondants débris de Lamellibranches, de spicules de Spongiaires et de Foraminifères. Cette microfaune est identique à celle de l'Hauterivien de Clairfond.

Dans un autre sondage situé également au droit du barrage, M. SIGAL a découvert à 35 m une riche microfaune néocomienne d'Ostracodes du Valendis allemand et des Foraminifères de ce niveau. Mais si à 50 m nous sommes certainement dans le Néocomien, à 35 m nous trouvons encore des niveaux conglomératiques et molassiques.



Il est donc probable que cette faune a été remaniée. D'ailleurs les niveaux marneux et la pâte des conglomérats doivent provenir en grande partie d'une reprise du matériel sous-jacent : la teinte rouge ou lie-de-vin provenant de produits ferrugineux et la composition minéralogique de ces formations rappellent beaucoup les passées marneuses de la base du Crétacé de Soyons.

b) Barrém -Aptien

La prospection géophysique a montré que la falaise barrémoptienne de Soyons se prolonge sur près de 500 m de largeur sous la plaine alluviale avant de disparaître sous les formations miocènes.

3° - Oligocène.

a) Oligocène conglomératique.

L'affleurement de Châteaubourg repose au Sud sur le Kimméridgien calcaire et se développe assez largement au Nord et à l'Est, ce que laissent prévoir le pendage et la direction des couches, puis s'ennoie sous les marnes pliocènes.

Au Sud du massif, le sondage V4 a retrouvé ce conglomérat. De 19,5 à 21,2 m, il a d'abord traversé les marnes bleues, puis de 21,2 à 23,7 m une brèche à éléments kimméridgiens avec quelques passées sableuses et marneuses. Au-dessous apparaissent les couches du Kimméridgien calcaire prolongeant normalement l'affleurement.

L'existence de marnes plaisanciennes sur le conglomérat constitué par ailleurs des mêmes éléments que celui de Châteaubourg est particulièrement intéressante. Nous pouvons ainsi le paralléliser avec celui de Charmes quant à sa position stratigraphique, et dater le conglomérat du Château non du Quaternaire, mais de l'Oligocène.

## b) Marnes et calcaires lacustres.

C'est sous ce faciès qu'apparaît habituellement l'Oligocène (ex. sondages L9, L10, L12. Ils ont rencontré une alternance de niveaux argileux blanc, verdâtres ou rouges et de calcaires assez fins blancs ou brun clair. Leur épaisseur et leur extension sont très variables. L'existence de niveaux durs a d'ailleurs causé quelques ennuis au cours des travaux à la station de pompage de Valence : alors que l'on s'attendait à rencontrer les marnes bleues ou les marnes versicolores, les palplanches se sont tordues sur un calcaire blanc compact renfermant de nombreuses Physies.

Ces formations sont largement représentées depuis Valence jusqu'au Sud d'Etoile. Dans cette région le toit du substratum se relève vers l'Est. Nous avons vu qu'elles affleurent à l'Ouest du village, surmontées par un conglomérat à galets urgoniens impressionnés des grès et des sables graveleux.

### 4° Miocène.

Dans le lit du Rhône, à l'emplacement même du barrage de Charmes, existaient quelques pointements rocheux. C'était le seuil bien connu des "Pierros de Charmes" qui gênait considérablement la navigation. Il faisait partie d'un ensemble occupant, sous les alluvions, une surface assez importante mais qui n'a pas d'équivalent à l'affleurement, tout au moins sur la rive droite.

Dans ces couches très hétérogènes domine une "molasse" argileuse parfois jaunâtre à ocre, mais le plus souvent rouge et même violacée surtout en profondeur. Des zones franchement gréseuses et de nombreuses veines marneuses s'y intercalent. De plus, on rencontre très fréquemment de grosses lentilles conglomératiques dont l'importance semble diminuer vers le Nord. Les galets sont presque exclusivement formés de calcaire crétacé résultant tant du démantèlement de la Élaise de Soyons. Il s'y ajoute de rares éléments quartziques, provenant sans doute des micaschistes et des calcaires fins à Calpionelles appartenant peut-être au Tithonique supérieur de Crussol enlevé par l'érosion. Ces galets, généralement de faible

taille, sont le plus souvent enrobés de molasse concrétionnée. Parfois même, on a de pseudo-galets formés de molasse durcie enrobant un élément molassique plus résistant.

C'est une telle lentille conglomératique qui formait le seuil des "pierres de Charmes". Le Rhône coule donc actuellement sur la partie la plus élevée du substratum. A partir de ce seuil, le toit du substratum s'incline assez doucement vers le Nord, l'Ouest et l'Est, tandis qu'il plonge brutalement au Sud où il s'ennoie sous les marnes pliocènes.

M. SIGAL a fait une étude micropaléontologique d'un échantillon prélevé dans la même carotte où il décrit à 35 m une faune néocomienne. A 23 m il a découvert Chara, Elphidium et 1 Ostracode (Miocypris ex. gr. gibba R.) daté du Miocène récent.

Feuilles du barrage (Pl. 20-Pl.21).

Elles ont permis d'observer l'hétérogénéité et le caractère discontinu de ces diverses assises que les sondages laissaient supposer. En outre, on a pu se rendre compte que les couches étaient horizontales.

#### 5° Pliocène (PL. 23).

Les marnes bleues plaisanciennes recouvrent largement les formations antérieures, particulièrement au Nord de Valence, et constituent le substratum rencontré le plus fréquemment par les sondages. Faute d'un seuil rocheux meilleur, c'est sur elle que sera fondée la future usine de Bourg-lès-Valence.

Leur composition méminéralogique étudiée sur des échantillons pris à diverses profondeurs dans différents sondages au droit de l'usine est la suivante :

Illite	: 9 à 12 %
Kaolinite	: 12 à 18 %
Calcite	: 31 à 35 %
Quartz	: 40 à 48 %

Il s'agit donc de marnes très quartzieuses. Elles renferment d'ailleurs de nombreuses lentilles sableuses avec parfois des passées de lignites et divers débris végétaux. Dans l'un de ces niveaux, également au droit de l'usine, à 50 m sous le toit des marnes, M. MORET a pu identifier des Zoostères.

- A 23 m de profondeur au sondage L 36, près de Beauchastel, et à 13 m au R L43, M. SIGAL a déterminé une microfaune caractéristique du Plaisancien mais aussi de l'Astien.

- A Beauchastel, au Nord et au Sud de l'Oxfordien, de nombreux sondages ont rencontré des formations assez particulières atteignant 42,35 m au L524 que M. BARBIER rapporte au Pliocène. Il s'agit de marnes analogues aux marnes pliocènes habituelles, mais plus ou moins chargées de galets divers, surtout cristallins (micaschistes et gneiss), reposant sur une brèche à éléments calcaires peu roulés et à ciment argilo-calcaire jaune. Ce sont très probablement "des apports locaux de galets près du rivage, grâce sans doute à un torrent très irrégulier (irrégularité dans la répartition des galets dans la sédimentation vaseuse habituelle du Pliocène)".

### III.- CARACTERES DE LA SEDIMENTATION. - CONCLUSIONS PALEOGEOGRAPHIQUES

#### 1° - TRIAS

La pénéplaine post-hercynienne où l'érosion a accumulé un épais manteau de décomposition n'est atteinte par la transgression triasique qu'au Muschelkalk supérieur, ainsi qu'en témoigne le niveau fossilifère du Rioulet. Les arènes granitiques remaniées se sont déposées et sédimentées sous forme de grès fins ou grossiers, dans des lagunes, sous une faible épaisseur d'eau, sans transport ni triage mais avec lessivage des éléments argileux.

Les périodes saumâtres alternent avec des épisodes continentaux sans doute marécageux, révélés par la présence de lits charbonneux même au Muschelkalk et de débris végétaux dans les argiles de la Lettenkhöle.

Cette sédimentation s'est effectuée dans des bassins à profondeur inégale, plus ou moins indépendants les uns des autres, ce qui s'exprime par les grandes variations d'épaisseur ou de faciès de couches contemporaines, dans des zones voisines.

L'évaporation de ces lagunes n'a jamais été assez poussée pour que, même au Keuper, il y ait <sup>eu</sup> dépôt de sels. Cependant, si l'on considère que les cargneules ne se forment qu'en milieu très séléniteux, on voit qu'elle a tout de même été assez importante.

Cette sédimentation peu profonde, tantôt en eau calme lagunaire, tantôt continentale, marécageuse, s'est sans doute poursuivie avec les mêmes caractères jusqu'à la fin du Rhétien.

#### 2° - LIAS

L'enfoncement du bâti hercynien à l'Hettangien se traduit à Châteaubourg par des dépôts néritiques. C'est au Sud de ce massif que l'on doit faire passer la limite de la transgression qui n'at-

teint pas Crussol et dont on ne retrouve des preuves qu'au SW de La Voulte.

Le mouvement positif du socle au Sinémurien, marqué au Sud de l'Ardèche par l'enrichissement progressif de cette formation en éléments détritiques a pu se manifester plus tôt dans notre région. C'est ce qui semble indiquer la stratification entrecroisée et la nature des calcaires (riches en Dasycladacées) du sommet de l'Hettangien. Le Sinémurien correspondrait alors à une période continentale, ce qui explique l'absence de dépôts de cet âge.

La transgression liasique s'accroît un peu à partir du Domérien. "Entre St Péray et Lodève, la côte paraît avoir dessiné une série de sinuosités plus ou moins accusées, golfes et éperons plongeant de façon assez abrupte dans la mer" écrit M. GOTTIS (Congrès sur le Lias Français, p. 67). La Montagne @ Crussol, mais aussi le Massif @ Châteaubourg, correspondent à deux de ces anciens golfes, tandis qu'ailleurs le domaine restait continental. L'avancée de la mer domérienne n'a laissé à Crussol qu'un conglomérat romaniant les assises triasiques. Par contre, la région de Châteaubourg, déjà plus affaissée à l'Hettangien, devait être un peu plus largement envahie. Il s'y déposait des calcaires bleus à faune d'Ammonites, mais de cette mer littorale et agitée détruisant les assises au fur et à mesure de leur dépôt, il ne reste que de très rares témoins.

