

# L'Oligocène nord-varois : nouvelle mise au point

par Fernand TOURAINE \*

RÉSUMÉ. — La présente étude est une mise au point, à ce jour, de la question de l'Oligocène nord-varois. Elle reprend et complète l'état des connaissances déjà dressé en 1971 [26]. Depuis cette date, en effet, des fossiles nouveaux ont été découverts ; des faciès et des datations stratigraphiques se sont précisés. Par voie de conséquence, la chronologie tectonique a bénéficié de toutes les acquisitions, permettant alors des corrélations avec la tectonique alpine. Ces faits nouveaux, déjà publiés pour la plupart dans des notes séparées, devaient être rassemblés. En outre, des documents photographiques inédits ont été ajoutés.

## I. RAPPEL DE L'ÉTAT DE LA QUESTION en 1971

Autrefois inconnu, l'Oligocène du Nord-Varois fut découvert en 1966 [8], à Montmeyan et dans les principaux bassins voisins, sous le faciès des « sables bleutés » ; les fossiles déterminés par R. REY, assez peu nombreux mais caractéristiques, étaient surtout contenus dans quelques bancs calcaires de la base, connus sur le nom de « calcaire à Bithynies ». Peu après, un autre Oligocène, sous le faciès de marnes et calcaires riches en Striatelles, était découvert aux Bourdas et à Plan d'Auron, au voisinage de la Verdière [10]. Il devait être retrouvé un peu plus tard en d'autres affleurements de petite dimension : Bellevue [13], Pierrette [28], la Combe [28], toujours dans les mêmes parages.

D'emblée, l'Oligocène nord-varois fut contesté par quelques auteurs, spécialement par A.-F. DE LAPPARENT qui, en 1938, avait attribué les sables bleutés au Sparnacien, d'après une demi-mandibule d'un Mammifère que TEILHARD DE CHARDIN avait reconnu proche de *Paramys lemoinei* Teilhard [2]. Quant aux couches des Bourdas, le même auteur les avait attribuées au Miocène, mais sans justifi-

cation motivée. Il est d'ailleurs plaisant de rappeler que, selon les dates et selon les auteurs (P. ZURCHER, A.-F. DE LAPPARENT, C. CORNET, G. MENNESSIER, D. MODRET, F. TOURAINE), ces couches ont appartenu successivement au Bathonien, à l'Eocène, au Miocène, au Fuvélien... avant de terminer oligocènes !

En 1966, lors d'une excursion en commun sur le terrain, et après discussion, A.-F. DE LAPPARENT reconnaissait oralement l'Oligocène des Bourdas - Plan d'Auron, mais niait celui de Montmeyan, considérant que les couches en sont concordantes sur le Sparnacien à œufs d'Oiseaux, et que R. REY devait se tromper dans les déterminations des Gastéropodes caractéristiques.

Peu après (1967), d'autres fossiles sparnaciens (principalement des Mammifères) étaient découverts au sein des sables bleutés de Rians par L. GINSBURG, G. MENNESSIER et D. RUSSELL [14]. Nombre de géologues furent alors très impressionnés et convaincus de l'âge sparnacien des sables bleutés — donc non oligocènes.

A partir de cette date, une longue controverse s'éleva, avec arguments dans les deux sens, mais

\* 21, avenue Jules Ferry, 13100 Aix-en-Provence.

dissemblables en nombre et en valeur. D'une part, il est évident que les Mammifères sont, *a priori*, les meilleurs fossiles pour dater les terrains tertiaires continentaux, du moins quand on peut assurer leur autochtonie. Mais, d'autre part :

1) Les conditions de leurs gisements dans le Nord-Varois ne sont justement nulle part convaincantes : *Paramys lemoinei* a été trouvé dans un bloc calcaire tombé à terre au pied d'une murette ; et les Mammifères de Rians étaient rassemblés dans une lentille extrêmement exiguë (0,1 m<sup>3</sup>), aujourd'hui épuisée, contre laquelle ont été récoltés des Ostracodes certainement oligocènes (voir plus bas).

2) Au contraire, les Gastéropodes oligocènes du calcaire à Bithynies sont largement répandus par bancs entiers, et certaines espèces sont très caractéristiques, ex. *Potamides lamarcki* du Stampien (pl. I). Les listes en ont été publiées au fur et à mesure des découvertes et récapitulées en 1971 [26], puis en 1973 [34].

3) Des Ostracodes, presque certainement oligocènes (légère réserve de N. GRÉKOFF tenant au mauvais état de conservation), étaient présents dans le gisement même des Mammifères éocènes, y occupant un banc qui traverse tout le bassin [19]. Les espèces citées témoigneraient d'un milieu lagunaire à salure variable, probablement alternante. L'âge, resté un peu douteux, devait être confirmé plus tard.

4) Parmi les Characées, le genre *Gyrogona* (détermination de L. GRAMBAST), abondant dans le calcaire à Bithynies, n'est connu que du Lutétien supérieur au Stampien inclus [8].

5) A.-F. DE LAPPARENT (1938) avait nommé deux Gastéropodes du calcaire à Bithynies, considérés par lui comme caractéristiques du « Sparnacien » varois, à savoir : *Melania cardinalis* de Lapp. et *Bithynia bauduensis* de Lapp. Mais ces fossiles n'ont jamais été retrouvés ailleurs dans aucun autre faciès sparnacien. Il s'agit en réalité de fossiles oligocènes déjà connus sous d'autres noms [9].

6) L'Oligocène des Bourdas et celui de Montmeyan, considérés au début comme des faciès différents de niveaux comparables, ont cependant des équivalents stratigraphiques et paléontologi-

ques distincts, faciles à reconnaître dans les séries plus complètes du bassin d'Apt, à savoir [21] :

— *type de Montmeyan* = niveau de « Campagne-Calavon », à la limite Sannoisien-Stampien ;  
— *type des Bourdas* = calcaire « à Cyrènes » + calcaire « de la Fayette » = Sannoisien.

7) Les sables bleutés ne constituent pas un faciès uniquement varois. Des formations semblables, ou très comparables, se retrouvent, mais sous d'autres noms, dans tous les grands bassins oligocènes : arkoses de la Limagne, sables du Belfortais, sables de Fontainebleau, etc.

8) *Des argilites ferrugineuses*, partout subordonnées aux sables bleutés du Var, se retrouvent, elles aussi, dans tous les bassins, sous les sables oligocènes correspondants [22].

9) Stratigraphiquement, si les sables bleutés varois sont apparemment concordants sur le Sparnacien en beaucoup d'endroits, on connaît des exemples indubitables de *discordance angulaire* sur leur substratum — lequel n'est pas uniquement constitué de Sparnacien, mais effectivement très varié : de l'Eocène au Trias dans le Var [19]. D'ailleurs, même dans l'intérieur des bassins, à Salernes par exemple, une tectonique est souvent reconnaissable qui plisse le Crétacé et l'Eocène [21], mais elle *n'intéresse pas* les sables bleutés partout subhorizontaux (bordures chevauchées exceptées).

Ainsi, dès 1971, il était bien clair que le problème des sables bleutés ne se ramenait pas à une simple querelle entre spécialistes des Gastéropodes et des Mammifères, comme certains l'ont cru. Bien d'autres arguments de valeur avaient déjà été réunis en faveur de leur âge oligocène.

## II. ACQUISITIONS NOUVELLES DEPUIS 1971

### A) Paléontologie.

**Gastéropodes.** — 1) *Les déterminations de R. REY ont été confirmées* par de nombreux spécialistes, malacologistes ou stratigraphes : W.R. SCHLICKUM, G. TRUC, J.-C. PLAZIAT, M. ROUX, Mlle J. VILLATTE, Mlle C. CORNET, d'autres encore... [35], au moins en ce qui concerne les

espèces caractéristiques entraînant la conviction, *Potamides lamarcki* par exemple (pl. I). Rappelons que ce fossile, facile à identifier, est inconnu en dehors du Stampien *s.l.*

2) Quelques noms d'espèces de Striatelles ont été précisés, d'ailleurs sans répercussions stratigraphiques. *Melanoides luynesi* Matheron, qui n'avait jamais été décrite, est devenue *Melanoides tourainei* Rey 1974, avec diagnose détaillée [42]. C'est une espèce sannoisienne, surtout provençale, facilement reconnaissable à son ornementation costulée (pl. II).

