

**LES TRAITES FONDAMENTAUX
DU RELIEF DE
LA BASSE-PROVENCE
CALCAIRE**

J. NICOD

Des magnifiques observatoires que constituent les points culminants de la chaîne de la Sainte-Baume (Baou de Bertagne 1041 m., Joug de l'Aigle 1076 m.), les traits essentiels du relief provençal s'aperçoivent aisément : entre la Provence rhodanienne où les chaînes émergent du remblaiement alluvial et la Provence cristalline, disséquée dans la multitude de ses croupes boisées, la Provence calcaire offre, du littoral des Calanques aux Plans du Verdon, la succession de ses barres et de ses vastes plateaux, couverts de taillis et de garrigues. Pas de hautes montagnes - les surfaces au-dessus de 1000 mètres ne couvrent que quelques kilomètres carrés à la Sainte-Baume et à la Sainte-Victoire- mais pas de plaines véritables, des bassins compartimentés par des plateaux découpés en lanières (Marseille), ou par des cuestas (Aix, le Beausset, Salernes). La plupart correspondent au déblaiement partiel des zones synclinales bourrées de sédiments variés; toutefois, certains, au contraire, sont évidés dans les argiles triasiques; tous constituent des zones à vocation agricole, les îlots de peuplement au milieu des vastes étendues monotones du saltus. C'est sur leur bordure, sur les conditions de leur dégagement, que l'observation morphologique bute sur d'innombrables difficultés, liées à l'extrême complexité du style tectonique provençal.

C'est par constatation de cette difficile approche de l'interprétation des paysages provençaux que débute le chapitre I de notre thèse¹, dont nous présentons ici le compte-rendu. Pourtant, depuis Marcel BERTRAND, peu de régions ont été autant parcourues et étudiées par les géologues que la Basse-Provence, et il n'est guère de publication géologique qui ne fasse état de nouvelles découvertes. Toutefois, il manquait une étude d'ensemble des aspects du relief et des problèmes géomorphologiques, bien que deux thèses récentes viennent d'en envisager une partie².

Fidèle aux conceptions classiques de la géographie physique, nous avons voulu accorder la plus large place à l'analyse des paysages, et à l'explication des reliefs. C'est pour cette raison qu'il nous a paru indispensable de procéder d'abord à l'examen des diverses conditions de l'évolution morphogénétique cette longue première partie qui intègre à la fois les résultats acquis et nos observations personnelles, était indispensable, si l'on voulait éviter au cours de la description générale, d'innombrables redites.

I.- Les problèmes généraux.

Les grands traits du relief provençal dépendent d'abord des conditions structurales, du style et de l'âge des mouvements tectoniques³. Mais aussi, en pays calcaire, de nombreuses traces des anciens reliefs des paléo morphologies enté quaternaires sont conservées, qu'il s'agisse des surfaces d'aplanissement qui tiennent un si grand rôle dans les aspects généraux de la Basse-Provence et sur l'étendue desquelles mes prédécesseurs, dans l'étude de cette région, E. de VAUMAS et le regretté E. BENEVENT⁴, avaient déjà insisté, ou des reliefs résiduels, plus au moins émoûssés, des paléo morphologies exhumées des sédiments tendres des bassins.

1) Les surfaces d'aplanissement.

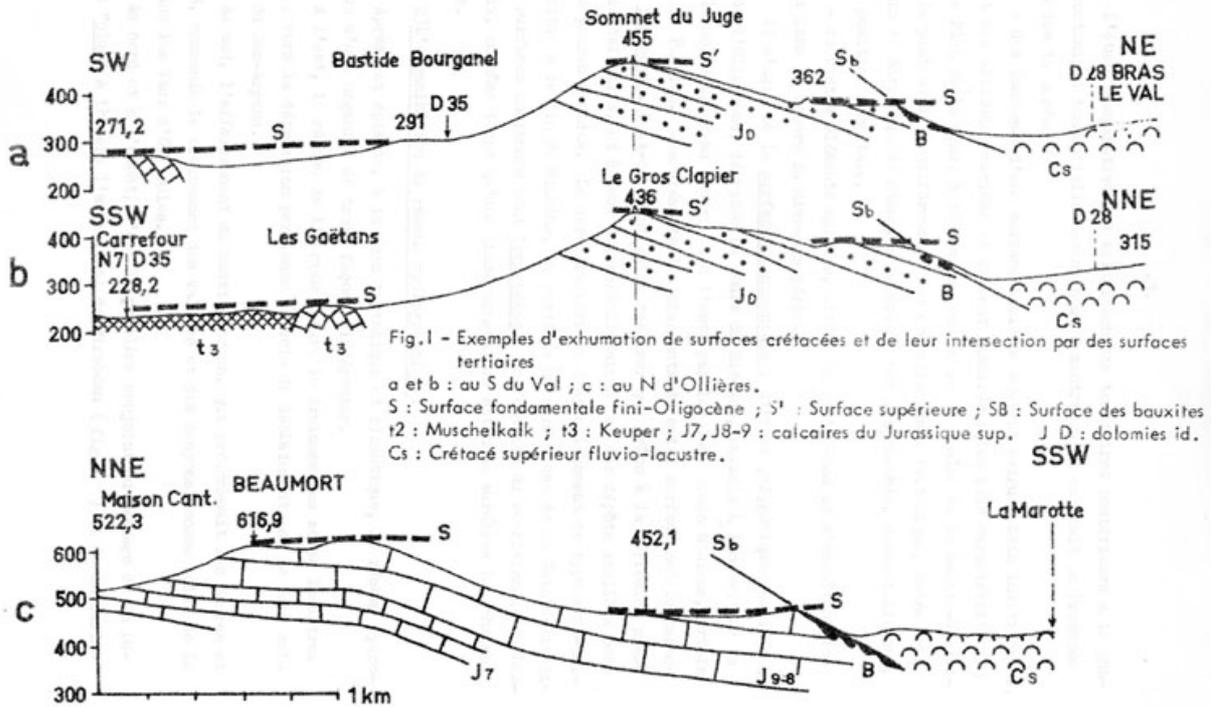
¹ J. NICOD. Recherches morphologiques en Basse-Provence calcaire (Thèse, Aix 1967) 557 p., 138 fig. ds le texte, 42. tableaux, 12.pl.photog.et 7 cartes h.t. Éditions Ophrys, Gap.

² Y. MASUREL. 1964. La Provence cristalline et ses enveloppes sédimentaires Thèse L. Paris)

³ Sur ce point, voir particulièrement la brillante synthèse de J. AUBOIN et G. MENNESSIER: Essai sur la structure de la Provence. Liv. à la mémoire du Prof. P. FALLOT, t.II, Mém .Soc. Génl. Fr., 1963, p.45-98+1 carte h.t., et les travaux des géologues provençaux: G. CORROY, G.GOUVERNET, G.GUIEU...

