

LA GÉOLOGIE DE CASCANTE DEL RIO ET DE VALACLOCHE (ESPAGNE).

PAR

LOUIS ANDRÉ JOHAN BAKX

Avec Planches 4 (I), 5 (II), 6 (III).

I N D E X.

	pag.
I. Introduction	158
II. Stratigraphie	159
A. Trias	159
Muschelkalk	159
Keuper	161
Ophites	163
B. Jurassique	164
Carñiolas	164
Lias	166
Dogger	168
Malm	173
C. Crétacé	176
D. Tertiaire	176
Province de Muela	177
Province de Pañuelo	181
Province de Sta. Barbara	184
Province de Valbuena	188
Province de Carrasquilla	191
Les matériaux tertiaires dans la région mésozoïque	192
Résumé	192
Contenu paléontologique	194
Mouvements	197
III. Tectonique	198
A. La région mésozoïque	198
Description	198
Discussion des structures	206
B. La région tertiaire	207
Description	207
Discussion des structures	210
IV. Géologie historique	211
L'ère mésozoïque	211
L'époque du Miocène	212
V. Minerais	215
VI. Bibliographie	216

I. INTRODUCTION.

Le terrain étudié dans cette thèse m'a été assigné par le Dr. I. M. VAN DER VLIERK qui a guidé ce travail. Le terrain comprend les communes de Cascante del Rio et de Valacloche, ainsi qu'une partie des communes de Cubla et de Camarena de la Sierra. Elles se trouvent en Espagne dans la partie méridionale de la province de Teruel, à l'Est du Rio Guadalaviar. Le travail d'exploration a été fait durant les étés des années 1931 à 1933. Comme base topographique j'ai employé les cartes à l'échelle de 1:50.000 de la Puebla de Valverde (no. 590) et de Camarena de la Sierra (no. 613), éditées par l'Instituto Geografico de Madrid. Les cartes ne sont pas tout-à-fait exactes, et je les ai corrigées là où cela répondait aux besoins géologiques. Tant sur le terrain que dans cette publication-ci, je me suis servi d'un réseau de coordonnées pour la détermination des localités. L'avantage de ce système est de pouvoir aisément et exactement situer une localité à l'intérieur des quadrilatères au moyen des coordonnées en mm.

En 1933 mon ami R. MARTIN commença à étudier la géologie d'un terrain situé au Sud-Est du mien. Ses travaux seront publiés sous peu, également sous la forme d'une thèse à soutenir à l'Université de Leyden. Nous avons gardé au cours de nos travaux un contact étroit qui a permis maint échange de vues. Ces discussions, et les entretiens que j'eus avec le Dr. L. U. DE SITTER, Adjoint-chef à l'Institut Géologique de l'Université de Leyden, au sujet de la tectonique, ont éclairci bien des points douteux.

Je voudrais adresser encore un mot de remerciement au Dr. C. L. DE VRIES, qui a eu l'amabilité de bien vouloir déterminer les roches éruptives que j'ai trouvées, à l'Ingénieur H. H. BADINGS, qui a bien voulu examiner pour moi quelques minerais, et à Monsieur I. F. B. v. HUMALDA v. EYSINGA, qui s'est chargé de la traduction française de cette publication.

Je tiens aussi à rappeler ici l'aimable bienveillance que les autorités espagnoles m'ont toujours témoignée, ainsi que l'aide et le secours des habitants, surtout des villages de Cascante del Rio, de Valacloche, et de Camarena de la Sierra. Qu'il me soit permis de nommer ici spécialement la famille ARGUEDAS, ainsi que les topographes Sr. Don EUGENIO GRIGALBO et Sr. Don JOSÉ MARIA LLUCH.

II. STRATIGRAPHIE.

A. Trias.

En fait de matériaux triasiques, le terrain étudié ne présente que du Muschelkalk et du Keuper. Je n'ai pu obtenir de certitude quant à la présence du Buntsandstein.

Muschelkalk.

C'est à l'Est de Las Salvarizas qu'on trouve la coupe la plus complète à travers le Muschelkalk. Du haut en bas on trouve ce qui suit: (fig. 1).

Cinq (5) mètres d'argile, une couche verte et une rouge (Keuper).

7b. 3 m de calcaire jaune.

7a. 10 m de marne grise feuilletée avec quelques bancs de calcaire jaune intercalés d'environ 50 cms. d'épaisseur.

6c. 1 m de dolomie noire compacte dont une mince couche de fossiles forme le bord supérieur.

6b. 3 m de dolomie noire à „ripple marks” et à épaissements vermiculaires.

6a. 2 m de dolomie grise compacte avec une mince couche de fossiles au bord inférieur.

5. 12 m de calcaire marneux à „ripple marks” gris ou jaune.

4b. 4 m de dolomie gris-noir à „ripple marks” et à épaissements vermiculaires.

4a. 10 m de dolomie gris-foncé en bancs minces.

3. 15 m de dolomie gris-foncé en bancs épais.

2. 16 m de dolomie gris-brun à „ripple marks” et à épaissements vermiculaires.

1. { 0.15 m de marne feuilletée grise, et
 { 3.50 m de dolomie rouge-grisâtre.

Dans le quadrilatère (N-XXIV) l'assise 1 a une puissance de 18 m, et contient deux minces intercalations marneuses, une vers le haut et une au milieu. Partout ailleurs le Muschelkalk présente un développement à peu près identique.

Les épaissements vermiculaires des assises 2 et 4b sont assez larges (0.5 cm en moyenne), ramifiés et contournés; ceux de l'assise 6b sont minces (0.2 cm en moyenne), droits et sans ramifications. Autrefois on les prenait pour des fucoides, mais en 1911 WURM a soutenu qu'il n'en est rien.

Dans l'assise 6c j'ai trouvé aux points (R-XVIII-7-17) et (R-XX-7-13) des fossiles déterminables, entr'autres :

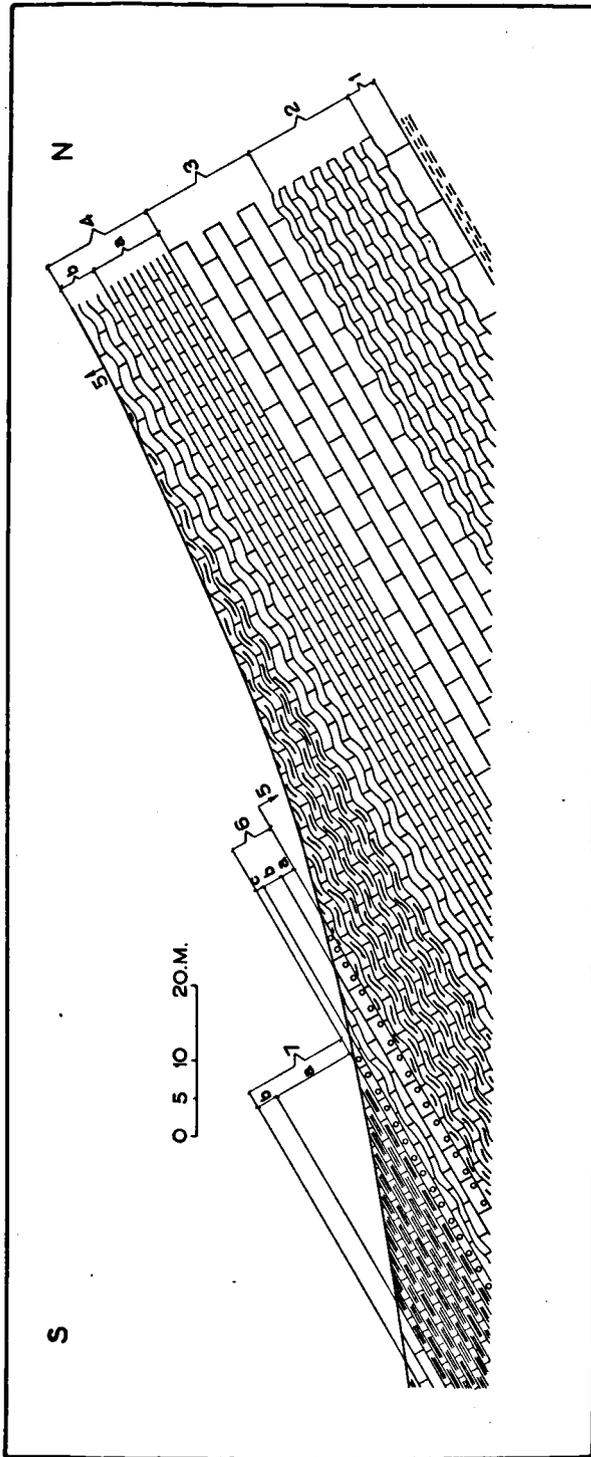


Fig. 1.
Coupe du Muschelkalk dans le Barranco del Contador (O—XXV).

Placunopsis teruelensis WURM

Terquemia complicata GOLDF.

Pecten inaequistriatus GOLDF.

Gervillea sp.

Rissoa sp.

SCHMIDT (voy. bibl. 23) appelle cette faune la „faune de Teruel” et sa présence indique du Muschelkalk moyen.

Dans l'assise 4b j'ai trouvé aux points (O-XIV-15-10) et (R-XVI-2-8) des *Daonellae*.

La limite supérieure du Muschelkalk est indiquée plus ou moins arbitrairement à cause de l'absence complète de fossiles dans la partie supérieure. J'ai placé cette limite là où les assises de calcaire disparaissent.

Dans les grandes lignes cette coupe concorde avec la coupe moyenne du Muschelkalk dans l'Aragon méridional. Ici aussi on peut distinguer nettement les calcaires de la base (assises 1—4) surmontés d'une série plus marneuse (assises 5—7) qui contient une faune lamellibranche.

Keuper.

La stratigraphie et l'épaisseur du Keuper sont très difficiles à déterminer vu qu'il a partout été très fortement malaxé. Comme partout ailleurs en Espagne, il est formé par une grosse série d'argiles et de gypses à intercalations rares et minces de dolomie.

Dans le quadrilatère (M-XIV) j'ai relevé la coupe suivante:

4. du gypse et de l'argile gris contenant quelques minces intercalations de dolomie, surtout vers le bas. Les unes en sont compactes, les autres cavernueuses.
3. 55 m de gypse rouge.
2. du gypse gris parsemé d'ophites.

Près du point (P-XXI-0-0) se trouve la coupe suivante:

Les Carñiolas.

5. de l'argile rouge.
4. de l'argile grise avec de minces intercalations de dolomie, surtout dans le bas.
2. du gypse et de l'argile gris.

Sous l'Estopar on trouve, dans une coupe renversée, du haut en bas:

Le Muschelkalk.

2. du gypse gris.
3. du gypse rouge.
4. du gypse gris, avec de minces intercalations de dolomie vers le haut.

Dans le quadrilatère (T-XVI) on trouve ce qui suit

Les Carñiolas.

5. de l'argile rouge.
4. de l'argile grise avec des intercalations de dolomie, dans le bas surtout.

3. de l'argile brune feuilletée.
2. 15 m de gypse gris.
1. 5 m d'argile rouge et verte.

Et dans le quadrilatère (P-XIII) enfin on trouve:

4. de l'argile grise à intercalations de dolomie dans le bas.
2. du gypse gris parsemé d'ophites dans le haut.

Ces diverses coupes m'ont servi à construire la coupe moyenne suivante:

Les Carñiolas.

5. de l'argile rouge.
4. du gypse gris ou de l'argile grise, avec, dans le bas surtout, de minces intercalations de dolomie d'une puissance d'environ 50 cms.
3. du gypse rouge.
2. du gypse gris parsemé d'ophites dans le haut.
1. 5 m environ d'argile feuilletée verte et rouge.

A l'Est de la ligne (N-XIX-0-0) — Cubla, l'assise 4 est argileuse, à l'Ouest de cette ligne elle est gypseuse.

L'assise 3 est absente en plusieurs endroits. Ceci peut avoir deux causes: en premier lieu l'assise 3 peut s'être transformée en gypse gris de façon à ne plus pouvoir être distinguée des assises 2 et 4; en second lieu l'assise 3 peut avoir été étirée jusqu'à suppression complète. La seconde possibilité me semble la plus probable vu qu'il est impossible de nettement séparer les régions sans couche de gypse rouge de celles qui en ont une. En effet, l'assise 3 est absente du quadrilatère (P-XIII), mais on la retrouve dans le quadrilatère (T-XVI). Elle manque encore dans le quadrilatère (0-XX) pour réapparaître dans le (N-XVIII).

En déterminant la puissance originelle du Keuper et de ses subdivisions, il ne faut pas oublier qu'au Nord de la ligne Estopar—Alto de la Molina le Keuper a été laminé, alors qu'au Sud de cette ligne il a subi un épaississement secondaire. Ceci n'est cependant exact que pour le Keuper inférieur, et non pour le Keuper supérieur. En effet, la puissance des assises 4 et 5 est de 140 m dans le quadrilatère (T-XVII), et de 160 m dans le (P-XXI). On peut donc déterminer la puissance originelle du Keuper supérieur à 150 m environ. Les assises 2 et 3 par contre ont été très fortement laminées. L'assise 2 a une puissance de \pm 250 m dans le quadrilatère (M-XV), près de l'Estopar cette puissance n'est plus que de 50 m environ, et de 10 m seulement dans le quadrilatère (T-XVI). Ce qui fait une moyenne de 100 m approximativement. L'assise 3 a une puissance de 55 m dans le quadrilatère (M-XV), de 50 m près de l'Estopar, et de 5 m dans le quadrilatère (T-XVI), ce qui nous fournit une moyenne approximative de 40 m. L'assise 1 a partout une puissance qui varie autour des 5 m. Ceci nous mène donc à une puissance originelle de 300 m environ pour le Keuper.

Dans quelques petits banes de dolomie compacte au bas de l'assise 4 j'ai trouvé aux points (R-XIII-0-8) et (T-XVI-8-7) plusieurs *Lamellibranches* qui ressemblaient à des *Anoplophorae*.

Ophites.

Comme il est dit plus haut, on trouve dans l'assise 2 du Keuper des couches de matériaux éruptifs, appelés „Ophites” par RICHTER et TEICHMÜLLER. On les trouve très bien développés au Nord et au Sud de la vallée de Camarena, entre Valacloche et Mas de Navarete. Les ophites s'y trouvent en concordance complète dans les couches de gypse. Sur le bord S.E. du petit massif près de (L-XIV-16-18), et sur le bord N.W. du massif près de (L-XV-17-3), j'ai relevé un profil au travers d'une de ces couches.

Le premier de ces profils présente l'aspect suivant: (fig. 2)

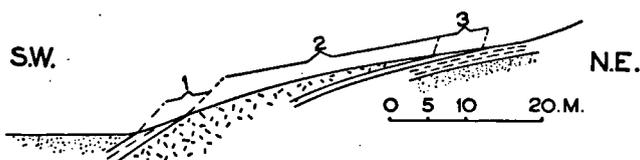


Fig. 2.

Coupe de la nappe d'ophite au pt. (L—XIV, 16—18).

1. Une zone de contact formée de Keuper métamorphique, parcouru de minces veines vertes. En descendant, les veines vont s'épaississant et se transforment en des veines de roche finement cristalline avec des surfaces de lave cordée.
2. Une roche éruptive à cristaux grossiers.
3. Une roche éruptive microcristalline.

Le second profil présente cet aspect: (fig. 3)

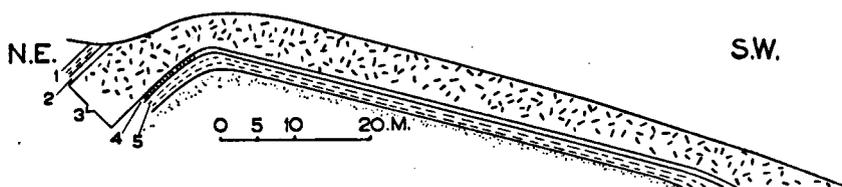


Fig. 3.

Coupe de la nappe d'ophite au pt. (L—XV—17—3).

Le Keuper.

1. Du Keuper métamorphique.
2. Une roche éruptive microcristalline.
3. Une roche éruptive à cristaux grossiers.
4. Une roche éruptive microcristalline, développée par endroits en cheire.
5. Du Keuper métamorphique.

La roche à cristaux grossiers présente une structure tantôt ophitique tantôt granitoïde, et est formée de pyroxène contenant quelquefois beaucoup de Ti, de feldspath acide (de l'andésine), et d'un peu de biotite.

La roche microcristalline a une structure porphyrique et est formée de phénocristaux de pyroxène dans une pâte formée de feldspath, de pyroxène et d'un peu de biotite. Dans les veines à surface de lave cordée on trouve du verre dans la pâte. Les couches de Keuper métamorphique sont formées surtout de schistes tachetés et de „Garbenschiefer”.

Les couches métamorphiques qui surmontent les assises éruptives indiquent une intrusion des nappes d'ophites. Les surfaces de lave cordée et de cheire font supposer par ailleurs que les couches d'ophite sont des roches d'épanchement. Ce sont probablement des nappes d'intrusion qui ont acquis cette curieuse structure superficielle grâce à leur intrusion dans une roche très ductile et incapable de retenir la surface refroidie de cette couche, en suite de quoi cette surface s'est ridée ou s'est brisée. La nappe aura probablement été intrudée pendant le Charmouthien, car dans cet étage on rencontre des tufs. Les plissements très accusés dans le Keuper rendent difficile de déterminer le nombre de ces nappes intrusives. Probablement même qu'il n'y en a eu qu'une. Aucun fait ne va à l'encontre de cette hypothèse.

Les faits relevés dans le terrain examiné paraissent donc ne pas concorder du tout avec les conclusions de RICHTER et de TEICHMÜLLER, qui admettent que toutes les ophites des chaînes Celtibériennes ont à peu près le même âge, et ont été formées pendant l'ère du Keuper. Il faudrait admettre plutôt que les ophites des diverses localités sont d'âges variant entre le Keuper inférieur et le Lias supérieur.

B. Jurassique.

Carñiolas.

Quoique la partie inférieure des Carñiolas appartienne probablement encore au Trias supérieur, il m'a paru préférable de traiter cette série en entier dans le chapitre consacré au Jurassique, en considération de sa nature tant au point de vue lithologique qu'au point de vue tectonique.

Sur le Keuper donc repose une puissante série de calcaires et de dolomies, appelée „Carñiolas” par les géologues espagnols (voy. Bibl. 23 et 33). Ces Carñiolas sont développées de la manière suivante :

5. 15 m de calcaire bleu à „ripple marks”.
4. 150 m de calcaires bleus et bruns en bancs épais.
3. 10 m de dolomie gris-clair, souvent légèrement friable.
- 2b. 10 m d'argile rouge et violacée à bancs calcaires très caverneux de même couleur intercalés.
- 2a. 15 m de calcaire caverneux rouge-grisâtre.
- 1b. 5 m de dolomie à „ripple marks”, gris-clair.
- 1a. 10 m de dolomie gris-clair non-stratifiée souvent légèrement friable.

Sur le versant méridional du sommet 1360 (R-XIX) j'ai pu relever une belle coupe à travers les assises 1 et 2a (fig. 4). Ici les couches sont légèrement renversées. Dans la vallée entre les sommets 1521 et la Peña Blanca on trouve une coupe assez bonne à travers les assises 2, 3 et la partie inférieure de l'assise 4. Sa partie supérieure ainsi que

l'assise 5 affleurent très nettement dans le Barranco del Contador. On ne rencontre nulle part dans les Carñiolas de belles coupes continues, car, dans le terrain examiné, les calcaires sont partout très fracturés sur la limite justement qui sépare le Jurassique du Trias. Il m'a donc été impossible de déterminer la puissance de l'assise 4. Mon ami MARTIN, qui a étudié cette assise dans un terrain touchant au mien au Sud-Est, a eu l'obligeance de m'en communiquer la puissance qu'il avait déterminée dans des coupes non-fracturées des environs de Camarena.

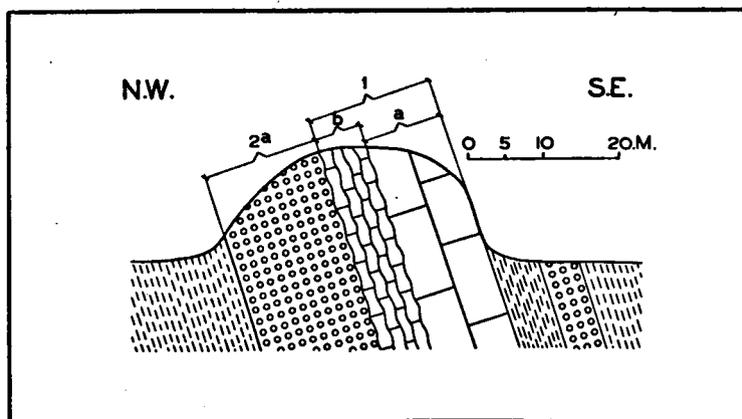


Fig. 4.