Ces mêmes conditions vont persister au Lias supérieur. Du Toarcien et de l'Aalénien ne subsistent que quelques affleurements sporadiques, à caractère littoral, exceptionnellement conservés.

### 3° - JURASSIQUE MOYEN.

Jusqu'à l'Oxfordien, la sédimentation est du même type. Cependant, soit que la transgression ait été plus sensible à Crussol, soit que les actions érosives aient été moins importantes, ce n'est que dans ce massif que Bajocien, Bathonien et Callovien sont assez bien représentés.

Le Bajocien et le Bathonien inférieur sont constitués de calcaires à entroques plus ou moins ferrugineux et de calcaires argilo-détritiques en bancs "pointillés" déposés non loin du rivage.

Au Bathonien supérieur et au Callovien inférieur, la sédimentation devient plus régulière. Les assises marneuses ou calcaréo-argileuses à Posidonomyes occupent une assez large place dans le Ravin d'Enfer où elles gardent une épaisseur et une extension constantes.

La présence d'un horizon glauconieux à la base du Callovien moyen, reconnu par ailleurs dans toute l'Ardèche mais qui a été détruit à Châteaubourg, peut être interprétée comme une régression générale de la mer sans que, toutefois, il y ait eu exonsation, sauf peut-être à Châteaubourg.

#### 4° - JURASSIQUE SUPERIEUR.

Si les assises inférieures de l'Oxfordien manquent à Châteaubourg et s'il est encore lacunaire au Sud de La Voulte, par contre tous les niveaux de cet étage sont représentés à Crussol. Pour la première fois en effet, la mer envahit toute la bordure orientale du Massif Central. Les zones exondées jusqu'alors sont largement recouvertes et, au Nord et à l'Est de Soyons l'Oxfordien, seul représentant du Jurassique conservé par les érosions tertiaires, est directement transgressif sur le Trias.

- Le Kimméridgien correspond à l'interruption du régime marneux et à son remplacement par une sédimentation de plus en plus carbonatée aboutissant aux calcaires sublithographiques du Tithonique. Aux dépôts sub-littoraux succèdent des formations à caractère pélagique ainsi que l'indique la finesse des sédiments et la présence de micro-organismes tels que les Radiolaires, Globochetes, Saccocoma. L'abondance de niveaux fossilifères à Ammonites, Bélemnites, Brachiopodes et Oursins montre en outre que cette sédimentation s'est effectuée dans une mer épicontinentale, aérée et peu

profonde.

#### 5° - CRETACE INFERIEUR.

Les mers du Crétacé inférieur, du moins dans notre région, n'ont pas dû s'avancer bien loin/Le <sup>sur</sup> Massif Central. La sédimentation ne correspond ni aux faciès profonds de la fosse vocontienne, ni aux "faciès mixtes" comme semble l'indiquer la carte de M. GIGNOUX [Géologie stratigraphique, 4e édition, p. 433].

Bien au contraire les faciès sont tout à fait néritiques et ressemblent beaucoup à ceux de type jurassien avec lesquels ils présentent, de plus, une certaine affinité faunique.

Les teintes bigarrées, le caractère détritique des marnes hauteriviennes et des récurrences marneuses du Barrémien inférieur attestent la présence d'un continent proche.

Ce faciès côtier se poursuit dans la séquence carbonatée, peut-être barrémo-aptienne, par des calcaires zoogènes vraisemblablement formés près du rivage dans une mer chaude en liaison avec la mer du Jura.

#### 6° - CRETACE SUPERIEUR - EOCENE.

L'absence de dépôt de cette époque est peut être la conséquence d'une émerision de notre région provoquée par une phase tectonique crétacé moyen ou Eocène inférieur, l'érosion expliquant dans ce dernier cas, la lacune du Crétacé supérieur. Cette émerision se traduit par les importantes traces de rubéfaction que l'on observe dans le Barrémo-Aptien. De toute façon nous verrons dans le chapitre "Tectonique" qu'une phase anté-oligocène semble certaine.

#### 7° - OLIGOCENE.

Il est très probable qu'à l'Oligocène notre région possédait déjà, dans ses grands traits, sa physionomie actuelle. De la rive droite du Rhône aux falaises du Vercors, s'étendait une vaste zone



déprimée occupée par un lac. Ce bassin a eu une subsidence très forte comparable à celle du bassin d'Alès. Les études géophysiques ont en effet montré au NE de Valence une épaisseur de 2 200 à 2 300 m de terrains oligocènes à faible résistivité reposant sur un substratum résistant.

Tandis qu'au centre du bassin se formaient ces énormes épaisseurs de marnes versicolores, calcaires et grès, sur sa périphérie, au pied des falaises calcaires attaquées par l'érosion, prenaient naissance des conglomérats bréchiques grossiers. Enfin à la faveur de digitations locales du lac, et sur quelques mètres seulement, des sables fins et des calcaires en plaquettes plus ou moins argileux se déposaient sur les reliefs.

## 8° - MIOCENE

### a) Burdigalien

A la fin de l'Oligocène, toute trace de ce lac a disparu. Au Burdigalien inférieur correspond encore une période continentale et il est possible que, dès cette époque, un important cours d'eau se soit installé dans notre région : le défilé St-Vallier - Tournon ne correspond pas, en effet, à une épigénisation du Rhône pliocène ou quaternaire, bien que le niveau des plus hautes terrasses soit supérieur à la cote des affleurements cristallins de sa rive gauche : les sondages effectués par la C.N.R. en vue de l'aménagement de St Vallier ont montré que le fond de ce couloir est occupé par des marnes plaisanciennes. Ainsi doit-il son existence à une rivière ou un fleuve, nécessairement miocène, dont des failles N-S ont sans doute sollicité le tracé. Plus au Sud, ce cours d'eau suivait peut-être déjà l'accident qui sépare la Montagne de Crussol des massifs cristallins. Enfin, de Soyons à Charmes, il a pu entailler un nouveau défilé dans les formations résistantes du Crétacé, approfondissant sa vallée jusqu'au niveau de l'Hauterivien.

Au Burdigalien supérieur, la transgression miocène atteint notre contrée. A l'Ouest, sa limite septentrionale ne dépassait pas Soyons et son niveau devait correspondre à peu près à celui des alluvions actuelles. Dans l'ancien lit de notre cours d'eau, transformé en canon sous-marin, des courants violents reprennent les alluvions, les brassent et les enrobent dans une pâte calcaréo-argileuse empruntée pour une grande part au Néocomien sous-jacent

b) Vindobonien.

1) Helvétien inférieur.

La transgression s'accroît un peu mais les dépôts ont toujours un caractère néritique assez littoral. Ce sont les 15 à 18 m de grès coquilliers grossiers à Cardita michaudi équivalent des sables grossiers à Ostrea crassissima du pied du Vercors.

2) Helvétien moyen & supérieur. Tortonien inférieur.

C'est à cette période que l'avancée de la mer miocène atteint son maximum. Elle ne dépasse pas beaucoup St Péray, localité à partir de laquelle le rivage tourne vers l'Est. A cette époque se rattachent les petits lambeaux molassiques de Charmes et de Crussol témoins les plus occidentaux de la transgression.

La présence à Crussol de deux niveaux conglomératiques dans ces formations peut s'expliquer par la proximité du rivage. Cependant, dans cette hypothèse, la présence de galets quartzitiques reste assez troublante. Il faut peut-être voir là un apport alluvionnaire de notre cours d'eau à son embouchure, à la faveur de régressions locales annonçant le retrait général de la mer au Tortonien supérieur.

3) Tortonien supérieur - Pontien.

Durant cette époque, les érosions continentales ravinent profondément les dépôts oligocènes et miocènes. Le niveau de base devait être très inférieur à ce qu'il est actuellement, puisque, d'après GOGUEL, les marnes bleues qui remblaient ces anciennes vallées atteignent plus de 100 mètres d'épaisseur au Nord de Va-

lence.

Bien entendu, l'existence, dès le Miocène inférieur, d'une vallée correspondant en partie à celle du Rhône actuel demeure assez incertaine. Il faudrait voir en particulier si, au Nord de St Vallier on peut retrouver sa trace ou la supposer par un raisonnement analogue. Cependant, nous avons vu que de Tournon à Charmes cette hypothèse semble assez bien s'accorder avec les observations.

#### 9° - PLIOCENE.

FONTANNES a établi dès 1882 l'existence d'un "fjord" ou plus exactement d'une ria remontant la vallée du Rhône jusqu'à Givors et poussant des diverticules dans ses affluents les plus importants.

Rappelons que l'un des bras passait derrière la Montagne de Crussol mais aussi qu'elle empruntait le défilé St Vallier - Tournon.

Il est à noter qu'au pied des falaises que baignait cette mer on n'observe pas d'apports terrigènes particuliers mais toujours la même finesse dans les dépôts. De plus, à côté des coquilles marines, on rencontre de nombreux débris végétaux et même certains sondages ont trouvé de véritables lits de tourbe dans les lentilles sableuses. Enfin les marnes bleues plaisanciennes ressemblent beaucoup à celles que dépose actuellement le Rhône, dont le cours supérieur existait déjà à cette époque, près de son embouchure.

Aussi, plutôt qu'un véritable golfe marin, avait-on peut-être là quelque chose de comparable, par exemple, mais en beaucoup moins important, au delta de l'Amazone. Dans cette région, où il est impossible de faire la part de ce qui revient à la mer et au fleuve, et où les influences saumâtres se font sentir à plusieurs centaines de kilomètres en amont de l'embouchure, on observe le même mélange de faunes et les boues plus ou moins marécageuses qui se sédimentent sont assez analogues à nos marnes bleues.