⁴ E.de VAUMAS, 1937, Le massif de la Sainte-Baume, étude morphologique annales de Géographie XLVI, 264 p.580. -E. BENEVENT, 1937, Sur l'agencement et l'évolution morphologique de la Basse-Provence calcaire, ibid. p.494-508.

Nous avons cherché en premier lieu à définir l'importance et le rôle de la surface des



bauxites, précisé les conditions de son élaboration dans une zone karstique de type tropical humide, avec du matériel en grande partie fluvatile, étudié son rôle dans l'évolution tectonique (cas de charriage sur la surface des bauxites avec interposition d'une pellicule de sédiments fluviaux lacustres), et dans la morphologie actuelle. Son extension se réduit au pourtour des bassins en voie de déblaiement. (Fig.1)

L'étude comparative des aplanissements tertiaires postérieurs à la phase de tectonique tangentielle éocène nous a montré qu'il existait en Provence deux séries de surfaces:

- des lambeaux d'une surface ancienne souvent exigus, mais indubitables, portés à des altitudes variées et souvent basculés: les plus caractéristiques étant le Plan de la Crau, à 1000 m. au centre de la chaîne de la Sainte-Victoire, et le plateau de Roqueforcade. Une nouvelle phase tectonique, datée dans le bassin de Marseille du Stampien supérieur est responsable, essentiellement, de leur position sommitale.

- de vastes éléments aplanis, situés en contrebas et s'embattant localement dans le rebord du niveau supérieur.

Il s'agit de la surface fondamentale, surface polygénique réalisée à la fin de l'Oligocène, dégradée au cours du Miocène, envahie à l'ouest par la mer de la molasse, et au centre et à l'est, par les lacs vindo-boniens, parfois reprise au Pontien. Les éléments les plus nets de cette surface ont le caractère de sédiments. Ceux-ci n'ont pu se réaliser que grâce à la corrosion préalable des calcaires, et à leur imperméabilisation par des dépôts argileux pendant les phases humides. La dernière période d'aplanissement de type semi-aride, se situe à la fin du Miocène, au Pontien: au nord-ouest de la Sainte-Victoire, les surfaces anciennes sont "regradées" en fonction du remblaiement du bassin d'Aix, au même temps qu'une phase orogénique atténuée surélève les chaînes voisines.

2) L'organisation du réseau hydrographique.

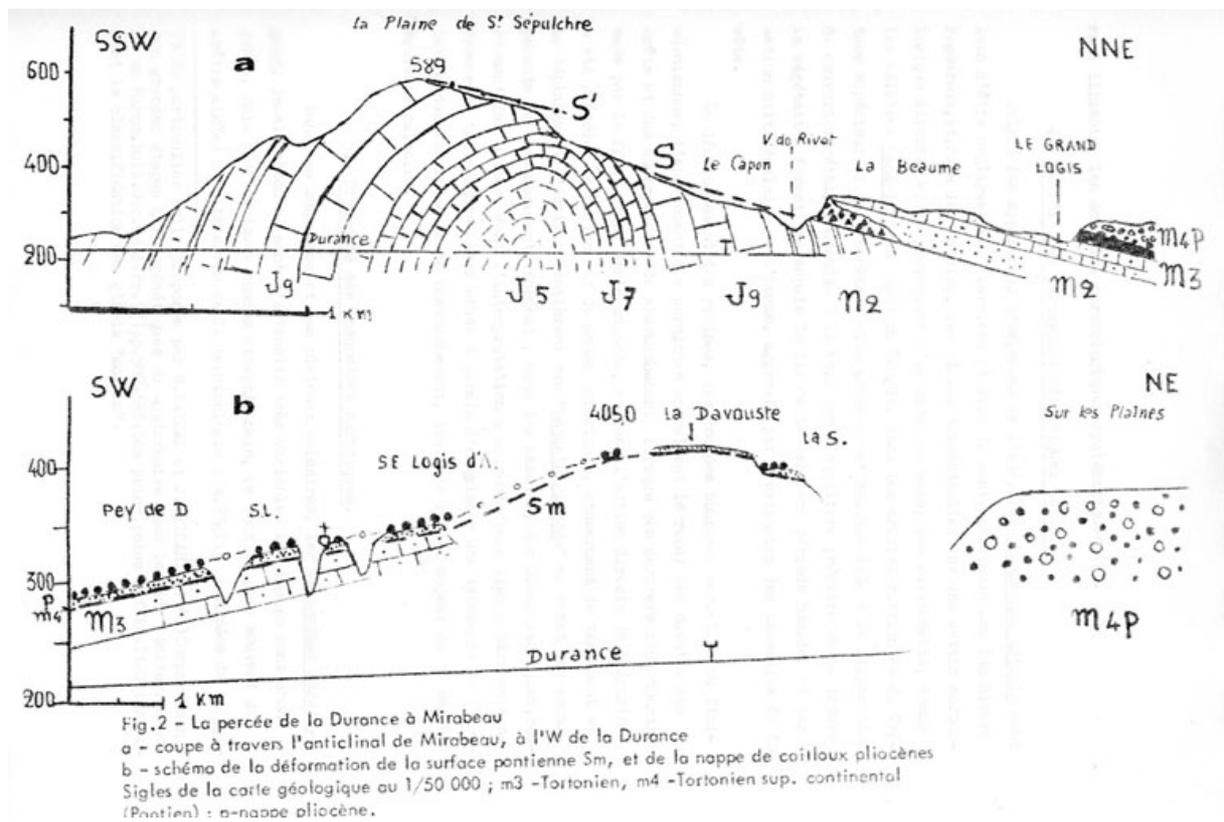
Après cet épisode, à la fois tectonique et climatique, le réseau hydrographique s'est

organisé de trois façons différentes.

A l'est, le réseau de l'Argens assure le drainage des zones lacustres miocène, vers la dépression permienne on voie de déblaiement, et la zone subsidence du Bas-Argens.

Au sud, l'affaissement du massif ancien, qui prolongeait les Maures et le Sicié, commande le creusement des vallées et des canyons, comme celui de la Reppe dans les Vaux d'Ollioules.

Au nord et à l'ouest, c'est le problème conjoint du passage de la Durance en "clue" à travers l'anticlinal de Mirabeau (fig.2) et de la surimposition du Verdon dans les moyennes et basses gorges. Au Miocène, un paysage constant, bras de mer ou zone fluviale avait existé au sud du Lubéron, et il est vraisemblable qu'il fut suivi par un premier écoulement durancien, alors que l'anticlinal de Mirabeau n'était plus qu'un relief résiduel (Plaine du Saint Sépulcre), isolé de la chaîne de Vautubière par la zone aplanie du plateau de Bèdes. Au cours du remblaiement de la fosse subsidente de Valensole, les nappes alluviales de la Durance ont envahi ce plateau; il en reste quelques témoins (fig.2 b) jalonnant un nouveau cours vers le golfe marin de la Basse-Durance. Un rejeu fini-pliocène, ou villafranchien de l'anticlinal de Mirabeau, rejeu attesté par la déformation de cette nappe de galets, aurait entraîné antécédence. C'est à la même époque que commence la surimposition du Verdon.



