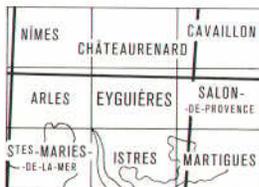




EYGUIÈRES

La carte géologique à 1/50 000
EYGUIÈRES est recouverte par les coupures suivantes
de la carte géologique de la France à 1/80 000 :
au nord : AVIGNON (N° 222)
au sud : ARLES (N° 234)



**CARTE
GÉOLOGIQUE
DE LA FRANCE
A 1/50 000**

BUREAU DE
RECHERCHES
GÉOLOGIQUES
ET MINIÈRES

EYGUIÈRES

XXX-43

Alpes - sud

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE, DU COMMERCE ET DE L'ARTISANAT
BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
Boîte postale 6009 - 45018 Orléans Cédex - France



NOTICE EXPLICATIVE

SOMMAIRE

	Pages
INTRODUCTION	2
<i>APERÇU GÉOGRAPHIQUE</i>	2
<i>HISTOIRE GÉOLOGIQUE</i>	3
DESCRIPTION DES TERRAINS	7
<i>SECONDAIRE</i>	7
<i>TERTIAIRE</i>	10
<i>QUATERNAIRE</i>	12
<i>FORMATIONS ANTHROPIQUES</i>	21
TECTONIQUE	21
RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS	22
<i>HYDROGÉOLOGIE</i>	22
<i>RESSOURCES MINÉRALES</i>	23
PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE	24
DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE	24
<i>DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES</i>	24
<i>SONDAGES</i>	24
<i>BIBLIOGRAPHIE</i>	25
<i>DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES</i>	29
AUTEURS DE LA NOTICE	29

INTRODUCTION

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

La feuille Eyguières couvre deux zones nettement distinctes. Au Sud, une vaste région de plaines faiblement inclinées en direction du Sud-Ouest, vers la Camargue et la mer (feuille Istres) porte le nom général de *Crau*. Au Nord, une série de collines encadrées de dépressions : il s'agit du chaînon des *Alpilles* et de ses satellites : Défends de Sousteyran, massif de l'Anellier, plaines d'Orgon, etc.

• *La Crau*, connue des géographes de l'Antiquité sous l'appellation *Campus lapideus*, est limitée, au Nord, par les *Alpilles*, les massifs de l'Anellier et les marais des Baux, au Sud-Est, par les collines de Miramas, au Sud-Ouest, par les marais de la rive gauche du Grand-Rhône. Elle est classiquement subdivisée en « vieille Crau », celle d'Arles et d'Eyguières, et « jeune Crau », celle de Salon ou de Miramas. Cette étendue caillouteuse et infertile, partiellement mise en culture depuis le XVII^e siècle, présente des traits de relief assez diversifiés qui rompent sa monotonie.

Le profil de la « vieille Crau » se redresse sensiblement au pied des *Alpilles*, contre les hauteurs de l'Anellier et en Crau-sur-Durance. Les courbes de niveau de la « jeune Crau » dessinent un cône de déjection assez régulier dont les génératrices convergent (« tête de Crau ») vers le col de Lamanon (feuille Salon) où le profil se redresse également (G. Denizot).

Sur la bordure sud-ouest et dans la partie centrale, s'observent des dépressions marécageuses (Meyranne—les-Chanoines, Saint-Martin, fossé Meyrol) ou lacustres (les Aulnes, Entressen).

Plusieurs unités peuvent être reconnues en Crau, bien différenciées sur le plan géomorphologique. La « jeune Crau » est partagée en *Crau de Miramas*, au Sud-Est, et en *Crau du Luquier*, dans la partie centrale, la « vieille Crau », en *Crau d'Arles* ou *d'Eyguières*, du défilé de Saint-Pierre-de-Vence au Rhône, et, au Nord, en *Crau de Saint-Pierre-de-Vence*.

Localement ces unités sont bordées par des formations caillouteuses originales qui, lorsqu'elles étaient assez étendues, ont reçu l'appellation de Crau : terrasses des Glauges, d'Entressen, de Brays et Crau de Grans. Toutes ces unités, sauf la dernière, formée par la Touloubre (feuille Salon), ont pour origine des dépôts fluviatiles duran-ciens.

Le modelé superficiel actuel de la Crau s'explique par la mise en place des divers épandages successifs caillouteux et par le jeu de flexures quaternaires.

Les Crau d'Arles et d'Eyguières, et celle de Saint-Pierre-de-Vence, sont ravinées par le réseau hydrographique assez bien individualisé du bassin versant du fossé Meyrol, prolongé vers l'Ouest par la roubine de la Chapelette. Le réseau n'a pu s'individualiser qu'après le Pléistocène supérieur (Riss, Würm) orienté soit par les limites des cônes d'épandages, soit par la dépression synclinale de Raphèle—Meyranne.

A la limite entre les Crau d'Eyguières et du Luquier, des écoulements drainent les marais du mas de Fray et les reliait à l'étang des Aulnes dont la surverse rejoint ensuite, par la roubine de Pernes, les marécages de la Volpelière.

A la limite entre les Crau du Luquier et de Miramas, on note la présence d'un réseau embryonnaire qui évacuait jadis le trop plein de l'étang d'Entressen vers les dépressions inondables de Beaussenq et de mas Thibert et de là, dans les marais de la rive gauche du Grand Rhône.

Les deux derniers axes de drainages, établis sur les limites des épandages fluviatiles, sont certainement influencés par des accidents de néotectonique dont on peut suivre les traces sur les clichés pris par le satellite ERTS 1.

L'évolution naturelle des réseaux hydrographiques encore juvéniles a été profondément perturbée par les travaux d'irrigation et d'assainissement entrepris depuis le milieu du XVI^e siècle (Adam de Craponne).

L'hydrographie récente semble avoir retouché des formes de relief initialement élaborées en climat périglaciaire. En effet, la fréquence, dans les cailloutis des diverses Crau, des phénomènes de cryoturbation peut suggérer d'attribuer l'origine des dépressions lacustres des Aulnes ou d'Entressen à des étangs de fonte (alás) de pergélisols discontinus, drainés ou non. De même, les dépressions circulaires pourraient résulter de la fusion de lentilles de glace d'accumulation (pingos).

La dépression de Mouriès—Barbegal (marais de Baux), dont le fond voisin de la côte zéro montre plusieurs dépressions fermées (clar), relève d'un mode de creusement plus complexe. Les reprises érosives, liées aux mouvements tectoniques post-villafanchiens, ont ensuite été façonnées par les effets du climat périglaciaire. A la suite de la transgression flandrienne, la dépression, isolée par le bourrelet des alluvions rhodaniennes obstruant son exutoire, évolue en zone marécageuse (C. Gouvernet). Les anciens marécages qui bordaient la cité romaine d'Arles (*) ainsi que les marais de Meyranne et des Chanoines ont une origine comparable.

• *Les Alpilles*. Les collines qui forment la partie nord du territoire de la feuille sont allongées d'Ouest en Est. Le massif le plus important est celui des *Alpilles*, entre Maussane et la cluse de Saint-Pierre-de-Vence, que domine le signal des Opies. Il est accidenté par des vallons nord—sud qui permettent le franchissement des crêtes de flanc à forte armature calcaire et l'accès aux zones internes dont le relief est plus mamelonné. Des piedmonts ébouloux importants font la transition avec les autres reliefs, parmi lesquels il faut citer les *Défends de Sousteyran* aux formes molles et *Coste Fère* qui commande avec *les Opies* le vallon de Saint-Pierre-de-Vence. Les *plaines d'Orgon*, au Nord-Est, sont couronnées par les restes de la plate-forme miocène et dominant, à l'Est, les piedmonts de Roquemartine. Les collines du *Castellas de Mouriès* et de *l'Anellier* forment des reliefs empâtés en limite orientale des *marais des Baux*. Cette dépression, comme la plaine de Maussane, est accidentée par une série de *bandes rocheuses* fréquemment allongées d'Ouest en Est : la Pène, la Pompe, Jean-Jean, etc.

HISTOIRE GÉOLOGIQUE

Secondaire

Le forage pétrolier Istres (**) a rencontré près de 3 000 m de marnes (entre 2 677 m et 5 616 m de profondeur) représentant la série jurassique depuis l'*Oxfordien inférieur* jusqu'au *Lias moyen* inclus. Les phénomènes de subsidence, accompagnés et favorisés par l'abondance des apports terrigènes fins, qui, au cours du Jurassique, caractérisent, dans le domaine sub-alpin, les faciès dauphinois tels que les Terres Noires, empiétaient donc sur une partie du domaine provençal, et en particulier dans la région couverte actuellement par la Crau. A partir de l'*Oxfordien supérieur*, l'apparition des calcaires marneux dans les Alpilles, puis des calcaires blancs et des dolomies témoignent d'une diminution progressive de la bathymétrie. Mais les faciès profonds reviennent assez brusquement au Portlandien : le Jurassique s'achève avec des calcaires gris foncé, très analogues aux calcaires tithoniques des régions sub-alpines.

L'examen des dépôts du *Crétacé inférieur* fait apparaître l'existence de deux domaines séparés. Dans le massif de l'*Anellier*, la série est réduite (270 m), les calcaires sont néritiques et présentent souvent des apports terrigènes grossiers (quartz détritiques) dans l'*Hauterivien*. Dans les Alpilles, et les *Défends de Sousteyran*, la série est beaucoup plus puissante (1 900 m) ; les faciès sont variés et l'on note l'abondance de détritique fin (argiles décantées). De plus, le Néocomien des Alpilles est subordonné à un Barrémien, qui se développe surtout dans le cadre de la feuille Châteaurenard et qui présente le faciès bioclastique (Urgonien).