A la suite d'un nouvel affaissement du niveau de base, commence la période continentale actuelle, l'accumulation du loess des steppes périglaciaires, dans doute dès le Rissien et peut-être avant, et à la faveur des réchauffements interglaciaires se produisent des coulées de solifluxion et le dépôt des diverses terrasses du Rhône.

#### IV.- GEOTECHNIE = METHODES - PROBLEMES - RESULTATS.

##### 1° - PROSPECTION GEOPHYSIQUE.

###### a) Sondages électriques.

###### 1) Méthode utilisée.

De Tournon à La Voulte, la Compagnie Générale de Géophysique a effectué 982 sondages électriques. C'est la méthode Schlumberger qui a été utilisée avec un quadrillage de 200 m sur 200 m.

La longueur de la ligne A B est en général de 600 m, quelquefois 800 ou 1000 m, et 1 sondage sur 25 environ a été pratiqué dans 2 directions.

Par analogie avec les recherches antérieures faites à l'aval, on a pu établir l'échelle suivante :

- limons : résistivité = 20 à 100  $\Omega$ .
- alluvions 100 à plusieurs milliers d'ohms  
suivant la teneur en eau ;
- marnes pliocènes : 10 à 50  $\Omega$
- marnes oligocènes : 5 à 10  $\Omega$
- "grès" miocènes : 12 à 15  $\Omega$
- marno-calcaires oxfordiens : 35 à 80  $\Omega$
- calcaires compacts jurassiques ou crétacés : 100 à 200  $\Omega$
- granite : 90 à 250  $\Omega$

On voit que cette échelle laisse subsister une indétermination

- pour les marnes pliocènes et les marno-calcaires oxfordiens de 35 à 50  $\Omega$
- pour les calcaires compacts et le granite de 100 à 200  $\Omega$

Cette incertitude a été levée, dans le premier cas, par des sondages qui ont révélé pour ces résistivités des marnes pliocènes mais à faciès très sableux.

Dans le second cas, on a tenu compte des affleurements et des résultats de sondages mécaniques effectués antérieurement.

Dans la région où les résistivités du recouvrement sont très différentes des formations sous-jacentes (c'est le cas des marnes pliocènes et oligocènes et des "grès" miocènes), on a pu établir des courbes de niveau.

## 2) Résultats.

Il a pu ainsi être dressée une carte grossière mais assez exacte du substratum, montrant en particulier l'existence de seuils rocheux intéressants pour asseoir les futurs ouvrages.

### b) Sondages sismiques

Pour déterminer l'épaisseur des alluvions sur le granite ou les calcaires et différencier ces deux formations, on a eu recours à la prospection sismique.

#### 1) Technique.

On a choisi la sismique réfraction. Nous savons que cette méthode est basée sur l'inégalité des vitesses de propagation des ondes dans des milieux différents. Les ondes produites par une charge de dynamite sont transmises par le sol suivant le principe simple de la réfraction et <sup>recues</sup> par un sismographe. Les dispositifs utilisés avaient 90 ou 160 m de longueur et très fréquemment se recoupaient obliquement.

Pour reconnaître l'épaisseur des limons et mettre en évidence les anciennes lènes on a aussi tenté d'utiliser l'appareil portatif MD1 de la G.S.O où l'ébranlement est produit par le choc d'une masse sur une plaque d'acier.

#### 2) Résultats.

La première méthode, employée seulement à l'emplacement de l'usine de Beauchastel n'a donné que des résultats très médiocres, pratiquement inutilisables.

Les profils donnés par le M D 1 comparés à des profils-types établis par des sondages à latarière se sont révélés très imprécis. Aussi cette méthode, par ailleurs plus coûteuse et

à peine plus rapide a-t-elle été abandonnée.

## 2° - Sondages mécaniques.

Leur implantation a été choisie en grande partie en fonction des résultats fournis par la prospection géophysique. Après la mise en évidence de seuils rocheux favorables à l'implantation des ouvrages importants, usines et barrages, il fallait encore préciser leur nature, leur étendue et l'épaisseur du recouvrement alluvial. De plus, la mise en place des ouvrages secondaires, canaux de dérivation, stations de pompage et de relevage nécessitait également une reconnaissance mécanique. Pour résoudre ces problèmes on a eu recours à de très nombreux sondages, dans le premier cas, plus rares, dans le second effectués par les Sociétés E.F.T.M. pour l'aménagement de Beauchastel et Solétanche pour l'aménagement de Bourg-lès-Valence.

### 1) Technique.

#### a) Perforation à percussion.

On a généralement utilisé la curette pour les alluvions. La rencontre de gros blocs a parfois nécessité l'usage du trépan à tête de diamant de diamètre 4 p 1/2 suspendu à un câble ou à un train de tiges pleines (procédé canadien).

Le sondage à la curette s'est souvent poursuivi dans les marnes bleues pliocènes. Enfin pour les sondages à gros diamètre effectués pour les essais de pompage, on a eu recours au Hammer-grad Benoto.

#### b) Perforation à rotation.

Dans les terrains résistants on a utilisé la sondeuse rotative équipée du double carottier à prisme pour les marnes oxfordiennes, oligocènes et pliocènes, et du carottier au diamant pour les calcaires du Jurassique supérieur et les brèches oligocènes. Le diamètre des sondages était le plus souvent de 100 ou 86 mm, plus rarement de 85 ou 60 mm et leur profondeur en général d'une vingtaine

de mètres.

Exceptionnellement, des sondages plus profonds, atteignant une cinquantaine de mètres, ont été effectués au droit des ouvrages importants, surtout pour prélever des échantillons, paraffinés dans ce cas, à soumettre aux essais de Mécanique des Sols. Le fluide de perforation a toujours été l'eau claire, utilisée en "eau perdue".

Le pourcentage de carottage est très variable suivant la nature du substratum. A ce point de vue les formations les plus médiocres sont les micaschistes où il ne dépasse pas 10 à 12 % quand ils se laissent carotter. Très inégal dans les calcaires kimméridgiens de la Roche de Glun, il tombe brutalement de 90 à 100 % à moins de 10 %, révélant ainsi un important réseau karstique. Dans la "molasse" du barrage de Charmes, le carottage est assez satisfaisant, généralement supérieur à 80 %, mais pouvant toutefois descendre à 40 % dans les passées conglomératiques ou gréseuses. Dans les marnes et marno-calcaires pliocènes, oligocènes et oxfordiens il est généralement supérieur à 90 %, mises à part quelques zones fissurées dans la région de Beauchastel où il est seulement de 60 %.

## 2) Résultats.

Du point de vue géologique, les sondages ont permis :

- d'établir une carte de la topographie sous-alluviale ;
- de préciser l'extension des affleurements sous les alluvions ;
- de suivre le prolongement de certains accidents ;
- et enfin d'apporter quelques données stratigraphiques nouvelles.

Nous avons développé antérieurement, ou nous étudierons plus loin, ces 3 derniers résultats.

### Topographie sous-alluviale.

La carte topographique fait ressortir une épaisseur d'alluvions relativement constante, égale à 10-12 mètres. Le toit du substratum descend en pente douce de l'amont vers l'aval. De la



cote 104 m à Tournon il passe progressivement à la cote 80 m à La Voulte, soit un pourcentage inférieur à 1 o/oo. Il se relève assez brutalement à l'Ouest pour rejoindre les affleurements de la rive droite et plus doucement à l'Est de Beauvallon au Sud d'Etoile.

Quelques seuils constitués par des formations plus résistantes sont restés en relief sur les marnes tendres oligocènes et pliocènes, et percent même parfois le recouvrement alluvial. Nous l'avons signalé lors de l'étude stratigraphique. Précisons que le seuil de la Roche-de-Glun domine les marno-calcaires oxfordiens par une falaise de 6 mètres et que le dôme oxfordien de Beauchastel était à peine marqué au-dessus des marnes pliocènes.

Enfin on rencontre quelques cuvettes peu prononcées dont les plus importantes se trouvent, à l'Est de la gare de La Voulte dans les marnes plaisanciennes et au niveau de Granges-lès-Valence dans l'Oxfordien.

### 3° - Problèmes posés par les ouvrages importants.

D'une façon générale, l'implantation des barrages et usines n'a pas soulevé de problèmes géotechniques très importants.

#### a) Perméabilité

##### 1) Usine de Beauchastel.

Il était prévisible que les marno-calcaires oxfordiens constitueraient un substratum imperméable. Par mesure de prudence, on s'en est assuré par des essais Lugon effectués sous une pression variant de 1 à 5 kg/m<sup>2</sup> dans les sondages L523 et L518 jusqu'aux profondeurs 32,40 m et 50 m. Dans le premier, on n'a pas observé d'absorption et le second n'a donné également que des débits nuls ou très faibles dans 2 zones (entre 15 et 18 m et 18 et 21 m) correspondant à de petites fissures très localisées et d'ailleurs situées dans une région excavée postérieurement.

Lors des fouilles, on a pu constater le caractère réduit des circulations d'eau, même dans les zones plus ou moins fracturées.

Cette imperméabilité est confirmée par la fraîcheur remarquable des pyrites et l'absence de trace de rubéfaction. Seule la petite faille qui passe au Nord de l'écluse a justifié des précautions spéciales.

## 2) Barrage de Charmes.

Bien qu'hétérogènes, les formations miocènes sur lesquelles est fondé le barrage de Charmes sont pratiquement imporméables : les zones conglomératiques aussi bien que les "grès" sont fortement cimentées par un calcaire argileux. Quelques fissures, en particulier à l'emplacement du mur en aile amont, ont cependant donné quelques craintes. Mais les fouilles ont montré qu'elles ne présentaient pas de direction préférentielle et, de plus, étaient colmatées, dans la plupart des cas, par un remplissage argileux.