Le legs des crises climatiques quaternaires.

Dans les aspects actuels des chaînes provençales, le rôle des crises climatiques quaternaires est indubitable: qu'il s'agisse du creusement torrentiel d'entonnoirs et de ravins désespérément secs de nos jours, des niches nivo-karstiques (particulièrement nettes sous la crête de la Sainte-Victoire, face sud) ou de la réalisation de versants réglés (à 28-33°) omniprésents, et particulièrement spectaculaires sur le versant nord de l'Aurélien, le Petit Bessillon, l'Hubac de Barjaude. Le développement de cônes rocheux - ultime forme d'érosion aréolaire - au nord du Grand Plan de Canjuers sur le Plan de Majastre et au Salant du Barry à

l'est de Signes pose un problème délicat: celui de l'imperméabilisation des calcaires pendant leur élaboration sous une période de caractère semi-aride à précipitations très violentes, Par contre, on retrouve dans les bassins l'étagement classique des glacis d'érosion et d'accumulation. Les plus anciens sont fortement cimentés, et constitués souvent de gros blocs, comme au Défens de Trots, en dessous de Saint-Jean de Ray (fig. 3a) parfois ils ont été affectés par des mouvements tectoniques, comme à l'est de la Sainte-Victoire, près de Puyloubier, et en bordure du bassin des Salles, en contrebas d'Aiguines (fig.3c). Les plus récents sont constitués de matériel cryoclastique souvent meuble. Grâce à ces glacis, une chronologie relative peut être établie, avec grande prudence; l'absence de découvertes préhistoriques antérieures au dernier interglaciaire -les dépôts de grotte exceptés - rend illusoire les échelles chronologiques systématiques⁵.

4.- Le rôle des paroxysmes climatiques actuels.

Malgré les apparences trompeuses de l'été, les phénomènes actuels sont loin d'être négligeables. Pierriers et éboulis sont entretenus par les hivers rigoureux, et, dans les bassins, les pluies torrentielles ont une action morphologique directe; elles provoquent l'érosion des sols, les ravinements, comme les célèbres band-lands au pied du Cengle, dans les argiles rutilantes du Crétacé supérieur et de l'Éocène. Cette érosion est souvent liée à la disparition du couvert végétal, commandée à la fois par l'équilibre précaire où se trouve la végétation forestière depuis la fin de la dernière période humide, et par l'action multiséculaire de l'homme, aggravée par l'extension des incendies de forêts.

Le développement des ravines, les coulées boueuses actuelles ou fini-würmiennes, l'éboulement des corniches entraînent le recul des cuestas des cuestas et des escarpements de chevauchement, lorsque ces derniers sont constitués par le front d'une série amincie, souvent l'action directe de l'érosion a été précédée de mouvements de masse importants, concernant le tassement et le déplacement d'écaillés entières: ces "paquets-glissés" en avant des escarpements de chevauchement, forment , dans les bassins, des blocs exotiques, couronnant des buttes, dont l'interprétation a souvent donné lieu à maintes controverses tectoniques. Leur étude a permis d'esquisser une typologie de l'évolution des escarpements de chevauchement, trait de relief majeur de la Basse-Provence calcaire.

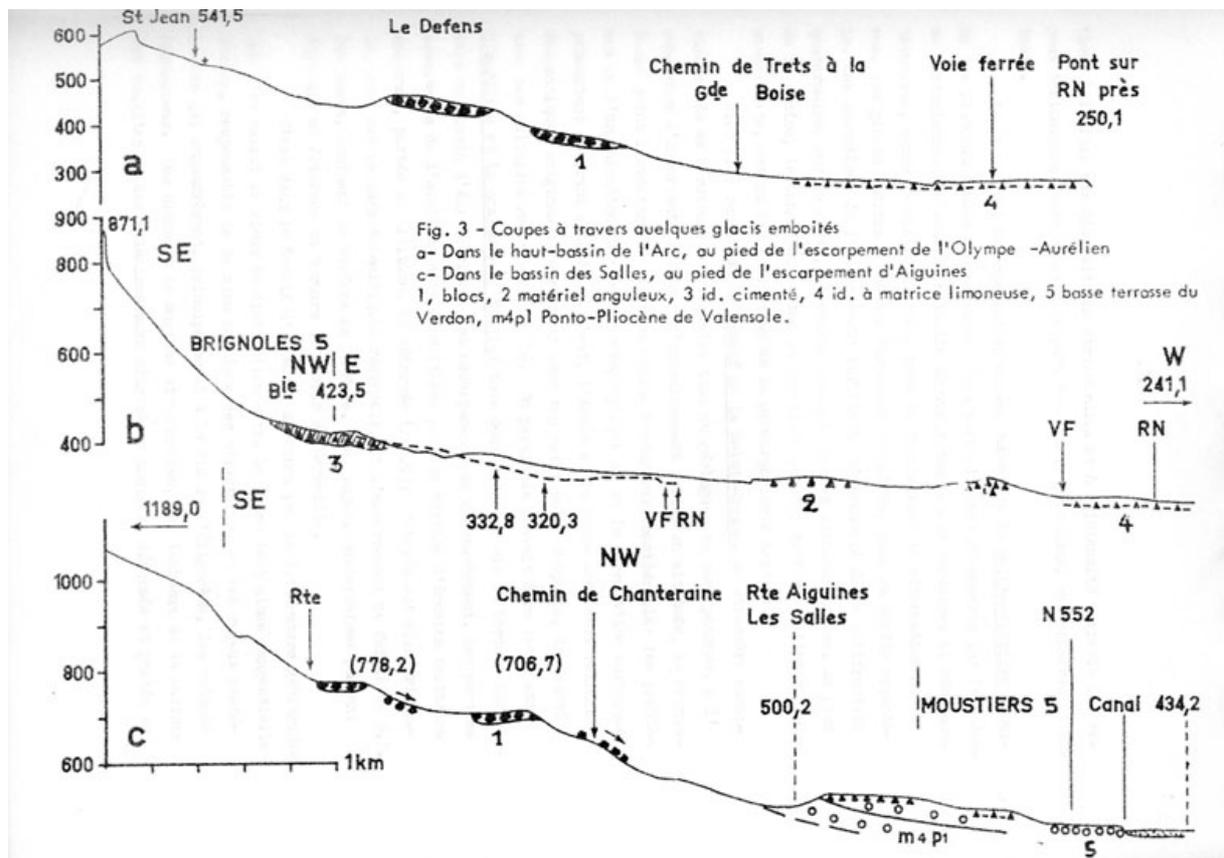
5.- Diversité des phénomènes karstiques.