Coupe de la partie inférieure des Carñiolas au pt. (R—XIX—0—10).

A première vue l'assise 1 ressemble à s'y méprendre au Muschelkalk, surtout si l'on en trouve des lambeaux étalés sur le Keuper, ou bien qui y sont enserrés. Mais le Muschelkalk est bien plus foncé et moins friable.

Dans les assises 1 et 4 on rencontre çà et là des parties qui se composent de cargneules. Celles-ci cependant se trouvent toujours au milieu de brèches de friction et ne me paraissent donc être que de la brèche de friction lessivée.

Les Carñiolas sont presque entièrement dépourvues de fossiles. Près du seul point (T—XVIII—10—10) je découvris dans l'assise 1b quelques *Lamellibranches* indéterminables. En remontant on ne trouve plus que des calcaires à „ripple marks” avec une faune de Lias moyen.

Cette absence de fossiles a rendu relativement arbitraire la délimitation des Carñiolas, tant vers le haut que vers le bas, d'autant plus que des transitions lithologiques se présentent des deux côtés. Il m'a semblé logique de fixer la limite inférieure là où apparaissent les premières dolomies compactes, qui sont caractéristiques des Carñiolas, et de situer la limite supérieure là où les couches gréseuses, typiques du Lias moyen, font leur apparition.

Selon DEREIMS, RICHTER, TEICHMÜLLER et WURM (1911), ils représentent le Rhétien et le Lias inférieur. Ceci me paraît en effet très probable.

Lias.

Surmontant les Carñiolas se trouve une série de calcaires microcristallins à „ripple marks”, que j'ai relevés à deux endroits, à savoir: entre (T-XXV-10-0) et (T-XXV-0-7), et entre (H-XVI-10-10) et (H-XVII-10-2).

La première coupe présente ce qui suit: (voy. fig. 5)

Du tuf vert.

8. 5 m de calcaire à „ripple marks”, vert-jaune, sableaux et mou, et abondant en *Brachiopodes* et en *Lamellibranches*.
7. 3 m de calcaire gris à „ripple marks” contenant des concrétions et des fossiles (*Brachiopodes* et *Lamellibranches*).
6. 5 m de calcaire bleu en bancs épais, avec des *Bélemnites*, des *Brachiopodes* et des *Lamellibranches* dans le haut, et des stigmes de *Crinoïdes* dans le bas.
5. 5 m de calcaire à „ripple marks”, brun et gréseux, avec quelques rares *Lamellibranches*.
4. 6 m de calcaire à ripple marks, brun, microcristallin, sans fossiles.
- 3c. 4 m de calcaire microcristallin brun, alterné de macrocristallin bleu.
- 3b. 11 m de calcaire bleu en bancs épais, avec quatre couches gréseuses intercalées tirant du jaune au rouge. Celle du dessus a une puissance d'un mètre et est plus exactement composée d'un certain nombre de couches de grès présentant des fissures de contraction, et séparées entr'elles par des filets de calcaire jaune.

La seconde couche gréseuse est à quatre mètres du bord supérieur et a 40 cms. d'épaisseur. Droit au-dessus se trouve

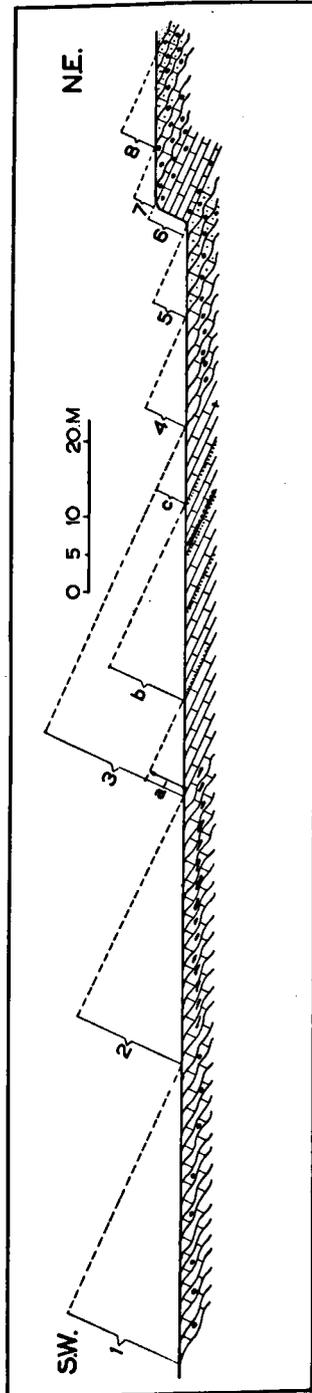


Fig. 5.
Coupe du Charmouthien dans le Barranco del Confador (T-XXV).

une couche à fossiles indéterminables. La troisième couche gréseuse est à sept mètres du bord supérieur et est épaisse de 20 cms. La quatrième est tout en bas; elle a une puissance d'1 m et se compose à son tour de deux couches encore plus minces superposées.

- 3a. 5 m de calcaire microcristallin brun, alterné de calcaire macrocristallin bleu, avec „ripple marks” dans le bas.
 - 2. 15 m de calcaire à „ripple marks” microcristallin brun, contenant des concrétions, et avec quelques bancs gréseux.
 - 1. 16 m de calcaire à „ripple marks” brun et gréseux avec quelques bancs de calcaire microcristallin. Les couches gréseuses contiennent par-ci par-là des fossiles, des *Lamellibranches* surtout.
- 15 m de calcaire à „ripple marks” bleu. (Carñiolas).

A côté du Barranco Bajonso se trouve le profil suivant:

Du tuf vert.

- 7. 3 m de calcaire à „ripple marks” brun avec *Brachiopodes* et *Lamellibranches*.
- 6. 5 m de calcaire bleu avec fossiles. Des *Bélemnites* dans le haut.
- 5 et 4. 11 m de calcaire à „ripple marks” sableux, très abondant en fossiles, des *Lamellibranches* surtout.
- 3c. 4 m de calcaire brun et bleu alterné.
- 3b. 15 m de calcaire bleu avec cinq couches sableuses rouges intercalées. Les trois couches supérieures correspondent aux couches 1, 2 et 3 de la coupe du Barranco del Contador, et les deux dernières correspondent aux couches 3 et 4 de cette coupe. Il paraît donc y avoir une faille.
- 3a. 5 m de calcaire macrocristallin bleu alterné de calcaire microcristallin brun.
- 2 et 1. du calcaire à „ripple marks”, gréseux dans le haut, microcristallin dans le bas. Il n'est pas possible d'en déterminer la puissance, en raison d'un certain nombre de failles qui s'y trouve.

Les Carñiolas.

Il faut remarquer qu'ici on ne retrouve pas l'assise 8 de la coupe du Barranco del Contador. Néanmoins, la partie inférieure de la couche de tuf est sensiblement plus riche en calcaire que le reste. Ici l'assise 8 est donc probablement encore plus molle et plus riche en matériaux éruptifs que dans le Barranco del Contador, ce qui la rend très difficile à distinguer de la couche de tuf.

Au point (S-XXI-17-18) j'ai trouvé dans les assises 7 et 8 les fossiles suivants:

- Rhynchonella dumbletonensis* ROLL.
- Rhynchonella meridionalis*.
- Terebratula punctata* SOW.
- Zeilleria Jauberti* DESL.
- Zeilleria Darwini* DESL.
- Pholadomya ambigua* SOW.

Dans l'assise 7 de la coupe du B. Bjonso on trouve:

Terebratula punctata Sow.

Zeilleria Jauberti DESL.

L'assise 5 de la même coupe contient:

Pholadomya ambigua Sow. (en grande quantité).

Terebratula punctata Sow.

Rhynchonella fodinalis TATE.

Les *Brachiopodes* présentent tous des formes propres au Charmouthien. *Pholadomya ambigua* se rencontre dans tout le Lias moyen (HAUG).

Dans l'assise 1 je trouvai au point (S-XXI-15-18)

Chlamys philenor D'ORB.

qu'on trouve en Allemagne dans le Lias δ .

Au point (K-XV-9-3) la même assise m'a donné

Pholadomya decorata HARTM.

que l'on trouve dans tout le Lias moyen (HAUG).

C'est donc toute cette série de calcaires à „ripple marks” qui représente le Charmouthien.

Reposant sur le Charmouthien on trouve une assise verte et gréseuse d'une puissance d'environ 40 m. Elle se compose de calcite de saussurite et de fragments anguleux de verre, dans lesquelles on trouve des cavités arrondies bourrées de calcite ou de chlorite. Tout en haut du Barranco de Piqueras, le long de la route de Cascante à Camarena, j'y ai même trouvé des morceaux relativement arrondis de calcaire dolomitique d'un diamètre d'environ 6 cm, qui sont probablement des morceaux de Muschelkalk. Nous avons donc affaire ici à des tufs. Sur place cette assise est facilement reconnaissable à sa couleur, et peut commodément servir de couche de repère pour la figuration.

Je n'y ai point trouvé de fossiles. Comme nous l'avons vu, les assises sous-jacentes sont du Charmouthien, celles d'au-dessus paraissent être de l'Aalénien (zone à *Ludwigia murchisonae*), ce qui m'a amené à conclure que cette assise de tuf représente probablement le Toarcien (HAUG).

Ces coupes correspondent à peu près à ceux que DERELMS décrit aux environs d'Albarracin et au travers du Sierra Palomera. Les assises 4—7 peuvent être comparées à ce qu'il nomme le Charmouthien, et, en ce cas, la couche de tuf correspondrait à son Toarcien. Il est curieux, qu'ici comme là, la couche à *Ludwigia murchisonae* s'est constituée en calcaires durs.

D o g g e r.

J'en relevai la partie inférieure au point (H-XVI-10-4) et la partie supérieure entre les points (F-XVII-18-0) et (G-XVII-0-4).

Les coupes se présentent comme suit:

La partie supérieure (fig. 6):

- 9. 0.50 m de calcaire oolithique ferrugineux bourré de fossiles.
- 8d. 3.50 m de calcaire jaune-brun avec quelques fossiles.
- 8c. 4.50 m de calcaire gris sans fossiles.
- 8b. 2.50 m de calcaire gris plein de *Brachiopodes*.
- 8a. 19 m de calcaire gris avec quelques fossiles indéterminables dans le bas.

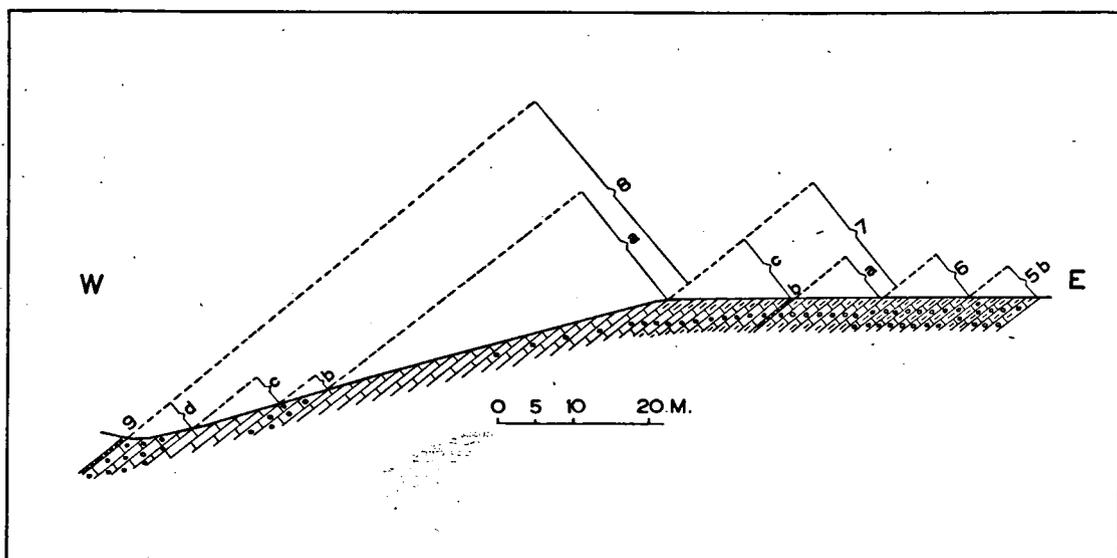


Fig. 6.

Coupe du Dogger supérieur entre les pts. (F-XVII-12-8) et (F-XVII-14-10).

- 7c. 10 m de calcaire jaune-brun avec quelques minces intercalations marneuses fossilifères.
- 7b. 0.50 m de marne sableuse abondant en fossiles.
- 7a. 7.50 m de calcaire jaune-brun avec quelques minces intercalations fossilifères.
- 6. 7 m de calcaire gris avec de minces intercalations marneuses très abondantes en fossiles.
- 5c. 6 m de calcaire gris tirant parfois sur le jaune, avec des intercalations marneuses fossilifères.

La partie inférieure (fig. 7) :

- 7a. 6 m de calcaire jaune-brun, avec quelques minces intercalations marneuses fossilifères.
- 6. 7 m de calcaire gris avec de minces intercalations de marnes riches en fossiles.
- 5c. 6 m de calcaire allant du jaune au gris, avec de minces intercalations marneuses assez riches en fossiles.
- 5b. 2.50 m de calcaire gris pauvre en fossiles.

- 5a. 0.50 m de calcaire gris très riche en fossiles.
 4f. 3 m de calcaire gris sans fossiles.
 4e. 0.25 m d'une couche sableuse riche en fossiles.
 4d. 8 m de calcaire gris macrocristallin sans fossiles.
 4c. 7 m de calcaire brun microcristallin à „ripple marks” et à concrétions, sans fossiles.

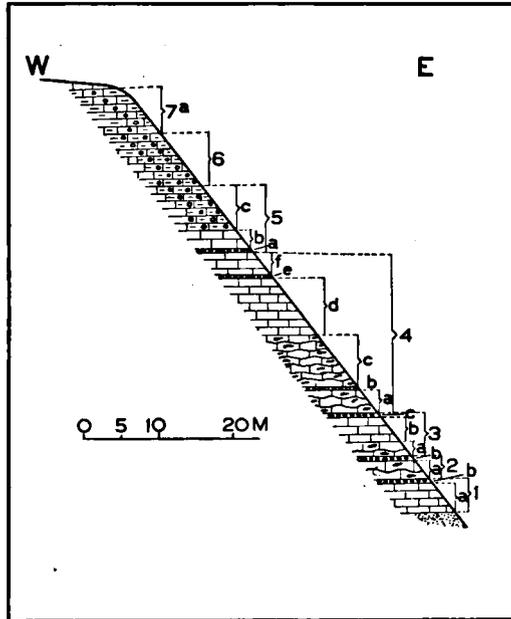


Fig. 7.

Coupe du Dogger inférieur au pt. (H-XVI-10-4).

- 4b. 0.25 m de calcaire microcristallin brun avec *Bélemnites* et *Brachiopodes*.
 4a. 3 m de calcaire microcristallin brun à „ripple marks” et à concrétions, sans fossiles.
 3c. 0.10 m de matière marneuse abondante en fossiles.
 3b. 3.90 m de calcaire macrocristallin gris sans fossiles. A 1 m du bord supérieur on trouve un mince banc de *Bélemnites*.
 3a. 2 m de calcaire microcristallin brun à „ripple marks” et à concrétions, sans fossiles.
 2b. 0.10 m de matière marneuse abondante en fossiles.
 2a. 2.90 m de calcaire microcristallin brun à „ripple marks” et à concrétions, sans fossiles.
 1b. 0.25 m de matière marneuse abondante en fossiles.
 1a. 4.25 m de calcaire jaune, gréseux, sans fossiles.
 Assise de tuf.

Dans l'assise 1b je trouvai les fossiles suivants

Ludwigia umbilicata BUCKM.

Ludwigia subcostosa BUCKM.

Lioceras gracile BUCKM.

Lioceras costosum BUCKM.

Menselia subfalcata BUCKM.

tous de la *murchisonae*-,hemera'' et *scissum*-,hemera'' de BUCKMAN, ou bien de la zone à *Ludwigia murchisonae* de HAUG.

Dans l'assise 2b on trouve :

Pseudographoceras congressum BUCKM.

Haplopleuroceras cf. *subspinatum* BUCKM.

Kleistoxyites protrusus BUCKM.

qu'on trouve dans la *concava*-,hemera'' et *discites*-,hemera'' de BUCKMAN, ou la zone à *Lioceras concavum* de HAUG.

L'assise 3c nous fournit les fossiles suivants :

Lissoceras cf. *semicostulatum* BUCKM.

Pelecodites pelekus BUCKM.

Sonninia sp.

de la *mollis*-,hemera'' et *shirbuirnia*-,hemera'' de BUCKMAN (zone à *Witchellia laeviuscula* ou *Sonninia Sowerbyi*).

Dans l'assise 4e se trouvent :

Teloceras sp.

Stegoxyites parvicarinatus BUCKM.

de la zone à *Teloceras Blagdeni* des géologues anglais et allemands.

Les assises 5a et 5c contiennent :

Strenoceras cf. *niortense*

Pseudobigotella otiophora BUCKM.

et un fossile qui ressemble beaucoup à l'*Ammonites garantianus densicostatus* de QUENSTEDT.

La couche 5 représente apparemment la zone à *Strenoceras niortense* des géologues anglais (Bibl. 1), qui correspond aux „Subfurcatenschichten'' des allemands (Bibl. 32).

L'assise 6 comprend :

Garantiana garanti D'ORB.

Spiroceras cf. *Waltoni* BUCKM.

Bigotites sp.

qui sont caractéristiques de la zone à *Garantiana garanti* des anglais (Bibl. 1), zone correspondant aux „Untere Parkinsoniensichten'' des allemands (Bibl. 32), et à la partie inférieure de la zone à *Garantiana garanti* de HAUG.

L'assise 7b ne contient que :

Oppelia subradiata.

Au point (F-XIX-14-5) cependant, je rencontrai une faune plus variée, contenant entre autres :

Parkinsonia subarietis WETZ.

Dimorphinites DeFrancei BUCKM.

Perisphinctes Martiusi SIEMR.

et un fossile qui ressemblait au *Polystephanus Daubenii* BUCKM.

On rencontre *Parkinsonia subarietis* dans les „obere Parkinsonien-schichten” des allemands (Bibl. 32). Le deuxième et le quatrième se rencontrent dans la *truelli*-„hemera” de BUCKMAN. *Oppelia subradiata* et *Perisphinctes Martiusi* se rencontrent dans tout le Bajocien supérieur. La faune indique par conséquent les „obere Parkinsoniensschichten” des allemands (Bibl. 32), qui correspondent aux zones à *Strigoceras truelli* et à *Parkinsonia wuertenbergica* des anglais (Bibl. 1), et à la partie supérieure de la zone à *Garantiana garanti* de HAUG.

L'assise 8b a donné :

Rhynchonella cf. *decorata*

Rhynchonella planata ROLL.

Terebratula röttingensis ROLL.

ce qui indiquerait du Bathonien.

L'assise 8d contient :

Clydoniceras sp.

ce qui pourrait indiquer la zone à *Clydoniceras discus* des anglais (Bibl. 1).

L'assise 9 contient :

Macrocephalites s.s. sp. (d'après BUCKMAN)

Tmetokephalites sp.

Hecticoceras metomphalum BON.

Hecticoceras cf. *Rossiense* THEISS.

Reineckia lifolensis STEINM.

Reineckia Douvillei STEINM.

Les *Macrocephalites* caractérisent la zone à *Macrocephalites macrocephalum* de HAUG, les *Reineckiae* sont propres à la zone à *Reineckia anceps* de HAUG.

Nous voyons ici par conséquent une épaisseur de 50 cms englober tout le Callovien moyen et inférieur, alors que la lenteur de la sédimentation a fait se mêler les fossiles des deux zones. L'assise se reconnaît aisément dans le terrain et peut très bien servir de couche de repère.

Pour finir, la coupe relevée nous fournit le groupement qui suit :

9. zone à <i>Reineckia anceps</i>	} Callovien.
zone à <i>Macrocephalites macrocephalum</i>	
8d. zone à <i>Clydoniceras discus</i>	} Bathonien.
8c.	
8b.	
8a.	

7c. } 7b. } 7a. }	zône à <i>Parkinsonia wuerttembergica</i> et à <i>Strigoceras truelli</i>	} Bajocien.	
6.	zône à <i>Garantiana garantii</i> (anglais)		
5c. } 5b. } 5a. }	zône à <i>Strenoceras niortense</i>		
4f. } 4e. } 4d. }	zône à <i>Teloceras Blagdeni</i>		
4c. } 4b. } 4a. }	zône à <i>Stephanoceras Humphrisianum</i>		
3c. } 3b. } 3a. }	zône à <i>Sonninia Sowerbyi</i>		
2b. } 2a. }	zône à <i>Lioceras concava</i>		} Aalénien.
1b. } 1a. }	zône à <i>Ludwigia murchisonae</i>		

Malm.