## 3) Barrage de Glun.

Ce barrage sera construit sur les marno-calcaires oxfordiens alors qu'un premier projet prévoyait de l'asseoir sur les calcaires kimméridgiens. La cause principale de l'abandon de ce site à été la proximité des agglomérations de Glun et de la Roche de Glun qui constituait un sérieux handicap pour l'installation des divers chantiers. Mais c'est également pour une raison plus technique, l'existence dans les calcaires d'un important réseau karstique. Les pertes d'eau observées dans les sondages V36 et V31, ainsi que les fissures visibles à l'affleurement pouvaient déjà le laisser supposer. L'étude attentive des puits et piézomètres insatllés dans cette zone, jointe à l'exploration de galeries souterraines, en partie naturelles, creusées sous le château, devaient le confirmer. Dans le projet définitif les calcaires seront noyés dans la retenue et l'on pouvait légitimement craindre des fuites à longue distance. Mais, M. BARBIER a fait remarquer que le Kimméridgien vient buter par faille à l'Ouest, contre les marno-calcaires imperméables. D'autre part, il est limité à l'Est par les narnes plaisanciennes et, au Sud, il fait place aux couches plus

plus argileuses, moins perméables et non karstiques du Kimméridgien inférieur qui, de plus, s'enfoncent rapidement sous les marnes pliocènes.

Tout risque de fuite est donc totalement exclu.

#### 4) Usine de Bourg-lès-Valence.

Elle sera entièrement fondée sur les marnes plaisanciennes. Ces marnes ne posent aucun problème de ce point de vue, puisque malgré les zones sableuses réduites à des lentilles, elles restent imperméables en grand.

#### b) Résistance mécanique. Tassements.

##### 1) Usine de Beauchastel.

Les quelques fissures localisées mises à part, les marno-calcaires oxfordiens forment un bon rocher de fondation. De ce fait, il n'y a pas eu lieu d'effectuer des essais de résistance mécanique. Le seul écueil résidait dans la variation du pendage des couches. En effet, lorsque le pendage est très redressé, les fondations ne prennent appui que sur les bancs calcaires formant piliers. Par contre, lorsque les couches sont faiblement inclinées, les marnes sont aussi intéressées par la charge et, sans précautions spéciales, on pouvait craindre des tassement différentiels. En outre, on pouvait prévoir dans la fouille un écaillage des zones marnées et quelques décollements dus aux fissures.

##### 2) Barrage de Charmes.

Les formations miocènes ayant subi une surcharge considérable au Pliocène, sont fortement consolidées. Des essais de compression ont néanmoins été pratiqués et ont donné une résistance à la rupture de l'ordre de 300 à 400 kg/cm<sup>2</sup>. Cependant ces essais, exécutés sur des échantillons forcément limités, ne sont pas représentatifs de la totalité du terrain dont on sait la grande hétérogénéité. Par ailleurs, tout essai de chargement "in situ" était impensable, du fait de l'importance des surfaces intéressées et on

raison du prix éventuel d'une telle opération. Mais les charges transmises à la maçonnerie du barrage n'étant au maximum que de 6 kg/cm<sup>2</sup>, ce renseignement est <sup>tout de même intéressant</sup> car il exclut toute possibilité de tassement différentiel et montre que les tassements d'adaptation seront de faible envergure.

### 3. Barrage de Glun.

Construit sur les marno-calcaires oxfordiens, les problèmes qu'il pose sont tout à fait analogues à ceux de l'usine de Beauchastel. Il est probable qu'ils seront résolus de la même façon.

### 4) Usine de Bourg-lès-Valence.

C'est le premier ouvrage important que la C.N.R. va fonder sur les marnes pliocènes. L'absence d'argiles gonflantes dans les échantillons prélevés au droit de l'usine ainsi que leur richesse en quartz détritiques, interdisant la formation de fissures de retrait dues à la dessiccation, constituent des éléments favorables.

Mais la grande exploitation de Beausemblant, au SE d'Andance, où ces argiles sont utilisées pour la fabrication de tuiles, montre bien quelles sont les difficultés que l'on aura à surmonter : en période humide, le fond de la carrière est recouvert d'une épaisse couche de boue qui risquera de gêner beaucoup le travail des engins. Toutefois, malgré un assez grand écaillage superficiel, les parois de la fouille sont verticales et d'assez bonne tenue. Cependant, l'importance de circulations d'eau dans les alluvions, particulièrement perméables au niveau de l'usine, nécessitera sans doute d'importants pompages, voire un rideau d'injection ou même une paroi continue pour protéger la fouille.

Quant à l'étude de la compressibilité de ces marnes, qui reste l'élément déterminant pour la conduite des travaux, elle déborde le domaine de la Géologie et ressort de la Mécanique des Sols.

#### 4° - Solutions adoptées.

##### 1) Usine de Beauchastel.

Les fouilles ont montré :

a) l'existence de zones fracturées perpendiculaires au pendage à l'emplacement du mur joint et quelconques à l'emplacement des groupes 2,3 et 4. Très localement on trouve quelques niveaux broyés, sur le côté W du déchargeur et un peu plus au Nord sur le parment du mur joint.

b)

Le pendage des couches varie progressivement de 10° Est à 50° Est sans que l'on ait de zones franchement redressées ou franchement horizontales.

Ce dernier résultat était particulièrement intéressant, car il a permis de construire l'usine sans apporter de modifications importantes au projet initial.

Pour parer à toute éventualité de circulation ou risque de parafouille, on a protégé l'ouvrage par un rideau d'injection doublé, dans les régions les plus litigieuses et en particulier dans la zone broyée située à la tête amont de l'écluse.

##### 2) Barrage @ Charmes.

Malgré la bonne qualité du rocher soulignée dans les rapports géologiques, on a assuré la sécurité de l'ouvrage par toutes sortes de précautions dont certaines n'étaient peut-être pas tout à fait obligatoires.

Il a été réalisé ainsi :

- un écran d'étanchéité à 1 mètre en amont du mur des rédiers;
- un second à l'aval de l'ouvrage.

Ces voiles ont été effectués à partir d'un premier groupe de forages distants de 6 mètres et descendant à 19,5 m. de profondeur, puis d'un second groupe intermédiaire descendant à 16,5 m. Enfin,

autour des piles, un troisième groupe de foragès de consolidation profonds de 15 m a été réalisé.

On y a injecté d'abord du gel de silice, puis du ciment à faible pression, dont la roche n'a d'ailleurs absorbé que d'infimes quantités;

- une fosse en enrochements à l'aval du radier et des piles pour éviter qu'une lame d'eau produite lors du relèvement des vannes ne vienne attaquer le rocher;

- enfin le radier a été "collé" au substratum par des sondages de 0,5 m et de 3 m en quinconce, tous les 5 m<sup>2</sup> environ. Pour ce collage, on a utilisé du ciment pur.

Ces travaux ne concernent que la réalisation des trois premières passes. Les deux dernières, en voie d'achèvement, seront protégées de la même façon.

De nouveaux sondages de vérification effectués par la suite ont confirmé le très faible développement des fissures et montré leur parfait colmatage.

## TECTONIQUE

---

La vallée du Rhône correspond à un fossé de subsidence tertiaire compris entre les formations hercyniennes du Massif Central et les chaînes alpines. Cette image classique admet aussi que la partie ouest de ce bassin est constituée par une série de gradins successifs qui descendent depuis le socle jusqu'à la plaine alluviale. En fait, cette conception est assez schématique et nous allons essayer de la préciser. Pour cela nous ferons appel, d'une part aux observations que nous avons pu faire dans les limites géographiques de notre étude, mais aussi aux conclusions tectoniques des travaux effectués dans le Sud de l'Ardèche par les géologues de la S.N.P.A., G. GOLO et J. DESSOIGNIES.

### I.- STYLE TECTONIQUE.

La tectonique est simple, cassante, mais on peut cependant distinguer plusieurs groupes de failles. En outre, les compartiments compris entre les fractures ont parfois été légèrement comprimés déterminant des synclinaux ou anticlinaux à faible rayon de courbure.

#### A - LES PLIS.

##### 1° - Synclinal de Châteaubourg (Pl. 24).

Le compartiment ouest de l'Ilot de Châteaubourg correspond à un synclinal dont le coeur kimméridgien calcaire n'est visible qu'au Sud du massif. Plus au Nord, en effet, son flanc ouest a été presque totalement laminé et son axe est recoupé au-dessus des Chaveirons par la faille qui le met en contact avec le Cristallin.

Après la faille des Mâchons, la terminaison nord de ce compartiment forme une sorte de cuvette dissymétrique dont le bord ouest est fortement redressé.

## 2° - La Montagne de Crussol (Pl. 25).

Pour RICHE et ROMAN, c'est un "pli-faille... dont la partie septentrionale réduite au jambage ouest plonge périclinalement dans le Rhône". En fait, il s'agit plutôt d'un anticlinal resserré au Sud, où apparaît son noyau triasique et l'amorce de sa retombée orientale. Plus au Nord, sa courbure diminue, ce qui explique le large développement de l'Oxfordien retrouvé, rappelons-le, jusqu'à l'Ouest de Granges-lès-Valence. Enfin son extrémité nord ne plonge pas brutalement dans la plaine du Rhône mais les couches, gardant le même pendage, s'inclinent doucement, comme le montre la carrière ouverte récemment du SW de la Coopérative fruitière de St Péray.

3° - Quant aux autres affleurements sédimentaires du Secondaire (Pl. 26) leur direction moyenne est de 30 à 40° E, avec une certaine tendance à tourner vers le Nord lorsque l'on se rapproche du Rhône. C'est également la direction de l'axe anticlinal de Crussol. Leur pendage, mises à part les zones voisines des failles, est généralement de 20 à 30° E.