(*) Le nom latin *Arelate* dérive du vieux fond dialectal indo-européen *Ar* (forteresse, oppidum) et *lath* (marécage).

(**) Implanté sur le territoire de la feuille Istres. Numéro d'archivage au Service géologique national : 1019-4-117.

La période comprise entre l'Albien et le Santonien ne nous a laissé que les bauxites et les formations bauxitiques, d'origine typiquement continentale et d'âge très incertain. Les bauxites se sont formées sous climat tropical humide, pendant l'épirogénèse du *Crétacé moyen et supérieur*. Leur matériel originel (marnes crétacées pour une grande part) a subi la ferrallitisation. Des phénomènes de transport et de re-sédimentation de la latérite alumineuse sont parfois décelés. Les remaniements ont pu se prolonger jusqu'au Campanien, premier étage sédimenté sur la couche minéralisée.

C'est à cette période, dont l'équivalent régional est le Valdo-Fuvélien, que s'installe le régime fluvio-lacustre qui va faire alterner les dépôts détritiques (argiles et grès) avec les sédiments chimiques (calcaires) et qui va se prolonger, non seulement jusqu'à la fin du Crétacé mais encore pendant la majeure partie de l'Éocène. Il ne prend fin que lors de la crise bartonienne qui constitue la phase majeure de l'orogénèse provençale.

Tertiaire

L'Oligocène est strictement continental : dans les limites de la feuille les rares témoins peu étendus que cette période a laissés ne montrent que des cailloutis peu évolués provenant de la destruction des proches reliefs récemment édifiés. Mais, hors de la feuille, dans les bassins subsidents d'Aix, de Marseille, d'Apt et de Carpentras, s'accumulent des sédiments lacustres ou laguno-lacustres à prédominance argileuse, sur une épaisseur considérable.

La transgression miocène. A l'Aquitainien, la mer péri-alpine pénètre dans ces bassins subsidents et va gagner, à la suite de l'affaissement de la bordure occidentale de la basse Provence, la Crau, la Camargue et la basse vallée du Rhône. Le substratum sur lequel la mer avance est bien connu grâce aux forages de la Compagnie d'exploitation pétrolière ; l'épaisseur des dépôts néogènes également (G. Demarcq). Deux bassins, l'un oriental (Crau), l'autre occidental (Costières), sont séparés par la ligne des hauts-fonds discontinus des Saintes-Maries et d'Albaron. Le bassin oriental est limité au Nord par le haut-fond de l'Anellier et, au Sud, par la plate-forme de la Nerthe occidentale. Les dépôts aquitaniens sont marins, littoraux et de faciès voisins de ceux de Carry-le-Rouet (feuille Martigues). Dans le centre du bassin, ils atteignent 560 m de puissance, à Villeneuve (feuille Arles). Le bassin occidental, correspondant aux Costières gardoises, est plus étendu. Les dépôts aquitaniens sont subsidents (près de 2 000 m d'épaisseur), de type laguno-saumâtre.

Avec le Burdigalien, généralement concordant sur l'Aquitainien, la transgression pénètre plus à l'intérieur de la basse Provence : elle ennoie les terminaisons occidentales affaissées des chaînons de la Nerthe, de la Fare et d'Aurons—Vernègues. Elle s'arrête à l'Ouest aux premiers contreforts languedociens et cévenols. Mais des zones émergées subsistent : massif de l'Anellier, Alpilles orientales. Plus au Nord, le haut-fond calcaire de la Montagnette est partiellement transgressé, tandis que celui de Caumont (feuille Châteaurenard) ne sera recouvert que plus tardivement.

Au Vindobonien, l'affaissement des marges des bassins sédimentaires permet à la mer d'avancer plus encore vers l'Est et le Nord. Les reliefs de la basse Provence occidentale sont ennoyés. Les hauts-fonds de la Montagnette et de Caumont disparaissent ; celui de l'Anellier est enlevé par l'érosion (conglomérat de Chabran). Les Alpilles centrales sont le siège d'une émergence comme en témoignent les Calcaires de Pomerat qui sont tronqués par la même surface qui arase le Néocomien du flanc nord du pli (feuille Châteaurenard). De tels phénomènes, liés à une activité tectonique persistant pendant tout le Miocène, ont déjà été signalés dans le massif d'Aurons—Vernègues (C. Gouvernet), dans le Luberon (G. Clauzon), sur la bordure sud du bassin de Carpentras (R. Anglada, E. Colomb).

Les affleurements de faciès tortonien sont absents de l'ensemble du territoire couvert par les feuilles Arles, Châteaurenard, Eyguières, Istres. Ils ont certainement été enlevés au cours de la régression pontienne.

La régression pontienne et l'hydrographie pré-pliocène. La phase tectonique rhodanienne, responsable de la régression de la fin du Miocène, marque profondément le bâti structural de la basse Provence occidentale en individualisant l'essentiel des unités orographiques qui la composent. Au Nord, les reliefs, anticlinaux pour la plupart, (Montagnette, Arles—Montmajour, Alpilles, Aurons—Vernègues) sont violemment soulevés en même temps que s'affaisse à nouveau le secteur méridional (Crau, Costières, Camargue, golfe du Lion). Les zones intercalaires, flexurées, sont favorables à l'avancée vers le Sud d'unités chevauchantes localisées (Alpilles sud-orientales, Luberon, Vernègues). Impliqués dans la tectogénèse, les terrains miocènes réagissent différemment suivant l'intensité des déformations : gauchissement de l'aire Crau—étang de Berre, Burdigalien affaissé de Glanum (feuille Châteaurenard), gouttière synclinale de Fontvieille, Vindobonien étiré puis chevauché à Aureille et enfin écaillés de Salon (C. Gouvernet).

Ces reliefs juvéniles orientèrent le paléo-cours de la basse Durance qui, chenalisée entre le Luberon et les Costes, s'étalait plus au Sud sur une haute surface d'épandage (nappe de menus galets à variolite). Cette surface de divagation, établie antérieurement au maximum régressif pontien, s'étendait des Alpilles orientales au plateau continental provençal en passant par la Nerthe occidentale et les îles de la rade de Marseille.

Au cours de la phase suivante, les reliefs sont soumis à l'érosion : les réseaux hydrographiques ajustent constamment leurs profils au niveau de base marin sans cesse régressif.

Dans ces conditions, les reliefs septentrionaux sont vivement attaqués, les matériaux de glyptogénèse eux-même sont déblayés. Au Sud, les paléo-reliefs enfouis sous les dépôts marins miocènes sont dénudés à nouveau. Le Rhône, ses affluents cévenols et languedociens, s'enfoncent entre ces massifs. Par érosion régressive un large chenal va percer le défilé de Saint-Pierre-de-Vence au travers des Alpilles sud-orientales. Plus en amont, l'érosion fluviale, toujours guidée par la tectonique, façonne une vallée dans laquelle s'enfonce profondément la Durance, et qui est partiellement colmatée par des cailloutis et limons à *Hipparion*.

La transgression pliocène. L'apaisement de l'activité tectonique permet le retour de la mer au Pliocène inférieur (R. Ballesio). La transgression envahit la basse vallée du Rhône qu'elle remonte rapidement jusqu'au Sud de Lyon. La Crau est un diverticule oriental de la ria pliocène qui par le défilé de Saint-Pierre-de-Vence pénètre dans la vallée de la Durance jusqu'à la cluse de Mirabeau (*). L'ingression marine détermine un relèvement très important du niveau de base. Le remblaiement sous une tranche d'eau élevée, combiné à la subsidence explique l'épaisseur importante des dépôts marins pliocènes (1 000 m en Camargue). Sur les reliefs calcaires, les *terra rossa* à kaolinite évoluent à partir des matériaux insolubles (résidus des molasses notamment).

On ne peut, pour l'instant, préciser si le couloir séparant la Montagnette des Alpilles a pu fonctionner : le Pliocène argileux a été reconnu seulement à l'aval de Saint-Etienne-du-Grès (R. Ballesio). Mais étant donné la cote élevée du niveau de base, la mer pliocène a pu franchir ce seuil, tout comme celui d'Orgon—Cavaillon.

Régression pliocène. La régression pliocène, amorcée avec les faciès lagunaires à *Potamides basteroti*, se produit dans la vallée du Rhône au cours de la dernière partie du Pliocène (R. Ballesio). Elle est en relation avec des mouvements épigéniques positifs et, probablement, avec les premières grandes glaciations mondiales.

Au cours de la régression, une grande partie des dépôts pliocènes est enlevée.

Le Rhône et la plupart de ses affluents s'installent à nouveau dans les vallées partiellement héritées du réseau pré-pliocène. La Durance retrouve le passage de Saint-Pierre-de-Vence au travers des Alpilles sud-orientales, à une côte inférieure à celle de la communication pontienne et, le niveau de base stabilisé, dépose les cailloutis de ses très hautes terrasses (Cadenet, Villelaure, Mérindol).

(*) Le Pliocène argileux colmate un réseau karstique élaboré lors du Miocène supérieur régressif.