J'en relevai la partie inférieure au point (G-XVI-0-17). Elle est développée comme suit (fig. 8) :

2. du calcaire marneux feuilleté
1b. 9 m de calcaire gris avec quelques grands oolithes remplis de *Spongiaires* et d'autres fossiles.
1a. 8 m de calcaire gris avec quelques grands oolithes, passablement de fossiles, mais sans *Spongiaires*.
0.50 m de calcaire jaunâtre à oolithes ferrugineux (Callovien).

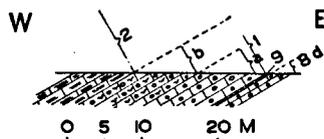


Fig. 8.

Coupe du Malm inférieur
au pt. (G-XVII-0-0).

Dans l'assise 1a je trouvai les fossiles suivants :

- Perisphinctes bifurcatus* QUEN.
Perisphinctes birmensdorfensis MOESCH.
Perisphinctes mogosensis CHOFF.
Perisphinctes aff. wartae BUCKM.

qui sont tous de la zône à *Peltoceras Uhligi* de DORN, équivalente de la zône à *Perisphinctes wartae* et à *Cardioceras alternans* de SALFELD.

La couche 1b contient :

- Ochetoceras hispidum*
Ochetoceras marantianum
Peltoceras bimamatum.

Ces fossiles sont propres à la zone à *Peltoceras bimamatum* de WEGELE, ou zone à *Perisphinctes Achilles* de SAFELD.

Vient ensuite une série puissante de calcaires marneux et feuilletés au travers desquels je n'ai pu réussir à relever des coupes nettes. Ils constituent l'assise 2 dont la puissance est de 250 m environ.

La partie supérieure du Malm (Jurassique supérieur) a été relevé entre les points (D-XIX-10-10) et (D-XX-0-5), où se trouve la coupe suivante (fig. 9) :

- 5d. 0.25 m de calcaire brun dur, très riche en *Gastéropodes*.
- 5c. 5 m de calcaire brun marneux, sans fossiles.
- 5b. 0.25 m de calcaire brun avec des fossiles indéterminables.
- 5a. 9.50 m de calcaire brun marneux, sans fossiles.

Puis une épaisseur de 5 m de couches plus molles, impossibles à déterminer.

- 4d. 11 m de calcaire corallien brun avec des restes d'*Echinides* et d'*Ostracées*.
- 4c. 17 m de calcaire brun avec quelques *Lamellibranches*.
- 4b. 5.50 m de lumachelle brune.
- 4a. 1.50 m d'un banc de calcaire spécial, composé de concrétions complètement soudées.
- 3k. 14 m de calcaire microcristallin brun fossilifère.
- 3i. 1 m de calcaire brun bourré de gros oolithes contenant quelques fossiles.
- 3h. 6 m de calcaire microcristallin brun fossilifère.
- 3g. 7 m de calcaire brun bourré de gros oolithes contenant quelques fossiles.
- 3f. 15 m de calcaire microcristallin brun contenant quelques fossiles.

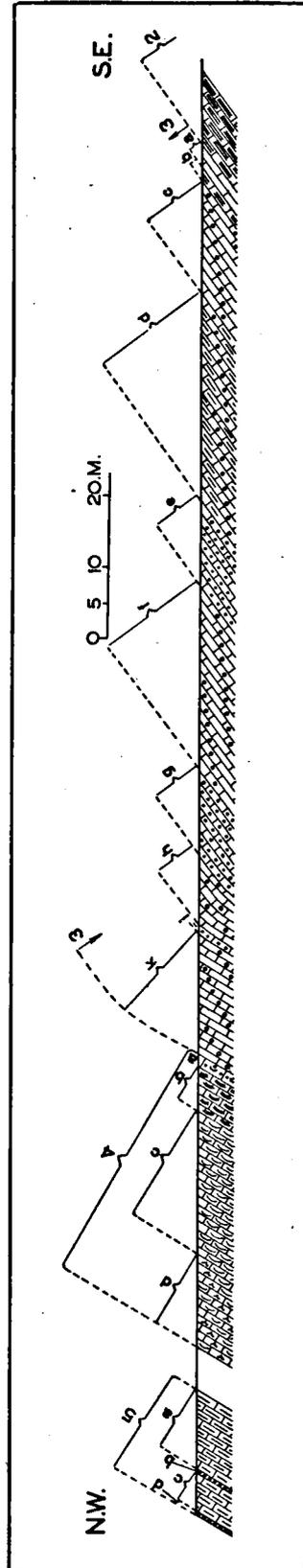


Fig. 9.
Coupe du Malm supérieur entre les pts. (D-XIX 8-11) et (D-XX-0-5).

- 3e. 7 m de calcaire brun à gros oolithes contenant quelques fossiles.
 3d. 17 m de calcaire microcristallin brun, avec de minces intercalations marneuses à fossiles peu nombreux.
 3c. 9 m de calcaire brun avec quelques fossiles.
 3b. 1 m d'une couche marneuse.
 3a. 2 m de calcaire brun.

Encore mieux que dans cette coupe-ci, l'assise 3 se trouve affleurer au point (F-XIX-12-2).

Dans l'assise 3d je trouvai :

Mytilus perplicata

Ceromya plicata AG. var. *amburnensis* GERB.

Zeilleria lampadiformis ROLL.

et dans l'assise 3k :

Mytilus perplicata

Ceromya plicata AG. var. *amburnensis* GERB.

On les trouve dans le Boulonnais depuis la zone à *Perisphinctes wartae* mut. *antecedens* jusqu'à celle à *Rasenia cymodoce* (voy. SALFELD). Les assises ne peuvent donc pas être plus récentes que cette dernière zone.

L'assise 1 représente la zone à *Perisphinctes Achilles*, ce qui nous permet de conclure que la puissance de 250 m de l'assise 2 ne représente qu'une période relativement très courte, à savoir une ou deux zones tout au plus : celle à *Ringsteadia anglica* SALF., et celle à *Pictonia Baylei* SALF. (voy. SALFELD).

Dans l'assise 5d je suis parvenu à identifier

Nerinea Pasinii GEMM.

qu'on trouve dans les calcaires à *Terebratula janitor* de la Sicile.

Nous pouvons donc grouper le Malm (Jurassique supérieur de la manière suivante (voy. SALFELD) :

5d.

5c.

Portlandien. (SALFELD)

5b.

5a.

4d.

4c.

4b.

Kimeridgien. (SALFELD)

4a.

3k.

3i.

3h.

3g.

3f.

3e.

3d.

3c.

3b.

3a.

 2. zone à *Ringstaedia anglica*?

 1b. zone à *Perisph. Achilles* et à *Perisph. decipiens*.

 1a. zone à *Cardioc. alternans* et à *Perisph. wartae*.

Les couches 2, 1b et 1a constituent l'Oxfordien supérieur de SALFELD.

Entre l'assise 9 du Dogger (Jurassique moyen) et l'assise 1 du Malm (Jurassique supérieur) nous voyons donc une grosse lacune stratigraphique qui embrasse le Callovien Supérieur, l'Oxfordien et le Lusitanien inférieur de HAUG, ou le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur de KAISER.

L'absence de fossiles a rendu arbitraire la limite séparant le Kimeridgien du Portlandien. Je la plaçai là où apparaissait le faciès du banc à *Nérinées*.

Si nous comparons maintenant cette coupe avec celle que DEREIMS décrit du Barranco Canaleja, nous remarquons ce qui suit:

Dans notre terrain le banc de *Spongiaires* est plus récent que près de Jabaloyas.

Toutes les couches inférieures au niveau des *Ochetoceras marantianum* (les assises 4, 5, et 6 de Dereims) sont absentes ici.

L'assise 8 de DEREIMS correspond probablement aux assises 3 et 4 de la coupe décrite ci-dessus. En effet, dans notre assise 4 on trouve aussi des radioles de *Cidaris*.

L'assise 9 de DEREIMS correspondrait alors à notre assise 5, toutes deux présentant des *Nérinées*.

L'assise marneuse 2, épaisse de 250 m, manque au Barranco Canaleja.

Nous constatons en outre une forte ressemblance entre le Jurassique supérieur du terrain que nous étudions et celui de Valencia, où les zones à *Peltoceras transversarium*, à *Peltoceras bimmamatum* et à *Aspidoceras acanticum* atteignent une puissance de 300 m (voy. BRINKMANN).

C. Cretacé.

Aux points (G-XVIII) et (F-XVIII), surmontant le banc de *Nérinées* du Malm (Jurassique supérieur), je trouvai des grès rouges que, à l'instar de DEREIMS, je range dans le Crétacé.

D. Tertiaire.

Le Tertiaire repose sur les assises mésozoïques en forte discordance angulaire qu'on peut distinguer très nettement au point (D-XVIII-2-0). Le Tertiaire est déposé dans une cuvette dont le bord Est constitue la séparation entre les deux formations, et dont le bord Ouest se trouve près de Villel, à 2kms. environ au N.W. de la limite N.W. du terrain étudié.

Dans cette formation je distinguai 8 assises présentant à peu près la succession suivante:

8. des couches alternées d'argile et de poudingue
7. des calcaires ou des marnes gypseuses développés par endroits
6. du calcaire
5. de l'argile
4. des marnes gypseuses
3. de l'argile
2. du calcaire
1. des couches alternées d'argile et de poudingue.

Ces assises ne présentent pas de limites accusées, vu que les assises calcaires vont s'éteignant vers les bords de la cuvette et les assises argileuses vers le milieu.

En confrontant les coupes, je me suis orienté pour les paralléliser sur deux couches de repère qui sont présentées dans tout le terrain étudié. La couche inférieure se trouve au bas de l'assise 4 et a une épaisseur constante d'un mètre environ. C'est une couche dite „bitumineuse”, partout très fossilifère, composée de tuf calcaire bitumineux.

La couche supérieure qui se trouve dans l'assise 6 est formée par une série de calcaires durs allant du brun au gris dans lesquels on peut distinguer 2 ou 3 bancs, et dont l'épaisseur varie entre 2 et 6 mètres (banc dit „triparti”).

Par ailleurs nous trouvons dans tout le Tertiaire une stratification périodique qui est d'un grand secours pour la comparaison des coupes.

En étudiant le Tertiaire je voudrais diviser mon terrain en cinq parties :

1. Le district de Muela, au Nord de la vallée du Camarena, et à l'Ouest de la ligne (L-VIII-0-0)—(O-VIII-0-0)—(S-VI-0-0).
2. Le district de Pañuelo, à l'Est de cette ligne et au Nord de la vallée du Camarena.
3. Le district de Valbuena, au Sud de la vallée du Camarena et à l'Ouest de la ligne (A-VIII-0-0)—(F-V-0-10).
4. Le district de Sta. Barbara, à l'Est de la ligne (A-VIII-0-0)—(F-V-0-10), au Sud de la vallée du Camarena, et à l'Ouest de la ligne (D-XVI-0-0)—(K-X-0-0).
5. Le district de Carrasquilla, à l'Est de la ligne (D-XVI-0-0)—(K-X-0-0), et au Sud de la vallée du Camarena.

1. Le district de Muela.

J'y ai pris les coupes suivantes :

La coupe 1 au point (H-II-10-10), la 2 au point (G-III-10-0), la 3 du point (L-III-0-10) au point (K-III-0-10), la 4 au point (H-IV-12-12), la 5 du point (M-V-15-0) au point (L-IV-10-10), la 6 en dessous du point (K-VI-5-7), la 7 en dessous du point (K-VII-15-3), la 8 au point (L-VII-7-13), la 9 du point (N-VII-10-10) au point (M-VIII-10-10), et la 10 en dessous du point (P-VI-18-10).

L'assise 1 n'y affleure pas. Dans l'assise 2 on peut voir 4 grands cycles, qui commencent par de l'argile verte et se terminent par du calcaire. Chacun de ces cycles est composé de plusieurs cycles plus

minces présentant le même modèle. Le cycle *a* constitue pour ainsi dire la démarcation de l'assise 1. Au haut du cycle *b* on remarque des calcaires développés en couches très minces, qui constituent une sorte de transition entre les cycles *b* et *c*.

Dans l'assise 3, l'on distingue un certain nombre de cycles plus petits, de composition différente. Dans le bas on trouve un cycle qui commence par de l'argile rouge très pauvre en gypse et qui finit par de l'argile bleue, souvent si gypsifère qu'on peut presque parler de bancs de gypse. Dans la partie supérieure on trouve un cycle qui commence par de l'argile grise, surmontée d'un petit lit bitumineux de quelques cms d'épaisseur, et qui finit par du gypse marneux. Les bancs de marnes gypseuses du bord supérieur ne se montrent que dans les quadrilatères (L-IV), (O-IV) et (P-III). Il faut remarquer aussi les conglomérats dans les quadrilatères (G-II) et (L-VIII) qui révèlent la proximité de la limite de la cuvette de sédimentation.

L'assise 4 A commence par la couche bitumineuse décrite ci-dessus surmontée de marnes gypseuses épaisses de 16 m, et stratifiées en couches alternatives très régulières. Ces couches se groupent deux par deux de 4 m en 4 m; les 2 m du bas sont formés de marnes gypseuses, légèrement bitumineuses et non-stratifiées, les 2 m du haut sont de gypse finement stratifié. Au-dessus on ne trouve plus guère de stratification périodique, mais, aussi, ces assises affleurent-elles très mal.

Dans l'assise 4 B (voy. table) on voit apparaître de considérables changements de faciès. Au centre les marnes gypseuses se trouvent remplacées par du calcaire, et sur les bords par de l'argile. Dans cette assise j'ai déterminé 7 cycles, formés, sur les bords, d'argile rouge ou grise recouverte de marnes gypseuses, et, au centre, de marnes fossilifères recouvertes de tuf calcaire. Les limites du faciès de tuf calcaire ont pu être déterminées assez exactement. La limite Est va à peu près du pt. (P-V-0-0) au pt. (K-VI-10-10), la limite Ouest va du pt. (K-IV-10-10) au pt. (H-V-10-10). Il est curieux de constater qu'en se rapprochant des bords, ces bancs de calcaire se changent en des marnes gypseuses avant de disparaître complètement (voyez les coupes 4 à 8).

L'assise 5 est de nouveau argileuse, et présente des cycles analogues à ceux de l'assise 3, à savoir de l'argile rouge ou bleue, recouverte parfois de minces couches de marnes ou de marnes gypseuses. Dans le haut de l'assise on voit au centre dans les quadrilatères (H-IV) et (K-IV) apparaître du calcaire montrant par endroits une alternance régulière peu nette d'argile grise et de tuf calcaire.

L'assise 6 A nous montre tout d'abord une forte expansion du faciès calcaire, mais au bord Est du district elle reste argileuse. La limite Est du faciès calcaire va du pt. (M-V-5-5) au pt. (K-VI-18-10). Il faut remarquer encore que dans la coupe 5, prise assez près de cette limite, la partie supérieure de l'assise 6 A s'est développée en marnes gypseuses. Dans le faciès argileux on retrouve la même alternance régulière que dans les assises précédentes. Dans le faciès calcaire on remarque de petits cycles du modèle suivant: marnes surmontées de calcaire. A 5 m au dessous du bord supérieure de l'assise il y a un banc particulièrement bien continu (banc *p*).

La limite entre les assises 6 A et 6 B se reconnaît à une forte expansion du faciès argileux, après laquelle, dès le commencement de l'assise 6 B, le faciès calcaire s'étend sur tout le district. Ce faciès nous montre des petits cycles des modèles suivants: marnes surmontées de calcaire ou calcaire mou surmonté de calcaire dur. Le durcissement va du haut en bas, de manière que les bords supérieurs de ces bancs de calcaire constituent d'excellents plans de repère. Dans l'assise 6 B j'ai différencié 9 cycles, dont les trois plus récents sont presque complètement changés en calcaire noir dur, et constituent le banc dit „triparti”. Dans l'assise 6 C je distinguai 4 cycles, dont les plus anciens sont souvent aussi complètement durcis et forment un tout avec le banc triparti.

2. Le district de Pañuelo.

J'y relevai les coupes suivantes:

La coupe 1 au pt. (L-VIII-0-15), la 2 au pt. (L-IX-0-10), la 3 au pt. (R-VII-0-10), la 4 au pt. (M-XI-10-2), la partie inférieure de la coupe 5 au pt. (M-XIII-10-0), la partie supérieure au pt. (N-XII-15-5), la 6 au pt. (P-XI-7-15).

Les assises 1, 2, 3 et 4 n'affleurent pas dans ce district, l'assise 5 en de rares endroits seulement. Vers la limite Ouest elle est tout-à-fait argileuse, et présente les cycles argileux typiques; tout en haut on trouve quelques couches de calcaire (voy. coupe 1). Vers la limite Est il en est de même, sauf que les couches d'argile bleue manquent, et que l'assise contient quelques minces couches de conglomérats. Il est à remarquer combien le Tertiaire limitrophe des assises mésozoïques est pauvre en conglomérats dans ce district. A part les couches déjà nommées dans la coupe 5, je ne trouvai entre Cubla et Valacloche que quelques petits lits sans importance au pt. (P-XIII-5-0) appartenant à l'assise 7 probablement. Vers le bord Sud du district on voit brusquement les conglomérats apparaître en grandes quantités dans l'assise 5 (cf. coupe 2 du district de Carrasquilla).

L'assise 6 présente de multiples variations de faciès. On commence de nouveau par voir une extension du faciès calcaire, suivie d'une extension du faciès argileux à la limite séparant les assises 6 A et 6 B, puis d'une nouvelle extension du faciès calcaire dans l'assise 6 B. L'assise 6 C est presque partout calcareuse, sauf peut-être aux environs de Cubla, mais l'affleurement n'y est pas très net. Le faciès argileux montre les cycles connus d'argile bleue reposant sur de l'argile rouge avec, par endroits, un mince banc de calcaire tout en haut. Les couches rouges sont absentes de la coupe 5. Dans le faciès calcaire on trouve vers l'Ouest des petits cycles de marnes surmontées de calcaire. A l'Est je n'ai pu diviser le faciès calcaire de l'assise 6 que grosso modo en trois cycles du type

suivant: { tuf calcaire en bancs épais.
tuf calcaire en couches minces.
argile grise.

Dans les assises 6 A et 6 B on peut voir deux secteurs complètement séparés à faciès calcaire, l'un vers le bord Ouest, et l'autre dans les

ASSISE 8	COUPE 1	COUPE 2	COUPE 3	COUPE 4	COUPE 5	COUPE 6	COUPE 2 DE DISTRICT DE CARRASQUILLA.
CYCLE 1	•				13 m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES. 5,00m D'ARGILE, GRISE DESSUS, ROUGE DESSOUS. 5,00m DE MARNES GYP-SEUSES. 15 m D'ARGILE ROUGE ET GRISE.	300m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES 500m DE MARNES GYP-SEUSES. 30 m D'ARGILE ROUGE ET GRISE.	
CYCLE 6							
CYCLE 8					10 m DE MARNES GYP-SEUSES.	35 m DE MARNES GYP-SEUSES.	
ASSISE 7					10 m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES. 5,00m DE MARNES GYP-SEUSES.		
CYCLE c					0,50m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES 4,50m DE MARNES GYP-SEUSES.		
CYCLE b							
CYCLE a				4 00 m DE CALCAIRE CRAYEUX CONTENANT DES COUCHES MARNÉUSES. 1,50 m DE MARNES.	5,50 m		5,50 m DE CALCAIRE CRAYEUX, INTERCALÉ DE COUCHES ARGILEUSES.
CYCLE d	0,35 m DE CALCAIRE BRUN DUR. 2,00m DE CALCAIRE CRAYEUX. 0,20m DE MARNES.		750m DE CALCAIRE ALTERNATIVEMENT PLUS DUR ET PLUS MOU.	750m	750m	750m	750m
CYCLE e	1,80m DE CALCAIRE CRAYEUX. 0,20 m DE MARNES.	100m DE CALCAIRE TUFFEUX. 0,30m DE CALCAIRE ASSEZ DUR ET GRIS. 1,70m DE COUCHES PLUS MOLLES; DES MARNES? 0,30m DE CALCAIRE EFFRITÉ. 1,70 m DES COUCHES PLUS MOLLES; DES MARNES?		800m DE CALCAIRE TUFFEUX.	1450m DE CALCAIRE TUFFEUX.	900m DE CALCAIRE TUFFEUX.	900m DE CALCAIRE TUFFEUX.
CYCLE b	0,60m DE CALCAIRE CRAYEUX. 0,20m DE MARNES.						
CYCLE a	1,00m DE CALCAIRE CRAYEUX. 0,20 m DE MARNES.						
BANC TRIPARTI	0,30m DE CALCAIRE GRIS ASSEZ DUR. 0,80m DE CALCAIRE MOU	150 m DE CALCAIRE GRIS DUR 0,70m DE MARNES	130m DE CALCAIRE BRUN DUR 150m DE MARNES AVEC BANCS RÉGULIERS DE CALCAIRE. 800m DE MARNES BRUNES IRÉ-ÉCARTÉES GULIERS DE CALCAIRE.	150m	150m	150m	150m
CYCLE h	1,80m DE CALCAIRE GRIS, ASSEZ DUR, EN 2 BANCS. 2,00m DE MARNES.	0,50m DE CALCAIRE ASSEZ DUR 0,70m DE MARNES.	DE L'ARGILE GRISE (PLUS DE 10m).				11,50m
CYCLE g							
CYCLE f		0,80m DE CALCAIRE BRUN DUR 0,50m DE MARNES.					