Dans ces montagnes et ces plateaux calcaires, les phénomènes karstiques, jamais absents, sont d'intensité très variable. Les lapiés sont abondants, mais sauf quelques champs exceptionnels, ce sont le plus souvent des crêtes aigües - Spitzkarren de la terminologie d'A. Bögli, exhumées de la terra rossa, et partiellement détruites par une gélifraction encore active. Les dolines sont rares, par contre, sauf sur les champs privilégiés des Plan. Le karst superficiel évolue lentement; il est totalement indépendant au sein des massifs calcaires. Toutefois, dans les zones triasiques, la dissolution du gypse et du sel produit des effondrements brutaux et spectaculaires, comme les Clapes du Dracénois. On s'est particulièrement attaché à montrer le rythme saisonnier de la dissolution des carbonates: la sursaturation de l'été va avec l'amenuisement des circulations souterraines.

6.- Le cas des dolomies.

⁵ En particulier celle proposée par R. RAYNAL et J. TRICART (1963) Comparaison des grandes étapes morphogénétiques du Quaternaire dans le Midi méditerranéen et au Maroc. Bull. Soc. Géol. Fr. (7) pp. 587-596. Les principales difficultés concernent la classification des glacis "moyens".

L'étude des reliefs dolomitiques nous est apparue essentielle: il fallait trouver les règles qui commandent l'évolution aussi bien des microformes les plus variées (tubulaires et vasques (fig.4) que des aiguilles et des rochers ruiniformes si fréquents dans les chaînes de Provence. Nous avons pu montrer que les conditions de mise en solution de la dolomite n'étaient pas les mêmes que celles de la calcite, et que les dolomies résistent moins bien que les calcaires sous l'action des eaux tièdes. Par ailleurs, les différences de porosité, la disposition des diaclases, et le rôle de la crypto-décomposition sous l'arène sont très importante dans la genèse de ces formes. Aux massifs dolomitiques correspondent les eaux de source les plus chargées en carbonates, ce qui entraîne la précipitation d'importantes nappes de tufs. Notre étude générale s'achève avec l'examen du rôle morphologique des tufs, et la chronologie de leur formation pendant les périodes de caractère interglaciaire, plus Chaudes et humides que l'actuelle.



II.- Les aspects régionaux. (liv. II, III, et IV)

Nous ne pouvons résumer ici de longues analyses qui s'appuient nécessairement sur de nombreux croquis, coupes et cartes morphologiques hors-textes. Bornons-nous à quelques remarques.

1.- Les grands massifs provençaux.

Bien que formés par le même plissement et constitués par les mêmes calcaires, chacun des grands massifs provençaux a sa physionomie propre, qui tient à la fois aux dispositions structurales et à l'intensité variable des rejeux tectoniques, mais aussi à la part des divers Processus, quaternaires et actuels.

Le magnifique escarpement de chevauchement de la Sainte-Victoire domine les

plateaux arasés des environs d'Aix partiellement recouverts par la molasse tortonienne. Son énergie actuelle provient des rejeux tertiaires et même quaternaires, comme le montre à l'est, près de Puyloubier, la déformation du niveau des glacis anciens à brèches fortement cimentées, dans sa partie orientale. Les caractères de l'escarpement reflètent l'intensité de la gélifraction quaternaire; sur la crête, il existe quelques niches nivo-karstiques. Au pied de la chaîne, le Cengle qui constitue un synclinal perchés de forme elliptique quasi parfaite, est un lieu classique de la géomorphologie aixoise.

Bien plus vaste est le Massif de la Sainte-Baume. Au caractère exceptionnel de sa structure sur laquelle tant de géologues se sont penchés, à l'existence d'importants lambeaux d'aplanissement portés en altitude, la Sainte Baume joint l'avantage d'offrir un volume montagneux considérable: les problèmes de l'organisation du réseau hydrographique et de la circulation karstique présentent un grand intérêt. A l'est, l'Agnis et la Loube sont deux reliefs dolomitiques originaux: le premier avec son petit poljé suspendu, le second avec ses multiples reliefs de faille. Un parallèle pouvait être tenté entre l'Aurélien et la chaîne de l'Etoile: tous deux dressent sur la bordure méridionale du bassin d'Aix de classiques escarpements de chevauchement. Les parties sommitales de l'Aurélien sont constituées par une surface d'érosion tertiaire ancienne, portée en altitude, et déformée (fig.5) ; l'Etoile est plus originale, avec ses reliefs dolomitiques résiduels, et l'escarpement de faille de N.D. des Anges, dominant la surface de Mure. Des rejeux quaternaires peuvent être mis en évidence en bordure du bassin de Marseille.

C'est dans le Massif d'Allauch; si connu par la littérature géologique, que l'on saisit le mieux la distinction entre la phase tectonique tangentielle éocène, responsable de la mise en place des structures, et les rejeux postérieurs qui engendrèrent, principalement à la fin de l'oligocène, les volumes montagneux. Des éléments de surface structurales, des lambeaux de la surface des bauxites ou des aplanissements oligocènes anciens, déformés et portés en altitude, s'y imbriquant étroitement. Les problèmes des rejeux tectoniques se retrouvent dans les massifs sud-marseillais, la néotectonique y commande le dessin de la côte: en particulier la célèbre falaise du Devenson n'est qu'un vigoureux escarpement de faille. Par ailleurs compte tenu qu'il existe des calanques de divers types y compris les calanques d'effondrement karstique, nous maintenons pour les plus importantes (calanques rias) l'explication traditionnelle, qui s'accorde aussi bien avec l'observation des formes subaériennes qu'avec l'étude des réseaux noyés.

En arrière de Toulon, le plateau de Montrieux constitue le karst le plus important de la Basse-Provence. Tous les types de formes superficielles y sont représentés (y compris le petit poljé suspendu de la Limette) et un grand nombre d'avens y a été inventorié. Ces plateaux étaient déjà en position dominante au Miocène (nous avons ici le témoignage proche de la mésa basaltique du Rocher de l'aigle) et intensément corrodés, comme le montrent les remplissages de terra rossa et d'arène dolomitique; des reliefs résiduels évoquent les tourelles du Kegelkarst.

Entre ces grands massifs calcaires, les dépressions sont de structure et d'évolution différente. Le bassin du Beausset est intéressant par les aspects de ses cuestas et leurs grands glacis de revers. Dans le bassin de Marseille, la grande extension des tufs villafranchiens permet d'établir une chronologie, au moins provisoire, des niveaux emboîtés, et de préciser les mouvements néotectoniques. Le petit bassin de Cuges est le seul poljé important de Basse-Provence. Comme les bassins de Chibron, Signes et la Roquebrussanne qui lui font suite, mais qui sont maintenant ouverts, il doit beaucoup aux dispositions tectoniques. Tous sont remblayés de nappes et cônes périglaciaire.

Le drainage de celui de Chibron n'est assuré que depuis la fin de la dernière période froide, par une gorge de raccordement d'une extrême jeunesse.