Quaternaire

Les premiers dépôts attribuables au Quaternaire, en Crau, sont les Marnes de Barbegal. On peut penser que ces matériaux, issus de l'altération de niveaux argileux pliocènes ou miocènes, se sont déposés en milieu lacustre et sont péné-contemporains des épandages villafranchiens (Crau d'Eyguières ou d'Arles) et des très hautes terrasses duranciennes.

La plaine de Crau correspondant au débouché sur la basse vallée du Rhône d'une dépression subsidente est comblée par des épandages fluviatiles pléistocènes. Le bâti structural de la basse Provence occidentale s'y ennoie sous le complexe deltaïque du Rhône. Les réseaux hydrographiques locaux (Touloubre) ou issus des Alpes (basse Durance) ont établi leurs cours à partir de surfaces d'aplanissement ponto-pliocènes. Leurs tracés montrent de nombreuses modifications dues aux déformations quaternaires de ces surfaces.

On admet, depuis L. Collot, que la Crau résulte de deux séries de dépôts superposés, liées aux variations du cours de la Durance pléistocène, passant successivement par les seuils de Saint-Pierre-de-Vence (Crau d'Arles ou d'Eyguières) et de Lamanon (Crau de Salon ou de Miramas).

Entre le cycle villafranchien, caractérisé par des cailloutis calcaires à montmorillonite et minéraux lourds hérités du Néogène, et le cycle quaternaire supérieur à roches vertes, illite et minéraux alpins, s'intercalent des formations caillouteuses originales. Elles correspondent à un cycle intermédiaire (fin du Villafranchien—Günz—Mindel) dont il est difficile de dénombrer et surtout de dater les épisodes.

Le secteur de Roquemartine—Lamanon (Alpilles sud-orientales) constitue une zone privilégiée à la charnière des Crau flexurées et de la basse vallée de la Durance, plus stable. En amont de la Cluse de Mirabeau, on observe un étagement normal des terrasses duranciennes dont la pente augmente avec l'ancienneté. Par contre, à l'aval de Mirabeau, à l'approche du secteur charnière, certains lambeaux altérés de terrasses (Saint-Estève—Janson), attribuables au Mindel, reposent à une cote voisine des alluvions rissiennes (E. Bonifay). Plus en aval, à proximité même du secteur charnière, les terrasses rissiennes s'ennoient puis disparaissent sous les alluvions wurmiennes, elles-mêmes recouvertes, en amont d'Orgon, par le lit actuel (C. Gouvernet). Au confluent du Rhône et de la Durance, de très nombreux sondages ne rencontrent sous les alluvions actuelles que des cailloutis duranciens holocènes (C. Gouvernet). Entre le seuil d'Orgon et le confluent il n'existe aucune terrasse pléistocène de la Durance.

Au Sud-Ouest du secteur de Roquemartine—Lamanon, l'ordre des terrasses est inversé. Les plus anciennes, dans les zones subsidentes, montrent un abaissement maximum et sont recouvertes par les terrasses plus récentes. Ainsi, les dépôts villafranchiens présentent une inclinaison S.SW qui, de 6° au défilé de Saint-Pierre-de-Vence, passe à 2-3° aux environs d'Arles. Dans cette zone, la Crau est, en outre, affectée par une déformation synclinale (Raphèle, Meyranne) orientée N 70° E, suivie au Sud d'une ébauche anticlinale d'axe parallèle (la Dynamiterie, les Aulnes). L'orientation de ces ondulations est comparable à celle des axes de néotectonique signalée dans les Costières du Gard (feuilles Nîmes et Arles). Les épandages postérieurs sont moins déformés : aux causes tectoniques de l'étagement imparfait des nappes du Pléistocène supérieur s'ajoutent les phénomènes de remblaiement liés à la proximité du niveau de base. En Crau, la subsidence s'est donc poursuivie tout au long du Pléistocène, en se déplaçant progressivement du Nord-Ouest vers le Sud-Est (C. Gouvernet).

Entre les dépôts du début et de la fin du Quaternaire, il a été mis en évidence plusieurs cailloutis d'âge intermédiaire qui matérialisent *le passage permanent en Crau de la Durance pléistocène*. Celle-ci, sollicitée par l'enfoncement continu du substratum, franchit les Alpilles sud-orientales, charnière tectonique ébauchée avec la phase rhodanienne, grâce à divers seuils ménagés successivement d'Ouest en Est.

Le défilé de Saint-Pierre-de-Vence (cote + 160) a fonctionné au Villafranchien.

Le col de Lamanon (cote + 80) a servi de passage à la Durance rissienne et wurmienne. Il est logique de penser que le pertuis d'Eyguières, dont la cote est intermédiaire (+ 120), a été emprunté au cours du Quaternaire moyen.

La Durance n'a pu rejoindre son cours actuel qu'après l'abaissement ou la disparition du seuil d'Orgon, à la suite d'un rejeu du graben oligo-miocène de Fontaine de Vaucluse (J. Goguel). Le détournement du cours de la Durance peut résulter également de phénomènes d'érosion régressive (C. Gouvernet), liés soit au Würm I ou, plus probablement au Würm III (abaissement du niveau de base, en Méditerranée occidentale, jusqu'à - 120 environ).

Le relèvement eustatique intervenu depuis la fin du Würm III (18 000 ans) détermine l'alluvionnement progressif de la basse vallée du Rhône et du cours aval de la Durance. Le maximum de remblaiement correspond au Flandrien supérieur.

De même, la dépression des marais des Baux est isolée par les alluvions rhodaniennes, pendant la transgression flandrienne. Cette dépression à vocation lacustre et palustre se comble d'alluvions et colluvions de fine granulométrie ; elle n'est dénoyée que grâce au drainage artificiel. Des sols hydromorphes la caractérisent.

Par ailleurs, il faut noter que les déséquilibres climatiques du Quaternaire ont un grand rôle morphogénétique. Au Quaternaire ancien (Mindel ?), l'intervention d'un climat très froid conduit à l'installation d'un pergélisol que recourent des fentes en coin. Ainsi s'édifient les « polygones de toundra » de la Vieille Crau et de Fontvieille. Les épisodes froids plus récents, plus modérés, malgré la persistance du mistral, contribuent à enterrer les piedmonts sous un épais manteau cryoclastique.

DESCRIPTION DES TERRAINS

SECONDAIRE

j5. Oxfordien moyen (« Argovien »). Calcaire. Dans les Alpilles, des marnes grises alternant avec des calcaires argileux constituent le terme le plus ancien de la feuille, connu à l'affleurement. Une faune d'Ammonites peu abondante permet d'attribuer cette formation à l'Oxfordien moyen.

j5-9aD. Oxfordien moyen à Portlandien inférieur. Dolomies. Dans les collines de Mouriès, cet ensemble est représenté par des dolomies grises, en bancs massifs. A la base, on observe des intercalations calcaires contenant une faune d'Ammonites à affinités *argoviennes*.

j6-7. Oxfordien supérieur et Kimméridgien inférieur. Calcaires. Dans les Alpilles, des calcaires gris bien stratifiés recouvrent les niveaux argileux *argoviens*. Leur partie inférieure a livré des Périssphinctidés, cependant que leur partie supérieure recèle une faune caractéristique du Kimméridgien inférieur. Cette assise forme une grande partie du relief du Grand Brays et de la Patouillarde ainsi que le versant sud des Opies.

j8-9aD. Kimméridgien supérieur et Portlandien inférieur. Dolomies. Dans les Alpilles la majeure partie des dolomies paraît appartenir à ces étages. Ce sont des roches grises, disposées en bancs massifs et présentant souvent un relief ruiniforme.

j9b. Portlandien supérieur. Calcaires. La partie supérieure du Portlandien est constituée par des calcaires lités, de faciès *tithonique*, affleurant surtout aux Opies et à Coste Fère, mais formant aussi la barre des Civadières, à l'Ouest de la Patouillarde. La faune caractéristique de l'étage est rare. La dolomitisation envahit quelquefois une partie de la formation.

j-nD. Jurassique supérieur à Valanginien. Dolomies. Ce sont des dolomies grises,

saccharoïdes, souvent pseudo-bréchiqnes, en bancs plus ou moins massifs. Elles affleurent sur toute la bordure méridionale du massif de l'Anellier.

n1. **Berriasien. Calcaires.** Dans le massif de l'Anellier, le Berriasien est représenté par un calcaire gris-beige, microcristallin à sub-lithographique, en gros bancs séparés par des joints marneux peu développés. Présence de rares Berriasellidés (*Berriasella rari-furcata*, *B. callisto*) et de Brachiopodes de petite taille ; la microfaune est essentiellement constituée de Calpionelles (*Tintinnopsella carpathica*, *T. oblonga*, *Calpionellites neocomiensis*). Des niveaux à *Microcodium*, très développés dans les carrières de Chambremont, encroûtent épisodiquement certains bancs calcaires. L'épaisseur de l'étage atteint une centaine de mètres. Dans les Alpilles, le Berriasien est constitué par des calcaires gris, en bancs épais, formant relief par rapport au reste du Néocomien. Au contact de la faille des Baux, sur la route de la Val Longue (Nord du Destet), on remarque une dolomitisation localisée qui a pu faire croire à la présence de Jurassique.

n2. **Valanginien non différencié. Calcaires.** Dans le massif de l'Anellier, ce sont des alternances de calcaires argileux et de marnes jaunâtres plus ou moins noduleuses. La macrofaune paraît absente. La microfaune est représentée par des Miliolidés et des petits Arénacés (notamment *Textulariella*). Les spicules d'Eponges sont assez abondants. Une intercalation de calcaires à entroques constitue un banc repère très constant dans tout le massif. L'épaisseur est d'une cinquantaine de mètres.

n3. **Hauterivien non différencié. Calcaires.** Dans le massif de l'Anellier, ce sont des calcaires plus ou moins argileux, assez compacts, en bancs de 40 à 50 cm, régulièrement stratifiés. A sa partie supérieure, cette formation se termine sur la bordure septentrionale du massif, par des niveaux de calcaires roussâtres, cristallins et plus ou moins détritiques. En lame mince, on note la présence de grains de glauconie et de quartz assez abondants, ainsi que d'assez nombreux Foraminifères arénacés (Valvulinidés et Verneuilinidés). Il est vraisemblable que l'Hauterivien qui affleure ici ne représente qu'une partie de l'Hauterivien inférieur. Son épaisseur visible est de 120 m environ. D'une façon générale, dans tout le massif de l'Anellier, l'épaisseur des couches crétacées a été fortement réduite par des laminages tectoniques.