ASSISE 6 B	CYCLE a	0,30m DE CALCAIRE CRAYEUX. 1,00m DE MARNES.	0,40m DE CALCAIRE GRIS MOU. 0,40m DE MARNES. 0,40m DE CALCAIRE BRUN MOU. 0,80m D'ARGILE GRISE.	0,80m DE CALCAIRE BRUN DUR. 5,40m	0,40m DE CALCAIRE TUFFEUX 3,00m	15,50m DE CALCAIRE TUFFEUX ET BITUMEUX EN COUCHES MINCES.	
	CYCLE d	0,80m DE CALCAIRE GRIS ASSEZ DUR. 0,80m DE CALCAIRE MARNEUX.	0,80m DE CALCAIRE BRUN DUR.	5,40m	3,00m DE CALCAIRE TUFFEUX		
	CYCLE c	1,00m DE CALCAIRE GRIS ASSEZ DUR. 0,50m DE CALCAIRE MARNEUX.	8,40m DE COUCHES PLUS MOLLIES, DES MARNES?	2,50m D'ARGILE MARNEUSE. 1,50m D'ARGILE ROUGE.	3,50m		5,50m D'ARGILE GRISE
	CYCLE b	0,80m DE CALCAIRE GRIS ASSEZ DUR. 0,80m DE CALCAIRE MARNEUX.	8,40m DE COUCHES PLUS MOLLIES, DES MARNES?	DE L'ARGILE ROUGE ET BLEUE	2,00m		1,00m DE CALCAIRE TUFFEUX ET BITUMEUX EN COUCHES MINCES. 7,50m DE CALCAIRE TUFFEUX.
	CYCLE s	0,40m DE CALCAIRE CRAYEUX 1,20m DE MARNES.	3,00m	DE L'ARGILE ROUGE ET BLEUE	2,00m		0,50m D'ARGILE GRISE. DE L'ARGILE ROUGE AVEC DES BANCS DE CONGLOMERATS
ASSISE 6 A	BANC p		1,00m DE CALCAIRE BRUN DUR. 1,10m DE MARNES.				
			0,80m DE CALCAIRE CRAYEUX. 0,80m DE MARNES. 1,80m DE CALCAIRE TUFFEUX. 2,00m DE MARNES MOULLEUSES. 4,50m D'ARGILE GRISE.		0,50m D'ARGILE GRISE. 2,00m DE CALCAIRE TUFFEUX. 2,00m		
ASSISE 5		0,50m D'ARGILE VERTE. 0,50m DE CALCAIRE CRAYEUX 2,20m D'ARGILE ROUGE ET VERTE, CONTENANT DANS LE HAUT DES FOSSILES. 0,80m DE CALCAIRE CRAYEUX. 1,70m D'ARGILE ROUGE ET VERTE. 0,60m DE CALCAIRE CRAYEUX. 45m D'ARGILE EN BANCS, BLEU DESSUS, ROUGE DESSOUS.			1,50m } 3,50m D'ARGILE GRISE. 15m D'ARGILE ROUGE CONTENANT QUELQUES MINCES BANCS DE GALETS. DU GYPSE KEUPERIEN.		

environs de Valacloche. En effet, le long de la ligne (N-X-0-5)—(M-X-0-5) les assises 6 A et 6 B sont argileuses. En se dirigeant vers l'Ouest on voit apparaître d'abord le banc *p*, puis, sous ce banc et sous le banc triparti, apparaissent graduellement davantage de bancs de calcaire, jusqu'à ce que finalement les assises 6 A et 6 B soient devenues complètement calcaireuses. Dans le sens Est la transition ne se laisse pas observer aussi nettement dans le détail, mais elle est probablement analogue. La limite du faciès calcaire Ouest dans l'assise 6 A passe par les pts. (L-IX-0-10)—(L-IX-17-10)—(L-IX-15-0); dans l'assise 6 B elle va du pt. (L-IX-0-15) au pt. (S-IX-0-5). La limite du faciès Est dans l'assise 6 A va comme suit: (M-XII-5-15)—(M-XI-5-17)—(N-XI-7-17)—(N-XII-10-10); et dans l'assise 6 B: (K-XI-15-5)—(M-XI-10-10)—(O-XI-0-10)—(O-XII-10-10).

Il faut remarquer en outre que dans tout le district, sauf sur le bord Ouest, les assises 6 B et 6 C ne présentent plus de calcaire dur, même le banc triparti est composé de calcaire crayeux.

L'assise 7 montre une stratification périodique assez rudimentaire. Je parvins à y distinguer 6 cycles, dont ceux du haut présentent une succession régulière d'argile rouge—argile grise—marnes gypseuses. Les cycles inférieurs sont d'un type différent, ils commencent par des marnes gypseuses et finissent par du tuf calcaire. Dans les cycles *a* et *f* on retrouve très claire la transition de tuf calcaire au centre à marne gypseuse sur le bord. Aux environs de Cubla, l'assise 7 est entièrement argileuse. En allant vers l'Ouest l'assise 7 s'éteint progressivement, comme on peut le voir très distinctement dans le quadrilatère (O-VII). Le banc de tuf calcaire tout en haut se transforme vers l'Ouest en un banc calcaire composé de concrétions, épais de 3 m. Au pt. (P-VII-10-10) ce banc ne se trouve qu'à 20 m au-dessus du cycle *f* de l'assise 6 C.

L'assise 8 se compose entièrement d'argiles rouges dans lesquels s'intercalent des couches de conglomérat. Au pt. (P-XI-15-10) elle atteint une puissance de 60 m.

3. Le district de Sta. Barbara.

Dans ce district je pris les coupes suivantes: La 1 au pt. (E-VI-10-10), la 2 au pt. (A-X-15-10) pour la partie supérieure, et pour le bas au pt. (A-XI-0-0), la 3 au pt. (F-IX-8-0) la 4 au pt. (F-X-10-8), la 5 au pt. (A-XIII-15-18), la 6 au pt. (D-XIV-10-0).

L'assise 2 se trouve développée ici comme dans le district de Muela, et montre les mêmes cycles.

Il en est de même dans les grandes lignes pour l'assise 3, mais la coupe 5 est bien plus riche ici en marnes gypseuses que la coupe 4 dans le district de Muela et la coupe 4 contient davantage de couches de conglomérat que les coupes 2 et 10 du district de Muela. La limite du faciès de conglomérat va approximativement du pt. (B-XV-10-10) au pt. (F-X-10-10).

La même observation s'applique encore à l'assise 4 A. Ici encore les 16 m du bas sont formées de couches alternées de marnes gypseuses et de gypse stratifié, et ici aussi ce développement régulier disparaît en remontant. La coupe 4 nous apprend que cette partie sans développe-

ment régulier s'est bâtie en principe de la même manière que la partie du bas, mais que les couches de gypse y sont plus minces.

Les assises 4 B et 5, sont fortement réduites en comparaison de celles du district de Muela. Dans ce district les assises 4 B et 5 ont une puissance de 106.50 m, ici elles ont dans la coupe 1 66.50 m, et dans la coupe 2 56.50 m d'épaisseur. La parallélisation est en conséquence difficile. Je l'ai faite de la manière suivante :

Dans la coupe 4 on trouve au-dessus des marnes gypseuses deux couches d'argile rouge, l'une à 35 m au-dessus de la couche bitumineuse (couche *z*), l'autre à 46 m au-dessus de cette couche (couche *y*). Dans la coupe 1 nous en voyons une à 46 m au-dessus de la couche bitumineuse (couche *x*). Il paraît naturel de considérer les couches *x* et *y* comme étant la même. Dans le district de Muela la couche rouge du cycle *a*, qu'on ne retrouve que tout près du bord, se trouve à 35 m au-dessus de la couche bitumineuse. La couche rouge du cycle *b* est à 46 m au-dessus de la couche bitumineuse. En conséquence j'ai considéré la couche rouge du cycle *b* identique à la couche *x*, et la couche rouge du cycle *a* identique à la couche *z*. S'il fallait identifier la couche *z* à une couche rouge plus élevée, il y aurait lieu d'être surpris par l'absence de toute couche rouge au-dessous de la couche *z* de la coupe 4, surtout si l'on constate qu'ici on est tout aussi rapproché du bord de la cuvette que dans la coupe 1 du district de Muela. On peut argumenter d'une manière analogue l'identification de la couche *x* à la couche rouge du cycle *b*. Il en résulte que dans le district de Sta. Barbara les cycles *a* et *b* ne sont apparemment pas encore réduits.

Dans la coupe 1 nous trouvons sous-jacents au banc triparti 25 m de craie et de tuf calcaire, exactement comme dans les coupes 1, 4 et 5 du district de Muela (assise 6). La coupe 1 nous montre donc une assise 6 de nouveau complètement développée. Il en est fort probablement de même dans tout le district, de sorte que les 25 m d'argiles rouges et grises au-dessous du banc triparti, rencontrées dans la coupe 4, doivent y représenter l'assise 6.

L'assise 5 et, dans l'assise 4 les cycles *c* à *g* y compris, se trouvent par conséquent représentés dans les coupes 1 et 4 par les séries de couches suivantes :

Coupe 1.	Coupe 4.
14 m de marnes gypseuses	9. 0.50 m de marne gypseuse
15 m d'argile où s'intercalent quelques bancs de marnes gypseuses peu affleurants.	8. 2.50 m d'argile bleue mêlée de cristaux gypseux
	7. 0.20 m de marne
	6. 5 m d'argile verte mêlée de cristaux gypseux
	5. 0.50 m de marne gypseuse
	4. 5 m d'argile verte
	3. 0.40 m de calcaire gris
	2. 1.40 m de calcaire marneux
	1. 3.50 m d'argile mêlée de cristaux gypseux, bleue dans le haut et rouge dans le bas.

COUPE 1	COUPE 2	COUPE 3	COUPE 4	COUPE 5	COUPE 6
2,00 m	200 m DE CALCAIRE NOIR DUR CONTENANT DES COUCHES PLUS MOLLES.	CYCLE d CYCLE c ASSISE 6 C	4,00 m 6,50 m DE CALCAIRE NOIR DUR.		100 m } 6,50 m DE CALCAIRE DUR NOIR
14,70 m	14,70 m DE CALCAIRE CRATEUX A BANCS MARNEUX.	BANK TRIPARTI	2,50 m 25 m D'ARGILE ALTERNATIVEMENT BRUNE ET GRISE.		250 m } 29 m }
12,70 m	5,00 m DE MARNES A BANCS CRATEUX CRATEUX D'UNE EPAISSEUR DE 50 cm	ASSISE 6 B			
15 m	5,00 m DE MARNES A BANCS DE CALCAIRE CRATEUX D'UNE EPAISSEUR DE 100 m.	ASSISE 6 A			
14 m	10 m DE CALCAIRE TUFFEUX				
14 m	14 m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES.	ASSISE 5 B	0,50 m DE MARNES GYPSEUSES 2,50 m D'ARGILE VERTE CONTENANT DU GYPSE 0,20 m DE MARNES. 5,00 m D'ARGILE VERTE CONTENANT DU GYPSE. 0,50 m DE MARNES GYPSEUSES.	13,50 m	55 m D'ARGILE ALTER NATIVEMENT BLEUE ET ROUGE, INTERIEURES A BANCS MINCES COUCHES MARNEUSES.
8,50 m	DE L'ARGILE GRISE	ASSISE 5 A	5,00 m D'ARGILE VERTE.		
6,50 m	15 m PROBABILEMENT D'ARGILE CONTENANT QUELQUES BANCS DE MARNE, DE L'ARGILE ROUGE DANS LE BAS (COUCHE 1)	CYCLES c-9	0,40 m DE CALCAIRE GRIS DUR 1,40 m DE CALCAIRE MARNEUX 3,50 m D'ARGILE CONTENANT DES COUCHES DE ROUGE DESSUS, ROUGE DESSOUS (COUCHE 1)	18,50 m	
48 m	48 m DE GYPSE ET DE MARNES GYPSEUSES	ASSISE 4 B	0,50 m DE CALCAIRE. 1,00 m D'ARGILE VERTE. 0,50 m DE MARNES GYPSEUSES. 2,50 m D'ARGILE VERTE CONTENANT DU GYPSE. 3,50 m DE MARNES GYPSEEFES ALTERNANT AVEC DU CALCAIRE. 3,00 m D'ARGILE ROUGE BRUNE RICHE EN GYPSE. (COUCHE 2)		
		ASSISE 4 A	19 m DE GYPSE ALTERNANT PAR 50 cm AVEC 150 m DE MARNES. 16 m DE GYPSE EN COUCHES MINCES ET DE MARNES GYPSEUSES ALTERNANT DE 2 EN 2. 100 m DE CALCAIRE TUFFEUX, BITUMINEUX ET FOSSILIFERE.		35 m DE GYPSE ET DE MARNES GYPSEUSES.
		COUCHE BITUMINEUSE			100 m DE CALCAIRE TUFFEUX, BITUMINEUX ET FOSSILIFERE.

ASSISE 3		2,00m D'ARGILE IRRÉGULIÈRE.	2,00m D'ARGILE EN BANCS DE 2 à 3m D'ÉPAISSEUR, BLEU DESSUS, ROUGE DESSOUS.
		1,50m D'UN BANC DE CONGLOMÉRAT CONTENANT DU GYPSE.	1,50m D'UN BANC DE CONGLOMÉRAT CONTENANT DU GYPSE.
		4,50m D'ARGILE ROUGE IRRÉGULIÈREMENT INTERCALÉE DE BANCS DE SABLE ET DE CONGLOMÉRAT	4,50m D'ARGILE ROUGE IRRÉGULIÈREMENT INTERCALÉE DE BANCS DE SABLE ET DE CONGLOMÉRAT
		1,50m D'ARGILE BLEUE GYP-SIFÈRE.	1,50m D'ARGILE BLEUE GYP-SIFÈRE.
ASSISE 2	CYCLE d	1,70m DE CALCAIRE CRAYEUX.	1,70m DE CALCAIRE CRAYEUX.
		0,50m D'ARGILE VERTE.	0,50m D'ARGILE VERTE.
		0,80m DE CALCAIRE CRAYEUX EN COUCHES MINCES.	0,80m DE CALCAIRE CRAYEUX EN COUCHES MINCES.
		0,80m D'ARGILE VERTE.	0,80m D'ARGILE VERTE.
ASSISE 1	CYCLE a	0,35m DE CALCAIRE CRAYEUX.	0,35m DE CALCAIRE CRAYEUX.
		2,00m D'ARGILE VERTE À CONCRÉTIONS CALCAIRES.	2,00m D'ARGILE VERTE À CONCRÉTIONS CALCAIRES.
		0,35m DE CALCAIRE CRAYEUX.	0,35m DE CALCAIRE CRAYEUX.
		1,00m D'ARGILE VERTE À CONCRÉTIONS CALCAIRES.	1,00m D'ARGILE VERTE À CONCRÉTIONS CALCAIRES.
ASSISE 1	CYCLE b	2,00m DE CALCAIRE TUF-FEUX EN COUCHES MINCES.	2,00m DE CALCAIRE TUF-FEUX EN COUCHES MINCES.
		4,50m DE CALCAIRE CRAYEUX, MARNEUX DANS LE BAS.	4,50m DE CALCAIRE CRAYEUX, MARNEUX DANS LE BAS.
		0,90m D'ARGILE VERTE.	0,90m D'ARGILE VERTE.
		0,60m DE CALCAIRE MARNEUX	0,60m DE CALCAIRE MARNEUX
ASSISE 1	CYCLE c	6,00m D'ARGILE VERTE INTERCALÉE DE QUELQUES BANCS CALCAIRES.	6,00m D'ARGILE VERTE INTERCALÉE DE QUELQUES BANCS CALCAIRES.
		6,00m D'ARGILE VERTE.	6,00m D'ARGILE VERTE.
		2,50m DE CALCAIRE CRAYEUX.	2,50m DE CALCAIRE CRAYEUX.
		1,50m DE MARNES, BLANCHES DESSUS, JAUNES DESSOUS.	1,50m DE MARNES, BLANCHES DESSUS, JAUNES DESSOUS.
ASSISE 1	CYCLE e	1,00m D'ARGILE ROUGE SABLEUSE.	1,00m D'ARGILE ROUGE SABLEUSE.
		95m D'ARGILE ROUGE À BANCS DE SABLE ET DE CONGLOMÉRAT.	95m D'ARGILE ROUGE À BANCS DE SABLE ET DE CONGLOMÉRAT.
		3,40m D'ARGILE	

Il est naturel de placer la limite entre les assises 5 A et 5 B tout au bas des 14 m de marnes gypseuses trouvées dans la coupe 1. De même, la séparation entre les assises 4 et 5 se placera au-dessus de la couche 3 de la coupe 4. Une construction toute simple nous permettra maintenant de déterminer la limite supérieure de l'assise 4 dans la coupe 1, et celle de l'assise 5 A dans la coupe 4. L'assise 5 A paraît donc être la plus réduite. Ensuite viennent les cycles *c* à *g* inclus de l'assise 4 B, alors que l'assise 5 B se trouve être la moins réduite. La coupe 6 est conforme à la coupe 4, et la coupe 2 l'est probablement à la coupe 1. En d'autres termes: tout le district de Santa Barbara est conforme, quant à l'épaisseur des assises, à la coupe 4, seul le rebord Ouest montre le léger écart d'une plus grande épaisseur. On ne peut rien dire de la contrée du fossé d'effondrement central; dans le seul quadrilatère (H-XI) les épaisseurs correspondent à celles du Sta. Barbara.

On remarque encore les couches calcaires tout au haut de l'assise 4 dans la coupe 4. Il se pourrait bien qu'elles fussent la continuation de la bande calcaire du district de Muela.

L'assise 5 est développée de la même manière que dans le district de Muela. L'assise 5 A est argileuse partout; l'assise 5 B est calcareuse au bord Ouest (voy. coupe 2), et est argileuse partout ailleurs dans le district. Ici encore il fait beau voir la transition graduelle du faciès calcaire (coupe 2) en faciès gypseux d'abord (voy. la coupe 1 et le pt. (B-XI-5-5)), et enfin en faciès argileux. La limite entre les faciès gypseux et calcaire va à peu près du pt. (F-VI-0-10) au pt. (B-XI-0-7).

A l'Ouest l'assise 6 s'est entièrement développée en calcaire, à l'Est les assises 6 A et 6 B sont toutes deux argileuses. Dans le faciès argileux on discerne de nouveau les cycles normaux d'argile rouge surmontée d'argile bleue. Le faciès calcaire de l'assise 6 A est développé en tuf calcaire sans stratification périodique. Dans le faciès calcaire de l'assise 6 B on trouve quelques cycles assez vagues de marne surmontée de calcaire. La couche d'argile entre les deux subdivisions est absente. La limite entre le faciès calcaire et faciès argileux va du pt. (B-XII-0-15) au pt. (E-IX-0-7) presque sans écarts. Le banc triparti, développé en forme de calcaire noir dur, nous montre une extension brusque du faciès calcaire sur tout le district. L'assise 6 C ne s'est développée que fragmentairement; seuls les cycles inférieurs sont là, et se sont transformés presque complètement en calcaire noir et dur, jusqu'à se confondre avec le banc triparti. On peut suivre une diminution graduelle des cycles développés dans le sens Est—Ouest et Nord—Sud. Sur le versant méridional de la vallée du Camarena, dans le fossé d'effondrement central par conséquent, le banc triparti ne s'est pas durci.

L'assise 8 repose sur les cycles inférieurs de l'assise 6 C, et présente le développement en argile rouge contenant des bancs de conglomérat. Vers l'Ouest cependant ces bancs disparaissent. Ce phénomène se manifeste très nettement dans les quadrilatères (D-X) et (D-IX). L'assise 8 y a pour le moins une puissance de 30 m.