4° - Les affleurement tertiaires sont, par contre, orientés vers le Nord Ouest avec le plus souvent un pendage SW.

## B - LES FAILLES

Elles constituent l'élément déterminant du style tectonique. Leur orientation, leur rejet et la nature stratigraphique des terrains intéressés permettent de les classer en différents groupes, groupes que l'on retrouve par ailleurs dans le Sud de l'Ardèche.



## 1° - Failles anciennes.

Ce sont les failles qui intéressent le socle hercynien et qui ont pu ou non rejouer postérieurement.

### a) Faille Est-Ouest: Faille de Château-Rouge.

La carrière de Château-Rouge est ouverte dans une zone de mylonite gneissique exploitée comme matériau d'empierrement. La puissance de cette formation qui atteint près de 100 mètres, traduit l'importance de l'accident qui met en contact les niveaux des micaschistes supérieurs et des gneiss supérieurs. Le compartiment sud est abaissé mais en l'absence de témoins des zones intermédiaires il est impossible d'évaluer le rejet.

### b) Faille Sud Ouest - Nord Est : Faille de Toulaud.

On peut la suivre sur 15 km dans les formations hercyniennes où elle met en contact le granite de Tournon et les schistes sériciteux et chloriteux du synclinal de Sarras. Son compartiment NW est abaissé et le rejet doit être très important. Très vraisemblablement elle se prolonge au Sud de la Montagne de Crussol où elle tourne vers le Nord et se divise en 4 branches jouant dans le même sens. Le rejet de ces ramifications dans les formations sédimentaires est beaucoup plus faible.

## 2° Failles "récentes".

### a) Limite tectonique du socle et de la bordure sédimentaire.

#### 1. Faille de La Voulte.

Au Nord de Privas où elle apparaît, sa direction est d'abord WSW-ENE puis, à partir de St-Julien-en-St-Alban jusqu'à La Voulte, elle devient SW-NE. Elle s'infléchit vers le Nord à partir de La Voulte où elle disparaît sous les formations quaternaires. Nous avons pu néanmoins la tracer jusqu'au Nord de l'usine de Beauchastel, avec assez de précision grâce aux petits affleurements des

Gonettes et aux nombreux sondages effectués dans cette région.

Plus au Nord, elle est masquée par le recouvrement pliocène, mais c'est sans doute cette même faille que l'on retrouve de Charmes à Soyons où elle limite également le socle de la bordure sédimentaire. Dans cette région son contour N-S d'abord sinueux tend à prendre de nouveau, après la ferme Jaulan, une direction SW-NE.

A Privas, son pendage est de  $45^{\circ}$  Sud, puis il augmente progressivement, atteint  $70^{\circ}$  Est à La Voulte et devient sub-vertical plus au Nord. Le compartiment sud est abaissé ; il s'agit donc d'une faille normale d'effondrement. Elle met au contact du socle d'abord le Callovien et ensuite l'Oxfordien. Etant donné l'épaisseur du Trias, Lias, Bajocien et Bathonien au Sud de La Voulte, son rejet doit être supérieur à 300 mètres. Au Nord, il est sans doute moindre, bien que le contact se fasse au niveau de l'Oxfordien, car ces assises se réduisent considérablement. Ceci parce qu'elle est probablement relayée, au niveau de la Serre de Blod, par l'accident qui recoupe le massif Soyons-Charmes. La valeur totale du rejet est alors au moins comparable.

## 2. Faille Crussol - Châteaubourg - Glun.

Cette faille, de direction grossièrement N-S, a un tracé très sinueux, tracé qui n'est pas dû à son pendage. C'est aussi une faille normale d'effondrement sub verticale ou fortement inclinée vers l'Est.

Derrière la Montagne de Crussol elle est presque totalement masquée par le manteau loessique ou les alluvions et on ne peut l'observer qu'en un point, le long du chemin qui monte de St Péray au Château de Beauregard. Là, elle abaisse le Kimméridgien calcaire au niveau d'un lambeau triasique conservé sur le socle. La géophysique et les sondages ont montré qu'elle se poursuit sous les alluvions et rejoint l'accident socle - Sédimentaire de Châteaubourg. Elle se continue au moins jusqu'à l'Ouest de Glun, mais faute de sondages et de données géophysiques, on ne peut la suivre plus au Nord.

Comme nous sommes là dans une région plissée, son rejet son-

ble variable. En fait, la valeur de l'affaissement, si l'on s'en tient seulement à la puissance des assises directement observables, est au moins de l'ordre de 300 mètres.

b) Failles recoupant les terrains sédimentaires (Pl. 27, Pl. 28, Pl. 29).

1. Failles dérivant des anciennes directions SW-NE.

Nous avons vu que certaines des failles qui recoupent les terrains sédimentaires peuvent être rattachées soit aux accidents SW-NE du socle, soit au contact socle-Sédimentaire de La Voulte. Toutes ces fractures tournent vers le Nord à l'approche de la plaine du Rhône.

Elles intéressent en particulier le Sud de la Montagne de Crussol. Le schéma classique des gradins vers le Rhône est ici en défaut. Paradoxalement en effet, ce sont les compartiments W qui sont abaissés ; mais cela s'explique fort bien si l'on considère qu'elles dérivent de l'accident de Toulaud. Elles sont sub-verticales, à l'exception de la faille de la dorsale du ravin d'Enfer dont le pendage normal est de 40° Est, et ont un rejet de 15 à 20 mètres.

La faille Charmes-Soyons qui prolonge l'accident de La Voulte mettant au contact les calcaires spathiques crétacés et les marnes oxfordiennes ressort très bien dans la topographie. Elle est également subverticale et son rejet peut être évalué à 300 m environ. Pour son prolongement sous-alluvial nous avons admis, très hypothétiquement, la limite miocène-pliocène.

2. Failles N-S sans lien apparent avec les anciennes directions.

Une faille normale d'effondrement sub-vertical traverse le massif de Châteaubourg ou son rejet augmente du Sud au Nord. Au niveau de Pielavigne, elle est dans le Kimméridgien calcaire, puis elle met en contact avec cette formation le Kimméridgien marneux dans le ravin de la Goule où on peut très bien l'observer,

et ensuite l'Oxfordien à partir de Châteaubourg et sous les alluvions jusqu'à Mauves. Il est probable qu'elle se continue plus au Nord, mais là encore, faute de sondages, nous n'avons pu la tracer.

Près de la ferme Giraud elle donne naissance à un deuxième petit accident de faible rejet qui rejoint vraisemblablement le contact socle-Sédimentaire au Nord Ouest de Châteaubourg.

### 3. La faille des Machons.

Au Nord du massif de Châteaubourg existe un accident transversal un peu particulier dont le rejet est de 80 m environ. Il est d'abord orienté NW-SE, puis W-E, mais cette direction aberrante n'appartient pas à un nouveau système de cassures et n'est que la conséquence des effondrements Nord-Sud : lors de l'affaissement du massif de Châteaubourg, le changement de direction de la faille socle-Sédimentaire a obligé le compartiment ouest à se redresser brusquement vers le Nord. Le relèvement n'ayant pu se faire souplement a donné naissance à cet accident transversal.

### C - FAILLE PROFONDE.

D'après les profils telluriques établis lors de la prospection géophysique de la Bresse et du Bas-Dauphiné, GOGUEL a pu prouver l'existence d'une faille séparant les formations secondaires du bassin oligocène de Valence. Cet accident passerait au confluent de l'Isère et se dirigerait vers le NE, pour passer à la limite des affleurements cristallins à l'Est de Tournon. GOGUEL considère que c'est le prolongement de la faille de la Voulte. Si cela est vrai, c'est aussi le prolongement de la faille Charmes-Soyons, mais cela nous semble très hypothétique.

## II. - CHRONOLOGIE.

### A - PHASES ANTE-TRIASIQUES.

A partir des données précédentes, il est impossible de connaître avec précision l'histoire tectonique de la région avant le Trias. Elles montrent cependant l'existence d'au moins deux phases dans les terrains cristallins et cristalloyphylloïdes.

1° - Les formations situées de part et d'autre de la faille W-E de Châteauroge sont traversées par de nombreux filons d'aplite. Elle est donc antérieure à la montée intrusive du granite de Tournon responsable de ces venues aplitiques. Nous n'avons pu l'observer qu'en bordure du Rhône et comme malgré son importance elle n'est pas portée sur la carte au 1/80 000, il est impossible qu'elle disparaisse plus à l'Ouest "digérée" par le granite.

Quoi qu'il en soit, il ne semble pas qu'elle ait rejoué postérieurement. La faille de La Voulte, cependant, pourrait être due au rejoué d'une de ces directions E-W.

2° - La faille de Toulaud est certainement postérieure à la précédente, car dans le Sud de l'Ardèche, des failles de ce type décalent les accidents E-W. Le sens des poussées indiquerait un âge anté-stéphanien contemporain ou postérieur aux derniers mouvements du complexe cévenol [DEMAY, 1941].

### B - PHASES ANTE-OXFORDIENNES.

Dans le Sud de l'Ardèche, on a pu établir 5 phases tectoniques entre le Trias et l'Oxfordien [DESOIGNIES, 1962]. Elles ne

sont pas directement observables dans notre région mais se traduisent néanmoins par les variations d'épaisseur et les lacunes de sédimentation des assises de cet âge.

#### C - PHASE ANTE-OXFORDIEN SUPERIEUR.

Un important effondrement du Massif Central prélude à l'envahissement des mers jurassique supérieur et crétacée. Pendant cette phase, les anciennes directions E-W et SW-NE ont rejoué car dans le Sud de l'Ardèche, ces failles affectent encore le Bathonien supérieur, mais non les couches postérieures (DESSOIGNIES 1962).