*Melanoides gilletae* Rey 1974 est une nouvelle espèce du Sannoisien provençal [42], aux tours fortement carénés (pl. II) ; elle doit être distinguée notamment de *Pseudamnicola angulifera* Dunker 1853, plus ubiquiste, aux tours plats et scalariformes (pl. II), avec laquelle elle a parfois été confondue.

**Ostracodes.** — L'étude en a été reprise par G. CARBONNEL, toujours sur le gisement même des Mammifères éocènes de Rians. Des espèces furent reconnues : *Hemicyprideis aff. genavensis* Cértili, de l'Oligocène de Suisse ; *Neocyprideis* très proche de *N. rara* Goerlich *ceresti* Carbonnel, de l'Oligocène d'Apt [30]. En outre, aucun rapprochement n'est possible entre les Ostracodes de Rians et ceux d'un gisement sparnacien lagunaire, pr's pour cette comparaison à Pradals-Cérisol dans les Petites Pyrénées.

**Foraminifères.** — Ils étaient connus dès le début (L. MORET, J.-P. MARGEREL), mais en exemplaires indéterminables. Un banc relativement riche, découvert dans le calcaire « à Bithynies » de la Mourotte, a permis à J.-P. MARGEREL la détermination de *Rosalina bractifera* Le Calvez (avec confirmation par P. ANDRÉIEFF [40]). L'espèce est inconnue avant le Lutétien moyen. A la Mourotte, elle est incluse dans une association déjà remarquée comme *typique du Stampien* dans le bassin de Paris et le Massif Central (pl. I).

Rappelons que, dès ses premiers examens, J.-P. MARGEREL avait également reconnu des Algues Dasycladacées dans les mêmes calcaires (confirmation par J. EMBERGER, mais sans détermination d'espèces).

**Poissons.** — Ce ne sont pas de bons fossiles dateurs. Cependant, il importe de signaler que, dans le Var, ils gisent dans un niveau comparable stratigraphiquement aux niveaux à Poissons bien connus d'Aix en-Provence, Apt, Sainte-Marguerite (Limagne), Froidefontaine (Belfortais), etc.

Ils furent récoltés dès 1970 (J. ANGELIER, B. CABANIS, F. TOURAINE) dans le calcaire « à Bithynies » de différents bassins : Montmeyan, Saint-Pierre, la Mourotte... C'est en ce dernier lieu que j'ai recueilli les meilleurs échantillons (pl. II), associés à des Potamides, et à quelques mètres seulement au-dessus des Foraminifères cités plus haut. Après des observations de J. BLOT, qui trouvait des ressemblances avec le genre *Leuciscus*, puis des indications de N. THÉOBALD, qui pensait plutôt à l'espèce *Barbus rudeli* Piton, j'avais cru pouvoir identifier les Poissons varois à cette dernière espèce, connue du Stampien de la Limagne [27]. Récemment, J. GAUDANT en a repris l'étude, après avoir récolté lui-même quelques nouveaux échantillons. Ses conclusions ne sont pas encore publiées ; mais elles semblent devoir aboutir à une espèce nouvelle de Characinidés.

**Coccolithes.** — Découverts dans un niveau argileux des sables bleutés de Montmeyan, les espèces ont été déterminées par Mme C. MÜLLER de l'Université de Francfort-sur-le-Main. Bien que peu nombreuses, elles appartiennent au même niveau que les « marnes à Foraminifères » d'Alsace, c'est-à-dire au Stampien : *Coccolithus pelagicus* (Wallich), *Sphenolithus pacificus* Martini, *Braarudosphaera bigelowi* (Gran et Braarud), *Transversopontis zigzag* Roth et Hay [29].

**Phanérogames.** — Des empreintes de feuilles ont été récoltées dans le calcaire « à Bithynies » de Montmeyan par B. CABANIS, F. TOURAINE et soumises à Mlle SAMUEL (Lyon) qui nous a communiqué les déterminations suivantes (ces faits, en grande partie nouveaux, sont inédits) :

— des Ericacées représentées par des feuilles de forme elliptique à lancéolée, à nervure médiane droite de laquelle partent des nervures secondaires, rarement visibles, s'anastomosant deux à deux par des courbures nettes à proximité de la bordure du limbe. Ces caractères permettent de reconnaître des feuilles de *Leucothoe*

- (*Andromeda* *protogaea* (Unger) Saporta (fig. 1 et pl. II) ;
- des Myricacées représentées, d'une part par des limbes possédant des lobes falciformes à partie supérieure concave, inférieure convexe ; de la nervure médiane principale partent des nervures secondaires, généralement au nombre de quatre par lobe. Ces caractères sont ceux des feuilles de *Myrica* (*Comptonia*) *acutiloba* Brongniart (fig. 1 et pl. II) ; d'autre part, par des empreintes foliaires partielles présentant un limbe à bords parallèles, denté, avec nervure médiane d'où partent des nervures secondaires qui se bifurquent avant d'atteindre les bords du limbe : ces empreintes doivent être référées à l'espèce *Myrica banksiaefolia* Unger (fig. 1 et pl. II).

Ces déterminations ont été confirmées par J. PETRESCU (Roumanie). Les deux auteurs sont d'accord pour estimer que ces quelques restes végétaux ne permettent pas une datation précise ;

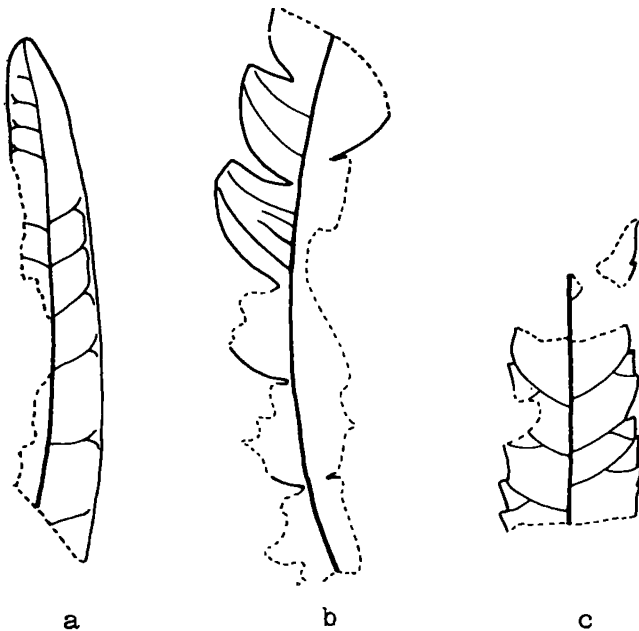


Fig. 1.

- a) *Leucothoe* (*Andromeda*) *protogaea* Saporta.
- b) *Myrica* (*Comptonia*) *acutiloba* Brongniart.
- c) *Myrica banksiaefolia* Unger.

Ces trois schémas (G.  $\times$  1,8) sont à rapprocher des photographies (pl. II, fig. 4, 5, 6).

toutefois un âge Eocène terminal - Oligocène inférieur leur paraît vraisemblable, sans exclure cependant la possibilité d'un âge un peu plus récent.

Une étude plus détaillée sera publiée d'autre part.

## B) Stratigraphie.

La principale acquisition nouvelle, déjà soupçonnée en 1971, est que *l'invasion des sables bleutés en Provence n'est pas autre chose que la transgression stampienne, ou rupélienne* [34]. Tous les caractères essentiels de cette transgression, déjà connus dans les régions oligocènes classiques (NE surtout), sont réunis dans le Var :

- *arrivée relativement brutale des sables bleutés* (ou gris bleutés) ;
- *arrivée simultanée des fossiles typiques* : Potamides divers (dont *P. lamarcki*), Foraminifères, Cocolithes, Poissons... toujours accompagnés de fossiles remaniés \* ;
- *étalement sur une surface d'érosion* repérée par des **argilites ferrugineuses**, dont la composition se montre étonnamment constante ;
- *présence de gypse* à la surface des argilites.

Ces caractères font que la base des sables bleutés est partout d'une netteté absolue. De ce fait, il résulte que les deux faciès de l'Oligocène nord-varois sont bien des niveaux différents.