4. Le district de Valbuena.

Les coupes qui y furent relevées sont les suivantes: La coupe 1

COUPE 1	COUPE 2			COUPE 3
3,50m DE CALCAIRE NOIR DUR EN BANCS DE 40 cm. 2,00m DE CALCAIRE NOIR DUR, FORMANT UN BANC. 10m DE CALCAIRE EFFRITÉ.			CYCLE d	8,75m DE CALCAIRE NOIR DUR EN BANCS DE 50 cm.
5,00m DE CALCAIRE NOIR DUR EN BANCS DE 1,50 m. 15m DE MARNES.	5,00m DE CALCAIRE NOIR DUR. 6,50m DE MARNES. 1,50m DE CALCAIRE DUR CAVERNEUX. 6,50m DE MARNES.		CYCLE c	4,00m DE CALCAIRE NOIR DUR. 4,50m DE CALCAIRE BRUN DUR ET CAVERNEUX.
5,00m DE CALCAIRE NOIR DUR. 10m DE CALCAIRE CRAYEUX, MARNEUX DANS LE BAS. 10m D'ARGILE, ALTERNATIVEMENT BRUNE ET GRISE.	1,50m DE CALCAIRE DUR CAVERNEUX. 17,50m DE MARNES. 0,50m DE-CALCAIRE GRIS, ASSEZ DUR. 3,50m DE CALCAIRE EFFRITÉ. 0,50m DE CALCAIRE NOIR DUR 1,50m DE MARNES.	ASSISE 7	CYCLE b	34 m DE MARNES INTERCALÉES DE BANCS DE CALCAIRE DUR.
3,00m DE CALCAIRE MARNEUX ET BRECCIEUX. 7,00m D'ARGILE, GRISE DESSUS, ROUGE DESSOUS. 5,00m DE CALCAIRE EFFRITÉ.	1,00m DE CALCAIRE BRUN DUR. 14m DE MARNES INTERCALÉES DE BANCS DE CALCAIRE DUR.		CYCLE a	
0,50m DE CALCAIRE DUR CAVERNEUX. 3,00m DE CALCAIRE EFFRITÉ. 5,50m	2,00m DE CALCAIRE BRUN DUR EN 2 BANCS. 3,00m DE MARNES. 1,00m DE CALCAIRE BRUN DUR. 3,00m DE MARNES.	ASSISE 6 C		1,50m DE CALCAIRE BRUN DUR. 7,50m DE CALCAIRE EFFRITÉ.
11m } 1,50m }	16,50m DE CALCAIRE CRAYEUX, INTERCALÉ DE COUCHES MARNEUSES. 3,50m DE CALCAIRE CRAYEUX EN 4 BANCS. 2,50m DE MARNES. 0,80m DE CALCAIRE ASSEZ DUR. 5,70m DE MARNES.	BANC TRIPARTI	CYCLE i CYCLE h CYCLE g	3,50m DE CALCAIRE DUR BRUN EN 3 BANCS.
		ASSISE 6 B	CYCLE f CYCLE e CYCLE d	4,00m DE MARNES CONTENANT QUELQUES BANCS DE CALCAIRE DUR.
15m } 15m }	54m D'ARGILE ALTERNATIVEMENT ROUGE ET GRISE. 29m DE CALCAIRE TUFFEUX, EN COUCHES MINCES DANS LE BAS.	ASSISE 6 A	CYCLE c CYCLE b CYCLE a	0,50m DE CALCAIRE JAUNE DUR. 4,50m
			BANC p	7,50m DE CALCAIRE CRAYEUX. 3,00m
37,50m	14m	ASSISE 5 B		2,00m DE CALCAIRE TUFFEUX, FORMANT UN BANC. 10m DE CALCAIRE TUFFEUX EN COUCHES MINCES.
1,50m DE CALCAIRE CRAYEUX. 12m	DE L'ARGILE GRISE.	ASSISE 5 A		
13m } DES MARNES GYPSEUSES.		ASSISE 4 B	CYCLE g CYCLE f CYCLE e CYCLE d CYCLE c	

au pts. (E-I-5-5) et (D-II-15-5) pour la partie inférieure et supérieure dans l'ordre, la 2 au pt. (C-IV-10-10), et la 3 au pt. (A-VI-13-15).

Les assises 1, 2 et 3 n'affleurent pas. L'assise 4 ne montre que ses cycles *d-g* dans la coupe 1. Ils y sont complètement argileux et impossibles à distinguer de l'assise 5.

A l'Ouest dans la coupe 1 nous trouvons l'assise 5 avoir un développement complètement argileux avec des cycles d'argile bleu reposant sur de l'argile rouge et surmonté parfois d'une couche de marne ou de marne gypseuse. Dans la coupe 2 l'assise 5 B, qui affleure seule ici, est développée en une série de tufs calcaires. La limite entre les faciès argileux et calcaire va du pt. (B-IV-10-5) au pt. (D-III-15-15). Dans le Nord, (coupe 1) les assises 4 B et 5 sont complètement développées. Plus au Sud (coupe 2) l'assise 5 B n'a que 15 m d'épaisseur. On se rappelle immédiatement l'assise 5 B dans les coupes 1 et 2 du district de Sta. Barbara. Il se pourrait fort bien qu'ici aussi les assises 4 B et 5 fussent réduites.

A l'Ouest l'assise 6 A est de nouveau argileuse et impossible à distinguer de l'assise 5; à l'Est elle est calcareuse et ressemble beaucoup à l'assise 5 B. La séparation des deux faciès va du pt. (E-III-0-0) au pt. (C-III-0-0).

Les assises 6 B et 6 C sont calcareuses partout avec de petits cycles très distincts de calcaire reposant sur de la marne ou de calcaire dur sur du calcaire mou. A l'instar du district de Sta. Barbara, la couche d'argile qui sépare les assises 6 A et 6 B est absente ici aussi. Comme dans le district de Pañuelo, le banc triparti se compose ici de calcaire crayeux, et ce n'est que près du bord Est (coupe 3) qu'il se transforme graduellement en calcaire dur. Dans l'assise 6 C par contre, on trouve plusieurs bancs durs, encore sont ils absents des quadrilatères (E-I) à (E-V), c'est à dire du fossé d'effondrement central.

L'assise 7 nous montre ici un développement tout à fait différent de celui qu'on voit dans le district de Pañuelo. Il est impossible de parvenir à une parallélisation quelconque. En dehors du fossé d'effondrement central l'assise 7 est complètement calcareuse dans ce district-ci, mais dans le fossé le développement est en partie argileux. Je ne pus distinguer que 4 cycles rudimentaires, qui, dans le Sud présentent le type: marne surmontée de calcaire, et dans le Nord la succession: argile rouge, argile bleue, marne, calcaire. Dans le cycle *b* on peut voir quelques vestiges d'une stratification périodique plus fine. En allant du pt. (C-IV-15-10) au pt. (D-VI-0-0), on voit les bancs de calcaire dur et caverneux des cycles *b* et *c* se rapprocher insensiblement l'un de l'autre, puis des calcaires durs du cycle *c*, pour former enfin un seul banc, droit en-dessous du calcaire dur. Ceci est tout-à-fait conforme à la coupe 3, en d'autres termes: les 4 m de calcaire caverneux représentent ici la partie supérieure du cycle *b* et le cycle *c*. Le cycle *d* subit probablement une transformation analogue. Dans la coupe 1 on distingue encore très nettement une partie marneuse et une partie calcareuse. Dans la coupe 3 la marne *a* entièrement disparu. On ne peut pas contrôler les rapports dans la coupe 2 car cette partie en est recouverte d'éboulis, mais il est cependant probable que le cycle *d* y est encore

complet. L'assise 7 va s'éteignant vers l'Est. On peut voir cela très clairement en allant du pt. (A-VI-15-15) au pt. (B-IX-0-5). Le banc de calcaire caverneux de la coupe 3 se transforme peu à peu en une couche de fragments calcaires arrondis sans cohésion, couche qui finit par reposer directement sur le banc triparti.

5. Le district de Carrasquilla.

En quittant le district de Sta. Barbara par sa frontière occidentale, on voit les différentes assises se transformer assez brusquement en des argiles rouges contenant des conglomérats. On ne discerne plus de séparation entre les assises, seul le banc triparti se continue sous forme d'une couche de calcaire. Encore plus vers l'Ouest, près des couches mésozoïques, il se transforme en un banc blanc à conglomérats. Cette transition est très bien visible dans les quadrilatères (D-XV) et (D-XVI) plus au Sud. En approchant des terrains mésozoïques les fragments qui composent les conglomérats sont moins arrondis.

Il est très intéressant de suivre de près le développement des diverses couches à proximité du banc triparti. J'y relevai les coupes suivantes: La 1 au pt. (G-XIII-7-5), la 2 au pt. (K-XII-10-10), et la 3 au pt. (L-XIII-0-10).

COUPE 1		COUPE 2	COUPE 3
DE L'ARGILE ROUGE À BANCS DE CONGLOMÉRAT.	ASSISE 8		
5,50m DE CALCAIRE DUR CAVERNEUX 2,75m DE CALCAIRE VITREUX.	ASSISE 7	5,50m DE CALCAIRE CRAYEUX, INTERCALÉ DE COUCHES ARGILEUSES	5,50m DE CALCAIRE TUFFEUX.
4,00m } DE CALCAIRE DUR.	ASSISE 6C	7,50m } 9,00m DE CALCAIRE TUFFEUX, MARNEUX DANS LE BAS.	7,50m } 9,00m DE CALCAIRE GRIS À CONGLOMÉRATS.
2,50m }	BANC TRIPARTI	1,50m }	1,50m }
5,00m D'ARGILE GRISE.	ASSISE 6B ET 6A	15,50m DE CALCAIRE TUFFEUX ET BITUMINEUX EN COUCHES MINCES	DE L'ARGILE ROUGE CONTENANT DES CONGLOMÉRATS
		5,00m D'ARGILE GRISE	
		6,00m }	
	ASSISE 5	26,00m D'ARGILE ROUGE, CONTENANT DES BANCS DE CONGLOMÉRAT.	
		20,00m }	
		DES CONGLOMÉRATS ROUGES ET GRIS	

On constate de nouveau qu'en allant vers le Sud l'assise 6 C va se réduisant, et que l'assise 6 se transforme de plus en plus en argiles rouges et conglomérats. Dans le quadrilatère (E-XV) seul le banc triparti est calcareux, et se trouve être surmonté directement par l'assise 8. On voit très distinctement la réduction en allant vers le Sud de la coupe 3. Les tufs calcaires du haut disparaissent, et au pt. (H-XIII-10-15) le banc des conglomérats gris subsiste seul.

On remarque dans le haut de la coupe 1 un banc épais de 5.50 m de calcaire caverneux, qui rappelle fort le banc de calcaire caverneux

dans le haut de l'assise 7 du district de Valbuena. Il peut fort bien en être de même ici, en vertu de quoi l'assise 7 n'y aurait que 8 m d'épaisseur. Plus au Nord, au pt. (H-XI-5-10), ce banc se trouve déjà à 20 m au-dessus du banc triparti. Ici aussi l'assise 7 est entièrement calcaireuse. Dans la coupe 2 je n'ai plus retrouvé le banc de calcaire caveux; directement sur le cycle *a* de l'assise 7 repose de l'argile rouge. Probablement le développement subséquent de l'assise 7 a été argileux.

6. Les matériaux tertiaires dans le terrain mésozoïque.

Au milieu des terrains mésozoïques on trouve souvent des conglomérats ou plutôt des brèches tertiaires. En deux endroits seulement j'ai trouvé du calcaire tertiaire, à savoir sur la crête qui va du pt. (M-XVII-10-10) au pt. (N-XVII-5-13), (coupe 1) et sur les deux versants du barranco del Horcajo (coupe 2).

Coupe 1.

9 m de calcaire caveux et dur,
riche en fossiles
5 m de marne grise très riche en
fossiles
du gypse keupérien

Coupe 2.

9 m de calcaire caveux et de
calcaire gris à conglomérats
du gypse keupérien

Ces calcaires correspondent probablement aux 9 m de calcaire gris à conglomérats de la coupe 3 du district de Carrasquilla.

7. Résumé.

La stratification périodique régulière est ce que nous avons trouvé de plus frappant dans le Tertiaire. Les cycles sont en général asymétriques, à quelques rares exceptions près, comme au haut de l'assise 4 dans le district de Muela. Dans la plupart des assises on trouve, en allant du bord vers le centre, la succession de faciès suivante: Faciès à conglomérats, faciès argileux, faciès à marnes gypseuses et faciès calcaire. Le troisième manque parfois. Dans ces divers faciès les cycles ne sont pas identiques; la construction régulière est en général absente du faciès à conglomérats, et un cycle argileux comprend généralement 2 ou 3 cycles calcaires. Si l'on prend comme base un cycle argileux, on voit y apparaître successivement les transformations suivantes: argile

rouge à conglomérats, argile rouge $\left\{ \begin{array}{l} \text{argile grise} \\ \text{argile rouge} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{marne gypseuse} \\ \text{argile grise} \\ \text{argile rouge} \end{array} \right.$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{marne gypseuse} \\ \text{argile grise} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{marne gypseuse} \\ \text{marne} \\ \text{marne gypseuse} \\ \text{marne} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{calcaire} \\ \text{marne} \\ \text{calcaire} \\ \text{marne} \end{array} \right.$ Ce modèle ne doit pas être consi-

déré autrement que comme une moyenne, les variations en sont innombrables. Lorsque le faciès de marne gypseuse ne se transforme pas en faciès calcaire,

la succession se termine comme suit: $\left\{ \begin{array}{l} \text{marne gypseuse} \\ \text{argile grise} \end{array} \right. \left\{ \begin{array}{l} \text{gypse} \\ \text{marne gypseuse} \end{array} \right.$

Pour finir il nous faut relever une transition curieuse que l'on peut voir

dans le district de Pañuelo. Elle a lieu dans les limites du faciès calcaire lui-même; dans le sens Est—Ouest un cycle calcaire se transforme ici de

la façon suivante: $\left\{ \begin{array}{l} \text{calcaire} \\ \text{marne} \\ \text{calcaire} \\ \text{marne} \end{array} \right. \text{ calcaire tuffeux.}$

Il est également curieux de voir la répartition des divers faciès dans les assises. En effet on ne voit pas seulement une extension et un rétrécissement réguliers des différents faciès, mais même des déplacements.

L'assise 1 est entièrement dominée par le faciès à conglomérats.

A la limite des assises 1 et 2, il se présente un changement assez brusque, résultant en ce que dans l'assise 2 on trouve partout le faciès calcaire.

Le faciès argileux domine dans l'assise 3, mais des deux côtés on distingue assez nettement les limites du faciès à conglomérats. Le faciès à marnes gypseuses dans le haut ne constitue probablement pas un tout, mais deux régions séparées, l'une au Sud, l'autre au Nord, dont les limites sont difficiles à déterminer.

L'assise 4 commence par une extension générale du faciès gypseux. A l'Est on en voit aisément la limite, car il se transforme directement en faciès à conglomérats. Dans l'assise 4 B le faciès argileux croît en importance, et dans le district de Muela on voit apparaître aussi le faciès calcaire caractéristique. Il reste encore à voir si celui-ci se continue vers le Sud.

Dans l'assise 5 on constate de nouveau une suprématie du faciès argileux dont on voit assez nettement à l'Est la séparation d'avec le faciès à conglomérats. Cette limite ne varie guère dans les assises 6 A et 6 B, seule la limite Nord se déplace légèrement vers le Sud. Relevons ici sa curieuse incurvation près du Carrasquilla. Dans l'assise 5 B le faciès calcaire fait son apparition vers le bord Ouest du terrain.

Dans l'assise 6 on constate une progression par secousses du faciès calcaire. Nous relevons encore l'incurvation curieuse dans le fossé d'effondrement central et la région peu étendue à l'Ouest de Valacloche dans l'assise 6 A. Dans l'assise 6 B nous voyons le faciès calcaire progresser encore dans le district de Muela et de Pañuelo. Il s'étend aussi dans la petite région près de Valacloche. Pendant la sédimentation du banc triparti le faciès calcaire s'est répandu partout et s'enfonce profondément dans la région mésozoïque. Il en est de même pour l'assise 6 C. Cette assise cependant manque complètement dans la partie S.E. du district de Carrasquilla et partiellement dans le reste de ce district comme dans le district de Sta. Barbara.

L'assise 7 n'a été sédimentée que dans les districts de Pañuelo et de Valbuena. Il y a des doutes quant à sa sédimentation dans le fossé d'effondrement central. Il est curieux de voir cependant comment, dans ce fossé, le banc triparti s'est partout développé sous forme de calcaire crayeux, exactement comme dans les deux districts mentionnés. Ceci nous inclinerait à y admettre la sédimentation de cette assise.

Ajoutons pour finir une remarque concernant les conglomérats dans

le Tertiaire. On les trouve habituellement à proximité de couches mésozoïques dures, et, dans ce cas, leurs composants proviennent immanquablement des terrains mésozoïques proches. Il faut aussi remarquer la stratification irrégulière de ces couches. Tout ceci nous ferait plutôt incliner à les considérer comme des sédimentations de piedmont typiques, pour lesquelles Stille a imaginé le nom de „Fanglomeraten”.

8. Contenu paléontologique.

Dans l'assise 7 je trouvai des fossiles dans les localités suivantes:

Au pt. (P-XII-0-0), droit en-dessous des calcaires supérieurs du district de Pañuelo:

Planorbis Thiollierei MICH.
Bythinia gracilis SANDB.
Planorbis Llucai ROYO.
Planorbis Matheroni FISCH. & TOURN. var. *sulfureus* ROYO.
Planorbis Mariae MICH.
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.

Au pt. (P-XII-5-5), au haut du cycle *d* du district de Pañuelo:

Planorbis Thiollierei MICH.
Planorbis umbilicatus MÜLLER
Planorbis Llucai ROYO
Succinea cf. *oblonga* DRAP.
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.
Bythinia gracilis SANDB.

Au pt. (O-XI-6-6), également au haut du cycle *d* du district de Pañuelo:

Bythinia gracilis SANDB.
Planorbis cf. *Rouxi* NOUL.
Planorbis Thiollierei MICH.
Limnea Bouilleti MICH.
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.

Au pt. (D-II-15-10), au bas des marnes du cycle *d* dans le district de Valbuena:

Helix olissiponensis ROMAN
Helix Christoli MATH.
Helix supracostata SANDB.
Limnea Bouilleti MICH.
Planorbis Mariae MICH.
Planorbis Thiollierei MICH.
Planorbis Llucai ROYO
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.
Bythinia gracilis SANDB.
Succinea primaeva MATH.

Dans l'assise 6 je trouvai des fossiles aux localités suivantes:

Au pt. (N-XII-10-15)), droit en-dessous du banc triparti:

Bythinia gracilis SANDB.
Limnea Bouilleti MICH.
Planorbis Thiollierei MICH.
Planorbis Mariae MICH.

Au pt. (M-XVII-10-10), droit en-dessous du banc triparti:

Succinea oblonga DRAP.
Vertigo diversidens SANDB.
Carichium pachychilum SANDB.
Hydrobia cf. *dubia* SCHLOSSER
Hydrobia Calderoni ROYO

Au pt. (R-VII-0-7), dans le cycle *a* de l'assise 6 B:

Succinea oblonga DRAP.
Bythinia gracilis SANDB.
Vertigo diversidens SANDB.
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.
Hydrobia cf. *dubia* SCHLOSSER
Planorbis cf. *Rouxi* NOUL.
Limnea cf. *Bouilleti* MICH.

Au pt. (N-XIII-0-0), dans le même cycle:

Planorbis Thiollierei MICH.
Planorbis Llucai ROYO
Succinea cf. *oblonga* DRAP.
Pisidium Ezquerrai ROYO

Au pt. (M-V-8-2), vers le bord supérieur de l'assise 6 A:

Planorbis Thiollierei MICH.
Hydrobia Deydierei DEP. & SAYN.
Planorbis cf. *Matheroni* FISCH. & TOURN.
Limnea cf. *Bouilleti* MICH.

Au pt. (N-XIII-0-0), au bas de l'assise 6 A, je trouvai:

Planorbis Matheroni FISCH. & TOURN.
Bythinia gracilis SANDB.
Ancyllus Neumayri FONT.

Au pt. (L-IX-5-10), au bas de la même assise:

Bythinia gracilis SANDB.
Planorbis Llucai ROYO
Planorbis cf. *Rouxi* NOUL.
Hydrobia Deydierei MICH.

Au pt. (K-VIII-18-18), à la même hauteur:

Bythinia gracilis (opercula)
Planorbis cf. *Matheroni* FISCH. & TOURN.

Au pt. (G-VII-0-0), à la même hauteur:

Bythinia gracilis (opercula)
Planorbis Thiollierei MICH.

Dans l'assise 5, je trouvai des fossiles dans les localités suivantes:

Au pt. (M-V-5-7), tout en haut de l'assise 5 B):

Bythinia gracilis (opercula)
Planorbis Matheroni FISCH. & TOURN.
Hydrobia Romani ROYO
Hydrobia morasensis FONT.