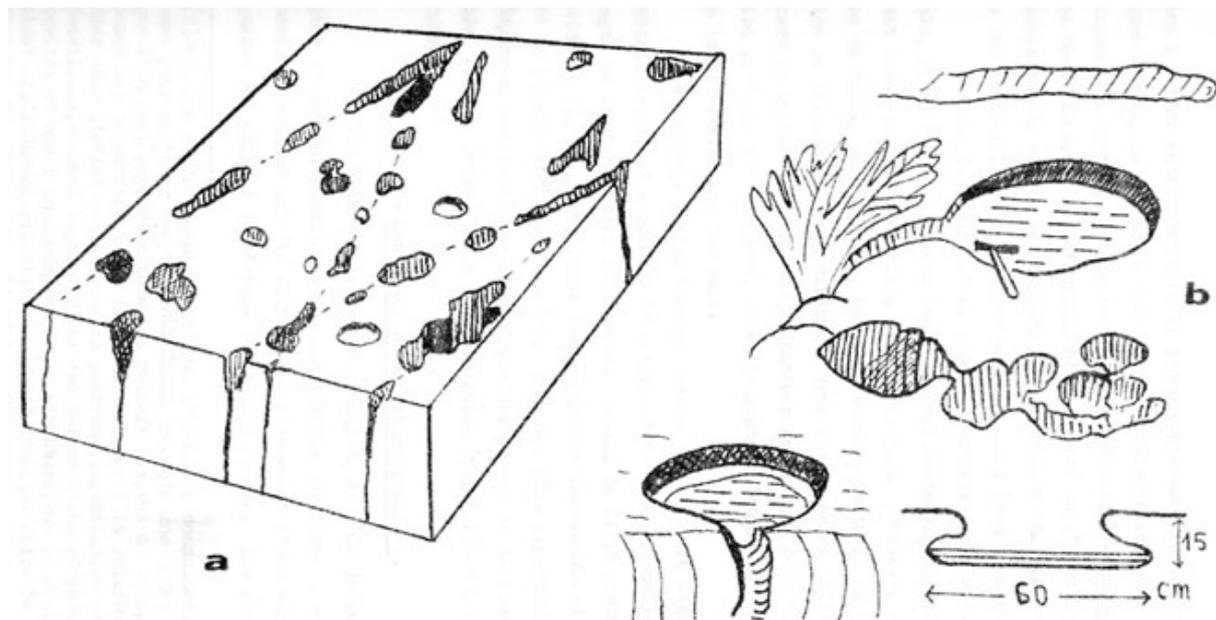


Fig. 4 - Lapiés dolomitiques
a- lapiés tubulaires, coverneux (au S de Marseilleveyre, d'après un cliché photographique)
b- vasque de lapié ou KAMENITZA
Vue générale, de face et coupe.
(La Bastidonne, N de Seillans, d'après un cliché photographique).

2.- Les plateaux varois.

Entre les grandes chaînes provençales et le rebord des Plans, les plateaux varois se caractérisent avant tout par l'existence d'une vaste surface d'aplanissement -toujours notre surface fondamentale- essentiellement polygénique. Certains éléments de cette surface ont été déformés (région de Seillans) et ravinés avant les dépôts lacustres vindoboniens; d'autres déformations sont à mettre en rapport avec la phase pontienne; enfin, sur les plateaux du moyen Argens, la surface a été regradée vraisemblablement au niveau du remblaiement lacustre. L'étude des reliefs résiduels -inselbergs rajeunis- comme les Bessillons, ou relief appalachien composé du pli du Luc, l'examen des vicissitudes du réseau hydrographique nous montre une région relativement stable, ou les paléo-reliefs tertiaires se sont assez bien conservés⁶.

L'étude des cours d'eau pose de nombreux problèmes. D'une façon générale, le réseau de l'Argens (sauf les affluents supérieurs) creusé précocement avant le Villafranchien, a une évolution complexe, en raison des barrages de tufs. Au contraire, celui du Verdon, installé en bordure de la formation de Valensole, s'est surimposé dans les moyennes et les basses gorges au cours du Quaternaire. Si les phénomènes karstiques sont dispersés, l'évolution profonde est certaine, comme le montre l'étude du régime des sources et de la minéralisation des eaux.

Les nombreux petits bassins varois peuvent être classés suivant une typologie qui tient

⁶Dans une étude récente, dont nous n'avons eu connaissance que trop tardivement pour en tenir compte, G. MENESSIER présente une autre hypothèse. Il pense que l'on peut rapporter tous les reliefs qui vus de loin apparaissent comme posés sur la surface à des déformations dues à la deuxième phase alpine. Sans nier l'effet des mouvements pontiens, indubitables en ce qui concerne les Bessillons, comment expliquer par des déformations récentes des sommets aussi limités et aussi indépendants de la structure, que le Montmajor et les deux Blés? cf. G. Menessier: Évolution morpho tectonique entre le Bas-Verdon et l'Argens. Rev. Géol. ph. Géol. Dyn. II, IX, I. 1967.p.35/53.

compte de la nature et de l'aspect de leur bordure, et du degré de leur évolution intérieure. ainsi, la fig.6 montre un anticlinorium évidé (6a), deux synclinaux dissymétriques chevauchés et déblayés (b et d), et un bassin miocène exhumé (c). Dans les plus importants (Rians ouest et Esparron, Salernes) une chronologie des phases de déblaiement peut être tentée, grâce à leurs glacis d'accumulation (fig.6 D) et à leurs terrasses de tufs.

3.- Les Plans et le rebord préalpin.

Sur les Plans et le rebord préalpin, le rôle de la seconde phase alpine et des mouvements tectoniques récents s'affirme à nouveau. De lourds monts jurassiens ont été édifiés par plissement d'une série calcaire très épaisse -un millier de mètres- mais déjà érodée. Les synclinaux ont évolué en poljé, mais du fait de l'enfouissement du réseau hydrographique souterrain, à plusieurs centaines de mètres de profondeur, ces poljés ont cessé d'évoluer: on évoque l'immense solitude du Grand Plan de Canjuers, avec ses avens, ses dolines de succion, et ses formes héritées et stérilisées, cônes rocheux et réseaux fluviaux fossiles.

En ce qui concerne le Grand Canyon du Verdon, nous avons discuté des processus de creusement: si l'effondrement de voltes est possible, il ne s'agit pas d'un processus général mais localisé à certaines époques et à certaines portions du cours, l'élargissement du canyon se produisant grâce à l'intervention de divers processus (baumes de types variés, éboulements, etc.). De toutes façons, l'étude du régime de la résurgence principale de Fontaine l'Évêque, alimentée partiellement par les pertes de l'Artuby, l'importance du stockage souterrain, nous permettent de conclure à l'existence d'un réseau vaste et complexe, d'évolution ancienne mais en plein développement grâce à la basse altitude de la résurgence. D'autres zones karstiques importantes se retrouvent entre le Verdon et la Siagne. D'une façon générale, toute la région des Plans est privilégiée, grâce à une pluviosité plus abondante, à une évapotranspiration moindre, au stationnement de la neige et au couvert forestier pour une évolution karstique plus rapide; l'ablation spécifique doit s'y situer entre 42 et 56 mm/Millénaire.