Le « type de Montmeyan » est alors daté du *Stampien s. str.* : c'est le faciès des sables bleutés, largement répandus sur toute la région par la transgression marine, et conservés principalement dans les structures subsidentes [34, 36].

Le « type des Bourdas » est daté du *Sannoisien* : c'est le faciès — ici très localisé — des lacs tranquilles peuplés de Striatelles abondantes.

A la limite Sannoisien-Stampien, se trouvent les *argilites ferrugineuses*, témoins résiduels d'une

\* Parmi les fossiles remaniés, il est intéressant de souligner les *microfossiles de l'Eocène*. Ainsi, les espèces de Cocolithes éocènes remaniés sont pratiquement les mêmes de l'Alsace à la Méditerranée. Or, les terrains éocènes marins, d'où ils pourraient provenir, gisent à des centaines de kilomètres des points d'observation. Il faut voir là une preuve indirecte de l'invasion marine, seule capable d'expliquer une telle diffusion [46].

grande érosion, disposées en poches discontinues et fréquemment saupoudrées de *gypse* [34, 41].

La présence de ce gypse stampien est liée, non aux gypses triasiques, mais à la surface d'érosion large et horizontale permettant des étalements de la mer plus ou moins périodiques, et l'évaporation sous faible tranche d'eau : il s'agit d'un gypse de transgression, retrouvé d'ailleurs partout au même niveau [39], et pas seulement dans le Nord Varois.

De même, il n'est pas douteux que le large étalement de la transgression stampienne s'explique par l'existence préalable de la surface d'érosion sannoisienne [24, 44]. Et c'est certainement par la même cause (surface horizontale basse) que s'expliquent aussi les *alternances de faciès marins* (avec Potamides, Foraminifères, Coccolithes...) et de *faciès lacustres* (avec Bithynies, Lymnées, Planorbes...). De semblables successions ont été repérées dans *tous les bassins oligocènes*. Très récemment encore, elles ont été mises en évidence dans certains niveaux inférieurs du bassin de Marseille (J.-J. CHATEAUNEUF, *Journées de l'Oligocène marseillais*, novembre 1975).

Pour expliquer ces alternances si fréquentes, ni les suppositions parfois formulées de *lessivages temporaires d'évaporites*, ni celles de *fossiles marins « providentiellement » adaptés à l'eau douce* ne peuvent être retenues (de telles adaptations sont dites « providentielles » parce qu'elles ressemblent à de pures affirmations destinées à étayer une cause préalablement admise). A ce sujet, le Nord-Varois fournit deux arguments très nets, parmi d'autres :

a) *Contre les lessivages d'évaporites*. — Le Sannoisien de Bellevue et de Pierrette repose directement sur les évaporites du Keuper. Or, il ne comporte que des espèces d'eau douce ou très peu salée, sans aucun fossile vraiment marin. Là, existaient pourtant les meilleures conditions possibles de salure — meilleures assurément que dans des hypothèses de lessivages lointains, jamais vérifiés.

b) *Contre les adaptations « providentielles »*. — Il est évidemment très possible que certaines espèces marines s'adaptent, en certains lieux, à l'eau douce ou très peu salée. Mais il est inconcevable qu'une telle adaptation ait pu se produire simultanément pour toutes les espèces d'un même lieu, ni systématiquement pour tous les bassins au même âge. Or, si l'on met à part quelques rares individus entraînés, l'on constate partout que les couches à fossiles marins sont *distinctes* des couches à fossiles lacustres, et qu'elles se retrouvent respectivement de bassin à bassin. Dans le fossé de Montmeyan, par exemple, les bancs à Potamides (pl. I) sont *différents* des bancs à Bithynies (pl. II). De même, dans le bassin oligocène du Royans (Drôme Isère), la remarquable couche à Hélicidés terres

tres est encadrée par deux faciès marins à Potamides [46], etc.

### III. ÉTAT DES CONNAISSANCES EN 1976

Dans ce chapitre seront reprises les conclusions de 1971, complétées par les acquisitions nouvelles. On voudra bien pardonner quelques répétitions inévitables. Dans une première partie, ces conclusions porteront sur *l'existence et la nature* de l'Oligocène nord-varois. Viendront ensuite les *conséquences, essentiellement tectoniques*, découlant de cette reconnaissance.

#### A) Existence et nature de l'Oligocène nord-varois.

De découverte récente (1966), l'Oligocène nord-varois est finalement représenté par *un Sannoisien très localisé* autour de la Verdière, et *un Stampien très répandu*, au contraire, dans tous les bassins (fossés N-S et synclinaux E-W). Le Chattien n'a pas été caractérisé (fig. 2).

1) **Le Sannoisien**, représenté par le faciès classique des *lacs à Striatelles*, n'est connu que sur le Keuper de la bande triasique de Barjols (Bellevue, Pierrette), ou sur son prolongement immédiat (les Bourdas, Plan d'Auron) où il repose alors sur du Crétacé inférieur.

*Conséquence immédiate : le Trias de la bande de Barjols était soulevé et décapé avant le dépôt du Sannoisien.*

Un îlot particulièrement fossilifère (la Combe à l'W de Varages) est en superposition anormale sur des poudingues du Stampien supérieur : c'est une klippe glissée très probablement à partir du Trias voisin [26, 40].

En d'autres bassins, où il est plus complet, le Sannoisien peut montrer à sa base des faciès marins d'une transgression relativement fugace (*calcaire à Cyrènes* d'Apt, d'Alès...); ce fait n'a pas été mis en évidence dans le Nord-Varois.

*A propos de l'étage « Sannoisien »*. — Les remarques précédentes incitent à expliquer l'emploi du terme « Sannoisien ». On sait que cet étage a été abandonné par nombre de géologues. De fait, le nom est particulièrement

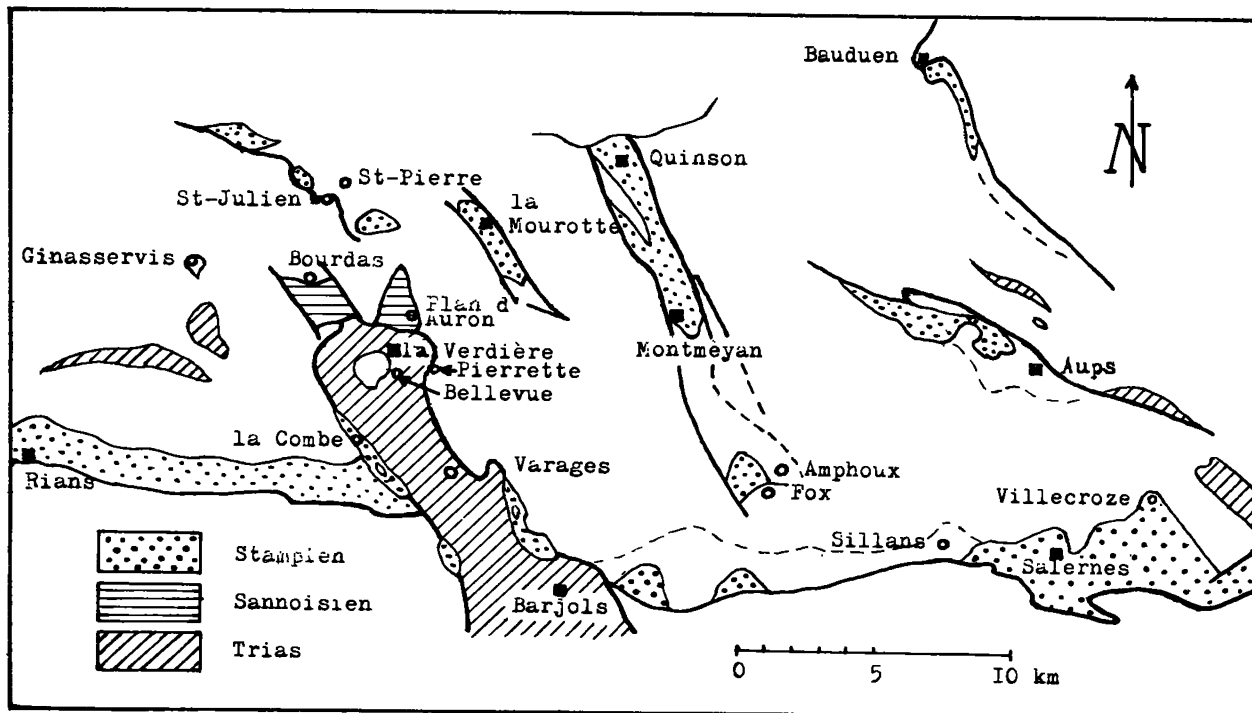


Fig. 2. — Situation des principaux affleurements de l'Oligocène (Sannoisien et Stampien) et du Trias dans le Nord-Varois.