Au pt. (F-X-10-0), dans le banc marneux le plus élevé de l'assise 5 B, je trouvai les fossiles suivants:

Planorbis cf. *Matheroni* FISCH. & TOURN. var. *sulfureus* ROYO
mais plus épais, et à ombilic plus petit
Hydrobia Romani ROYO

Dans l'assise 4 je trouvai des fossiles dans les localités suivantes:

Au pt. (F-X-10-10), à 18 m au-dessus de la couche bitumineuse:

Planorbis cf. *Matheroni* FISCH. & TOURN. var. *sulfureus* ROYO
plus épais et à ombilic plus petit
Bythinia gracilis (opercula)

Au pt. (F-X-10-10), dans la couche bitumineuse:

Hydrobia Romani ROYO

Au pt. (C-XIV-10-7), dans la couche bitumineuse:

Ancyllus Neumayri FONT.
Planorbis cf. *Matheroni* DEP. & SAYN. var. *sulfureus* ROYO
plus épais et à ombilic plus petit

Dans l'assise 2 je trouvai au pt. (F-X-10-10) dans le cycle c de très grands sporanges de *Chara*.

Nous pouvons donc voir ici deux zones nettement distinctes: celle du haut (les assises 6 et 7) qui contient:

Planorbis Thiollierei
Planorbis Llucai
Hydrobia Deydierei

et celle du bas (les assises 4 et 5) qui contient:

Hydrobia Romani
Planorbis cf. *Matheroni* var. *sulfureus*, plus épais et à ombilic plus petit

Selon ROYO y GOMEZ les deux catégories appartiennent au Pontien. Il est très difficile de décider si ces horizons sont vraiment séparés, ou bien s'il ne faut y voir que des simples variations de faciès.

On remarque encore un changement de faune caractéristique dans

les divers faciès. En effet, les genres *Ancyllus*, *Vertigo* et *Carichium* ne se rencontrent qu'à proximité des côtes.

9. M o u v e m e n t s.

Durant la sédimentation des assises 1, 2, 3 et 4 A, il n'y a point eu de déplacement. Lors de la sédimentation de l'assise 4 B, les districts de Muela et de Pañuelo ainsi que le fossé d'effondrement central commencèrent à s'abaisser par rapport au district de Sta. Barbara et peut-être aussi à celui de Valbuena. Ce déplacement s'est continué jusqu'à la fin de la sédimentation de l'assise 5 B.

Au commencement de la sédimentation de l'assise 6 C, les districts de Sta. Barbara et de Carrasquilla (sauf sa partie la plus septentrionale) commencèrent à s'élever. Le district de Muela ne suivit qu'au commencement de l'assise 7, et le district de Valbuena à la fin de la sédimentation de cette assise seulement.

Il faut remarquer en outre que dans tous ces districts la succession des calcaires se termine toujours par des calcaires très durs, avant que la sédimentation ne cesse. Faut-il en conclure que vers la fin de la période de sédimentation ils émergeaient des eaux? Pourtant ces calcaires font défaut dans le district de Pañuelo. Cette absence se motive-t-elle par une immersion plus longue de ce district, immersion plus longue même que celle du fossé d'effondrement central, de façon que le petit lac subsistant n'a fini de se combler qu'au cours de la formation de l'assise 8?

L'achèvement de la sédimentation complète du Miocène doit avoir été de nouveau suivi de mouvements violents qui ont provoqué un nouvel abaissement du fossé d'effondrement central, du district de Pañuelo et du district de Valbuena.

III. TECTONIQUE.

Dans le terrain étudié on peut distinguer deux parties nettement séparées. A l'Est une partie mésozoïque, déformée en majeure partie avant le Miocène, et à l'Ouest une partie tertiaire, fracturée après le Miocène. On a pu cependant relever des traces de ce dernier mouvement dans la partie mésozoïque également.

A. Tectonique de la région mésozoïque.

Description.

Dans la région mésozoïque on distingue de nouveau trois provinces: Une triasique centrale, une jurassique, au S.W., et une jurassique, au N.E. Après le Miocène, les deux premières se sont abaissées de 150 m environ par rapport à la troisième, ce que nous pouvons conclure du fait que dans les quadrilatères (D-XVI) et (G-XV) le banc tripartite se trouve à 1260 m d'altitude, alors qu'il se trouve à 1110 m dans le quadrilatère (M-XVII), et dans le (S-XV) à 1120 m.

1. *La province centrale triasique.*

Dans ses grandes lignes elle forme une voûture quasi-anticlinale, ayant du Jurassique sur ses flancs N.E. et S.O.

Le Muschelkalk se présente en quatre bandes longitudinales: la bande 1 que l'on n'aperçoit que dans le Barranco de Piqueras, la bande 2 qui va de Valacloche vers les Salvarizas, la bande 3 à laquelle appartiennent e.a. l'Estopar et l'Alto de la Molina, et la bande 4 à laquelle appartient le Muschelkalk du quadrilatère (T-XVI). Ces quatre bandes de Muschelkalk sont séparées par trois dépressions remplies de Keuper. Nous plaçons la dépression 1 entre les bandes 1 et 2, et ainsi de suite.

Dans le Barranco de Piqueras le Muschelkalk de la bande 1 est à peu près horizontal, mais il plonge au N.E. dans le sens N. 40° E., et dans le N.W. dans le sens N. 290° E.

La bande 2 est formée sur toute sa longueur d'une couche de Muschelkalk entre des couches de gypse et d'argile au-dessus et au-dessous. Si ceci constituait une coupe stratigraphique normale, le gypse et les couches argileuses au-dessous du Muschelkalk devraient être logiquement un faciès du Buntsandstein. Ceci n'est cependant pas probable, vu la similitude entre les couches de gypse et d'argile dans le Barranco del Rebollar, et celles au S.E. de l'Alto de la Molina. Dans les deux groupes je pus distinguer „grosso modo” les mêmes bandes. Par ailleurs la transition de l'un en l'autre est insensible. Et enfin, là, où le Bunt-

sandstein affleure, à 10 kms, plus au Sud, il se présente développé en grès dur. Nous voyons ainsi que les couches de gypse et d'argile représentent partout le Keuper, qu'elles se trouvent au-dessus ou au-dessous du Muschelkalk. Le Muschelkalk doit donc avoir été arrachée du Buntsandstein, qui n'affleure nulle part, pour aller percer au travers du Keuper malléable.

Dans les quadrilatères (L-XI), et (L-XII), cette plaque de Muschelkalk prend une inclinaison de 40° dans le sens N. 220° E. Aux environs de Valacloche la plaque est renversée, et a une inclinaison de 40° dans le sens N. 330° E. Elle y a une largeur de 150 m environ.

Dans les quadrilatères (L-XIV), (L-XV) et (L-XVI), cette plaque ne se retrouve plus. Elle se trouve probablement au milieu de la vallée fluviale, et est recouverte d'alluvion; il est en tout cas curieux de constater que là où elle réapparaît, au pt. (M-XVII-3-0), elle se trouve vers le milieu de la vallée.

Dans les quadrilatères (M-XVII) et (M-XVIII) la bande est très étroite (25 m de largeur), ce qui apparaît nettement au pt. (M-XVIII-10-2), où elle est complètement entourée de Keuper. Dans le quadrilatère (M-XVII), elle a une inclinaison de 40° dans le sens N. 220° E., au pt. (M-XVIII-10-2) elle a basculé et a une inclinaison de 70° dans le sens N. 350° E., et au pt. (M-XVIII-10-10), elle est de nouveau en position normale et a une inclinaison de 40° dans le sens N. 220° E.

Au S.E. du Barranco del Rebollar la plaque de Muschelkalk s'élargit tout-à-coup sensiblement (± 1000 m de largeur), et l'inclinaison et la direction varient tant soit peu dans cette dernière partie. A l'Ouest du Mas de Navarete la plaque a une inclinaison de 20° dans le sens N. 160° E., au N.E. du Mas de Navarete l'inclinaison est de 40° dans le sens N. 220° E. Le bord N.E. de la plaque y est à une altitude de 1250 m. Entre les pts. (N-XXI-0-0) et (M-XXII-17-15) l'inclinaison est de 70° dans le sens N. 240° E., mais elle diminue graduellement vers le N.E., jusqu'à ne plus être que de 10° au pt. (N-XXII-15-15). Le Muschelkalk se trouve ici à 1340 m d'altitude, ce qui nous permet de constater que le bord N.E. de la plaque s'élève dans la direction du S.E. Au S.E. du pt. (N-XXII-15-15), l'inclinaison atteint 50° dans le sens N. 200° E., et le coude disparaît graduellement. Au pt. (N-XXIV-0-2), une seconde plaque vient s'appliquer sur la première, et la recouvre sur toute sa largeur, comme en témoignent les restes dans le quadrilatère (O-XXIII). Cette plaque de dessus, elle aussi, a une inclinaison de 50° en sens N. 200° E. L'élévation vers le S.E. continue jusqu'à ce que, vers le pt. (P-XXIV-5-15), les deux couches atteignent leur point culminant. Le bord supérieur du Muschelkalk s'y trouve à une altitude supérieure à celle du bord inférieur des Carñiolas qui le côtoient au Nord et au Sud. Dans l'ordre, ces altitudes sont de 1475 m, de 1380 m et de ± 1300 m. Au S.E. de cette culmination, la plaque inférieure plonge dans le Barranco del Contador avec une inclinaison de 30° en sens N. 150° E., alors que la plaque supérieure continue avec son inclinaison originelle de l'autre côté de cette vallée.

La bande 3 du Muschelkalk est formée, au N.W. de la ligne (P-XV-0-10)—(R-XV-0-0), d'une plaque de Muschelkalk renversée à

inclinaison de 40° dans le sens N. 210° E. Au N.W. de l'Estopar cette plaque présente un décrochement horizontal qui la déplace d'environ 100 m vers le S.W. En continuant vers le N.W., nous voyons que la plaque est coupée par deux petites failles verticales orientées N.—S., dont les lèvres supérieures se trouvent au S.E.

Au S.E. de la ligne mentionnée ci-dessus, la bande présente un relèvement limité par deux failles convergentes vers le bas, le long desquelles le Muschelkalk a été entraîné. La faille du S.W. affleure très nettement dans les quadrilatères (P-XV) et (P-XVI). Le retroussement le long de cette faille a été si violent que le Muschelkalk du flanc S.W. en fut renversé. Cette plaque renversée constitue la continuation de la plaque de l'Estopar, et se trouve à son tour coupée au pt. (P-XVII-10-0) par une faille verticale qui va du N.E. au S.W. La faille du N.E. n'affleure qu'au pt. (R-XVI-18-19). Le retroussement le long de cette faille a été beaucoup moins violent, le Muschelkalk du flanc N.E. occupe encore une position normale et n'a qu'une inclinaison de 60° en sens N. 20° E. Dans la bande surélevée elle-même on peut distinguer un faible anticlinal et synclinal orientés N.W.—S.E., et dont les axes commencement à s'incliner de 30° vers le sens N. 270° E. aux environs du pt. (R-XV-0-0). Au S.E. la bande surélevée et ses deux failles marginales disparaissent sous le Keuper.

Au S.E. de la ligne (P-XVII-8-5)—(S-XVII-2-5) la bande est formée de nouveau de Muschelkalk surmontant du Keuper, comme il appert clairement sur les versants N.E. et N.W. de l'Alto de la Molina. Sur le sommet de cette montagne le Muschelkalk a une position horizontale, sur son versant S.W. il prend une inclinaison de 60° en sens N. 200° E., sur le versant S.E. l'inclinaison prise est de 30° en sens N. 120° E. La plaque forme donc un quart de coupole, coupée par une faille suivant la ligne (R-XIX-3-0)—(R-XVIII-7-17).

Au S.E. de cette faille transversale la bande plonge sous le Keuper, réapparaît un instant en (R-XX), pour disparaître ensuite complètement. En ce dernier affleurement la bande est formée d'une faisceau de Muschelkalk à inclinaison de 45° en sens N. 210° E., mais au N.E. de la ligne (R-XX-0-7)—(R-XXI-0-7) il est à peu près horizontal.

Dans les limites du terrain étudié, la bande de Muschelkalk no. 4 consiste en une coupole à inclinaison radiaire de 20° à 25° . A l'Est cette coupole est coupée par une faille presque verticale suivant une direction N.—S. Elle affleure très nettement au pt. (U-XVI-0-10). A travers la culmination nous voyons encore passer un petit fossé d'effondrement dirigé dans le même sens, et bordé de failles latérales verticales.

Au N.W. de la coupole nous voyons un synclinal orienté en sens N.E.—S.W., dont l'axe se trouve approximativement dans la vallée qui le sépare de la coupole du Cerro de Atalaya, autre partie de cette bande de Muschelkalk, mais qui se trouve juste en dehors du terrain relevé.

La dépression 1 est comblée surtout de Keuper argileux dont les plissements sont difficiles à contrôler. Nous constatons cependant la présence d'un affleurement de la nappe d'ophite qui suit un trajet particulièrement curieux, et qui suggère une tectonique très compliquée.

Dans les quadrilatères (L-XVIII) et (L-XIX) la nappe intrudante s'est cassée en deux morceaux qui ont glissé l'un sur l'autre. Le morceau d'en haut est incliné vers le S.W., l'autre vers l'Ouest. Dans le quadrilatère (L-XVII) la plaque n'est pas fracturée et se trouve en position horizontale. Dans les quadrilatères (L-XVI) et (L-XV) elle manque complètement, pour se présenter de nouveau dans les quadrilatères (L-XIV) et (M-XIV) sous la forme de deux morceaux, tous deux inclinés vers le S.W.

Dans la dépression 2 inclinaison et direction du Keuper sont très variables. Dans les grandes lignes cette bande est peu plissée, surtout dans sa partie centrale, et le Keuper y forme un synclinal large et plat. Nous avons tiré cette conclusion des faits suivants: 1°. La couche 3 du Keuper se prolonge sans interruption et sans altération notable ni d'inclinaison ni de direction, dans les quadrilatères (M-XIV) et suivants jusqu'à (N-XVII). 2°. En allant du pt. (M-XV-15-0) au pt. (O-XIV-5-10) on ne quitte pas les minces couches de dolomie. 3°. Au pt. (N-XVII-5-15) on trouve un mince lit de gypse rouge, épais d'environ 20 cms., que l'on peut suivre presque sans interruption jusqu'au pt. (O-XVII-10-8).

Dans les quadrilatères (M-XIII) et (N-XIII) le Keuper est davantage plissé. Plusieurs des minces couches de gypse manifestent des plis isoclinaux inclinés vers le N.W.

Une seconde région de plissements plus forts se trouve entre l'affleurement de la couche 3 du Keuper et la vallée du Camarena. Ici aussi on trouve, près du pt. (M-XV-0-0) entr'autres, du gypse en plis couchés, à inclinaison moyenne en sens S.W. Le plissement plus accusé apparaît aussi dans la nappe d'ophite. Dans les quadrilatères (M-XVI) à (M-XVIII) inclusivement on peut distinguer trois parties: une plaque antérieure (à laquelle appartiennent l'ophite situé entre les pts. (M-XVI-5-5) et (M-XVII-8-3) ainsi que la petite plaque près du pt. (M-XVII-10-12)), inclinée en sens N.E., une plaque supérieure horizontale (y appartiennent la plaque d'ophite sur le sommet près du pt. (M-XVI-15-15), et celle près du pt. (M-XVII-16-16)), et enfin une troisième plaque, postérieure, inclinée en sens N.E. A cette dernière appartiennent les petits morceaux d'ophite près des pts. (M-XVII-16-18) et (M-XVIII-17-7). La plaque postérieure a glissé sur celle du devant, alors que la plaque supérieure a glissé vers le haut, d'entre les deux plaques antérieure et postérieure. Près de cette dernière plaque on trouve au pt. (N-XVI-0-13) un fragment de Muschelkalk qui s'y trouve au beau milieu du Keuper. Plus avant vers le N.W. on ne peut suivre que la plaque antérieure. Entre les pts. (M-XVI-3-0) et (L-XV-19-12) elle se compose à son tour de deux morceaux glissés l'un sur l'autre, et entre les pts. (L-XV-19-12) et (L-XIV-17-11) elle est brisée en petits fragments dispersés. A mon avis la plaque supérieure du quadrilatère (M-XV) ne doit pas être considérée comme la continuation de la plaque supérieure du quadrilatère (M-XVI), parce que dans le quadrilatère (M-XVI) les plaques accusent une différence de niveau de 150 m, dans le quadrilatère (M-XV) elles sont couchées l'une sur l'autre. Il n'y a d'ailleurs pas la moindre indication de fusion des deux plaques supérieures.

Nous trouvons encore une troisième région à plissements plus marqués dans les environs du Barranco del Rebollar. L'assise Keupérienne 3 disparaît dans le quadrilatère (M-XVIII) le long du Barranco del Rebollar par une inclinaison rapide en sens S.W. Dans le quadrilatère (O-XX) la couche 2 reparait et y forme une coupole avec deux inclinaisons rapides l'une en sens E., et l'autre en sens S.W. Il faut remarquer ici la plaque d'ophite presque verticale allant dans la direction N.—S., très fracturée et située au milieu de l'assise 4 du Keuper.

La dépression 3 n'est bien développée qu'à l'Ouest de la ligne (P-XV-10-0)—(S-XIV-10-10). A l'Est de cette ligne les plissements du Keuper sont difficiles à suivre, mais à l'Ouest le Keuper prend une inclinaison en sens N.E., sauf près de la vallée entre Cubla et Valacloche, où l'inclinaison est orientée vers l'Ouest. Cette dépression se caractérise en outre par le laminage intense du Keuper, ce qui fait que dans le Keuper les assises 2 et 3 sont absentes ou bien très incomplètes, et que la plaque éruptive est complètement démembrée de manière que l'on n'en trouve que des vestiges épars.

2. *La province jurassique du Sud-Ouest.*

Dans le Nord elle se compose du flanc intermédiaire d'une flexure à inclinaison de 35° en sens N. 290° E., et au midi de deux synclinaux de calcaire du Malm affaissés. Les deux morceaux se trouvent séparés par un système de failles qui suivent en partie une direction N.—S., et en partie une direction N.E.—S.W. La faille marginale dans le calcaire du Malm dans le quadrilatère (D-XVIII) ne se trouve pas exactement dans le prolongement de la faille marginale dans le Dogger, mais est, en regard de celle-ci, rejetée d'environ 200 m vers le N.W.

Le flanc intermédiaire se trouve coupé de deux failles à inclinaison de 50° en sens N. 135° E., dont les flancs du S.E. présentent un effondrement par rapport aux flancs N.W. Ces failles se prolongent vers le haut jusque dans les marnes du Malm; les calcaires supérieurs du Malm ne présentent plus qu'une inflexion. En réalité ce ne sont pas de simples failles, mais d'étroites failles en escalier.

Dans la partie Nord, l'inclinaison des couches se transforme assez brusquement de 50° en sens N. 280° E., en 40° en sens N. 230° E. Dans le Dogger cette courbe se présente un peu plus tôt, c'est à dire plus au Sud que dans le Lias, ce qui occasionne une épaisseur un peu plus considérable du tuf Toarcien. Il semble donc indiqué d'admettre un léger dénivellement du Dogger sur le tuf. En outre nous trouvons ici un certain nombre de failles verticales orientées en sens N.W.—S.E., que l'on peut encore suivre loin dans le tertiaire. Le long de la faille qui va du pt. (K-XIV-13-13) au pt. (L-XV-0-19), le flanc Nord s'est élevé par rapport au flanc Sud. Le long de la faille qui va du pt. (K-XIV-5-10) au pt. (L-XVII-0-0), le flanc Nord s'est abaissé par rapport au flanc Sud. On peut suivre ces deux failles à travers tout le Jurassique. Le long de la faille qui va du pt. (H-XV-2-0) au pt. (H-XVI-13-0), le flanc Nord s'est également abaissé par rapport au flanc Sud. Cependant le rejet vertical diminue progressivement. Au pt. (H-XIV-0-10) il est

de 45 m environ, au pt. (H-XV-10-15) il est encore de 10 m à peu près, et à l'affleurement du Lias le rejet est devenu pour ainsi dire inexistant. Il en est de même pour la faille qui se trouve un peu plus au Nord. Le fait que dans la quadrilatère (H-XV) cette faille traverse complètement les tufs toarciens, fait paraître ceux-ci plus épais qu'ils ne sont en réalité.

La partie mitoyenne se trouve découpée à l'Ouest par un certain nombre de failles orientées en sens Nord—Sud, (l'inclinaison en est de 60° à 70° en sens N. 100° E. ou N. 110° E.) dont les lèvres E. se trouvent plus basses que les lèvres W. En fait il y a quelques dizaines de ces failles, mais je n'en ai porté sur la carte que les principales.