Valanginien. Dans les Alpilles, le Valanginien, bien moins tectonisé qu'à l'Anellier, est aussi très différent de celui de ce massif. On distingue de bas en haut :

n2a : des marnes et calcaires argileux à pâte fine, formant une première combe sur les calcaires berriasien. Vers la base, on peut récolter dans les marnes : *Phylloceras semisulcatum*, *Neolissoceras grassii*, *Neocomites neocomiensis*, sur des assises à Berriaselles faisant le passage à l'étage inférieur.

n2b : une première barre calcaire recouvre cette série argileuse ; par analogie de faciès les calcaires néocomiens de l'écaille de Mouriès ont été notés n2b, mais sans engagement stratigraphique.

n2c : sur la première barre, des calcaires argileux beiges se débitant en petits bancs délimitant une nouvelle combe, moins marquée.

n2d-3a. **Valanginien supérieur—Hauterivien inférieur.** Le passage du Valanginien à l'Hauterivien se fait au sein d'une série calcaire comprenant des calcaires argileux gris-beige à la base et des calcaires plus clairs et plus compacts au sommet. L'ensemble forme un relief très net, notamment au Nord du Pas de la Figuière.

Hauterivien. Outre l'Hauterivien inférieur (n3a) bloqué avec le Valanginien supérieur (n2d), on a distingué, dans les Alpilles, l'Hauterivien moyen (n3b) ainsi que quatre niveaux dans l'Hauterivien supérieur (n3c1 à n3c4).

n3b. L'Hauterivien moyen montre des alternances de calcaire gris à patine jaune et de calcaires plus argileux, voire de marnes de teinte grise et jaune.

n3c1. Ce sont des calcaires bicolores, gris et jaunes, localement teintés de rouge et

de violet, avec interlits marneux et joints onduleux ; dans le paysage ce terme forme un relief au-dessus des marnes de l'Hauterivien moyen.

П3с2. Les calcaires compacts superposés constituent fréquemment une véritable cuesta dominant les calcaires bicolores relativement plus tendres (barre de Baume Brignolle, flanc sud des Défends de Sousteyran).

П3с3. Sur la barre précédente gisent des calcaires gris et roux à intercalations marneuses, s'altérant en boules et contenant *Toxaster retusus* ainsi que des Exogyres.

П3с4. Enfin, la série hauterivienne se termine au sommet par une trilogie. Des calcaires marneux à *Toxaster amplus* sont dominés par un mince niveau à silex roux lui-même recouvert par 3 à 4 m de calcaires noduleux et argileux, à *Toxaster amplus* et *Pinna* sp. Ce dernier niveau a livré dans le cadre de la feuille Cavaillon (la Pigère du Rocher) *Pseudothurmannia angulicostata* et *Croceratites nolani*. Morphologiquement, il donne, sous le Barrémien beaucoup plus résistant à l'érosion, une vire très caractéristique (coupe de la route de Maussanne à Saint-Rémy, dans l'anticlinal de Manville).

L'ensemble Valanginien—Hauterivien présente dans les Alpilles une épaisseur de 1 750 m, soit 350 m pour le Valanginien et 1 400 m pour l'Hauterivien (*).

П4U1a, П4U2. **Barrémien. Calcaire, calcaire à Rudistes (faciès urgonien).** Tronquée par la surface d'érosion de la bauxite, cette formation calcaire n'est bien développée qu'à l'Est du synclinal des Baux et dans le Nord-Est de la feuille (100 à 150 m). Dans les secteurs où la série est la mieux conservée, elle comprend :

- à la base, un ensemble de calcaires fins (50 m), très semblables à ceux de l'Hauterivien terminal ;
- au sommet, des calcarénites bioclastiques à Orbitolinidés, Dasycladacées, Bryozoaires, etc., qui ont été notés П4U2.

Seul, le Barrémien inférieur paraît représenté.

ПA1. **Bauxite.** Sous ce terme sont représentées sur la carte les bauxites vraies et les pseudo-bauxites kaoliniques connexes ; une couche d'épaisseur variable (0,50 à 7-8 m) caractérise les Alpilles et le Nord des Défends de Sousteyran. C'est une roche rouge à kaolinite, boehmite (sauf dans les pseudo-bauxites), hématites alumineuses et goéthite subordonnée. Les bauxites des Alpilles reposent sur l'Hauterivien supérieur ou le Barrémien et ont pour toit le Fuvélien lacustre. Elles appartiennent à une bande ouest—est (*zone nord-provençale*) tectoniquement autochtone.

Les faciès sont variés et l'on rencontre des bauxites claires (*blanches*), des bauxites rouges, compactes ou friables, des bauxites pisolithiques et des bauxites tigrées. Dans ce dernier faciès, il semble que des terriers ou des perforations de racines déterminent la répartition différentielle des sesquioxides colorés. A Manville, le toit de la bauxite est souligné par des concrétions sphérolitiques de calcite : les carbonates auraient été bloqués sur la couche, relativement imperméable. L'âge de la bauxite est, ici, incertain : l'attribuer à l'Albien supérieur et au Cénomaniens inférieur, comme dans le Sud de la Provence, paraît pourtant logique.

с6. **Valdo-Fuvélien. Calcaires et calcaires argileux, fréquemment fétides.** Certains niveaux sont très riches en fossiles, lumachelles à Unios, passées argileuses ligniteuses. Au Sud de Mouriès, on a rattaché au Valdo-Fuvélien des calcaires argileux gris sombre à noir, à débris de tests blancs de Gastéropodes, faciès caractéristique du Valdo-Fuvélien provençal (20 m de puissance environ). Un âge bégudien n'est pourtant pas exclu.

(*) Les subdivisions adoptées ici sont celles qui étaient admises par C. Gouvernet. La plupart des auteurs proposent des attributions assez différentes : il semble notamment que seuls les niveaux notés П3с1 à П3с4 puissent réellement être rapportés à l'Hauterivien, les formations П3b et П3a devant être rattachées au Valanginien. Dans ce cas, l'épaisseur de l'Hauterivien serait de 900 m et celle du Valanginien de 850 mètres.

C7a, C7aC. Bégudien. Argilites, grès et calcaires, conglomérats. Dans le synclinal de Maussanne, ce sont des alternances de calcaires lacustres en petits bancs, fréquemment riches en matière organique, et d'argilites carbonatées. On observe des niveaux lenticulaires de grès et de conglomérats. Ces derniers ont été distingués sous la notation C7aC.

A la pointe nord-est du massif de l'Anellier on a des marnes (C7a) lie-de-vin, riches en montmorillonite, entrecoupées de bancs conglomératiques et de lentilles sableuses. Les conglomérats (C7aC) sont polygéniques, à éléments roulés et à ciment calcaire rosé, avec encroûtements de *Microcodium*. L'épaisseur visible est supérieure à 30 mètres.

C7b, C7bG. Rognacien. Calcaire, grès et marnes versicolores. Les calcaires rognaciens forment une barre capricieusement ployée dans le synclinal de Maussane et son prolongement du Grand Barbegal. Des calcaires fétides et des calcaires à grandes ségrégations de silice (jusqu'à plusieurs mètres cubes) jaunâtre à rougeâtre appartiendraient à cette unité stratigraphique (renseignement oral : J.-P. Durand). L'action pédologique est parfois évidente dans ces calcaires qui passeraient localement à des sols palustres ou terrestres hyper-calcimorphes.

Des argilites gréseuses rouges (C7bG) gisent sous la barre calcaire et représentent très certainement la formation « à œufs de Dinosaures ».

TERTIAIRE

ø1-2. Vitrollien. Argilites et grès. Argilites carbonatées et argilites gréseuses, représentant vraisemblablement la base de l'Éocène. Il s'y mêle des niveaux de brèches rouges (Sud du château du Grand Barbegal).

øM. Conglomérats polygéniques à *Microcodium*, présumés éocènes. La formation fait partie du dispositif synclinal, localement renversé, recouvert par le flanc inverse du pli chevauchant de l'Anellier.

On observe des bancs importants de conglomérats polygéniques à éléments peu roulés et à matrice de calcaire argileux rouge. Ils sont très riches en débris de *Microcodium*. Les éléments calcaires, en grande majorité, proviennent de niveaux du Crétacé inférieur et du Jurassique supérieur. Les éléments dolomitiques sont rares. L'épaisseur maximum apparente, aux bois de la Taulière, est supérieure à 30 mètres.