mal choisi puisque, dans la localité type, les faciès et les faunes sont peu caractéristiques. Mais, hors du bassin de Paris, et spécialement dans la moitié ESE de la France, il existe un étage « sannoisien » net :

a) Il est compris entre deux niveaux rouges d'érosion, que surmontent aussitôt des sables marins transgressifs, avec, à chaque fois, Potamides, Foraminifères... et dépôt de gypse. Ainsi, à Apt, le premier niveau rouge, dit « tropical », occupe le sommet du Ludien et il est recouvert par une transgression sannoisienne; le deuxième niveau rouge, au sommet du Sannoisien, est recouvert par une transgression stampienne — ou rupélienne.

b) Sur les premiers sables (du Sannoisien) repose un calcaire à Cyrènes non général, mais viennent ensuite, de façon très constante, des marnes et des calcaires à faune riche — souvent même très riche — de Striatelles et autres Gastéropodes d'accompagnement : c'est le « *Melanienton* » des auteurs allemands, ou « l'horizon à Striatelles » de R. REY.

Quelques espèces de ce *Melanienton*, peu nombreuses, passent au Stampien *s. str.* Cependant, ces mêmes terrains stampiens sont caractérisés par un nombre relativement grand d'espèces nouvelles. Il ne paraît donc pas très rationnel d'inclure un « Sannoisien », bien délimité stratigraphiquement et malacologiquement, dans un Stampien *s. l.* Il semble, au contraire, que l'étage mérite d'être maintenu, peut-être avec un nom plus approprié.

2) Le Stampien *s. str.* est représenté par le faciès des sables bleutés, comportant souvent à la base un calcaire à Potamides, Foraminifères et Poissons — plus connu sous le nom de « calcaire à Bithynies ».

Les fossiles, moins abondants que dans les terrains sannoisiens, sont cependant très variés et suffisamment caractéristiques; ils ont donné lieu à de nombreuses vérifications et confirmations entraînées par la controverse.

Le Stampien nord-varois est certainement incomplet vers le haut. Cela apparaît dans les comparaisons avec les autres bassins. Si l'on se réfère par exemple au grand bassin d'Apt, on observe, au-dessus de la formation « de Campagne-Calavon », équivalente du calcaire à Bithynies et des sables : les niveaux « de Bois d'Asson » (ou « de Case-neuve »), « de Vachères » et « de Viens », avant le calcaire « de Reillanne » qui représente le Chattien. Ces niveaux, qui d'ailleurs n'existent pas dans toute la surface du bassin d'Apt, ne sont pas représentés dans le Var. De même, certaines

circonstances nous ayant conduit récemment dans le Royans (Drôme-Isère), nous avons pu y observer, au-dessus des sables gris-bleus, homologues des sables varois, de nouvelles formations marines toujours stampiennes sans équivalents nord-varois : calcaire en plaquettes et argiles feuilletées, qui pourraient se comparer aux niveaux de la Trévarresse (bassin d'Aix-en-Provence).

Cependant, dans le couloir de Barjols notamment, les sables bleutés sont surmontés par des *poudingues* datés du Stampien supérieur [28], dont les équivalents se retrouvent dans la plupart des bassins oligocènes français (parfois au Stampien terminal, parfois au Chattien inférieur). Chose remarquable : ces poudingues ont souvent entraîné des klippes, ou olistholithes, de terrains antérieurs. Dans le Var, les poudingues de la Combe supportent justement une klippe de Jurassique et une autre de Sannoisien [26] ; et, près de Barjols, les poudingues entourent complètement des îlots jurassiques qui sont probablement des klippes ; mais comme on n'en voit pas la base, il est également permis, dans le doute, de les interpréter comme des chicots venus du fond.

A Salernes, quelques buttes de sables bleutés sont couronnées par un *travertin* daté vraisemblablement, lui aussi, du Stampien supérieur, malgré sa pauvreté en fossiles [26].

Dans le Nord-Varois — et selon une règle non absolue mais très générale — *le Stampien ne repose nulle part sur le Sannoisien* (ce qui a d'ailleurs permis l'expression de quelques doutes sur sa réalité). Cette dualité de distribution géographique t'ent essentiellement à la tectonique d'extension intervenue entre les deux périodes : en modifiant la paléogéographie, la répartition des dépôts fut également modifiée. Il en fut ainsi dans tout le domaine extra-alpin des failles subméridiennes. En gros : les terrains sannoisiens se sont déposés dans les dépressions (souvent faibles) d'une surface d'érosion presque achevée ; tout au contraire, les terrains stampiens ont brusquement envahi toute la surface aplanie, en arrêtant ainsi toute érosion ; ils se sont accumulés plus spécialement dans les structures devenues (ou redevenues) subsidentes, c'est-à-dire les fossés subméridiens récents et les synclinaux E-W plus anciens [36].

Mais si, dans le Nord-Varois, on ne constate pas la superposition du Stampien sur le Sannoisien

fossilifère, on voit *toujours* les sables stampiens reposer sur des *argilites ferrugineuses* en poches discontinues (ou parfois sur des *argiles bariolées*, qui ne sont pas autre chose que des remaniements superficiels à partir des argilites ferrugineuses) [41]. Or, ces argilites, toujours stériles (sauf fossiles remaniés), se retrouvent pratiquement identiques à elles-mêmes (illite + montmorillonite dominantes) dans tous les bassins oligocènes de l'Est et du Sud-Est, et toujours à la même place : *sous les sables homologues « bleutés » ou « gris bleutés »*. Dans les bassins où le Stampien succède par endroits au Sannoisien (bassin d'Aix, bassin d'Apt, Belfortais, Alsace...), ces argilites ferrugineuses occupent *le sommet du Sannoisien*. On est fondé à croire qu'il en est toujours ainsi. Dans le Nord-Varois, les poches d'argilites sont souvent creusées dans l'Eocène (notamment le Sparnacien à œufs d'Oiseaux) ; mais on peut aussi les rencontrer dans toutes sortes de terrains plus anciens, jusqu'au Trias inclus ! Tous les auteurs interprètent ces argilites comme les résidus témoins d'une forte érosion planifiante [24, 41].

*Au total*, le Stampien nord-varois, comparable à celui des bassins oligocènes classiques, représente l'arrivée de la *transgression dite rupélienne, ou stampienne*, également classique, largement étalée sur une *surface d'érosion* acquise à la fin du Sannoisien. Il ne paraît donc pas possible d'assimiler les sables bleutés varois à une « nappe alluviale fluviale », comme cela a été suggéré (C. CORNET [35]). Ils sont marins ou submarins, tout comme leurs homologues du Belfortais, de la Limagne, de Paris (Fontainebleau), etc...

Cependant on ne connaît pas encore avec certitude leur origine géographique, probablement mixte (orientale et méridionale), d'après quelques indications apportées par les minéraux lourds. Des études de thermo-luminescence entreprises à l'Université de Nice nous renseigneront peut-être sur ce point.

## **B) Conséquences chrono-tectoniques.**

### **1) Rappel des tectoniques anté-oligocènes.**

— On sait que la Provence ne s'est individualisée qu'à partir du Crétacé moyen, quand un large bombement (« isthme durancien ») est sorti de la mer. Aussitôt née, la nouvelle province continen-

tales fut la proie d'une érosion planifiante intense qui aboutit à la formation des bauxites (ou mieux « argilites-bauxites ») [41]. Puis cette surface a été affectée de gouttières E-W successives, de plus en plus septentrionales : a) *le Beausset* ; b) *Aix-en-Provence* ; c) *Rians-Salernes*, où se déposaient des sédiments continentaux ou laguno-lacustres.

C'est à partir de ce premier schéma qu'on peut reconnaître de véritables accidents provençaux, des « phases », en donnant simplement à ce terme le sens de *moments paroxysmiques repérables* dans des actions tectoniques généralement beaucoup plus continues dans le temps. On sait, aujourd'hui, que la structure de la Provence résulte d'un véritable échafaudage de tectoniques superposées.