#### D - PHASE ANTE-OLIGOCENE. (Pl. 30, Pl. 31).

Un mouvement positif de très grande amplitude remonte le socle et fait basculer les assises sédimentaires vers l'Est. Ce mouvement entraîne la formation des grands accidents N-S, le rejoué et l'éclatement de la faille de Touloud. Les cassures ont d'ailleurs dû se produire assez tardivement, alors que les forces avaient légèrement changé d'orientation, car elles sont un peu obliques par rapport aux directions des couches.

Cette phase déterminante a dessiné les grands traits de la physionomie actuelle de notre région.

L'existence de cette phase est prouvée :

- par la discordance du conglomérat oligocène de Charmes sur le Crétacé de Soyons et sur le Jurassique supérieur et la présence d'éléments jurassiques, triasiques et cristallins dans cette formation ;

- par la discordance des sables oligocènes des Gonettes sur l'Oxfordien ;

parce que l'on trouve dans l'Oligocène de la Serre d'Aurouze de nombreux rognons pyriteux provenant vraisemblablement de l'accident socle-Sédimentaire Charmes - Soyons, riche en oxyde de fer;

- par l'absence de dépôts crétacé supérieur et éocène ;  
- enfin par le fait que dans les régions non affectées par les failles N-S, les érosions éocènes et oligocènes ont fait disparaître les formations crétacées et jurassique supérieur. Là où elles ont été conservées, c'est qu'elles étaient déjà affaissées par ces failles nécessairement pré-oligocènes.

Cette phase est peut-être contemporaine des mouvements d'âge crétacé moyen mis en évidence par Ch. LORY dans le Dévoluy, ou de l'Éocène inférieur de la bordure sub-alpine.

#### E - PHASES MIOCENES.

Toutes ces failles ont rejoué durant le Miocène. Cependant il ne semble pas que leur rejeu ait été aussi considérable que lors de la phase précédente. En effet, l'une des failles Soyons-Charmes recoupe les formations secondaires et oligocènes mais tandis que dans les premières sont rejet est au moins de 300 m, il ne semble pas dépasser 50 m dans les secondes. Ceci est encore confirmé par les pendages très faibles, voire inexistantes de l'Oligocène et du Miocène.

##### 1° - Phase anté-Burdigalien supérieur.

Les assises burdigalien supérieur du barrage de Charmes sont très vraisemblablement discordantes sur le conglomérat oligocène de Charmes qui passe sous elles.

##### 2° - Phase anté-vindobanienne.

Elle demeure assez hypothétique puisqu'il n'est pas tout à fait certain que les conglomérats sur lequel repose en discordance les grès à Cardita michandi d'Etoile soient burdigaliens.

### 3° - Phase Post-Vindobonien.

Le rejeu des failles N-S a entraîné un certain pendage de la molasse vindobonienne de Crussol et de Charmes.

### F - PHASES RECENTES.

Elles restent à prouver par des arguments géologiques. Cependant le géographe A. MOREL fait remarquer qu'à la fin du Pliocène le toit des marnes plaisanciennes érodé par le Rhône devait avoir une pente descendante de l'amont vers l'aval. Or la cote des alluvions augmente sensiblement du Nord de Crussol à Charmes, c'est-à-dire en sens inverse. Ceci pourrait s'expliquer par des mouvements tectoniques récents que traduirait également la fraîcheur des entailles des petits cours d'eau.

### III. CONCLUSION TECTONIQUE.

L'histoire tectonique de notre région est donc beaucoup plus complexe qu'il ne paraît au premier abord. Depuis le Primaire jusqu'à la fin du Miocène se sont succédées de nombreuses phases de valeur inégale. Un mouvement positif du socle à l'Hercynien a donné naissance à des accidents EW et NW-SE qui ont pu rejouer par la suite. Jusqu'à la fin de l'Oxfordien, le bâti hercynien a été soumis à des oscillations de sens et d'importance divers. Il semble que ce soit dès la fin du Secondaire que le contrecoup des plissements alpins ait produit un relèvement du socle suivi immédiatement par un effondrement considérable de la bordure est du Massif Central. Cet effondrement a permis la formation de gradins limités par des failles N-S dont la mise en place a été favorisée par l'hétérogénéité du socle et qui sont souvent en relation avec les anciens accidents. L'affaissement s'est poursuivi pendant tout le Tertiaire et peut-être même jusqu'à une époque récente.



## CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

La reprise du levé de la carte géologique de la rive droite du Rhône, de Tournon à La Voulte et la connaissance par sondages du substratum sous-alluvial font ressortir un certain nombre de faits.

### 1. Stratigraphie.

- Il est possible d'établir, dans certains cas, un parallélisme entre les grands ensembles triasiques de Lorraine et les zones de quelques décimètres du faciès germanique réduit.

- Du Trias à l'Oxfordien se sont déposés des sédiments épicontinentaux et l'on peut parfois tracer la limite approximative des mers liasiques et jurassique moyen.

- Les importants dépôts calcaréo-argileux et calcaires du Jurassique supérieur correspondent à des mers épicontinentales peu profondes.

- Au Crétacé inférieur, la bordure ardéchoise du Rhône était très proches du rivage, car les sédiments montrent des influences côtières très nettes.

- Il n'existe pas de formations de l'Albien du Crétacé supérieur et de l'Eocène.

- L'oligocène correspond à des dépôts variés dont l'âge relatif est difficile à préciser.

- Il semble probable qu'un important réseau hydrographique se soit installé dès le Miocène inférieur.

- Les données fournies par les sondages et de très rares affleurements permettent de tracer les limites des transgressions burdigaliennes et vindoboniennes.

- Au Tortonien supérieur et au Pontien se sont produits de très importants ravinements.

- Les marnes bleues plaisanciennes mais aussi astiennes sont

d'origine saumâtre.

- On peut reconnaître dans le loess une dizaine de niveaux séparés par des cailloutis granitiques entraînés par des coulées de solifluxion.

## 2. Tectonique.

- L'histoire tectonique , relativement complexe, est liée à un certain nombre de phases.

- Les anciennes directions hercyniennes, dues à un mouvement positif du socle, ont rejoué postérieurement et donné naissance à la plupart des accidents N-S.

- La phase la plus importante semble être post-aptienne et pré-oligocène.

- Elle correspond tout d'abord à un relèvement du socle, suivi d'un important effondrement.

- Cet affaissement s'est poursuivi pendant le Tertiaire et peut-être jusqu'à la période actuelle.

## LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

### ABREVIATIONS.

#### Périodiques.

- B.S.C.G.F. Bulletin des Services de la Carte Géologique de la France et des Topographies souterraines, Paris.
- B.S.G.F. Bulletin de la Société Géologique de France, Paris.
- C.R.A.S. Comptes rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences, Paris.
- C.R.S.G.F. Compte rendu sommaire des séances de la Société Géologique de France, Paris.
- T.L.G. Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences, Grenoble.
- T.L.L. Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences, Lyon.

- D.G.B.C.N.R. Dossier géologique du Projet d'Aménagement hydroélectrique, d<sup>e</sup> Beauchastel, Compagnie Nationale du Rhône.
- D.G.B.V.C.N.R. Dossier géologique du Projet d'Aménagement hydroélectrique de Bourg-lès-Valence, Compagnie Nationale du Rhône.

- BAULHIG (H.) 1928.- Le Plateau Central, Armand Colin, p. 464-473.
- BARBIER (R.) 1957.a.- Rapport sur l'Usine de Beauchastel.  
D.G.B.C.N.R.
- " 1957 b.- Note sur les sondages de reconnaissance dans la région de l'Usine de Beauchastel. Ibid.
- " 1957 c.- Note sur les nouveaux sondages de reconnaissance dans la région de l'Usine de Beauchaste. Ibid.
- " 1957 d.- Note complémentaire au sujet de nouveaux sondages de l'Usine de Beauchastel. Ibid.
- " 1957 e.- Rapport géologique préliminaire sur le projet d'aménagement hydroélectrique de Bourg-lès-Valence.  
D.G.B.V.C.N.R.
- " 1958.- Note complémentaire sur la nouvelle campagne de sondages. Ibid.
- " 1959.- Note géologique complémentaire au sujet du barrage de la Roche-de-Glun. Ibid.
- " 1960.- Deuxième note complémentaire sur l'aménagement de Beauchastel. D.G.B.C.N.R.
- BARBIER (R.) et JACOB (Ch.) 1957.- Rapport géologique final sur le prjet d'aménagement hydroélectrique de Beauchastel.  
Ibid.
- " et JACOB (Ch.) 1959.- Rapport géologique général sur le projet d'aménagement hydroélectrique de Bourg-lès-Valence. D.G.B.U.C.N.R.
- BERNARD (A.) 1956.- Sur l'origine du minerai à pyrite du Soulier (Gard). C.R.A.S., p. 228-231.
- BONNARD (.) 1934.- Etude des grottes de la vallée de la Goule à Châteaubourg, Tournon.
- BOULAY (.) 1890.- La Flore pliocène dans la Vallée du Rhône. Bibl. mun. Valence.
- BOURDIER (E) 1940.- L'éléphant fossile de Charmes et l'âge du loess de la vallée du Rhône. Bull. Soc. préhist. de France, n° 3, 2 pages.