On rencontre, à Joyeuse Garde, des lentilles ou des bancs de calcaires argileux roses à débris de *Microcodium*. Le ciment micritique à montmorillonite est voisin de celui des conglomérats polygéniques.

Tout au long du massif, au Sud du front de chevauchement,affleure un niveau (2 à 3 m d'épaisseur) de concrétionnement de *Microcodium* cariant le substratum crétacé. Ce niveau remarquable a été rencontré sur le revers sud des Défends de Sousteyran. Trop mince, il n'a pu être distingué sur la carte.

øB. Brèche dolomitique, présumée éocène. Dépôt original à éléments anguleux exclusivement dolomitiques et à ciment calciteux jaunâtre peu abondant. La formation est discordante sur les conglomérats øM ; son maximum d'épaisseur (20 m) est observé sur la bordure nord du massif de l'Anellier.

Elle correspond à un glacis d'érosion syn-orogénique nourri par les terrains dolomitiques du pli chevauchant de l'Anellier et, localement, à des brèches jalonnant un plan de chevauchement. La formation est transgressée par le Miocène.

ø5, ø5C. Lutétien. Calcaire, conglomérats et brèches. Calcaires blancs de faciès très variable, parfois tufeux ou fétides, contenant ou non des silicifications polymorphes. Des brèches du synclinal de Maussane sont attribuées au Lutétien (ø5C). Il s'agit d'une formation rougeâtre, à ciment calcaro-gréseux.

g. **Oligocène. Conglomérats.** Conglomérats monogéniques, hétérométriques, à éléments mal roulés d'origine proche (dolomie jurassique au Nord-Ouest de Mouriès et, le plus souvent, calcaires néocomiens ou du Crétacé supérieur). Le ciment est crayeux. On y rencontre, rarement, des passées d'argilite rouge associées au faciès précédent.

Ces cailloutis peu évolués ont été rapportés à l'Oligocène étant donné leur position sous les calcaires *burdigaliens* discordants (mont des Cordes, route de Paradou à Fontvieille).

m_{1bC}, m_{1bL}, m_{1b}. **Burdigalien. Cailloutis de base, niveaux à *Lithothamnium*, calcarénites blanches.** Le versant sud des Alpilles, à l'Ouest du vallon des Baux, et le versant nord des défends de Sousteyran sont plissés en synclinal. Ils montrent des affleurements quasi continus de calcaire blanc burdigalien, connus par les carriers sous l'appellation de *pierre de Fontvieille*.

A la base, et localement, on rencontre soit des lentilles de sables et de cailloutis à petits galets quartzeux et à enduit glauconieux (m_{1bC}), soit des horizons à Lithothamniées en boules (m_{1bL}). Par rapport aux feuilles plus méridionales (Martigues, Istres), il manque ici les termes les plus inférieurs du Burdigalien.

Au-dessus viennent des calcarénites blanches (m_{1b}) dans lesquelles trois ensembles peuvent être définis :

— à la base, calcaires sableux blancs à *Chlamys davidi*, *Pecten subbenedictus*, avec intercalations de niveaux de cailloutis à éléments calcaires anguleux et graviers émoussés de quartz (15 m) ;

— dans la partie moyenne, calcaires sableux blancs à stratification oblique à Algues, *Chlamys*, Ostréidés, *Clypeaster*, Scutelles (10 m) ;

— au sommet, marnes sablo-gréseuses vertes à Bryozoaires (2 m) et calcaires bioclastiques crayeux (10 m) à *Chlamys praescabriuscula*, *Ch. restitutensis*, Pernes, *Cidaris*. Les calcaires présentent à leur sommet un *hard ground*.

Vindobonien. Les termes inférieurs, sur le Burdigalien du synclinal de Fontvieille, sont synchrones des Sables et grès du Castellon et de l'Argile calcaire d'Istres. Pour les formations plus récentes, les corrélations sont souvent assez difficiles entre les affleurements situés de part et d'autre de la Crau. Cependant, des repères fossilifères au sommet de ces formations permettent d'étendre à l'ensemble des terrains vindoboniens de la feuille la succession lithostratigraphique déjà utilisée pour d'autres feuilles (Salon, Istres, Martigues). Dans la partie orientale de la Crau, des témoins localisés de ces horizons-repères forment des jalons entre les affleurements vindoboniens de Miramas et ceux rencontrés au pied des Alpilles, depuis Aureille jusqu'au massif de l'Anellier.

Les formations vindoboniennes présentes ici sont de faciès helvétien. On ne rencontre pas d'affleurements rattachables aux faciès tortoniens typiques (marnes bleues fossilifères d'Aix ou de Cabrières-d'Aygues).

m_{2a1}. **Sables marneux et grès** (15 m). De teinte jaunâtre, avec intercalations de lentilles de calcaires sableux roux extrêmement riches en Bryozoaires (Celloporidés), ces calcaires sont synchrones de la Formation de Pomerat (feuille Châteaurenard) où ils constituent un terme de passage entre faciès burdigaliens et helvétiques.

m_{2a2}. **Marnes bleues, argiles calcaires** (20 m). Elles sont sableuses, micacées et présentent localement (collines de Miramas) des intercalations de grès calcaires à stratification oblique. Sur la bordure nord de la Crau, ces marnes, à pendage vertical, sont recouvertes d'éluvions provenant de leur dégradation. Cependant, les travaux de terrassement pour la pose du pipe-line sud-européen ont permis de les caractériser et de reconnaître même, près d'Aureille, un niveau intercalaire de calcaire sableux roussâtre, formation présente à Istres dans les Argiles bleues de Bayanne. Ces marnes ont été rencontrées par sondage, sous la Crau du Luquier : la microfaune qu'elles renferment est très voisine de celle présente à Bayanne (renseignement inédit de R. Anglada). On peut penser que ces marnes forment le substratum de l'étang d'Entressen.

m_{2a3}. *Calcarénite rousse* (8 m). Ce niveau est formé de bancs composites et à stratification oblique. La macrofaune est à l'état de débris (Madréporaires, *Chlamys*, Huîtres, Balanes). La formation a pour équivalent, sur les feuilles Martigues et Istres, la Calcarénite rousse de Saint-Chamas.

m_{2a4}. *Sables à Chlamys et conglomérats de Chabran* (20 m). Sables glauconieux, localement marneux, avec *Chlamys scabriuscula*, Huîtres, Balanes, Echinides. Ils sont synchrones des Sables de la Madeleine (feuille Istres).

Sur la bordure nord du massif de l'Anellier, ces sables présentent à leur sommet, des lentilles de conglomérat à éléments calcaires et dolomitiques arrondis et bien classés. Le ciment est un grès calcaire jaunâtre avec débris d'Huîtres et de *Chlamys*.

Jusqu'à présent, les formations assez puissantes de cailloutis n'étaient pas signalées dans les niveaux vindoboniens, tout au moins en ce qui concerne les feuilles voisines.

Les Conglomérats de Chabran pénètrent assez profondément dans le massif de l'Anellier : on observe, du Sud au Nord, le passage progressif de cônes torrentiels à des conglomérats marins.

m_{2b}. *Calcarénites* (20 m). Ces assises ont une teinte roussâtre ; la roche est vacuo-laire, plus ou moins détritique, à stratification généralement oblique. La présence constante, dans la plupart des affleurements de *Chlamys scabriuscula* constitue, en l'absence d'autres arguments paléontologiques, un repère intéressant permettant les corré-lations entre le Nord et le Sud de la feuille.

Les témoins isolés de calcaires miocènes visibles en Crau appartiennent à cette formation qui a été appelée sur la feuille Istres : Calcaires sableux de Sulauze.

p_P. **Pliocène inférieur. Marnes bleues.** Rencontré dans le défilé de Saint-Pierre-de-Vence, à l'ancienne tuilerie de Saint-Hubert (sous les sables p), à la ferme de la Patouillarde et, en sondage, à l'usine de dynamite de Saint-Martin-de-Crau.

Ce sont des argiles grises ou bleues qui, à la Patouillarde, ont livré à R. Ballesio : *Arca*, *Glycymeris*, *Isogoneumon*, *Chlamys bollenensis*, *Chl. latissima*, *Spondylus*, *Chama gryphoides*, *Turritella aspera*, *Bittium reticulatum*, *Cerithium vulgatum*,... et un Madréporaire (*Paracyathus pedemontanus*). Le sondage de l'usine de dynamite a permis à G. Denizot (1939) de recueillir : *Venus multilamella*, *Nassa crypsigona*, *N. bollenensis*. Profond de 130 m le forage n'a pas atteint la base du Pliocène.

Le sommet de la série marine pliocène est représenté d'après R. Anglada, par des marnes avec microfaune oligotypique (association à *Ammonia beccarii* var. *tepida*) rencontrées au col de Saint-Pierre-de-Vence. Cette association est synchrone des niveaux saumâtres à *Potamides basteroti* des Costières gardoises.

p. **Sables d'âge incertain rapportés au Pliocène** (10 m). Au Nord-Ouest du château de Roquemartine, on rencontre des sables micacés, jaunâtres, contenant des bancs de grès calcaires finement lités. Ils renferment des Foraminifères littoraux : *Ammonia beccarii*, *Elphidium semistriatum*, *Florilus boueanus*.