*Phase de la brèche éocène.* — C'est la première phase qui soit repérable avec certitude. Il s'agit d'éboulis de crêtes qui se sont produits simultanément (ou presque) sur toutes les bordures des gouttières. Elle date de *la limite Crétacé-Eocène*. En effet, les derniers vestiges des Dinosaures se trouvent encore dans les premiers éboulis ; mais, au-dessus de la brèche, il n'en reste plus aucune trace (sauf remaniements) et l'on récolte des fossiles éocènes. Ces faits sont particulièrement nets dans les deux dernières gouttières (Aix-en-Provence, Rians-Salernes). Dans celle d'Aix, les anciens auteurs avaient cru reconnaître une brèche ancienne « bégudienne » distincte de la brèche « éocène ». J'ai pu montrer l'erreur de cette conception dans l'étude de la montagne Sainte-Victoire [5], les « deux » brèches se confondant périclinalement aux deux extrémités d'un même pli.

La même erreur a probablement été commise dans la gouttière antérieure du Beausset, où les démonstrations sont plus difficiles, car l'Eocène est absent. Des conglomérats soi-disant « bégudiens » y seraient les témoins d'une phase « bégudienne » ou « maëstrichtienne ». En réalité, ces poudingues-brèches n'ont jamais été datés de façon satisfaisante ; et certains indices semblent bien montrer qu'ils se sont produits eux aussi à l'extrême limite du Crétacé [37].

En tout cas, pour les gouttières d'Aix-en-Provence et de Rians-Salernes tout au moins, la brèche éocène est désormais un élément stratigraphique de première valeur, commode et sûr.

*Phase pyrénéo-provençale.* — Il est certain qu'une importante tectonique de style pyrénéen a affecté la Provence aux alentours de l'époque bartonienne, puisque des accidents intéressent les terrains continentaux du Crétacé et de l'Eocène jusqu'au Lutétien compris, mais n'intéressent pas le Sannoisien. La date, encore imprécise, se place donc entre ces deux limites. En Languedoc, elle serait sûrement bartonienne d'après M. MATTAUER.

Les plis et chevauchements de cette époque sont tous orientés E-W, et ils sont nettement plus intenses dans le Sud de la Provence que dans le Nord : ces deux caractères s'accordent bien avec une origine pyrénéenne. Dans le Nord-Varois, je ne puis vraisemblablement attribuer à cette phase que les plis de faible amplitude, intéressant le Crétacé supérieur et l'Eocène (non les sables bleutés), perceptibles aujourd'hui dans le centre des bassins [21], où ils furent relativement abrités contre l'érosion. Sur les bordures, on peut supposer l'existence probable de chevauchements éocènes, mais arasés dans les périodes suivantes.

Les auteurs provençaux ont généralement exagéré l'importance de cette phase en la qualifiant de « majeure », croyant que l'essentiel de la tectonique provençale s'était réalisé à cette époque, et que tous les grands plis et chevauchements qui constituent le *modèle actuel* de toute la Provence dataient de ces mouvements éocènes. Il paraît cependant difficile que des *reliefs* accusés, et visiblement très frais, tels que la Sainte-Baume, la Sainte-Victoire, les Bessillons, l'Olympe, la Loube, etc., puissent dater du lointain Eocène et s'être conservés jusqu'à nous en dépit des érosions intenses et bien connues qui ont agi depuis cette époque.

**2) L'érosion éo-oligocène.** — On sait en effet qu'une remarquable surface d'érosion, repérée d'ailleurs non seulement en Provence mais dans toute l'Europe occidentale, a été réalisée à la fin du Sannoisien. L'action érosive durait depuis la phase pyrénéo-provençale. On l'a retrouvée dans toute la France ; particulièrement nette dans le Massif Central par exemple, où elle n'est troublée que par des accidents locaux plus récents, comme des défoncements fluviaux et des accumulations volcaniques. Même dans les régions subalpines, où elle est aujourd'hui masquée, Cl. KERCKHOVE l'a reconnue, et il a montré son rôle de *surface de*



*glissement* pour les nappes de l'Embrunais [23]. La même surface est connue en Allemagne du Nord, en Espagne, au Portugal... Partout elle est repérée par les argilites ferrugineuses dont il a été question plus haut. On a également signalé des argiles rouges semblables sous le Stampien de Paris et sous celui de Bretagne. Après une érosion si généralisée, si longue et si intense, il est alors probable qu'au Stampien il ne restait déjà plus rien des reliefs créés par la phase pyrénéo-provençale. Si bien que *les reliefs actuels de la Provence doivent être de formation plus récente.*

*Surface oligocène ou surface miocène ?* — Traditionnellement, depuis L. LUTAUD (1924), les auteurs ont mentionné une *surface d'érosion miocène* couronnant la Provence (en outrepassant d'ailleurs quelque peu la pensée du pré-curseur). Or, il est facile de montrer que l'érosion miocène a été banale, simplement comparable à l'érosion actuelle, peut-être moindre ; tandis que la vraie période de forte érosion s'est étendue sur l'Éocène et le début de l'Oligocène. La surface d'érosion provençale date en réalité de l'Oligocène, et même, avec plus de précision, du Sannoisien terminal [24, 44].

**3) La phase de distension oligocène.** — C'est encore à l'époque sannoisienne que s'est manifestée une phase de distension E-W, génératrice de cassures subméridiennes. Les petites cassures provençales sont à rattacher au grand champ de failles qui a haché l'espace extra-alpin à cette époque et sur une largeur moyenne de 300 km, causant l'effondrement des grands fossés tectoniques de l'Alsace, des Limagnes, du couloir rhodanien... En Provence, on n'observe que de petits fossés, tels que ceux de Montmeyan, la Mourotte, les Bourdas [13]... ou même des micro-fossés comme ceux que j'ai mis en évidence dans la région de Villecroze [21]. Mais tous, petits ou grands, se sont remplis de terrains oligocènes.

*Date de l'affaissement des fossés remplis de Stampien.* — Dans les Limagnes, la plupart des gisements sannoisiens à Striatelles se trouvent en dehors des grands fossés. A l'intérieur de ceux-ci, au contraire, la présence de ce même niveau à Striatelles est plutôt exceptionnelle ; et le Stampien (sables gris-bleus puissants et faune à *Potamides lamarcki*) repose généralement sur le Cristallin, parfois directement, souvent par l'intermédiaire d'argilites ferrugineuses ou d'argiles bariolées, mais sans l'intercalation de Sannoisien à Striatelles.

Ces faits démontrent que les grands affaissements de la Limagne n'ont vraiment débuté qu'après l'époque des Striatelles. La date des cassures, ou tout au moins leur rejeu important, se place donc approximativement à la *limite Sannoisien-Stampien.*

Or, les mêmes faits se retrouvent dans le Var : les sables bleutés stampiens reposent sur un substratum varié, et par l'intermédiaire de poches d'argilites ferrugineuses ; tandis que le Sannoisien n'existe qu'en dehors des affleurements stampiens. Les petits fossés varois (Montmeyan, Bauduen, la Mourotte...) et les microfossés du type de ceux de Villecroze se sont donc affaissés, eux aussi, *à partir du début du Stampien.* Il résulte de cette constatation que le remplissage de ces fossés ne peut pas être considéré comme la conservation, grâce à l'affaissement, de sédiments déposés préalablement sur une plate-forme : le dépôt des sables n'a pas précédé l'affaissement, il l'a accompagné. Le même phénomène a été déjà signalé par plusieurs auteurs, et pour le même Stampien, dans la fosse de Manosque.

*Date de la surrection de la bande triasique de Barjols.* — La bande triasique de Barjols peut être assimilée, soit à un *horst classique*, c'est-à-dire à un soulèvement en bloc entre deux failles parallèles, soit à une *boutonnière en déchirure*, c'est-à-dire à une seule faille, dont les bords en s'écartant déterminent la montée plus ou moins désordonnée du Trias sous-jacent. Les faits actuellement connus ne permettent pas de décider entre les deux hypothèses. Remarquons simplement que, dans la première, il faut admettre l'érosion totale, ou presque totale, de la couverture jurassique, puisque le Trias est pratiquement à nu ; dans la seconde, cette érosion, d'ailleurs possible, est beaucoup moins nécessaire. Mais il reste que, dans tous les cas, *le Trias est monté*, et que la date de cette montée est désormais fonction de la découverte récente du Sannoisien nord-varois.