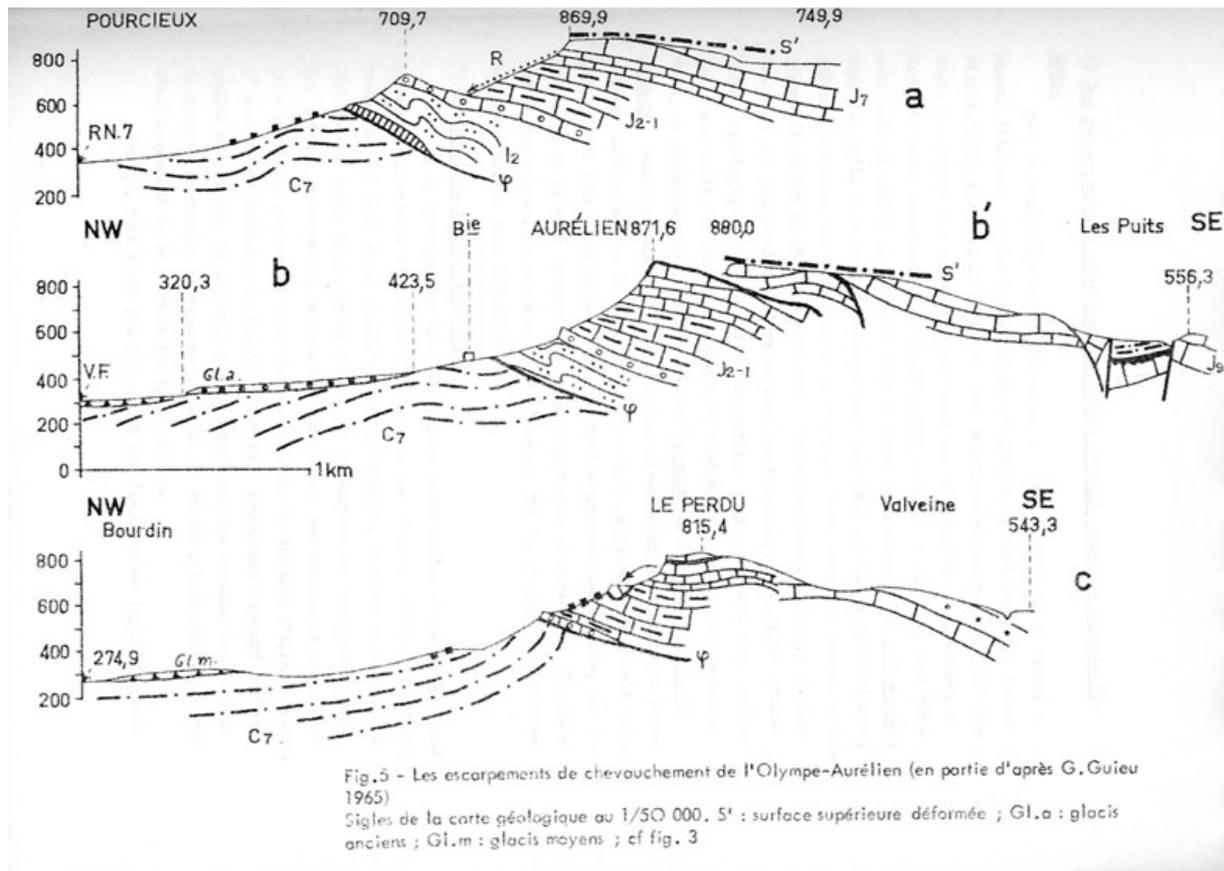
Notre étude s'achève sur la description des aspects successifs du rebord préalpin, de Moustiers-Sainte-Marie à la Siagne: des précisions sont apportées aux modalités de l'inversion de relief dans le Dracénois (fig.7), et au rôle morphologique du Trias (paquets glissés et entonnoirs de dissolution).

III. Conclusion.

Au terme de l'analyse morphologique des paysages et des problèmes de la Basse-Provence calcaire, il nous paraît nécessaire, devant la multiplicité des interprétations que comporte obligatoirement toute étude régionale, de mettre en valeur quelques points essentiels, qui dépassent, d'ailleurs, le cadre forcément restreint de notre "terrain de recherches", et doivent donner lieu à des comparaisons avec d'autres régions méditerranéennes.

1) Une géomorphologie structurale, partout présente sous des aspects divers.

Sauf de brillantes exceptions comme les Têtes rouges ou le Taoûmé du Massif d'Allauch et les Bigourets sur le plateau de Montrieux, les formes structurales, directes ou dérivées, sont relativement rares. Dans les bassins, la plupart des cuestas ou des crêts ont un caractère appalachien, et les plus beaux escarpements de faille, ceux du fossé de Quinson, sont révélés. Mais il existe un troisième type de forme structurale: les paléo-reliefs dont les crêts du Vallon de Malaurie nous ont donné un bel exemple: dégagés, enfouis, exhumés, ils



représentent le résultat d'une évolution longue et complexe. Il en est de même des bordures du bassin de Tavernes (fig.6). Certains de ces paléo-reliefs, lors de leur résurrection, changent de définition morphologique: des lambeaux d'une surface d'aplanissement très ancienne, comme celle des bauxites, exhumée en bordure des bassins fluviolacustres, se présentent maintenant comme des versants ou des escarpements de flexure. Mais la structure commande aussi directement les phénomènes karstiques. Qu'il s'agisse de l'opposition du modelé calcaire ou du modelé dolomitiques, de l'orientation des lapiés et de l'alignement des dolines, sur les cassures, ou du rôle essentiel du Trias diapirique, et surtout de l'organisation des réseaux souterrains et de l'aménagement des poljés, les influences structurales sont déterminantes.

2) Une morphotectonique souveraine.

C'est en Provence que L. LUTAUD conçut cette notion et dégagés ses premières applications. C'est dans cette région que l'on en voit les plus beaux exemples: les plis de la première phase provençale, éventrés en combe, puis Charriée au cours du paroxysme éocène sur la surface des bauxites ou sur les broches provenant de la première démolition; les mouvements oligocènes puis pontiens, portant en altitude des lambeaux de surfaces d'aplanissement, l'érosion des montagnes en fonction du volume montagneux engendré par ces phases successives, et le remblaiement corrélatif des bassins; les réseaux karstiques perturbés, réaménagés ou noyés, de vastes poljés stérilisés par l'enfouissement de la circulation hydrologique.

Certes, tout n'est pas dit encore sur les diverses implications de l'interférence de la tectogène et de la "glyptogénèse". Faute de dépôts connus, ou de datation précise, l'âge, la grandeur et les effets de nombreux mouvements restent l'objet d'interprétation voire de controverse (Sainte-Victoire). En ce qui concerne la région littorale, l'étude géologique détaillée du plateau continental, entreprise par les géologues d'Endoume, de Villefranche et de

Monaco, apportera certainement une moisson d'éléments nouveaux⁷.