QUATERNAIRE

Villafranchien

En grande partie constitué par des épandages de cailloutis d'origine durancienne appelés « vieille Crau » ou Crau d'Arles et d'Eyguières.

L'âge villafranchien a été attribué depuis Collot, Fontannes et Denizot à partir de la superposition des termes les plus inférieurs au Pliocène marin (défilé de Saint-Pierre-de-Vence, étang des Aulnes) et de la présence, dans les cailloutis des Costières (feuilles Nîmes et Arles), de faciès comparables avec *Mastodon (Anancus) arvernensis* et *Elephas (Archidiskodon) meridionalis*.

Lu. Marnes lacustres de Barbegal et d'Entressen (15 m). Marnes montmorillonitiques plastiques rouges et jaunes à passées limoneuses et sablo-gréseuses et petites lentilles caillouteuses à éléments calcaires. Localement, le toit de la formation est marqué par un horizon d'accumulation calcaire. Elles recouvrent, à Barbegal et au Nord-Est de l'étang d'Entressen, les marnes sableuses miocènes, et à l'étang des Aulnes, les argiles plaisanciennes reconnues en sondages.

FuG, Fu. Sables des Glauges, alluvions indifférenciées à galets. A la base, superposés, soit aux marnes de Barbegal, soit au Pliocène inférieur ou au Miocène, apparaissent les Sables des Glauges (FuG), jaune clair, à stratification oblique fluviale ou éolienne et à minces passées d'éboulis calcaires et valves de *Chlamys* remaniées. Ces sables, riches en montmorillonite et andalousite pourraient être équivalents des niveaux de Surville I (feuille Arles).

Ils passent à leur sommet, sans ravinement net, aux alluvions indifférenciées à galets (Fu), formées de cailloutis calcaires à ciment sablo-gréseux.

Dans les cailloutis, on rencontre des calcaires jurassiques et crétacés sub-alpins, des grès nummulitiques, des quartzites permo-triasiques, des silex et de très rares quartz filoniens. On note aussi la présence de galets caractéristiques à dessins elliptiques de microfissures calcitiques. Les galets, dont la taille n'excède pas 10 à 15 cm, sont relativement isométriques ; ils portent fréquemment des cupules de dissolution ou de cimentation ; on n'observe pas de variolites en place sur les fronts des gravières ; les roches vertes sont exceptionnellement rares.

Le ciment sablo-gréseux confère à l'ensemble de la formation une teinte jaunâtre caractéristique. Les minéraux argileux présents sont la montmorillonite dominante (9 à 10/10), bien cristallisée, et des traces d'illite, de chlorite et de kaolinite. Dans les niveaux proches des tranches d'altération pédologique, la montmorillonite se dégrade plus rapidement que l'illite, et divers complexes gonflants apparaissent. L'andalousite, la staurotide cannelée, la glaucophane et l'épidote verte sont fréquentes.

L'ensemble de la Crau villafranchienne est affecté par des déformations tectoniques, à l'exception d'un lambeau de terrasse préservé, en position horizontale, sur le flanc occidental du débouché méridional de Saint-Pierre-de-Vence (cote + 170). Le cailloutis calcaire Fu affleure sur 150 m environ, puis disparaît sous les horizons d'altération (L) dans lesquels on note la présence de gros éléments de quartzites, roches vertes et verrucano.

Localement, à l'Ouest de Barbegal, et de part et d'autre de Saint-Martin-de-Crau, les alluvions à galets sont séparées en deux formations (Fua) et (Fuc) par un niveau intercalaire d'argiles jaunes et roses (Fub), d'origine lacustre, et de 2 à 5 m de puissance.

Localement les cailloutis sont cimentés en un poudingue résistant à ciment de grès calcaire. Dans une gravière abandonnée, juste au Sud du mas de Paul, on observe de très nettes figures de cryoturbation (festons, galets redressés, failles). D'une façon générale, les cailloutis villafranchiens, proches de la surface, montrent des galets tronçonnés en rondelles par gélifraction.

L'épaisseur totale de la formation, marnes intercalaires comprises, varie d'une dizaine de mètres au Nord (Coustières de Malacercis) et au Sud (étang des Aulnes) jusqu'à 40-45 m dans l'ombilic subsidant de Raphèle.

On a rattaché à la Crau d'Arles ou d'Eyguières, bien que n'en présentant pas le faciès caractéristique, un poudingue à éléments calcaires, rubéfiés antérieurement au dépôt, et à ciment de grès calcaire de teinte rougeâtre. Il pourrait s'agir d'un faciès de bordure de la Crau villafranchienne, ou bien d'un remaniement de celle-ci. Ce faciès est comparable à celui des Terrasses de la Vermillière, rive droite de la Durance, au Sud de Lourmarin (feuille Cavaillon).

Des termes comparables ont été rencontrés très récemment par sondage (*), à 2 km

(*) Numéro d'archivage au Service géologique national : 993-8-127. Ce forage ayant été exécuté après la mise sous presse de la feuille Eyguières, son emplacement n'est pas mentionné sur la carte.

au Nord de la Croix-de-Crau. Masqués par les cailloutis de la Crau du Luquier, ils gisent entre les cotes 0 et + 40. Il s'agit d'une alternance de marnes brunes, riches en montmorillonite, et de cailloutis jaunâtres à éléments calcaires et siliceux. A la base du sondage, apparaissent des cailloutis particulièrement riches en éléments de calcaires lacustres à attapulgitite et fines poussières quartzseuses. L'origine de ces calcaires lacustres est à rechercher soit dans la basse vallée de la Durance (Miocène supérieur continental, Éocène lacustre du versant sud du Petit Luberon ou du versant nord des Alpilles) soit dans les synclinaux du revers sud des Alpilles (Éocène et Oligocène) :

Ce matériel colmate un thalweg étroit, dont le fond n'a pas été atteint par le sondage, qui entaille le Miocène calcaire du soubassement de la Crau du Luquier.

Quaternaire anté-riss

FV-x1. Alluvions à prédominance de gros galets siliceux, à roches vertes et variolites fréquentes (terrasses des Glauges et d'Entressen). Au-dessus de la Crau d'Eyguières, à mi-hauteur du paléo-cône d'épandage établi dans le défilé de Saint-Pierre-de-Vence, on remarque jusqu'à la cote + 120 environ, un cailloutis dans lequel abondent les quartzites, le faciès *verrucano*, les roches vertes (variolites, serpentinites) et les roches endogènes altérées. Cette formation, aux Glauges (2,5 km à l'Est d'Eyguières), ravine les cailloutis villafranchiens. La granulométrie des éléments superficiels est spectaculaire : galets de 0,40 à 0,50 m de grand axe. L'illite, à cristallinité moyenne, est le minéral argileux dominant (7 — 8/10), alliée à de faibles proportions de chlorite et des traces de complexes gonflants. Les minéraux lourds sont également d'origine alpine (épidote, glaucophane).

Sur la rive nord-est de l'étang d'Entressen (le Vallon), des cailloutis à ciment argilo-sableux gris, cryoturbés, affleurent. Outre les calcaires, les galets siliceux (*verrucano*, quartzites, roches vertes, variolites) sont de taille élevée. Au sommet, s'intercalent des passées marno-sableuses jaunes, riches en montmorillonite héritée du substratum miocène. Un galet aménagé de serpentine a été récolté à la ferme du Vallon (Acheuléen ancien).

A. Formation d'altération affectant Fu et FV-x1 (Crau de Saint-Pierre-de-Vence). Les terrains antérieurs (Fu et FV-x1) sont assez généralement recouverts par un paléosol tronqué à sa partie supérieure et fortement rubéfié (fersialitique).

La formation, dont l'épaisseur n'excède pas 1 m, ne présente ni la puissance, ni le degré d'évolution pédologique caractéristiques des paléo-sols de la Costière nîmoise. L'altération ne laisse généralement subsister sur place que des éléments siliceux (quartzites permo-triasiques) présents aussi dans la Crau d'Arles ou d'Eyguières. Par contre, on observe localement en Crau-sur-Durance, aux Coustières de Malacercis, un enrichissement en roches vertes (variolites, euphotides, diabases) et *verrucano*, éléments exceptionnellement rares dans la « vieille Crau ».

L'illite, fortement altérée, est le minéral argileux principal, avec de faibles proportions de complexes gonflants et d'interstratifiés irréguliers.

La pédogénèse semble donc affecter indifféremment la Crau d'Arles ou d'Eyguières ainsi que des affleurements rattachables aux Terrasses des Glauges et d'Entressen, dont les extensions initiales, au centre et à l'Ouest de la feuille, sont difficiles à reconstituer. En majeure partie remaniée, la formation se présente sur le terrain avec les caractères d'une Crau, d'où l'appellation de Crau de Saint-Pierre-de-Vence. Un biface (Acheuléen ancien) a été trouvé aux Coustières de Malacercis.

FV-x2. Alluvions à prédominance de gros galets de quartzites (terrasses de Brays). A l'aval du défilé de Saint-Pierre-de-Vence, entre les épandages villafranchiens et risiens, s'intercale la terrasse caillouteuse de Brays. Elle s'individualise par sa position légèrement surélevée et par la granulométrie des éléments siliceux exceptionnellement élevée (L = 0,40 à 0,50 m). Elle est également caractérisée par l'abondance des roches vertes et du faciès *verrucano*, le cortège des minéraux argileux à illite dominante et

phyllites de dégradation, les galets calcaires gélivés et les quartzites éolisés.