On savait déjà que cette surrection était *post-sparnacienne*. En effet, le « horst » de Barjols a sectionné à l'emporte-pièce la gouttière de Rians-Salernes, dont le dernier sédiment éocène concordant est le Sparnacien à œufs d'Oiseaux. Aujourd'hui, la présence du Sannoisien sur le Keuper démontre que *le Trias était déjà soulevé et décapé avant le dépôt du Sannoisien.* Le soulèvement fut

donc *anté-sannoisien*, c'est-à-dire antérieur aux affaissements stampiens datés plus haut. Toutefois, il y a un tel parallélisme entre les failles des fossés et celles du horst, qu'on est fortement tenté de leur attribuer une cause commune, qui ne peut être que la *distension extra-alpine*. Celle-ci se serait donc étalée dans le temps depuis l'anté-Sannoisien jusqu'au Stampien inclus.

*Date de l'affaissement des fossés remplis de Sannoisien.* — Il s'agit des Bourdas et de Plan d'Auron. Avec le même raisonnement, on voit que leur affaissement doit être contemporain (et probablement compensateur) du soulèvement du horst de Barjols — donc *anté-sannoisien et antérieur à l'affaissement des fossés stampiens* de Montmeyan, la Mourotte... Dans le Nord-Varois, il y eut, par conséquent, deux systèmes de failles subméridiennes décalés dans le temps (fig. 3).

**4) Phases de compression post-stampiennes.** — Une compression NE-SW ou NNE-SSW s'est exercée après le Stampien sur tout le Nord-Varois, se traduisant par des *plis* et des *chevauchements*.

Les *plis* sont particulièrement accentués dans le Trias de Barjols. Le Muschelkalk surtout se présente en plis aigus, dont quelques-uns ont même conservé leur charnière (donc érosion ultérieure relativement faible). En gros, ces plis sont orientés parallèlement aux bordures de la bande (en moyenne : **N-35° W**), avec cependant de nombreuses sinuosités et des terminaisons brutales. Le Keuper est beaucoup plus désordonné.

Des plis moins importants et plus rares peuvent affecter aussi les terrains laguno-lacustres, ex. :  
— *le synclinal du Sannoisien des Bourdas* ;

	Montmeyan, la Mourotte... et synclinaux E-W	Barjols	les Bourdas...
	plis et chevauchements dans toute la Provence (post-stampiens)		
STAMPIEN	transgression stampienne = sables bleutés	poudingues	poudingues
	surface d'érosion - argilites ferrugineuses		lacune
SANNOISIEN	<u>distension</u> : 2 <sup>e</sup> failles	lacs à Striatelles	
LUDIEN	EROSION	surrection et érosion	subsidence
BARTONIEN		<u>distension</u> : 1 <sup>e</sup> failles	
LUTETIEN		EROSION	
	plis et chevauchements pyrénéo-provençaux		
SPARNACIEN	marnes à oeufs d'Oiseaux		

Vertical dashed arrows labeled "lacune" indicate lacustrine periods: one from the top of the Sannoisien stage down to the top of the Sparnacien stage, and another from the top of the Ludien stage down to the top of the Sparnacien stage.

Fig. 3. — Tableau chronologique des principaux événements de l'Eo-Oligocène dans le Nord-Varois. Remarquer notamment que les failles subméridiennes se sont échelonnées depuis l'anté-Sannoisien jusqu'au Sannoisien terminal.

- le synclinal des poudingues stampiens de la Combe (sur le bord occidental de la bande triasique) ; ces deux accidents sont orientés approximativement **N-35° W** ;
- l'anticlinal de Brégoux et l'anticlinal faillé de la Roquette, tous les deux dans le fossé de Montmeyan. Ces deux derniers, orientés environ **N-35° W**, eux aussi, sont légèrement obliques par rapport à l'orientation **N-25° W** de leur fossé.

Ces remarques sur l'orientation générale des plis semblent bien fournir la direction orthogonale de la compression, **N-55° E**.

**Les chevauchements**, ordinairement constitués de Jurassique, s'observent sur les bordures des structures subsidentes (fossés subméridiens et synclinaux E-W). Parfois les deux bordures d'une même structure sont chevauchantes ; parfois, une seule. Souvent, des lambeaux de recouvrement s'observent très en avant ; mais il est généralement impossible de dire s'il s'agit de lambeaux détachés par l'érosion ou de klipptes glissées ultérieurement.

La direction des chevauchements n'est jamais bien précise. Au premier abord, un chevauchement donne toujours l'impression de s'être avancé perpendiculairement à la bordure qu'il chevauche. Cependant, il faut envisager la possibilité d'une direction oblique plus ou moins masquée, tant

pour les fossés subméridiens que pour les synclinaux E-W, comme semble l'indiquer la direction **N-55° E** repérée ci-dessus. G. MENNESSIER [3] avait déjà signalé cette obliquité.

Mais ce qui est surtout remarquable, c'est que *tous ces chevauchements ont glissé sur les sables bleutés*, parfois même sur les poudingues du Stampien supérieur, ce qui fournit une date limite inférieure *post-stampienne* pour le charriage.

Quant à la limite supérieure, la seule dont on puisse disposer, est la position discordante du Miocène sur les plis, spécialement sur le Trias de Barjols, mais avec cette réserve qu'il s'agit de Miocène continental dont la datation laisse souvent à désirer.

La compression se serait donc exercée entre le Stampien et le Vindobonien. J. ANGELIER [28] croit pouvoir distinguer deux phases : l'une dans le Stampien ou l'immédiat post-Stampien, responsable par exemple du chevauchement des Pallières (synclinal de Rians) ; l'autre dans le proche anté-Vindobonien, responsable par exemple de la compression de la bande de Barjols. Mais les arguments ne paraissent pas décisifs.

A titre d'illustration, sont reproduites deux coupes significatives, dont les plissements et chevauchements post-stampiens étaient autrefois attribués à la phase éocène : coupe du fossé des Bourdas, et coupe de Sillans (Var) (fig. 4 et 5).

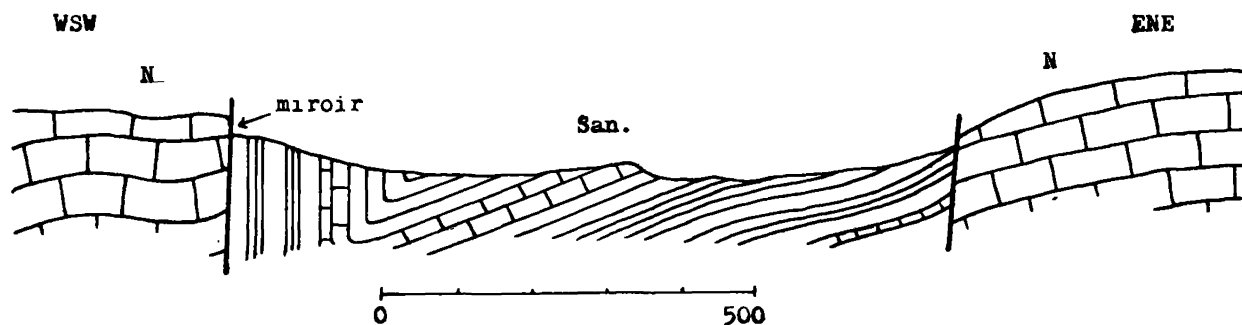


Fig. 4. — Plissement du synclinal des Bourdas (Var).

La compression NE-SW du fossé subméridien des Bourdas a non seulement plissé les terrains sannoisiens, mais les a obligés à remonter verticalement le long de la faille occidentale (voir bibliogr. 37). On remarquera que, d'après ce seul document, la phase de compression ne peut absolument pas être éocène, mais au minimum post-sannoisienne. N, Néocomien ; San., Sannoisien.