A l'Est et au Sud de l'ensemble des failles marginales les marnes du Malm se trouvent immédiatement sur le Keuper. Cela se reconnaît aisément sur les pentes du Barranco Piqueras, et du barranco qui va du quadrilatère (H-XVIII) au (L-XVIII). Toute la série des Carñiolas, du Lias et du Dogger manque donc ici; on n'en trouve que des vestiges éparpillés par-ci par-là, par exemple entre les pts. (K-XVII-7-10) et (H-XVIII-13-0) des restes du Lias, des fragments de Carñiolas entre les pts. (K-XVIII-0-5) et (K-XVIII-5-10), des débris du Dogger et des couches à *Spongiaires* du Malm près du pt. (K-XVIII-0-13), du Dogger près du pt. (F-XIX-10-10), et des Carñiolas près du pt. (E-XX-10-5) avec du Dogger et des fragments des couches à *Spongiaires* du Malm.

Les calcaires supérieurs du Malm constituent ici deux synclinaux allant du N.E. au S.W., séparés par une faille à inclinaison de 70° en sens N. 315° E. Le synclinal Nord est bien développé dans le quadrilatère (G-XVIII), mais se change au S.W. en deux faisceaux inclinés en sens N.W. et séparés par une faille. En continuant vers le S.W. ces faisceaux se trouvent limités par des failles allant du N. au S. Le synclinal méridional est bien développé dans le quadrilatère (E-XIX). Au N.E. de ce quadrangle le flanc N.W. disparaît peu à peu, de façon que dans le quadrilatère (G-XVIII) seul le flanc S.E. est encore développé. Au pt. (D-XIX-10-15) l'orientation du flanc S.E. change. En effet, au N. de ce pt. l'inclinaison est de 30° en sens N. 315° E., au S. elle est de 30° en sens N. 290° E.

Dans le quadrilatère (D-XX) on retrouve une série de Dogger à inclinaison de 20° en sens N. 290° E., avec, à sa base, du tuf toarcien, reposant, lui, de nouveau immédiatement sur le Keuper. Au N.W. cette série est limitée par une faille allant en sens N.E.—S.W. (à inclinaison de 50° en sens N. 135° E.). Au N.W. encore de cette faille on retrouve des marnes du Malm avec des débris de Dogger à leur base, ce que l'on peut voir au pt. (E-XX-10-7).

3. *La province jurassique du Nord-Est.*

Cette province est, dans son ensemble, une série jurassique horizontale, formée d'un nombre de massifs tantôt s'escaladant, tantôt s'écartant les uns des autres. On peut distinguer quatre massifs primaires de forme allongée, séparés par trois failles allant du N.W. au S.E., à savoir la faille A, allant du pt. (T-XVIII-10-10), au pt.

(U-XXV-5-0), à inclinaison de 50° en sens N. 220° E., la faille B, allant du pt. (S-XIX-5-10) au pt. (S-XXV-17-10), à inclinaison de 50° en sens N. 40° E. et la faille C, allant du pt. (R-XXI-8-2) au pt. (R-XXIV-0-10), à inclinaison de 50° en sens N. 40° E. Au N.E. de la faille A on trouve le massif A, dont un tout petit coin seulement se trouve dans le terrain étudié; le massif B se place entre les failles A et B, le massif C entre les failles B et C, et au S.E. de la faille C se trouve le massif D. Les massifs A et C se trouvent à peu près au même niveau, le massif B est plus haut, le massif D plus bas. Tout ceci évidemment dans un sens très général. Les massifs se chevauchent donc. Ils sont traversés d'une grande faille transversale allant du N. au S. (à inclinaison de 60° en sens N. 110° E.), qui va du pt. (T-XX-10-10) au pt. (P-XXIII-8-2). Le long de cette faille les failles A, B, C et D sont rejetées vers le S. Dans le quadrilatère (R-XXI) la faille transversale est elle-même rejetée vers l'Est le long d'une faille allant du N.E. au S.W.

A l'Ouest de la grande faille transversale, le Jurassique du massif B est à peu près horizontal. A l'Ouest de la ligne (S-XX-10-0)—(T-XIX-10-10) se trouve une région très curieuse. La partie Nord en est recouverte de détritiques contenant fréquemment de gros blocs de la couche 1 des Carñiolas. Quelques uns de ces blocs ont une superficie de 100 m sur 150 m. Il me semble que toute cette partie doit être considérée comme un grand éboulement. Dans la partie Sud, on ne trouve en fait de Jurassique que la couche 1 des Carñiolas, qui a partout une inclinaison de 25° en sens N. 315° E., et qui plonge au Nord dans le Keuper. La couche 1 y a donc été arrachée des Carñiolas et enfoncée dans le Keuper.

A l'Est de la grande faille transversale se trouve un massif qui s'est effondré en suivant cette faille. Au flanc Ouest de ce massif les couches sont horizontales, au flanc Est elles ont une inclinaison de 15° en sens N. 90° E. La limite Est de ce massif est constituée par une faille parallèle à la grande faille transversale et d'une inclinaison identique à celle-ci. La lèvre Est de cette dernière faille est formée à son tour par trois massifs séparés par des failles de direction E.—W. Deux de ces massifs, ceux au Nord, sont plus bas que le massif désigné ci-dessus, le troisième massif est plus élevé. Les couches du massif Nord sont à peu près horizontales, celles du massif du milieu présentent une inclinaison de 15° en sens N. 140° E., et celles du massif méridional ont une inclinaison de 15° en sens N. 40° E., sauf dans le quadrilatère (S-XXII), où cette inclinaison est de 15° en sens N. 70° E. L'extrême pointe S.W. de ce massif méridional est de nouveau effondrée en suivant une faille de direction N.—S., à inclinaison de 70° en sens N. 280° E. Plus vers l'Est les couches du massif B gardent leur inclinaison, de 15° en sens N. 40° E. A l'Est de l'Artigas, le massif B se trouve coupé par quatre failles de direction N.E.—S.W. à inclinaisons alternativement opposées de 40° en sens N. 135° E. et en sens N. 315° E. Il en résulte deux petits massifs affaîssés flanquant un petit massif surélevé. L'inclinaison des failles est dirigée vers les massifs affaîssés. Nous avons donc affaire ici à des failles normales. Les couches sont entraînées le

long de ces failles, ce qui provoque des inclinaisons anormales à proximité des failles. Au S.E. de la faille située le plus au S.E., l'inclinaison des couches change tout-à-coup pour en devenir une de 30° en sens N. 330° E. On a apparemment ici le flanc N.W. d'un anticlinal allant dans une direction N.E.—S.W. Au pt. (T-XXV-13-5) on trouve de nouveau un plissement disharmonique. La dernière faille de direction N.E.—S.W. se termine ici dans le tuf toarcien, alors que dans le Dogger susjacent l'inclinaison des couches présente un changement progressif.

Dans le massif C, le Jurassique à l'Ouest de la grande faille transversale est à peu près horizontal, puisqu'aux pts. (R-XXI-15-5), (R-XX-15-10) et (R-XX-15-0) la face inférieure du Jurassique est à la même hauteur. Vers l'Ouest la couche 1 des Carñiolas est de nouveau arrachée, au Sud encore plus qu'au Nord. Dans la partie Sud on peut très bien voir ceci le long de la crête dans le quadrilatère (R-XIX). Près du pt. (R-XIX-15-15) cette couche est encore presque horizontale, au pt. (R-XIX-15-10) elle prend une inclinaison de 30° en sens N. 315° E., et il vient du Keuper se placer dessus. En progressant vers le Sud on voit l'inclinaison s'accuser, et au bord inférieur, la couche est même renversée (au pt. (R-XIX-0-10) l'inclinaison est de 70° en sens N. 135° E.). Dans la partie Nord la couche a partout une inclinaison de 25° en sens N. 315° E., ce n'est que près du pt. R-XIX-10-2) que cette inclinaison s'accroît légèrement et que la couche plonge dans le Keuper. Il est à remarquer que la partie Sud, où la couche 1 a été plus complètement arrachée, se trouve placée exactement vis-à-vis de la couche de Muschelkalk de l'Alto de la Molina.

A l'Est de la grande faille transversale le massif C est très fracturé. Quatre failles transversales sont situées comme suit: La faille 1 va du pt. (S-XXIII-8-0) au pt. (R-XXIII-0-1) avec une inclinaison de 60° en sens N. 320° E., la faille 2 va du pt. (S-XXIII-5-15) au pt. (R-XXIII-5-15) avec une inclinaison de 60° en sens N. 320° E., la faille 3 va du pt. (S-XXIII-4-18) au pt. (R-XXIV-6-2) avec une inclinaison de 60° en sens N. 300° E., la faille 4 va du pt. (S-XXIV-10-7) au pt. (R-XXV-13-5) avec une inclinaison de 50° en sens N. 110° E.; le massif C 1 est à l'Ouest de la faille 1, le massif C 2 entre les failles 1 et 2, le massif C 3 entre les failles 2 et 3, le massif C 4 entre les failles 3 et 4, et le massif C 5 à l'Est de la faille 4. En progressant vers le S.E. les failles sont placées de plus en plus de biais sur les failles limites. La lèvre inférieure est à l'Ouest pour les failles 1, 2 et 3, à l'Est pour la faille 4; autrement dit: ce sont des failles normales. Le massif C 5 constitue un tout dont les couches présentent une inclinaison de 25° en sens N. 320° E. On retrouve ici apparemment le flanc N.W. de l'anticlinal déjà nommé. Les massifs secondaires C 1, 2, 3 et 4 sont divisés à leur tour en massifs ternaires par des failles longitudinales inclinées en sens général N.E. Ces massifs ternaires s'escaladent les uns les autres. En allant du N.W. au S.E. on voit les failles transversales changer légèrement d'orientation. Dans le massif C 1 elles ont une inclinaison de 50° en sens N. 50° E., dans le massif C 4 l'inclinaison est 50° en sens N. 20° E. L'inclinaison générale des couches

subit un changement analogue; dans le massif C 1 elle est de 15° en sens N. 70° E., dans le massif C 4 elle est de 20° en sens N. 20° E. Dans la partie Ouest du massif C 1 on trouve encore une petite dépression, limitée à l'Ouest par une faille à inclinaison de 30° en sens N. 135° E., à l'Est par un certain nombre de petites failles les unes rejetées par rapport aux autres, et à inclinaison commune d'à peu près 40° en sens N. 300° E. En rapport avec ce qui précède il faut remarquer ce qui suit: Les petites failles qui séparent les massifs ternaires ne sont indiquées que schématiquement sur la carte. En réalité il y en a bien davantage. Puis encore, la faille qui va du pt. (R-XXI-18-10) au pt. (S-XXI-7-13) est en réalité une faille en escalier.

Dans le massif D, le Jurassique est à peu près horizontal à l'Ouest de la grande faille transversale, vu que la face inférieure des Carfiolats se trouve à peu près au même niveau aux pts. (R-XXI-4-0), (P-XXI-15-5) et (P-XXI-5-15). Cette partie est traversée par une autre faille orientée en sens N.—S. parallèle à la grande faille transversale et avec la même inclinaison. A l'Est de la grande faille transversale le Jurassique a une inclinaison de 20° en sens N. 20° E. Au midi le massif D se trouve limité par une faille qui présente à l'Ouest une inclinaison de 50° en sens N. 210° E., et à l'Est une inclinaison de 70° en sens N. 190° E. Dans les deux failles la lèvre Sud est plus élevée que la lèvre Nord. Toutes deux présentent donc une faille inverse.

Dans le quadrilatère (R-XXII) des complications surviennent. Tout d'abord, le rejet de la faille transversale nous met ici en présence de deux failles limites. En outre le massif C se trouve ici en contre-bas du massif D, par le fait que la dépression du massif C 1 confine ici au massif D.

Dans la parcelle du massif A qui se trouve encore dans le terrain étudié le Jurassique est approximativement horizontal. Il est coupé par une faille à inclinaison de 50° en sens N. 80° E., dont la lèvre Est est probablement horizontale et à un niveau inférieur à celui de la lèvre Ouest.

Discussion des structures.

Dans le terrain étudié la série de couches déformée présente les unités suivantes:

1. 850 m de calcaire (Jurassique).
2. 300 m d'argile gypsifère très plastique (Keuper).
3. 70 m de calcaire (Muschelkalk).

Il est probable qu'on retrouve là-dessous une couche plastique de Rôth gypsifère, qui, quoique non trouvée dans le terrain étudié, affleure plus au Sud (voy. Bibl. 3). Là-dessous enfin doit se trouver un sous-sol non-plastique (du Buntsandstein et des roches plus anciennes). Au cours de l'orogénie antétertiaire les couches rigides subirent des déformations indépendantes les unes des autres, de façon que le Jurassique et le Muschelkalk présentent chacun une tectonique nettement distincte, et que le Keuper se trouve violemment trituré entre les deux. Le

plissement disharmonique domine donc toute la tectonique du terrain. Elle est par conséquent plutôt chaotique, et, comme on ne sait encore presque rien de la structure des terrains limitrophes, il me paraît préférable de ne pas tenter une explication intégrale de la tectonique qui nous occupe, sur la seule base du terrain étudié. On peut cependant admettre comme certain que deux poussées se sont produites, l'une du N.E. ou du S.W., l'autre de l'Est ou de l'Ouest. La seconde est probablement postérieure à la première. Les faits suivants plaident en faveur de cette hypothèse :

1. Le rejet des failles d'orientation N.W.—S.E. le long de la grande faille transversale dans le Jurassique du N.W.,

2. La fin de la flexure près de (R-XV-0-0) contre la faille de l'Estovar orientée en sens N.W.—S.E.

Cependant, les failles normales entre les massifs secondaires du Jurassique du N.W. et la partie du Jurassique du S.W. située à l'Est et au S.E. des failles limites, manifestent que d'autres mouvements encore ont eu lieu.

Dans les profils, j'ai figuré les plaques de Muschelkalk éparses dans le Keuper comme des séries soulevées par ce dernier, et non pas comme des écailles, vu que dans ce cas la compression horizontale dans le Muschelkalk serait beaucoup plus grande que dans le Jurassique.

Le terrain étudié a encore subi des mouvements post-tertiaires, comme il appert du fait que le banc triparti se trouve à 1120 m dans le quadrilatère (R-XIV), à 1100 m dans le (M-XVII), et à 1260 m par contre dans le (G-XIV) et le (E-XVI).

Ces différences de niveau doivent avoir été occasionnées par des mouvements le long des failles orientées en sens N.W.—S.E., aux environs du quadrilatère (M-XV), étant donné que ces failles se continuent dans le Miocène. Mais ces failles s'étaient déjà produites au cours de la formation de la flexure, vu qu'elles ne dépassent pas la courbure des couches jurassiques. De ceci il s'ensuit que les lèvres du N.E. doivent s'être trouvées originellement au-dessus des lèvres du S.W., pour n'aboutir à un emplacement en-dessous de celles-ci que lors des mouvements post-tertiaires.

B. Tectonique de la région tertiaire.

Description.

Comme il a déjà été dit, la tectonique de la région tertiaire comprend en majeure partie des failles. On peut en distinguer deux systèmes : l'un orienté en sens allant de E.—W. à S.E.—N.W., et présentant surtout des failles, et l'autre de direction N.—S. à N.E.—S.W., montrant une prépondérance de flexures. Dans la plupart de ces flexures c'est l'étage 6 qui la présente seule, les étages inférieurs, eux, sont de nouveau fracturés, comme on peut le voir aisément dans les quadrilatères (O-VII) et (O-VIII). Les failles du premier système se poursuivent à travers tout le terrain. Ce sont les failles dites „longitudinales”. Celles du second système ne s'étendent que d'une faille longitudinale à l'autre, et ne sont donc que des failles dites „transversales”.

Les failles longitudinales suivantes purent être déterminées :

La faille *a*, s'étendant entre les pts. (O-VI-10-5) et (R-XII-0-10). Elle ne se distingue nettement qu'au pt. (O-IV-10-5) comme une fracture de l'étage 4, à part quoi elle n'est plus indiquée que par une flexure dans l'étage 6.

La faille *b*, allant du pt. (M-XIII-10-0) au pt. (D-II-18-0) en passant par le pt. (L-VIII-13-15). En ce dernier point elle change de direction.

La faille *c*, qui est une faille en escalier à 5 échelons distincts formés par les failles (en allant en sens N.—S.) *c* 1, du pt. (F-VI-0-2) au pt. (H-X-15-5); *c* 2, du pt. (E-VI-15-5) au pt. (K-XIV-13-5) en passant par le pt. (H-X-5-5), où elle change de direction; *c* 3, du pt. (C-III-15-10) au pt. (K-XIV-5-10) en passant par le pt. (G-IX-13-10), où elle change de direction; *c* 4, du pt. (G-XII-12-0) au pt. (H-XIV-10-10); *c* 5, du pt. (E-VI-10-0) au pt. (H-XV-7-0); et enfin, *c* 6, du pt. (C-III-7-15) au pt. (G-XV-10-13), en passant par les pts. (C-VI-18-2) et (D-VI-3-5), entre lesquels elle présente une brisure. Seule la faille *c* 6 se présente sous la forme d'une flexure, même dans l'étage 2. Les failles *c* 2 à *c* 5 inclusivement, se trouvent toutes dans le prolongement de failles dans le Jurassique.

La faille *d*, qui est de nouveau une faille en escalier, à deux échelons distincts, formés par les failles *d* 1, du pt. (A-X-18-0) au pt. (B-XII-13-5), et *d* 2, du pt. (A-X-8-0) au pt. (C-XV-3-17).

Au N.E. de la faille *a* se trouve le fossé d'effondrement de Cañada, où le banc triparti se trouve partout au même niveau.

Entre les failles *a* et *b*, on trouve au S.E. le fossé d'effondrement de Pañuelo, et au N.W. le massif surélevé de Muela. Dans le fossé d'effondrement le banc triparti se trouve à un niveau inférieur à celui du banc dans la dépression de Cañada. Le fossé d'effondrement du Pañuelo est limité au S.E. par une flexure transversale presque parallèle à la lèvre médiane de la flexure du Jurassique. Elle correspond probablement à une série de failles dans le sous-sol, dont les failles au N.E. de l'Estopar peuvent être les avant-coureurs. On relève encore que dans le quadrilatère (O-XII) cette flexure s'est déplacée vers le N.W. Entre le massif surélevé et le fossé d'effondrement se trouve une seconde flexure transversale. Elle aussi a un parcours à peu près parallèle à la lèvre médiane du Jurassique. Comme il a déjà été dit, seul l'étage 6 présente la flexure, l'étage 4 est de nouveau fracturé. Dans le massif surélevé de Muela le banc triparti atteint son niveau le plus haut vers le bord S.E. Près du pt. (K-VI-18-0) une petite flexure fait s'abaisser le banc, et au pt. (H-III-10-0) se trouve une faille dans l'étage 2, faille qui correspond probablement aussi à une flexure dans l'étage 6, et qui cause un nouvel abaissement du banc.

Entre les failles *b* et *c* se trouve la dépression de Camarena, dans laquelle, à l'Ouest de Cascante, le banc triparti est presque partout au même niveau. Entre Cascante et la ligne (L-XII-0-0)—(M-XI-0-15) il y a une flexure qui fait remonter le banc triparti. On remarque que dans le quadrilatère (N-XII) cette flexure s'est déplacée vers le S.E. Dans les quadrilatères (L-X), (M-XI) et (M-XII) se trouve une petite

dépression secondaire où le banc triparti occupe un niveau inférieur à celui qu'il occupe, tant dans le fossé d'effondrement de Pañuelo que dans celui de Camarena. La cause en pourrait résider dans le fait que ces deux affaissements n'auraient pas eu lieu en même temps.

Entre les failles *c* et *d*, on trouve au S.E. le massif surélevé de Carrascal, au N.W. la dépression de Valbuena. Deux flexures transversales partagent le massif surélevé en un massif secondaire central et deux dépressions secondaires latérales. Ces flexures sont de nouveau parallèles à la lèvre médiane de la flexure du Jurassique qui les précède. Entre le massif surélevé et le fossé d'effondrement on trouve encore une troisième flexure toujours parallèle à la lèvre médiane de la flexure du Jurassique. Dans le massif surélevé de Carrascal, le banc triparti se trouve près de 120 m plus haut que dans celui de Muela, et dans la dépression de Valbuena de 140 m au-dessus de son niveau dans la dépression de Camarena.