Sur la carte à 1/20 000, les courbes de niveau (65 à 75) ont un tracé qui isole la Terrasse de Brays par rapport à la topographie environnante. Les génératrices du cône d'épandage sont orientées est—ouest et non plus nord—sud, comme c'est le cas pour les cônes fluviatiles antérieurs qui colmatent le défilé de Saint-Pierre-de-Vence. Trois hypothèses peuvent expliquer cette nouvelle direction, ainsi que l'origine de la Terrasse de Brays :

- remaniement de la Terrasse des Glauges,
- la Terrasse de Brays, dépôt durancien, serait synchrone de la Terrasse des Glauges, mais tectoniquement affaissée,
- mise en place de la Terrasse de Brays par une Durance qui, délaissant le pertuis villafranchien de Roquemartine, s'écoulait dans la dépression de Crau par un passage plus oriental (pertuis d'Eyguières) antérieurement à l'épandage de la Crau du Luquier^(*).

Riss

FxG. Alluvions : galets calcaires et siliceux (Crau du Luquier). On désignait auparavant, par opposition à la « vieille Crau » (d'Arles ou d'Eyguières), sous l'appellation de « jeune Crau » (de Salon ou de Miramas), les épandages caillouteux situés au Sud d'une limite correspondant à peu près au fossé Meyrol.

Il est maintenant possible de distinguer, dans les cailloutis réputés homogènes, deux unités bien différentes : Crau du Luquier et Crau de Miramas qui peuvent être dissociées grâce à un ensemble de caractères originaux et concordants.

Une analyse des photos aériennes permet de distinguer, des marais du Rhône à l'étang d'Entressen, une ligne de contact coïncidant avec la limite séparant les deux unités. Les clichés pris par le satellite ERTS 1 permettent de prolonger cette ligne au-delà de l'étang d'Entressen ; elle s'infléchit vers le Nord, pour passer au Sud de la Terrasse de Brays et de la Terrasse des Barres (feuille Salon) et venir rejoindre le défilé de Lamanon.

Dans la partie orientale, la présence de nombreux pointements du soubassement miocène souligne la faible épaisseur de la Crau du Luquier. La composition pétrographique en éléments abondants (calcaires secondaires, flyschs, quartzites, granites, microgranites) est comparable à celle des terrasses actuelles de la Durance. Par contre, les composants mineurs (protogine, euphotide, variolite, quartz filonien, *verrucano*, jaspe, lydienne, phtanite) montrent des variations d'une gravière à l'autre. C'est également le cas pour le lit majeur de la Durance, d'une station à une autre.

Par rapport à la Crau de Miramas, l'altération des roches cristallines est plus poussée, ce qui est caractéristique des terrasses rissiennes de la Durance (E. Bonifay). En outre, la taille moyenne des éléments superficiels respectés par l'altération est assez élevée (**) (20 à 30 cm), plus particulièrement sur la bordure nord où un remaniement des terrasses antérieures est possible. Dans les gravières actuellement exploitées, la matrice de sable argileux est abondante, de teinte verte (la Tapie, Pépîne). Au cortège de minéraux argileux à illite et chlorite, présentes également dans les alluvions actuelles de la Durance, s'ajoutent la vermiculite (2/10 à 3/10) et des interstratifiés irréguliers $14_C - 14_V$, $14_C - 14_M$, $10 - 14_M$ et la goéthite. Ces derniers minéraux, hérités des sols mindéliens du bassin versant durancien, traduisent les profondes phases d'altération antérieures à l'établissement du réseau fluviatile rissien.

(*) *Remarques concernant Fv-x1 et Fv-x2.* En l'état actuel des recherches, des incertitudes demeurent concernant l'âge et le tracé de cours d'eau responsables des terrasses des Glauges, d'Entressen et de Brays. Les trois terrasses pourraient être les témoins résiduels d'une seule et même nappe d'âge intermédiaire entre les Crau villafranchiennes et rissiennes. Ces témoins pourraient également correspondre à des épandages différents ou échelonnés au cours de cette longue période.

(**) Ce qui est le cas, également, dans la terrasse rissienne de la Durance.

Enfin, il est remarquable que les témoins fragmentaires d'industries préhistoriques, attribuables à l'Acheuléen moyen ou supérieur (H. de Lumley), n'aient été rencontrés que sur la Crau du Luquier.

On observe en surface un horizon pédogénétique, épais de 0,50 m et décarbonaté. Le cailloutis sous-jacent est cimenté, sur 1 à 2 m, en un poudingue très résistant, localement appelé *tuf*, *tuve* ou *turri* (cf. Crau de Miramas).

C'est à la Crau du Luquier que nous rattachons la Terrasse des Barres, à éventail pétrographique et minéralogique identique, et la Petite Crau d'Alleins (feuille Salon).

Fx. Alluvions fluviales (région des Alpilles). De vieilles terrasses de ruisseaux venus des Alpilles ont été attribuées au Riss sur critères morphologiques. Comme pour les feuilles Aix ou Pertuis, l'attribution stratigraphique n'est pas absolue. Elle marque une différence nette entre ces cônes de déjection (mas de la Dame, torrent d'Auge, les Baumettes,...) et ceux qui ont fonctionné lors de la dernière phase froide.

Fx1. Alluvions calcaires et sableuses de moulin Picaud (Riss III). Au Nord-Est de Miramas (la Ménarde), ainsi que sur le territoire de la feuille Salon (moulin Picaud, Grans), une série détritique à éléments calcaires d'origine locale colmate le cours d'un ancien réseau hydrographique de la Touloubre, de direction générale est-ouest. La formation, ravinée à son sommet par la Crau de Miramas, présente deux niveaux :

— à la base, sables argileux gris à nombreuses empreintes végétales et fragments de bois non carbonisés, avec figures de plication et faune malacologique importante.

— au sommet, conglomérats à éléments calcaires impressionnés avec lentilles de graviers ou sables argileux à stratification oblique. Le niveau est terminé par un paléosol rouge tronqué. Dans l'éventail pétrographique, on note l'absence totale des roches alpines et de calcaires lacustres oligocènes. Les éléments figurés sont représentés par les calcaires néocomiens, les calcarénites et des amas marneux miocènes. La montmorillonite est le minéral argileux dominant (9/10 à 10/10) avec quelques traces de kaolinite.

Les associations fauniques découvertes sont caractéristiques « des premières phases d'un refroidissement important » attribuables, selon J.-J. Puisségur, « au Riss II » ou plus probablement, « au Riss III ».

Ces dépôts, par leur étendue dans le cadre de la feuille Salon, constituent la Crau rissienne de Grans.

Riss—Würm et Würm I

Fy. Alluvions : galets siliceux prédominants (Crau de Miramas). Cette nappe de cailloutis duranciens affleure largement dans le cadre des feuilles Salon, Istres et Eyguières. Elle présente la forme caractéristique et bien conservée d'un cône de déjection issu du seuil de Lamanon (cote + 112 à + 115). La pente, faible, des marais du Rhône au Merle (3,1 pour mille), passe à près de 7 pour mille en Tête de Crau, entre le Merle et Lamanon (feuille Salon). La carte du substratum de ce cailloutis met en évidence un thalweg emprunté à la fin du Pléistocène (Riss et Würm) par la Durance qui débouchait dans la dépression de Crau par le seuil de Lamanon.

La formation a été attribuée tantôt au Riss (F. Bourdier, J. Tricart), tantôt au Würm (H. Baulig, G. Denizot, C. Gouvenet, E. Bonifay). Un premier élément d'attribution stratigraphique est fourni par la présence, à sa surface, d'un paléosol tronqué, fersialitique et décalcifié, incompatible avec un Wurmien récent. La phase majeure de pédogénèse rubéfiante ne peut être postérieure à l'Interstadaire Würm I — Würm II (E. Bonifay). D'autre part, près de Grans (feuille Salon) et à moulin Picaud, les cailloutis duranciens ravinent des dépôts d'origine locale renfermant une importante malacofaune datée de la fin du Riss (J.-J. Puisségur). Enfin, dans la vallée de la Durance, en aval du seuil d'Orgon, on n'observe pas de dépôts fluviaux antérieurs à la fin du Würm.

Ces éléments permettent de penser que la Crau de Miramas a pu être mise en place

au cours du laps de temps correspondant à l'Interglaciaire Riss—Würm et le début du Würm (Würm I).

L'éventail pétrographique du cailloutis est varié : quartzites du Trias alpin, micro-conglomérats à faciès *verrucano*, radiolarites, grès paléogènes, calcaires mésozoïques sub-alpins ; les roches endogènes sont représentées par les éléments granitiques du Pelvoux et le cortège de roches alpines (serpentinites, euphotides, diabases et variolites, spilites) ainsi que par divers types de quartz.

Dans les cailloutis observés en gravières, les éléments de taille supérieure à 25-30 cm sont exceptionnels et représentés par des quartzites. La morphoscopie des galets traduit le jeu de phases successives de remaniement d'un matériel façonné en milieu glaciaire (moraine), fluvio-glaciaire et fluvialite froid ou tempéré. Les éléments siliceux superficiels montrent parfois une éolisation assez poussée et sont dépourvus de cortex.

La matrice du cailloutis est généralement absente (graviers libres) ou réduite à quelques lits sableux ou limoneux. Cette fraction renferme un cortège de minéraux lourds à épidote verte et glaucophane dominants. Les minéraux argileux : illite (7 à 8/10), chlorite (2 à 3/10) et traces de kaolinite, sont hérités des affleurements jurassiques (terres noires) et, à un degré moindre, des massifs centraux alpins. Localement, la présence de traces de smectites est liée à la proximité de terrains miocènes.