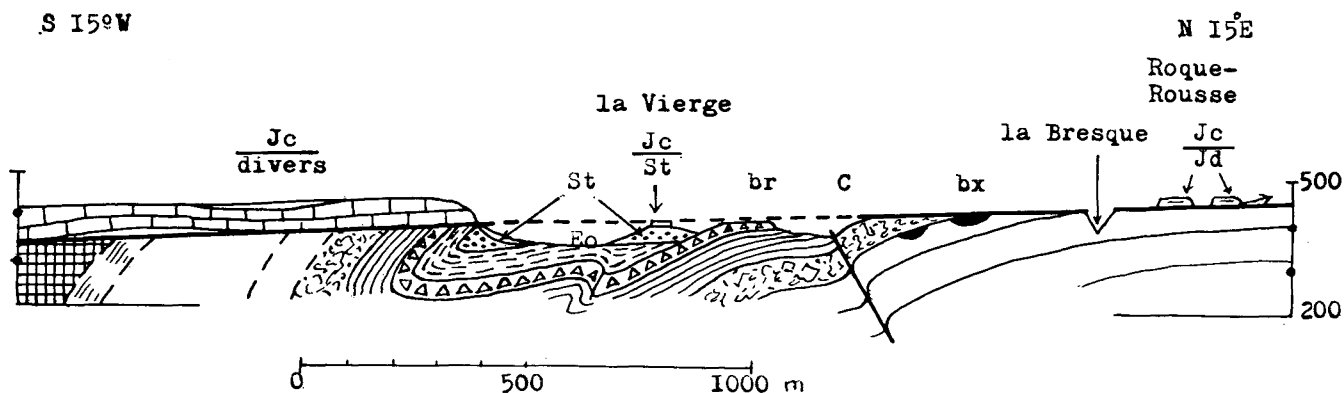


Fig. 5. — Chevauchement à l'Ouest de Sillans (Var).

A l'extérieur du bassin crétacé-tertiaire, le chevauchement a glissé sur la surface d'érosion éo-oligocène, laquelle rattrape par endroits l'ancienne surface bauxitique (exhumée en principe dans les flexures). A l'intérieur du bassin, le glissement s'est fait sur le remplissage des sables bleutés : il est post-stampien. Des lambeaux de recouvrement, tant sur les sables (la Vierge) que sur le Jurassique aplani (Roque-Rousse), jalonnent ce cheminement.

Plus tard, au Pliocène, le mouvement de bascule de la Provence a soulevé le Nord et abaissé le Sud.

Jd, Jurassique dolomitique ; Jc, Jurassique charrié ; bx, Bauxite ; C, Crétacé supérieur (laguno-lacustre) ; br, Brèche (limite Crétacé-Eocène ; Eo, Eocène ; St, Stampien (sables bleutés).

Selon toute vraisemblance, le calendrier acquis dans le Nord-Varois doit certainement s'étendre plus ou moins au reste de la Provence. Peu à peu, en effet, les auteurs reconnaissent l'existence de chevauchements tardifs, oligocènes ou post-oligocènes, qui étaient jusque-là attribués à la phase pyrénéo-provençale. Tels sont : le chevauchement de Saint-Clément étudié par C. CORNET [15], le chevauchement de l'Olympe sur le bassin d'Aix, par G. GUIEU [20], le chevauchement de la Nerthe par D. NURY [32] et par G. GUIEU [33] ; sous ces chevauchements, on a rencontré des terrains oligocènes caractérisés. Et la chronologie particulière donnée pour la Nerthe [33] ressemble presque trait pour trait à celle que j'ai donnée auparavant pour la gouttière de Rians-Salernes [21]. Nul doute que, dans l'avenir, d'autres accidents sud-provençaux soient encore retardés comme les précédents. Un exemple probable est celui de la Loube qui se présente sous un aspect morphologique comparable à celui de l'Olympe...

**5) Phases post-miocènes.** — La Provence a encore subi quelques paroxysmes tectoniques après le Miocène. Ainsi, dans la chaîne des Costes (NW d'Aix-en-Provence), le Miocène marin, bien daté, est rebroussé et chevauché par des terrains

du Jurassique et du Crétacé inférieur. Les montagnes de la Sainte-Victoire et de la Sainte-Baume se sont soulevées après le Miocène...

Dans le Nord-Varois, les choses sont un peu moins nettes. Les seuls faits bien assurés concernent des redressements du Miocène continental, par exemple en bordure ouest de la bande de Barjols. Vers Vinon, J. MORABITO [16] a cru reconnaître le Miocène continental sous le chevauchement ; mais le fait a été contesté. Vers Canjuers, G. MENNESSIER [3] considère aussi que le Miocène continental est engagé sous des chevauchements. Tout cela est possible ; mais il s'agit à chaque fois de terrains reconnus par leur aspect plutôt qu'avec des certitudes.

Peu au-delà de la Provence, le grand chevauchement de Digne-Castellane est attribué au post-Miocène. Il serait bien extraordinaire que les effets de cette importante phase alpine ne se soient pas fait sentir dans la Provence immédiate. D'ailleurs, j'ai longtemps cru que la compression post-stampienne, définie au chapitre précédent, était en fait post-miocène, correspondant à la dernière phase alpine classique. Et la démonstration contraire n'est pas encore faite, sauf pour les plis du Trias de Barjols qui sont cachetés en discordance par le Miocène continental.

Ainsi, il se pourrait très bien qu'on doive considérer deux compressions post-stampiennes successives : l'une *anté-vindobonienne* responsable notamment des plis du Trias ; l'autre *post-miocène*, qui pourrait être responsable des chevauchements nord-varois principaux.

A un autre point de vue, la Provence montre, à cette époque mio-pliocène, deux directions de poussée nettement distinctes :

a) *Une compression NE SW*, observée plutôt dans le Nord (en particulier dans le Nord-Varois), qui pourrait s'assimiler à la poussée de l'écaïlle de Digne, comme il vient d'être dit ;

b) *Une compression S-N*, observée plutôt dans le Sud, responsable des chevauchements du Sud, tels que les Baous de Nice ou la chaîne des Costes. . où le Miocène bien daté est chevauché. D'autres accidents moins précis peuvent encore lui être attribués, tels que les surrections de la Sainte-Baume et de la Sainte-Victoire, et même sur un espace plus étendu, la flexion à 90° de ce qu'il est convenu d'appeler « l'arc de Digne-Castellane-Nice ».

Ces deux directions de poussée ne peuvent pas procéder de la même cause immédiate : elles doivent être distinguées.

Enfin, toujours à la même époque approximative, il ne faut pas oublier le mouvement de bascule de toute la Provence, qui s'est soulevée au Nord et abaissée au Sud, modifiant radicalement l'hydrographie générale. Dans le Nord, ce mouvement a incité les cours d'eau à s'enfoncer sur place, selon le phénomène de surimposition, dans des gorges parfois profondes et abruptes en terrain

calcaire ; telles, par exemple, les célèbres gorges du Verdon. Dans le Sud, tout un continent (souvent qualifié de pyrénéo-corsu-sarde) s'est enfoncé au-dessous du niveau actuel de la mer. Une hypothèse récente date même la formation de la Méditerranée de cette époque tardive, au moins dans sa partie occidentale.

#### IV. CONCLUSIONS

L'Oligocène nord-varois a fourni une contribution appréciable à la connaissance de la géologie provençale.

Un premier intérêt apparaît dans l'existence même de ces terrains oligocènes, autrefois inconnus, aujourd'hui admis, après une longue mais fructueuse discussion.

En second lieu, des conséquences tectoniques capitales ont découlé de cette reconnaissance. Une chronologie nouvelle a montré l'importance, autrefois sous-estimée, des phases tardives ayant suivi la phase pyrénéo-provençale, laquelle n'est plus la « phase majeure » comme on le croyait. En particulier, il apparaît maintenant que l'influence alpine directe s'est exercée vigoureusement en Provence à partir de l'Oligocène, et que les reliefs actuels sont, en général, post-oligocènes.

Il reste cependant de nombreuses précisions à acquérir en ce domaine.

Que les nombreux collaborateurs qui m'ont permis de mener à bien cette étude soient ici chaleureusement remerciés.