- BUSSE (J.F.) 1962.- Les formations quaternaires de la région de Valence, D.E.S. 1er sujet, 125 p. XIX pl., Grenoble.
- " Etude hydrogéologique d'une partie des formations quaternaires de la région de Valence, D.E.S. 2e sujet, 58 p. Grenoble.
- CANUS (G.) 1963 b.- Les Ammonites du Jurassique supérieur de Crussol (Ardèche). D.E.S. Grenoble, 2 fasc., 17 p., 19 pl.
- CAREZ (L.) 1882.- Sur l'Aptien et le Gault des départements du Gard et de l'Ardèche. B.S.G.F., t. XI, p. 100-102.
- DAIMAS (J.B.) 1872.- Itinéraire du géologue et du naturaliste dans l'Ardèche et une partie de la Haute-Loire, 221 p., pl. Privas.
- " Notions géologiques et minéralogiques du département de l'Ardèche ou explication des terrains, des mines et carrières indiqués sur la carte géologique. Privas, année ? impr. Guirimand, 38 p.
- DEHARCQ (G.) 1962.- Etude stratigraphique du Miocène rhodanien. 425 p. en 2 vol., 53 fig., 54 tableaux h.t. Thèse Sc. Nat., Paris, n° 4723.
- DEMAY (A.) 1941 a.- Sur le développement et les degrés du métamorphisme régional dans la zone paléozoïque métamorphique de la partie sud du Massif Central. C.R.A.S., t. 212, p. 559-561.
- " 1941 b.- Sur les mouvements tangentiels antéstéphanien dans le Massif Central. C.R.A.S., t. 212, p. 803-805.
- " 1945.- Sur les grandes lignes de la tectonique antéstéphanienne du Massif Central. C.R.A.S. t. 220, p. 852-854.
- " 1948.- Tectonique antéstéphanienne du Massif Central. Notice explicative de la Carte géologique de France, Paris.
- " 1955.- Sur les conditions physiques des déplacements de matière et de cristallisation qui aboutissent à la formation d'un massif granitique. Sciences de la Terre, E.N.S.G. de Nancy, numéro hors série p. 249-264.

- DEPERET (Ch.) 1895.- Aperçu sur la structure générale et l'histoire de la formation de la vallée du Rhône. Ann. de Géogr. IV, p. 432-434.
- DESSOIGNIES ( ) 1962.- Etude du pays néocomien entre Baix, Chomérac et les Coirons. Rapport géologique n° 376 bis. S.N.P.A.
- DESSOIGNIES ( ) et DELCEY-LEDUC ( ) 1962.- Etude géologique de la région Aubenas - La Voulte. Rapport géologique n° 376, S.N.P.A.
- DUMORTIER (E.) 1874.- Etude paléontologique sur les dépôts jurassiques du bassin du Rhône, T. IV, Lias supérieur, 339 p., 62 pl., Paris, 4 vol.
- DUMORTIER (E.) et FONTANNES (F.). 1876.- Description des Ammonites de la zone à Ammonites tenuilobatus de Crussol (Ardèche) et de quelques autres fossiles jurassiques nouveaux ou peu connus. Mém. Acad. Lyon, XXI, 162 p., 19 pl.
- EBRAY (T.) 1863.- Sur la présence de l'étage bathonien et de l'étage bajocien à Crussol (Ardèche), 20 p., 1 pl., Nevers, impr. Bégat.
- " 1864.- Raccordement du système oolithique inférieur de l'Ardèche avec celui du Midi de la France. B.S.G.F. [2], XXI, p. 203-205.
- " 1864.- Stratigraphie des terrains jurassiques du département de l'Ardèche et en particulier des minerais de fer de La Voulte et Privas. B.S.G.F. [2], XXI, p. 363-382; et Acad. des Sc. et Belles-Lettres Lyon.
- ELMI (S.) et NOUTERDE (R.) 1962.- Données nouvelles sur le Lias inférieur et moyen de la région de Privas (Ardèche). Note présentée par G. DELLEPINE, C.R.A.S. t. 255, p. 978.
- FAUCHER ( ) .- La Montagne de Crussol. Bull. Soc. Géogr.
- " 1927.- Plaines et bassins du Rhône moyen entre Bas-Dauphiné et Provence. Etude géographique.
- FIASSON (J.) 1936.- Etude des terrains sédimentaires de Châteaubourg. Annales de l'Université de Lyon [3], p. 68 à 90.
- FONTANNES (F.) 1876.- Sur les Ammonites de la zone à A. tenuilobatus de Crussol (Ardèche). B.S.G.F. [3], V, p. 33-39.

- FONTANNES (F.) 1880.- Sur les Ammonites des calcaires du Château de Crussol et sur le nouveau genre Ataxioceras. B.S.G.F. [3], VIII, p. 313.
- " 1883.- Note sur l'extension et la faune de la mer pliocène dans le SE de la France. B.S.G.F. [3], II.
- FOURNET (J.) 1843.- Etude sur le terrain jurassique et les minerais de fer de l'Ardèche. Ann. Soc. Agr. Lyon [1], VI, p. 1-35.
- GERMAIN (C.) et DEMAISON (G.) 1958.- Contribution à l'histoire géologique du Bassin de Valence. T.L.G., t. 34.
- GOGUEL (J.) 1936.- Extension des faciès urgoniens dans l'Ardèche C.R.S.G.F.
- GOGUEL (J.) 1948.- Essai d'interprétation de la prospection géophysique de la Bresse et du Bas-Dauphiné.
- GRAS (Sc.) 1835.- Statistique minéralogique du département de la Drôme, 296 p. Grenoble.
- HUGUENIN ( ) 1877.- Fossiles des calcaires du Château de Crussol B.S.G.F. [3], V, p. 734.
- LEDOUX ( ) 1868.- Etude sur les terrains triasiques et jurassiques et les gisements de fer du département de l'Ardèche, 115 p. 3 pl., Paris, Savoy édit.
- LORY (Ch.) 1854.- Réunion de la Société géologique de France à Valence : Compte rendu de l'excursion faite à Crussol et observations sur la Montagne de Crussol. B.S.G.F. [2], XI, p. 723-730.
- " 1855.- Sur l'existence du Lias supérieur à la base de la Montagne de Crussol, près Valence. B.S.G.F. [2], XII, p. 441.
- " 1855.- Note sur les assises inférieures de la Montagne de Crussol, près Valence. B.S.G.F. [2], XII, p. 510-515.
- MASSIN ( ) 1962.- Etude de la rive droite du Rhône de Viviers à Cruas Rapport géologique n° 371, S.N.P.A.
- MOREL (A.) 1962.- La bordure orientale du Massif Central aux Coirons. Etude morphologique. D.E.S. Fac. Lettres, Grenoble.
- MORET (L.) 1933.- Sur les limites du Jura méridional. A.F.A.S. Congrès de Chambéry, C.R., p. 256.

- MUNIER-CLAIMAS ( ) 1894.- Etude sur les terrains jurassiques des environs de Valence et de La Voulte. B.S.C.G.F. n° 38, p. 85-88.
- " 1900.- Sur les accidents stratigraphiques des terrains secondaires des environs de Valence. B.S.C.G.F. [3], XXVIII, p. 67, 68.
- OPPEL (A.) 1865.- Geognostische Studien in dem Ardèche departement - Paleontologische Mittheilungen I, n° V, p. 305-322.
- POCHITALOFF ( ) et FOURNIE (D.) 1962.- Etude de la rive droite du Rhône de Châteaubourg à Charnes, Rapport géologique n° 431, S.N.P.A.
- REYNIER (E.) 1947.- Le Pays de Vivarais. Imp. Mud. Thomas, Yssingeaux.
- RICHE (A.) 1911.- Sur les lacunes affectant la partie inférieure des assises secondaires de Crussol (Ardèche) et du bord oriental du Plateau Central. C.R.A.S. t. 153, p. 1258.
- RICHE (A.) et SAYN (G.) 1910.- Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Valence, Alais et Nîmes. Excursion à Crussol. C.R.S.G.F. n° 15, p. 135-137.
- RICHE (A.) et ROMAN (F.) 1921.- La Montagne de Crussol. Etude stratigraphique et paléontologique. T.L.L., 196 p., 8 pl.
- RICOUR (J.) 1962.- Contribution à une révision du Trias français. Mém. pr servir à l'explication de la Carte Géol. détaillée de la France, Paris, Impr. Nat., 474 p., XXIV pl.
- ROMAN (F.) 1913.- Etude sur la faune de Céphalopodes de l'Aalénien de la vallée du Rhône (zone à Ludwigia concava). Ann. Soc. Lin. de Lyon, nouv. série, t. LX, p. 45-68.
- " 1929.- Etude des terrains jurassiques et crétacés de l'Ardèche et des terrains quaternaires des environs de Valence. Bull. Soc. Géol. et Min. de Bretagne, t. X, fig. 1, 2, 3, 4.
- " 1930.- Etude sur le Callovien de la vallée du Rhône. T.L.L.
- " 1931.- Monographie, Stratigraphie et Paléontologie du Jurassique moyen de La Voulte-sur-Rhône. T.L.L.
- " 1950.- Le Bas-Vivarais.



- ROMAN (F.) et GOGUEL (J.) 1936.- Les failles des environs de Privas. C.R.S.G.F., n° , p. 14 à 16.
- ROMAN (F.) et MAZENOT (G.) 1937.- Découverte d'une faune pyriteuse d'âge tithonique supérieur aux environs de Chomérac (Ardèche). B.S.G.F. 7.
- SAUSSURE (H.B.de) 1796.- Voyage dans les Alpes, 4 vol. in-4°, Neuchâtel t. III, p. 415.
- SAUTIER (A.). 1854.- Note géologique sur la Montagne de Crussol (Ardèche). B.S.G.F. [2], XI, p. 716-722.
- SAYN (G.) 1892.- Sur la présence de l'Helix bidens Chemnitz dans le lehm des Mauves, près Tournon (Ardèche). Bull. Soc. Stat. Isère, 3 p.
- SAYN (G.) et ROMAN (F.) 1930.- Monographie stratigraphique et paléontologique du Jurassique moyen de La Voulte-sur-Rhône, TLlfasc. 14, Mém. 11.
- SORNAY (J.) 1946.- Le Crétacé supérieur dans l'Ouest du département de la Drôme et dans les régions voisines. T.L.G., t. 25, 27 p., 4 pl.
- " 1947.- Remarques sur le Crétacé supérieur dans le Sud de l'Ardèche. Etude stratigraphique sur le Crétacé supérieur entre Valence et Avignon et dans les régions voisines. C.R.S.G.F.
- THIOLLIERE (V.) 1847.- Note sur les terrains jurassiques de la partie méridionale du Bassin du Rhône. B.S.G.F. [2], V, p.31-39.
- " 1854.- Sur les travaux de la Société Géologique de France à Valence, en septembre 1854. Ann. Soc. Agr. Lyon [2], proc.-verb., p. XLIX-LV.
- TORCAPEL (A.) 1884.- Géologie de la rive droite du Rhône. Etude des terrains traversés par la ligne de Nîmes à Givors.
- TOUCAS (A.) 1888.- Note sur le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de la vallée du Rhône. B.S.G.F. [3], XVI, p. 903-927.
- " 1889.- Nouvelles observations sur le Jurassique supérieur de l'Ardèche. B.S.G.F. [3], XVII, p. 729-742.