Cette interférence des phases tectoniques, et de la réalisation d'aplanissements d'origine variée, souvent interrompus et remis en cause, se retrouve dans la plupart des massifs, dans les zones instables du pourtour de la Méditerranée. J. DEMANGEOT a donné le bel exemple d'aplanissements emboîtés et portés en altitude, dans son analyse de la Majella (Abruzzes adriatiques), J. BONNEFONT les a envisagés dans le massif du Lassithi, en Crète; J. J. DUFAURE dans les plateaux d'Argolide... et nous avons retrouvé, conformément aux idées de J. CVIJIC, P. BIROT, ce même problème dans le massif du Durmitor, en Monténégro⁸.

Comme les mouvements tectoniques tangentiels ont affecté dans ces pays comme en Basse-Provence des unités calcaires rigides, des unités se sont brisées en écaillés, précédées de klippes d'écroulement, et au cours du déblaiement des bassins tendres chevauchés, de nombreux blocs et paquets glissés ou affaissés en raison du tassement et du soutirage des sables et argiles sous-jacent. Ces formes, fréquentes en Provence: paquets glissés du Baou des Glacières, à la Sainte-Baume, écaille du Perdu (fig.5), butte à blocs géants du Touren dans le bassin de Montmeyan, butte de la Chapelle de J.D. de Bauduen etc., se rencontrent plus souvent encore dans les Balkans ou P. BIROT⁹ a étudié leur genèse.

3) Le rôle des crises climatiques quaternaires.

Sans nous lier d'une façon trop systématique à une chronologie encore discutée¹⁰, nous avons tenté de montrer la grande variété de faciès et de position des formations de types périglaciaires. Pendant les périodes froides, la Provence a connu des climats variés, non seulement en fonction des conditions dynamiques générales, mais aussi en raison de la disposition de son relief. Au Würm III, avec un climat gai devrait évoquer les zones rigoureuses de l'Écosse, Draguignan était encore un paradis azuréen à coté de Martigues! C'est du moins ce qui ressort de l'examen des dépôts würmien, mais il est probable qu'il en a été de même pendant les périodes froides précédentes.

Ces variations régionales des palées-climats quaternaires se retrouvent facilement autour de la Méditerranée. L'émersion d'une surface plus ou moins grande de plate-forme continentale, le rôle du relief dans la canalisation ou l'abri des vents, l'influence conjuguée de la latitude et de l'exposition sont suffisants pour avoir engendré des processus et des aspects différents.

Si l'on laisse de côté la classification des glacis méditerranéens, ubiquistes et multiformes, nous retrouvons le problème de l'élaboration des cônes rocheux dans les Balkans et au Proche-Orient, où ils ont été signalés pour la première fois par E. de VAUMAS, et celui de l'extension des versants réglés, si fréquents dans les Balkans les uns et les autres "conspirent" pour

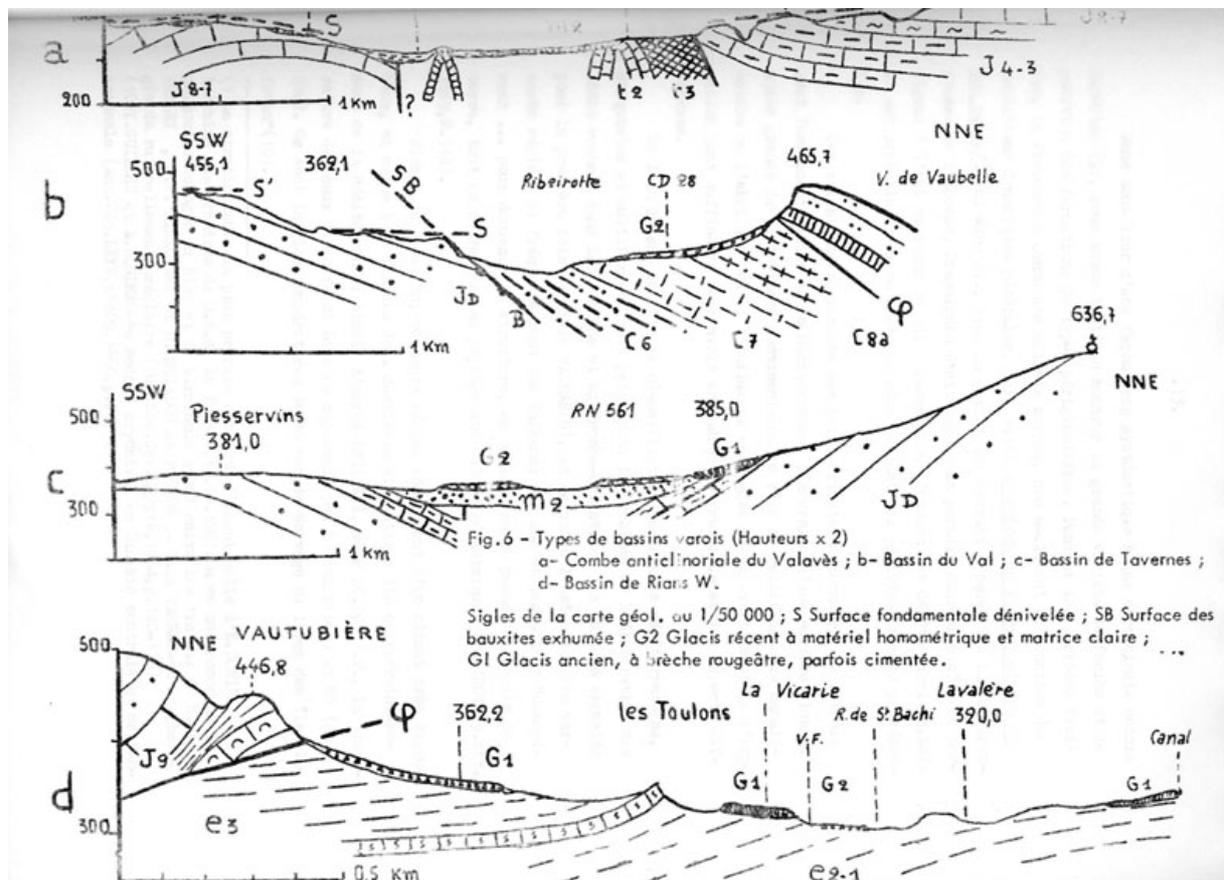
⁷ Voir particulièrement à ce sujet L. GLANGEAUD/J. ALINAT/J. POLVECHE/A. GUILLAUME et O. LEENHARDT. Grandes structures de la mer ligure, leur évolution et leurs relations avec les chaînes continentales. Bul. S. Géol. F. (7) VIII, 1966, p. 921-937

⁸ J. DEMANGEOT-Géomorphologie des Abruzzes adriatiques, Thèse sp. p.172-176. J. BONNEFONT-Note sur la morphologie du massif de Lassithi, Bul. As. Géol. F. n°334-335 1965, p. 27-35. J. J. DUFAURE -Recherches morphologiques dans le Nord du Péloponnèse, comité des trav. hist. et scient. Bul. Sect. Géol., LXXVI, 1963, p.321-388. P. BIROT J. DRESCH et P. BIROT- La Méditerranée et le Moyen-Orient, t. II, 1 ère part., ch. I2 (Orbis). J. NICOD -Premières recherches de morphologie karstique dans le massif du Durmitor, Méditerranée 1967

⁹P. BIROT -Esquisse morpho structurale des Montagnes Dinariques dans le domaine hellénique. *Inn.de Géol.* LXXIV, 405,1965, p.513-533.