BIBLIOGRAPHIE CHRONOLOGIQUE

1. LUTAUD (L.) (1924). — Etude tectonique et morphologique de la Provence cristalline (*Thèse*, Paris, *Rev. Géogr.*, t. XII, fasc. 1).
2. LAPPARENT (A.-F. de) (1938). — Etudes géologiques dans les régions provençales et alpines entre le Var et la Durance (*Bull. Serv. Carte géol. France*, t. XL, n° 198, 302 p.).
3. MENNESSIER (G.) (1959). — Etude tectonique des confins alpino-provençaux entre le Verdon et l'Argens (*Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XXXVIII, n° 87, 174 p.).
4. AUBOUIN (J.) et MENNESSIER (G.) (1961-1963). — Essai sur la structure de la Provence. In : Livre à la mémoire du professeur P. FALLOT, t. II, p. 45-98.
5. TOURAINE (F.) (1964). — Sur la datation des brèches de la montagne Sainte-Victoire près d'Aix-en-Provence (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. VI, p. 127-133).
6. CORNET (C.) (1965). — Evolution tectonique et morphologique de la Provence depuis l'Oligocène (*Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., t. XLIV, 252 p.).
7. MENNESSIER (G.) (1965). — Sur la présence du Fuvélien au N de la Verdière (Var) (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 234).
8. TOURAINE (F.) (1966). — Découverte de l'Oligocène à Montmeyan et dans les bassins tertiaires du Var (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 66.).
9. REY (R.) (1966). — Notes malacologiques sur l'Oligocène de Montmeyan (Var) (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 188).
10. TOURAINE (F.) (1966). — Présence de l'Oligocène au N de la Verdière (Var) (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 226).
11. TOURAINE (F.) (1966). — Nouvelle correction stratigraphique au sommet du Cengle (Bouches du Rhône) (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. VIII, p. 727-733).
12. TOURAINE (F.) (1967). — Compléments sur les fossés à contenu oligocène du Nord-Varois (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 78).
13. TOURAINE (F.) (1967). — Les rapports de l'Oligocène avec les structures N-S du Nord-Varois (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. XI, p. 530-536).
14. GINSBURG (L.), MENNESSIER (G.) et RUSSELL (D.) (1967). — Sur l'âge éocène inférieur des sables bleutés du haut Var et sur ses conséquences (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 272).
15. CORNET (C.) (1967). — Le massif de Saint-Clément : conséquences de sa mise en place sur le Trias du Gapeau et de Garéoult, ainsi que sur les massifs environnants (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. IX, p. 579-584).
16. MORABITO (J.) (1967). — Evolution tectonique des régions du Bas-Verdon (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. IX, p. 585-592).
17. TOURAINE (F.) (1968). — Sur l'âge oligocène des sables bleutés du Var (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 29).
18. REY (R.) (1968). — Sur l'âge oligocène moyen des sables bleutés du Var (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 31).
19. TOURAINE (F.) (1968). — Nouvelles confirmations de l'âge oligocène des sables bleutés varois (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 277).
20. GUIEU (G.) (1968). — Etude tectonique de la région de Marseille (*Thèse*, Marseille).
21. TOURAINE (F.) (1969). — Les rapports de l'Oligocène avec les structures E-W du Nord-Varois (gouttière de Rians Salernes) (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. XI, p. 464-475).
22. DESCHAMPS (M.) et TOURAINE (F.) (1969). — Sur un « sol tropical » à base d'argilites ferrugineuses sous jacent à l'Oligocène varois, et sur son extension (*Bull. Soc. Géol. France*, t. 7, fasc. XI, p. 40-44).
23. KERCHKOVÉ (C.) (1969). — La « zone du Flysch » dans les nappes de l'Embrunais-Ubaye (*Géol. Alpinc*, t. 45, 205 p.).
24. TOURAINE (F.) (1969). — Sur la datation de la principale surface d'érosion tertiaire en Provence (*C. R. somm. Soc. Géol. France*, p. 205).
25. MENNESSIER (G.) (1970). — Etude tectonique des chaînons situés au Sud Est du confluent du Verdon et de la Durance (*Bull. B. R. G. M.*, 2<sup>e</sup> sér., sect. 1, n° 1, p. 35-72).
26. TOURAINE (F.) (1971). — L'Oligocène nord varois ; sa position stratigraphique et sa signification dans la tectogénèse subalpine (Etat des connaissances actuelles) (*Ann. Guébhard*, Neuchâtel, Suisse, fasc. unique, 28 p.).
27. TOURAINE (F.) (1971). — Présence d'un Poisson Cyprinidé, *Barbus rudeli* Piton 1936, dans les calcaires « à Bithynies » du Var (*Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3<sup>e</sup> sér., fasc. 16, p. 97-99).
28. ANGELIER (J.) (1971). — La partie septentrionale de la bande triasique de Barjols (Var) (*Thèse 3<sup>e</sup> cycle*, Paris).

29. NURY (D.) et TOURAINE (F.) (1972). — Recherche de Nannoplancton dans l'Oligocène du Sud-Est français (*C. R. Ac. Sc.*, t. 274, p. 2863-2866).
30. TOURAINE (F.) (1972). — A propos d'une révision récente des Ostracodes des sables bleutés de Rians (Var) (*Doc. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, n° 52, p. 177-181).
31. TOURAINE (F.) (1972). — Erosion et planation (*Rev. Géogr. Alp.*, t. LX, fasc. 1, p. 101-121).
32. NURY (D.) (1972). — Sur l'évolution tertiaire de la chaîne de la Nerthe (Bouches-du-Rhône) (*C. R. Ac. Sc.*, t. 275, p. 1107-1110).
33. GUIEU (G.) (1973). — Evolution tectonique de la chaîne de la Nerthe au Nord-Ouest de Marseille (*C. R. Ac. Sc.*, t. 276, p. 13-16).
34. TOURAINE (F.) (1973). — Les faciès bleutés varois témoins locaux de la transgression dite rupélienne (*Bull. B.R.G.M.*, 2<sup>e</sup> sér., sect. 1, p. 29-38).
35. (1973). — Séance du 5 février 1973 de la Société géologique de France consacrée aux sables bleutés varois. Interventions de : F. TOURAINE, C. CORNET, J. ANGELIER, J. AUBOUIN, L. GINSBURG, M. ROUX, J.-C. PLAZIAT, J.-M. TRIAT, G. TRUC, J. FLANDRIN, D. NURY, L. GRAMBAST, C. ROUSSET...
36. TOURAINE (F.) (1973). — A propos de la distribution des sables bleutés dans le Nord-Varois (*Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3<sup>e</sup> sér., fasc. 18, p. 29-37).
37. TOURAINE (F.) (1973). — Les conglomérats provençaux de la limite Crétacé-Eocène et leur fréquence dans les « collapse structures » de bordure (*Ann. Sc. Univ. Besançon*, 3<sup>e</sup> sér., fasc. 18, p. 39-53).
38. TOURAINE (F.) (1973). — De l'utilisation rationnelle des fossiles remaniés en stratigraphie (*Ann. S. S. N. A. T. V.*, Toulon, fasc. unique, 5 p.).
39. TOURAINE (F.) (1973). — Datation et origine des gypses épars en Basse-Provence (*Ann. Guébhard*, Neuchâtel (Suisse), fasc. unique, 5 p.).
40. TOURAINE (F.) (1974). — Sur la datation des poudingues des Bourdas (Var) (*Ann. S. S. N. A. T. V.*, Toulon, fasc. unique, 10 p.).
41. TOURAINE (F.) (1974). — Qu'est-ce donc qu'une argilite ferrugineuse ? (*Rev. Géogr. Alp.*, fasc. 4, p. 433-454).
42. REY (R.) (1974). — Gastéropodes continentaux et hypohalins de l'Oligocène et du Miocène inférieur (*Rev. Sc. Bourbonnais*, p. 69-124).
43. DEBELMAS (J.) (1974). — Géologie de la France, Doin édit., 2 vol. Chapitre sur la Provence par J. AUBOUIN ; chapitre sur les Alpes par J. DEBELMAS.
44. TOURAINE (F.) (1975). — La surface d'érosion dite miocène en Provence serait en réalité oligocène (*Géol. Médit.*, t. II, n° 4, p. 185-190).
45. REY (R.) et TOURAINE (F.) (1975). — La malacofaune du Tertiaire moyen du Royans (Drôme-Isère) (*C. R. Ac. Sc.*, t. 280, p. 2837-2839).
46. TOURAINE (F.) (1976). — Une révision de l'Oligocène du Royans (Drôme-Isère) (*Géol. Alpine*, t. 52), p. 105.

Manuscrit déposé le 23 novembre 1975.