- TOUCAS ( A. ) 1890.- Etude de la faune des couches tithoniques de l'Ardèche. B.S.G.F., XVIII, p. 560-629, pl. XIII-XVIII.
- WEGMAN ( E. ) 1963.- Le Jura plissé dans la perspective des études sur le comportement des socles. Livre à la mémoire du professeur FALLOT, t. II, Mémoires S.G.F., 1960-63, p. 99-104.
- YATAN ( ) 1949.- La sédimentation détritique dans la zone subalpine et le Jura méridional au Crétacé et au Tertiaire. C.R.S.G.F., p. 102.
- ZITTEL (KA) und HOLDER ( H. ) 1959.- Stratigraphische und faunistische Beziehungen im Weiblen Jura (Kimeridgien) zwischen Süddeutschland und Ardèche. Neues Jb. Geol. u. Paläont., Abh. 108/2/150-214, Stuttgart.

## TABLE DES MATIERES

### AVANT-PROPOS.

### INTRODUCTION.

	pages
A - CADRE GEOGRAPHIQUE.....	2
1. Géographie physique	
2. Géographie économique	
3. Géographie humaine	
B - CADRE GEOLOGIQUE.....	5
<u>HISTORIQUE SOMMAIRE DES RECHERCHES</u>	
A - Les Précurseurs.....	6
B - De 1856 à 1936.....	7
1. Travaux sur Crussol	
2. Travaux sur les autres massifs.	
C - Ouvrages récents.....	9

### STRATIGRAPHIE

I. DESCRIPTION DES AFFLEUREMENTS.....	10
A - Les terrains cristallins et cristallophylliens...	10
1. Le Granite de Tournon	
2. Le Granite de Charmes	
3. Gneiss	
4. Micaschistes	
B - Les terrains sédimentaires.....	12
1. Le Trias.....	12
a) Trias de Crussol	
b) Autres affleurements	
c) Mine de Soyons	

2. <u>Le Lias</u> .....	17
a) Hettangien	
b) Domérien	
c) Toarcien	
3. <u>Jurassique moyen</u> .....	20
a) Aalénien	
b) Bajocien	
1/ Massif de Châteaubourg	
2/ Crussol	
c) Bathonien	
d) Callovien	
1/ Crussol	
2/ Châteaubourg	
4. <u>Jurassique supérieur</u> .....	24
a) Oxfordien	
1/ Châteaubourg	
2/ Crussol	
b) Kimméridgien	
1/ Crussol	
2/ Châteaubourg	
3/ Autres affleurements	
5. <u>Crétacé inférieur</u> .....	29
6. <u>Oligocène</u> .....	31
a) Oligocène conglomératique	
1/ Châteaubourg	
2/ Charmes	
b) Oligocène calcaire	
c) Oligocène sableux	
7. <u>Miocène</u> .....	33
1/ Crussol	
2/ Côtes Malet	
8. <u>Pliocène</u> .....	35
9. <u>Dépôts superficiels</u> .....	36

- a) Terrasses
- b) Loess
- c) Arène

II.- DESCRIPTION DES CAROTTES DE SONDAGES ET DES AFFLEUREMENTS  
DANS LES FOUILLES..... 39

A -- FORMATIONS CRISTALLINES ET CRISTALLOPHYLLIENNES.. 39

- 1° - Le Granite de Tournon
- 2° - Le Granite de Charmes
- 3° - Gneiss
- 4° - Micaschistes

B -- FORMATIONS SEDIMENTAIRES..... 40

- 1° - Jurassique supérieur..... 40
  - a) Oxfordien
  - b) Kimméridgien
- 2° - Crétacé inférieur..... 43
  - a) Hauterivien
  - b) Barrémo-Aptien
- 3° Oligocène..... 44
  - a) Oligocène conglomératique
  - b) Marnes et calcaires lacustres
- 4° - Miocène..... 45
- 5° - Pliocène..... 46

III.- CARACTERES DE LA SEDIMENTATION

CONCLUSIONS PALÉOGÉOGRAPHIQUES..... 48

- 1° - Trias..... 48
- 2° - Lias..... 48
- 3° - Jurassique moyen..... 49
- 4° - Jurassique supérieur..... 50
- 5° - Crétacé inférieur..... 51
- 6° - Crétacé supérieur - Eocène..... 51
- 7° - Oligocène..... 51

8° - <u>Miocène</u> .....	52
a) Burdigalien	
b) Vindobonien	
9° - <u>Pliocène</u> .....	54
10° - <u>Quaternaire</u> .....	55
 IV.- <u>GEOTECHNIE - METHODES - PROBLEMES - RESULTATS</u> ...	56
1° - <u>Prospection géophysique</u> .....	56
a) sondages électriques	
1/ Technique	
2/ Résultats	
b) Sondages sismiques	
1/ Technique	
2/ Résultats	
2° - <u>Sondages mécaniques</u> .....	58
1/ Technique	
2/ Résultats	
3° - <u>Problèmes posés par les ouvrages importants.</u>	60
a) Perméabilité	
b) Résistance mécanique - Tassements	
4° - <u>Solutions adoptées</u> .....	64

#### TECTONIQUE

I.- <u>STYLE TECTONIQUE</u> .....	66
A - Les Plis.....	66
B - Les Failles.....	67
1. Failles anciennes	
2. Failles "récentes"	
a) Limite tectonique du socle et de la bordure sédimentaire	
b) Failles recoupant les terrains sédimentaires	
c) Faille profonde	

II.- CHRONOLOGIE.....	72
A - PHASES ANTE-TRIASIQUES.....	72
B - PHASES ANTE-OKFORDIENNES.....	72
C - PHASE ANTE-OKFORDIENNE SUPERIEURE.....	73
D - PHASE ANTE-OLIGOCENE.....	73
E - PHASES MIOCENES.....	74
F - PHASES RECENTES.....	75
III.- CONCLUSION TECTONIQUE.....	75

CONCLUSIONS GENERALES

LISTE BIBLIOGRAPHIQUE

## TABLE DES ILLUSTRATIONS.

### STRATIGRAPHIE.

#### I.- AFFLEUREMENTS.

- Pl. 1 - Carrière de la Serre de Blod
- Pl. 2 - Trias - Gorges du Rioulet
- Pl. 3 - Trias - Gorges du Rioulet, détail de la zone 2.
- Pl. 4 - Rive gauche de la gorge du Rioulet
- Pl. 5 - Trias - Corrélation de faciès
- Pl. 6 - Carte au 1/5 000 du Ravin d'Enfer
- Pl. 7 - Hettangien
- Pl. 8 - Coupe du flanc E de la Dorsale du Ravin d'Enfer
- Pl. 9 - Coupe du flanc W de la Dorsale du Ravin d'Enfer
- Pl. 10 - Branche N du Rioulet
- Pl. 11 - Kimméridgien : Coupe des Baraques
- Pl. 12 - La Montagne de Crussol et le Trias de Soyons
- Pl. 13 - Crussolien et Tithonique de Crussol
- Pl. 14 - Carrière de Clairfond
- Pl. 15 - Microphotographie du calcaire crétacé inférieur de Soyons.
- Pl. 16 - Conglomérat oligocène de Charmes
- Pl. 17 - Les Genettes. Oligocène sableux.

#### II.- FOUILLES.

- Pl. 18 - Fouille de l'Usine de Beauchastel. Oxfordien à l'amont du mur joint.
- Pl. 19 - Usine-déchargeur - Ecluse de Beauchastel - Vue générale.



- Pl. 20 - Fouille du barrage de Charmes. "Molasse" miocène rive droite.
- Pl. 21 - Fouille du barrage de Charmes. "Molasse miocène au droit de la pile I.
- Pl. 22 - Miocène de Charmes d'après les sondages.
- Pl. 23 - Fouille de l'Usine de Beauchastel. Contact Oxfordien, Pliocène.

#### TECTONIQUE.

- Pl. 24 - Massif de Châteaubourg. Coupes sériées.
- Pl. 25 - Montagne de Crussol. Coupes sériées.
- Pl. 26 - Massif Soyons - Charmes. Coupées sériées.
- Pl. 27 - Trias et Failles de Soyons, vus du NE.
- Pl. 28 - Failles de Soyons, vues du SW.
- Pl. 29 - Massif de Châteaubourg, rive droite du ravin de la Goule.
- Pl. 30 - Discordance du conglomérat oligocène sur le Crétacé inférieur.
- Pl. 31 - Discordance Vindobonien -Crussolien marno-calcaire au Sud de Clairfond.

Vu,

Grenoble, le

Le Président de la Thèse

R. BARBIER

Vu,

Grenoble, le

Le Doyen de la Faculté des Sciences

L. WEIL

Vu, et permis d'imprimer

Le Recteur de l'Académie de Grenoble

R. TREHIN

sciences de la terre  
BIUS  
JUSSIEU  
CADIST