Au S.W. de la faille *d* se trouvent au S.E., le massif surélevé de Villarejo, où le banc triparti se trouve à 50 m plus haut que dans celui de Carrascal, au N.W. la dépression de Juncal. Au S.E. le massif surélevé se trouve coupé par une faille transversale, qui se trouve dans l'exact prolongement de la flexure transversale du S.E. dans le massif de Carrascal. En progressant vers le N.W., le massif surélevé se transforme insensiblement en une dépression. On a ici comme qui dirait une flexure large à faible inclinaison, dont tous les étages s'infléchissent. Au pt. (A-XII-5-0) seulement le Tertiaire redevient horizontal, et la dépression proprement dite commence, pour être coupée au N.W. par une faille transversale.

Les failles en escalier enfin sont très intéressantes. Leurs divers gradins se confondant sur les bords entr'eux, ou avec les massifs entre lesquels la faille en escalier est située.

Dans la faille en escalier *c* on distingue cinq gradins. Entre les failles *c*1 et *c*2 se trouve le gradin *c*1 qui se confond au S.E. de Cascante avec la dépression de Camarena, s'infléchit au N.W. au pt. (F-VI-0-0), pour se confondre ensuite de nouveau avec la dépression de Camarena. Cette flexure se trouve à peu près dans le prolongement de celle entre le massif surélevé de Carrascal et la dépression de Valbuena. Entre les failles *c*2 et *c*3 se trouve le gradin *c*2, qui est déjà distinct dans les assises mésozoïques, et qui s'infléchit au N.W. à peu près au même endroit que le gradin *c*1, pour se confondre ensuite également avec la dépression de Camarena. Dans le quadrilatère (K-XVI) le gradin *c*3, entre les failles *c*3 et *c*4, fait encore partie du massif surélevé de Carrascal (c'est à dire plutôt du prolongement de ce massif dans les assises mésozoïques). Au pt. (K-XV-15-18) il commence à s'infléchir, et au N.E. il est coupé par la faille *c*3. Le gradin *c*4, entre les failles *c*4 et *c*5, se présente dans la région mésozoïque de la même façon que le gradin *c*3, à cette différence près que sa flexure initiale se trouve un petit peu plus au N.W., au pt. (H-XV-10-10). Il présente une seconde flexure au pt. (G-XII-5-0), après quoi il se confond avec le gradin *c*3. Au S.E. le gradin *c*5 commence de la même manière que les gradins *c*3 et *c*4, mais la

flexure initiale s'y trouve encore plus au N.W. On peut le suivre à travers toute la région comme un gradin distinct. Au pt. (D-VI-10-10) il présente une seconde flexure qui se trouve de nouveau dans le prolongement de la flexure entre le massif surélevé de Carrascal et la dépression de Valbuena.

Dans la faille en escalier *d* on distingue un seul gradin, coupé au N.W. par la même faille qui termine la dépression de Juncal, et qui après une flexure, se confond au S.E. avec le massif surélevé de Carrascal.

En relevant la structure du banc triparti je fus considérablement gêné par les phénomènes d'affaissement très accentués dans le Tertiaire. L'érosion détruisant fréquemment les étages 3, 4 et 5, l'étage 6, resté intact, s'affaisse sur l'étage 2. Ce phénomène est très accusé dans les quadrilatères (E-VII) à (E-X). Dans le quadrilatère (E-VII) l'étage 6 repose même directement sur l'étage 2.

Discussion des structures.

Il faut remarquer la frappante identité de direction des failles dans le Tertiaire et des structures antétertiaires. Les petites failles de la faille en escalier C constituent même le prolongement de failles antétertiaires. Ceci nous mènerait à supposer que les mouvements post-tertiaires ne se sont produits que le long de failles originaires d'avant le Tertiaire.

Un autre symptôme caractéristique est le rejet de la flexure-limite du S.E. des fossés d'effondrement de Pañuelo et de Camarena. Là où le Tertiaire surmonte du Muschelkalk ou des ophites, ces flexures sont rejetées vers le N.W. Ceci est probablement une conséquence du fait que le Tertiaire, là où il se trouvait sur du Keuper plastique, a été entraîné par l'affaissement sur une plus grande distance.

L'orogénie postmiocène ne présente pas de tendance nettement accusée. Avec un peu de bonne volonté on peut y voir les deux tendances suivantes: 1. Un relèvement de la partie S.W. par rapport à celle du N.E., puisque le massif surélevé de Villarejo se trouve à une altitude supérieure à celle du massif surélevé de Carrascal, qui, lui, est situé plus haut que le massif surélevé de Muela; la dépression de Valbuena est à un niveau plus haut que celle de Camarena. 2. Un affaissement des massifs très élevés avant le Miocène, puisque la dépression du Pañuelo se trouve exactement dans la région des massifs III et IV du sous-sol, qui avant le Miocène, formaient un massif surélevé.

IV. GEOLOGIE HISTORIQUE.

Le terrain étudié est trop restreint pour permettre de tirer des conclusions sur son histoire. Ceci est d'autant plus vrai pour l'ère mésozoïque, puisque le terrain étudié n'y constitue qu'une minime partie du bassin de sédimentation. Les assises tertiaires par contre se prêtent mieux à quelques considérations, car le terrain étudié s'étend approximativement du bord Est au bord Ouest du bassin de sédimentation de cette époque.

L'histoire du terrain pourrait donc avoir été comme suit :

L'ère mésozoïque.

Durant la sédimentation du Muschelkalk inférieur, le terrain était recouvert d'une mer assez peu profonde, parfois même si peu profonde que l'aspect du fond en subit l'influence des vagues. Les „ripple marks" en font foi. Les régions émergées étaient ou très éloignées ou très basses, ce qui expliquerait l'absence de matériaux argileux. Pendant la sédimentation du Muschelkalk supérieur les terres remontèrent légèrement, ou bien les eaux se retirèrent un peu, ce qui causa la présence de davantage de matières argileuses.

Durant la sédimentation du Keuper inférieur la situation ne changea guère, mais le bassin alla se fermant, de manière à former une mer intérieure, cette hypothèse se basant sur la présence de couches de gypse dans cet étage. Le climat durant cette époque était chaud et sec. La couche rouge, qui est la troisième du Keuper, indique, me semble-t-il, un dessèchement du bassin, les sédiments rouges ne pouvant se former, comme il a été démontré par TWENNHOFEL, que lorsqu'il ne s'y dépose que peu ou pas de matières organiques. Ceci n'est possible que lorsque la sédimentation est très rapide ou lorsqu'elle a lieu dans un entourage contenant très peu de matériaux organiques, comme des lacs salés ou des plaines désertes. Les meilleures conditions de formation de ces couches se rencontre dans les deltas de rivières et dans leurs dépôts alluviaux secs, mais sous la réserve que le climat ne soit pas trop humide. Dans le cas qui nous occupe cette dernière possibilité n'est pas exclue. Les minces bancs calcaires au bas de l'assise 4 indiquent une nouvelle transgression de la mer, après laquelle un nouveau bassin fermé s'est formé. Mais dans ce bassin-ci il y eut un apport plus considérable d'argile que lors de la sédimentation de l'assise 2, comme nous l'apprend le faciès argileux dans le N.E. du terrain étudié. Cela peut encore tenir à deux causes, à savoir : que la région d'où provenait le sédiment se soit trouvée à une altitude plus élevée qu'à l'époque de l'assise 2, ou que la région d'où provenait le sédiment se soit trouvée plus rapprochée que lors de l'assise 2. Cette région s'est manifestement

trouvée au N.E. Durant la sédimentation de l'assise 4 le bassin était de nouveau presque complètement à sec.

L'époque des Carñiolas commença par une transgression temporaire de la mer, durant laquelle les couches 1 et 2a furent déposées. Toute la région resta ensuite pendant quelque temps au-dessus du niveau de la mer, période pendant laquelle les argiles rouges de la couche 2b se formèrent. Vint ensuite un fort abaissement de la région qui fut alors définitivement submergée. Lors de la sédimentation de la couche 3 des Carñiolas, cette mer était assez profonde et éloignée de la terre ferme. A l'époque des Carñiolas supérieurs la mer devint de nouveau moins profonde, comme les „ripple marks” de la couche 4 en témoignent.

La mer resta peu profonde durant la sédimentation charmouthienne (les „ripple marks” et les bancs de débris de coquillages) : parfois même le fond revenait à la surface, comme le prouvent les fentes de contraction. Et pourtant on ne trouve dans cet étage presque point de couches argileuses. Cela pourrait s'expliquer par le fait que les régions d'où provenait les sédiments étaient devenues presque complètement des pénéplaines.

Le Toarcien vit apparaître des volcans dans le terrain étudié.

Au commencement du Dogger, l'érosion les avait déjà complètement rasés en toute la région était encore recouverte d'une mer peu profonde. Celle-ci avait gagné en profondeur lors de la sédimentation du Bathonien, du Bajocien, et probablement aussi du Callovien. Le peu d'épaisseur de ce dernier étage doit être attribué au très faible affaissement du fond de la mer au cours de cette époque. Cette même cause explique l'absence de l'Oxfordien inférieur.

Durant la sédimentation de l'Oxfordien moyen le fond de la mer commença de nouveau à s'abaisser, et les bancs à *Spongiaires* commencèrent à se former. L'abaissement s'accéléra durant l'Oxfordien supérieur, ce que nous concluons de l'épaisse zone à *Ringstaedia anglica*. Au cours de la sédimentation du Kimméridgien l'affaissement se ralentit et les récifs coralligènes se formèrent.

Sur la fin de la période jurassique le fond de la mer subit des mouvements assez violents, ce qui fit transporter le terrain étudié à proximité de terres fermes sujettes à de fortes érosions. Celles-ci occasionnèrent la sédimentation de couches de sable.

De toute l'époque qui s'est écoulée entre le Jurassique supérieur et le Miocène on ne peut dire que cette seule chose : qu'il y a eu de forts mouvements orogéniques.

L'époque du Miocène.

Durant cette époque, la partie Est de notre terrain formait une crête de hauteur variable, mais continuellement sujette à érosion, la partie Ouest constituait un bassin dans lequel ces matières d'érosion étaient rassemblées. Au delà de la limite Ouest il se trouvait une autre crête qui fournit du sédiment.

Durant la sédimentation de l'assise 1 les régions productrices des matières sédimentaires présentaient un relief très accidenté, ainsi que nous le trahit l'abondance des conglomérats. Le climat était très chaud

avec une alternance de saisons sèches et humides, car sans cela il n'y eut pu se former des produits d'érosion rouges. Pendant cette période le bassin était une plaine à sédimentation fluviale, comme nous pouvons le voir d'après la stratification très irrégulière de cet étage.

Il se peut que durant la sédimentation de l'assise 2 le même climat ait encore dominé, mais le fait que les régions d'origine du sédiment étaient devenues presque des pénéplaines explique la faible quantité d'argile comme l'absence des conglomérats et des grès dans cette assise. Durant cette période le bassin était submergé et formait un lac d'eau douce, comme il appert des calcaires à tiges et sporanges de *Chara*.

Pendant la sédimentation de l'assise 3 le climat devint plus sec, sans quoi cet assise ne présenterait pas une si grande abondance de gypse. Elle contient néanmoins davantage d'argile que la précédente. Les régions d'origine du sédiment étaient donc de nouveau davantage érodées, ce qui s'explique par le fait qu'elles étaient exhaussées au commencement de la formation de cet étage. Le bassin n'était immergé qu'en partie. Sur les bords se trouvèrent des plateaux assez larges, recouverts de dépôts de „piedmont", comme nous pouvons le constater par la présence dans cet étage de faciès marginaux larges et irrégulièrement stratifiés.

Le climat ne changea guère de l'assise 3 à l'assise 4; peut-être était-il encore un peu plus sec vu qu'on trouve encore davantage de gypse dans cette assise 4. Les régions d'origine du sédiment étaient de nouveau complètement nivelées, le transport de limon était donc minime, et, par conséquent, on ne trouve point de couches argileuses dans cette assise.

La sédimentation de l'assise 5 se fit sous un climat plus humide, nous trouvons donc peu de gypse. L'augmentation de l'argile indique un nouveau rehaussement des régions d'origine du sédiment, rehaussement causé par les mouvements qui s'étaient faits entre les sédimentations des assises 4 et 5. Tout comme lors de la formation de l'assise 3, le bassin était partiellement immergé, mais les plateaux côtiers étaient plus étroits, et l'eau du lac était douce, comme le prouvent les *Gastéropodes* d'eau douce que contiennent les calcaires du centre. Il est probable que la vallée du Camarena existait déjà et que la rivière qui y coulait avait alors son delta près du Carrasquilla actuel. Le barranco del Horcajo, lui aussi, existait peut-être déjà à cette époque.

La sédimentation des assises 6 et 7 eut lieu sous un climat probablement encore un peu plus humide. Les régions d'origine du sédiment y furent encore une fois nivelées, et la teneur en matières argileuses diminue donc proportionnellement dans les assises 6 A et 6 B, pour être complètement nulle dans les assises 6 C et 7. Durant la sédimentation de l'assise 6 le bassin était de nouveau complètement rempli par un lac d'eau douce (témoins les calcaires contenant des *Gastéropodes* d'eau douce), qui, vers l'époque de la sédimentation de l'assise 6 C, inonda même une grande partie des vallées fluviales dans la crête Est. Durant la sédimentation des assises 6 A et 6 B, la région qui environne le sommet

1072 se vit plus ou moins séparée du reste du lac par les prolongements des plaques de Muschelkalk de l'Estopar et de Valacloche, et par conséquent il n'y put pas pénétrer beaucoup de limon.

Au commencement de la formation de l'assise 7 le fond émergea de nouveau par grands plateaux, et au cours de cette sédimentation deux petits lacs se formèrent, l'un dans le district de Valbuena et l'autre dans celui de Pañuelo. Le fossé d'effondrement de Camarena les reliait probablement.

Par suite des mouvements postmiocènes, les régions d'origine du sédiment étaient de nouveau très élevées durant la sédimentation de l'assise 8. Le bassin constituait de nouveau une plaine d'alluvion (des sables rouges irrégulièrement stratifiés, des conglomérats et des argiles).

Les cycles de sédimentation dans le Miocène ont peut-être été les produits de changements climatiques périodiques. Comme preuves nous citons surtout les cycles de la partie inférieure de l'assise 4, où nous voyons alterner 2 m de gypse en couches très minces, avec 2 m de marnes bitumineuses gypsifères. Il n'en est pas moins curieux de trouver dans une même couche du gypse et des *Gastéropodes* d'eau douce, comme dans la couche 4 A, ou des calcaires d'eau douce vers le centre du bassin, et du gypse marneux vers les bords, comme dans les couches 4 B, 5 B et 6 A.

V. MINERAIS.

A part la bande d'oolithes ferrugineuses déjà mentionnées dans le Callovien, on trouve près du pt. (H-XV-13-13), dans le Dogger trois petits filons de Psilomélan, de même qu'un mince dépôt de ce minéral entre les calcaires des Carniolas près de (K-XV-15-15). En ces deux localités on a manifestement affaire à des infiltrations le long de plans de faille.

VI. BIBLIOGRAPHIE.

1. W. J. ARKELL. The Jurassic system in Great-Britain. Oxford 1933.
2. J. BARRELL. Rhythms and measurements of geologic time. Bulletin of the geologic society of America, vol. 28, p. 745—904, 1917.
3. R. BRINKMANN. Beticum und Keltibericum in Sudost Spanien. Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, Math. phys. Klasse, III Folge, Heft 1, p. 1—108, 7 pl., 1931.
4. S. S. BUCKMANN. A monograph of the ammonites of the Inferior Oolithe series, vol. I & suppl., 1887—1907.
5. S. S. BUCKMANN. Type ammonites (and Yorkshire type ammonites), vol. I—VII, 1909—1930.
6. P. CHOFFAT. Description de la faune Jurassique de Portugal, classe des Céphalopodes, lière ser., Ammonites du Lusitanien de la contrée de Torres Vedras. Direction des travaux géologiques du Portugal, 1893.
7. TH. DAVIDSON. A monograph of the British fossil Brachiopoda: vol. I pt. 3, Oolithic and Liassic Brachiopoda, 1851—1853; vol. IV pt. 2, Supplement to Jurassic and Triassic species, 1876—1878; vol. V pt. 3, Appendix to supplements etc., 1884.
8. A. DEREIMS. Recherches géologiques dans le Sud de l'Aragon. Thèse de doctorat, Paris 1889.
9. E. E. DESLONGCHAMPS. Paléontologie française, terrain Jurassique, Brachiopodes Jurassiques, Paris 1862—1865.
10. P. DORN. Die Ammonitenfauna des untersten Malm der Frankenalb. Palaeontolografica Bnd. 73, p. 107—172, pl. XV—XXX, 1930; Bnd. 74, p. 1—92, pl. I—XX, 1931.
11. J. E. EATON. The bi-passing and discontinuous deposition of sedimentary materials. Bulletin of the American association of petroleum geologists, vol. 13, p. 713—761, 1929.
12. GEMMELARO. Studii paleontologiche sulla fauna del calcare a Terebratula janitor del Nord di Sicilia. Giornale di scienze naturale ed economiche di Palermo, 1869.
13. E. GERBER. Beiträge zur Kenntnis der Gattungen Ceromya und Ceromyopsis. Mémoires de la société paléontologique de Suisse, vol. 43, 1918.
14. M. GENOUX. Géologie stratigraphique. Paris 1926.
15. C. HAHNE. Das Keltiberische Gebirgsland östlich der Linie Cuenca-Teruel-Alfambra. Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, math. phys. Klasse, neue Folge Bnd. XIV, Heft 3, p. 5—46, 1 pl., 1930.
16. E. HAUG. Traité de géologie. Paris 1907—1922.
17. E. KAISER. Lehrbuch der Geologie, Bnd. III & IV: Geologische Formationskunde, Stuttgart 1923.
18. P. DE LORIOU & E. PELLAT. Monographie géologique et paléontologique des étages supérieurs de la formation Jurassique de Boulogne sur mer. Mémoires de physique et d'histoire naturelle de Genève, vol. XXIII, 2, p. 253—408; vol. XXIV, p. 1—326, 26 pl., 1873—1875.
19. Mapa geológica de España escala 1:50 000 no. 22 Hoja y memoria 576, Teruel. Madrid 1931.

20. C. MOESCHL. Monografie der Pholadomyen. Mémoires de la société paléontologique de Suisse, vol. I, 1874; vol. II, 1875, 40 pl.
21. W. QUENSTEDT. Petrefacten Deutschlands: Die Brachiopoden. Tübingen 1868—1878.
22. W. QUENSTEDT. Die Ammoniten der schwabischen Jura. Stuttgart 1885—1888.
23. G. RICHTER & R. TEICHMÜLLER. Die Entwicklung der keltiberischen Ketten. Abhandlungen der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, math. phys. Klasse, III Folge, Heft 7, p. 1—118, 3 pl., 1933.
24. L. ROLLIER. Synopsis des Spirobranches jurassiques celto-souabes. Mémoires de la société paléontologique de Suisse, vol. 41—44, 1915—1919.
25. F. ROMAN. Fauna caloviense del mineral de hierro de Sarrion. Trabajos del museo nacional de ciencias naturales, ser. geol. no. 23, p. 5—25, 2 pl., 1923.
26. J. ROYO Y GOMEZ. El Mioceno continental ibérico y su fauna malacológica. Comisión de investigaciones paleontológicas y prehistóricas, mem. no. 30, 216 p., 4 pl., 1922.
27. H. SALFELD. Die Gliederung des oberen Jura in N.W. Europa von den Schichten mit Perisphinctes martelli Opp. aufwärts auf Grund von Ammoniten. Neues Jahrbuch für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, Beil. Bnd. XXVII, p. 125—245, 2 tab., 1914.
28. G. STAESCHE. Die Pectiniden der schwabischen Jura. Geologische und Paläontologische Abhandlungen, neue Folge, Bnd. 15.
29. W. H. TWENNHOFEL. Treatise on sedimentation, 2nd ed. London 1932.
30. K. WEISERT. Stephanoceras im schwabischen braunen Jura. Paläontografica Bnd. 76, p. 121—191, 4 pl., 1932.
31. L. WEGELE. Stratigraphische und faunistische Untersuchungen im Oberoxford und Unterkimmeridge Mittelfrankens. Paläontografica Bnd. 71, p. 117—210, pl. XXV—XXVIII, 1 tab., 1929; Bnd. 72, p. 1—94, pl. I—XI, 1929.
32. W. WETZEL. Faunistische und stratigraphische Untersuchungen der Parkinsonschichten des teutoburgen Waldes bei Bielefeld. Paläontografica Bnd. 58, p. 139—278, 10 pl., 1911.
33. A. WURM. Untersuchungen über den geologischen Bau und die Trias von Aragonien. Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft, Bnd. 63, p. 38—169, 3 pl., 1911.
34. A. WURM. Beiträge zur Kenntnis der iberischen-balearischen Triasprovinz. Verhandlungen des heidelbergischen naturhistorischen und medizinischen Vereins, neue Folge, Bnd. XII, p. 478—549, 2 pl.