¹⁰ La stratigraphie la plus précise est actuellement celle d'E. BONIFAY- Les terrains quaternaires du S.E. de la France, th. Sc.1961. En ce qui concerne la paléoclimatologie du Riss et du Würm, nous avons suivi les travaux de H. de LUMLEY, J.C. MISKOVSRY et ESCLADON de PONTON.- E. de VAUMAS - La morphologie de ruissellement aréolaire (Bul. Soc. Géol. Égypte, 1964, p.140-178).

émousser la structure, en quelque sorte passée au papier de verre, tout en conservant au paysage une allure géométrique" (P. BIROT, op. cit. 1965, P.514).



Niches de nivation, versants réglés témoignent d'un climat très rigoureux, au moins à la fin des deux dernières glaciations lié au refroidissement de la Méditerranée; ainsi, d'après EMILIANI, vers 20.000 B.P., la température des eaux du golfe du Lion ne dépassait pas 5° (en hiver) et 80 (en été). Ce sont là "les températures de la mer de Norvège au large des îles Lofoten"¹¹.

Nous sommes moins bien renseignés sur les périodes interglaciaires. Le dépôt des tufs, par leur lien avec les eaux des régions dolomitiques et leur végétation hygrophile, a un caractère azonal. Toutefois, l'expérience du climat actuel, les notions précises que nous pouvons avoir de celui de l'âge du bronze, supposent à la fois des eaux plus abondantes et des périodes chaudes et sèches plus marquées, donc correspondant à des périodes interglaciaires. Là, encore, nos observations rejoignent celles de J. DEMANGEOT (op-cit. 1965, p. 301/302). Mais le problème essentiel est celui de l'évolution du karst, au cours des différentes phases climatiques, du tertiaire et du quaternaire, sur lesquelles nous éclaircissent les dépôts des grottes¹².

¹¹ Y. GUILLEN et A. RONDEAU Modelé cryonival en Tunisie centrale et septentrionale (Ann. Géo. LXXV, n°409, 1966, p.266).

¹²Première étude méthodologique de J.C. MISKOVSKY: Les principaux types de dépôt de grottes et les problèmes que pose leur étude. R.Géom. Dyn. XVI, 1966, p. I-II-Travaux de J. J. BLANC/M. ESCALON/ DE FONTON/ H. DE LUMLEY etc....

processus dans le temps. Les périodes de corrosion, qui sont celles de "biostase" (H. ERHART), en préparant la surface du calcaire et bouchant les conduits, facilitent l'intervention ultérieure de l'érosion aréolaire pendant les périodes de "rhexistase". On notera que ces aplanissements, qui sont typiques, dans les pays méditerranéens calcaires (cf. la surface du Primorjé sur le littoral dalmate), n'exigent pas un volume montagneux dominant considérable et que leur niveau a été commandé par les bassins remblayés, qu'ils soient crétacés, éocènes, oligocènes, pontiens ou villafranchiens. Ainsi, l'évolution générale de la Basse-Provence, comme de nombreuses autres régions karstiques méditerranéennes, ne peut se concevoir sans une combinaison de processus: morphologie karstique et morphologie "normale" ne s'opposent pas, mais se complètent.

2) Tous les types de karsts méditerranéens ne sont pas présents en Provence.

Au cours de notre étude, nous avons rencontré successivement:

- un karst littoral semi-aride sans doline et sans possibilité actuelle d'évolution, celui de Marseilleveyre et des calanques que nous comparerons volontiers à certaines zones du karst grec, et en particulier du Magne (J. NICOD 1965). Avec la faiblesse de la dissolution, la marque des processus périglaciaires et l'ingression des eaux marines dans ses réseaux en sont les caractères essentiels.

- un karst méditerranéo-montagnard, celui des Plans du Verdon qui rappelle le karst "classique". Mais les artères souterraines y sont moins spacieuses, et l'évolution des poljés stoppée par l'enfouissement du réseau souterrain à une grande profondeur.

- un karst méditerranéen atténué, celui des chaînes provençales et des plateaux varois. Il ressemble au karst dinarique par son couvert végétal (garrigues et forêts dégradées), par ses possibilités d'évolution actuelle (dissolution de 37 mm par millénaire sur le plateau des Selves), et par l'importance de l'hydrologie souterraine. Mais les dolines sont rares et il ne subsiste qu'un poljé important, celui de Cuges. Il n'y a pas, en Basse-Provence, de karst méditerranéen de type dalmate, analogue à celui de la Croatie méridionale et de l'Herzégovine, caractérisé par les champs de dolines et les vastes poljés, ni d'hyper-karst de type monténégrin¹³ troué de dolines comme une écumoire. Si, comme le pense J. CORBEL¹⁴, le karst de type dalmate est lié à la fois à une longue durée d'évolution et à un faible développement des réseaux souterrains, en raison de la médiocre agressivité des eaux, on comprend mal qu'il n'existe pas en Provence. Faut-il incriminer le caractère discontinu de l'évolution au cours du Quaternaire, avec de nombreuses périodes froides et sèches, ou le trop grand nombre de dislocations tectoniques favorisant la migration trop rapide des eaux en profondeur, entraînant la dissociation complète entre l'évolution du karst superficiel à lapiés et des réseaux profonds ? Nous penchons plutôt vers cette seconde hypothèse. Toutefois, sous le climat actuel, dans des conditions lithologiques précises, sont réalisés des hyper-karsts : gypses du Trias et dolomies évoluent suffisamment vite pour engendrer des reliefs karstiques originaux.

Notre étude, malgré des longueurs inhérentes à une thèse de doctorat d'État, aura atteint son but si elle donne à d'autres le désir de progresser dans la connaissance et l'analyse des paysages méditerranéens. Nous espérons que, progressivement, on pourra mieux apprécier l'ordre et l'importance de multiples facteurs susceptibles de donner la clef des grands contrastes et des subtiles nuances des paysages de Provence qui ont inspiré tant de peintres, de cette "gueuse parfumée" dont tant d'aspects physiques et humains évoquent les paysages de la

¹³Lié aux précipitations énormes qui tombent sur le front montagneux de Monténégro (4 m environ à Crkvice)

¹⁴J. CORBEL- Karsts de Yougoslavie (Rev.Géo.de l'Est, T.V. 1965, P. 245/294)

Grèce, dont lui sont parvenus avant notre ère, l'olivier et la civilisation.?

Nous souhaitons, enfin, que cet ouvrage serve de guide à tous les amis de la nature et géographes épris de tourisme scientifique, qui suivent les routes de notre belle région.

J. NICOD