A quelques décimètres sous la surface actuelle se développe, sur 1 m à 1,5 m, un niveau de poudingue à ciment calcitique, qui correspond à l'horizon pédologique de précipitation des carbonates lessivés dans les sols sous-jacents (L. Collot, G. Denizot, C. Gouvernet, E. Bonifay). Ce niveau résistant, dont la présence en Crau est assez constante, explique les difficultés rencontrées lors de la mise en culture. Sous ce niveau imperméable, on observe en outre, au sein du cailloutis, divers niveaux de concrétionnement dont la position et l'extension latérale sont apparemment anarchiques. Ces poudingues pourraient être liés à des phénomènes de précipitation par congélation à la périphérie de lentilles de cailloutis *englacées* (*).

Quaternaire indifférencié

GP-CE. **Graviers cryoclastiques et éolisés.** Sur la bordure nord des collines miocènes de Miramas, des formations éoliennes reposent sur le cailloutis wurmien de la Crau. On y distingue des sables mêlés de graviers issus du débitage par le gel des galets calcaires du cailloutis de la Crau. Le matériau, soufflé par les vents violents, a été déplacé et plaqué contre les abrupts rocheux.

R. **Formation résiduelle à « menus galets ».** Ces galets parsèment les reliefs bordant au Nord et à l'Est la plaine de Crau. On les retrouve dispersés dans diverses colluvions quaternaires de versant. Ils sont parfois localement concentrés dans des sols rouges fersialitiques décarbonatés, riches en illite et glaucophane, qui tapissent les

(* *Remarques sur la sédimentation des rudites et des minéraux argileux des Crau pléistocènes.*

Du Villafranchien au Würm, on assiste à un renversement des cortèges pétrographiques et minéralogiques contenus dans les cailloutis des Crau successives. La montmorillonite et les calcaires sub-alpins remaniés caractérisent la « vieille Crau ». L'illite, héritée des terrains jurassiques, et les galets de roches endogènes alpines caractérisent les Crau plus récentes.

En l'état actuel des recherches sur les argiles du bassin méditerranéen occidental (H. Chamley), on ne peut attribuer ce renversement des cortèges à des facteurs climatiques. Il semble plutôt lié aux effets d'une érosion régressive.

Les éléments de la « vieille Crau » proviendraient du remaniement des matériaux de comblement des dépressions tectoniques mio-pliocènes du sillon durancien, dans lesquels dominent les faciès de démantèlement de la couverture crétacée sub-alpine, riche en montmorillonite. On peut penser que ce n'est qu'au Villafranchien que l'érosion débarrassée de l'obstacle des Poudingues de Riez—Valensole a pu s'attaquer aux régions septentrionales du bassin versant durancien et atteindre les niveaux jurassiques (terres noires riches en illite) ou paléozoïques. Cette dernière phase a été facilitée par la première glaciation ayant eu une action profonde dans les Alpes méridionales et par les manifestations tectoniques péné-contemporaines.

fonds de thalwegs et de dépressions creusés dans les terrains miocènes ou bégudiens à montmorillonite.

L'éventail pétrographique des cailloutis traduit une origine durancienne : galets de quartzite à cortex rubéfié très abondants, roches vertes et variolites, rares microgranites. Au Sud de Grans apparaissent des basaltes à texture doléritique originaires du bassin de la Touloubre (Beaulieu, feuille Salon).

Les éléments résiduels se répartissent en plusieurs ensembles isométriques dont la taille moyenne diminue de 4-6 cm, au Nord-Ouest d'Istres, à 2-3 cm vers le Sud-Est. Les galets présentent un façonnement éolien (*ventifact*) qui se surimpose à des figures de thermo-fractionnement et de dissolution. Ces phénomènes peuvent masquer toute trace d'évolution fluviale.

La plupart des auteurs s'accordent pour considérer cette formation comme le reliquat de l'altération physico-chimique d'une nappe de cailloutis déposés par la Durance soit au Miocène supérieur (L. Collot, C. Cornet : Crau de Berre) soit au Pliocène supérieur—Villafranchien (G. Denizot, C. Combaluzier, C. Gouvernet).

La position topographique actuelle des éléments ubiquistes ne correspond pas à la localisation initiale des galets, mis en place sur une haute surface de divagation de la basse Durance, alors fleuve indépendant (mont Menu, collines d'Istres, Nerthe occidentale). Déformée et disséquée au Plio-Quaternaire, cette surface d'épandage devait s'étendre plus au Sud, pour rejoindre, en passant par les îles de la rade de Marseille (Frioul, Riou), le plateau continental provençal. En effet, des graviers analogues sont présents sur ces îles arasées (C. Froget) et de tels granules, remaniés, ont été dragués en divers points de ce plateau (J.-J. Blanc) jusqu'au large du cap Sicié (C. Froget).

E. Éboulis. Cailloutis, blocs. Des masses rocheuses ont été mises en mouvement sur les pentes, notamment dans les zones d'affleurement de la *molasse* burdigalienne. Elles sont rangées ici sous la même notation que les cailloutis d'origine cryoclastique à granulométrie dominante grossière. L'âge de ces cailloutis est probablement wurmien.

GP. Brèches cryoclastiques. Brèches calcaires constituées par les éléments cryoclastiques locaux d'éboulis de pentes et de cônes de déjection torrentiels. Le matériel forme un glacis continu au pied du revers sud du massif des Opies. Il fossilise le toit des cailloutis, préalablement déformés, de la Crau d'Eyguières, de la Terrasse des Glauges et de la Crau de Saint-Pierre-de-Vence.

A. Complexes colluviaux indifférenciés. La teneur en limons croît vers l'aval des longs glacis de piedmont des Alpilles. Toutefois des formations plus anciennes caractériseraient la plaine au Nord-Est de Fontvieille, dans laquelle des polygones de toundra (Quaternaire ancien) ont été suspectés.

J. Cônes de déjection. Ils sont assez récents, mais plus probablement wurmiens à holocène inférieur que modernes. Ils sont caractérisés par un matériau cryoclastique peu remanié.

CFu, CFxG, CFy. Colluvions limoneuses en bordure des Crau. Le contact entre les nappes de cailloutis et les alluvions holocènes rhodaniennes n'est pas tranché. On observe en bordure des Crau un dépôt peu épais (20 cm au maximum) de colluvions limono-sableuses brun foncé. C'est la combinaison de la très faible pente des Crau et de la proximité de la zone d'émergence de la nappe phréatique qui a permis, sur ce liseré plus humide, l'accumulation de limons.

Là où il n'y a pas de cultures ou de prairies, on observe sur cette bordure une végétation dense.

Cx. Colluvions limoneuses sur les cailloutis de Crau. Au Nord et au Sud de l'étang d'Entressen, un sol noir hydromorphe masque localement (château de Suffren) des horizons d'accumulation calcaire (encroûtement blanchâtre sur galets ou travertins à Hélicidés). Ces faciès sont liés à des variations holocènes du niveau des nappes de la cuvette d'Entressen.

Holocène

Les formations holocènes, plus ou moins liées aux formations deltaïques n'intéressent que la frange occidentale de la feuille.

Elles ont été levées et représentées sur la carte suivant la même classification que sur les autres feuilles couvrant le delta (*).

Faciès du domaine fluviatile

Alluvions du Rhône

FzR, Fz₁R, Fz₂R. **Limons, silts, sables fluviatiles.** Liés au cours du Grand Rhône ils apparaissent essentiellement dans le coin sud-ouest de la carte. Une coupe dans ces dépôts donne classiquement de bas en haut : des sables fluviatiles, des sables et silts limoneux en alternance puis des silts-limons surmontés de limons plus ou moins mica-cés.

De façon à faire ressortir les berges inondables comprises entre les deux lignes de digue un figuré légèrement différent (Fz₁R) a été adopté pour celles-ci. Le figuré Fz₂R sert à individualiser les colmatages des anciens bras du Rhône. Les dépôts limoneux fins y sont plus épais que dans les séquences fluviatiles de berge.

Alluvions d'autres provenances

Fz. **Alluvions indifférenciées.** Elles sont représentées essentiellement dans la vallée qui occupe le Meyrol à la jonction des Crau de Saint-Pierre-de-Vence et du Luquier. Il s'agit d'héritage de matériaux provenant de l'érosion et du lessivage des formations pléistocènes liés par une matrice limoneuse.

FzL. **Alluvions limoneuses.** Celles-ci, liées aux précédentes, intéressent des nappes alluviales constituées essentiellement de limons relativement épais. Elles colmatent partiellement des axes de drainage wurmien (Post-Würm II), au profil peu évolué et empruntés de nos jours par des réseaux d'assèchement (roubine de la Chapelette) ou d'irrigation (fossé Meyrol).

FzL-Cz. **Limons fluviatiles et colluvions des dépressions.** Ces sédiments colmatent les dépressions qui jalonnent les contacts entre les différentes nappes de cailloutis. Ils existent également près de Saint-Martin-de-Crau où ils délimitent la partie relevée de la Crau d'Arles et d'Eyguières, suivant la bordure méridionale des Alpilles.

Faciès du domaine palustre

Secteurs anciennement inondables par le Rhône

Il s'agit essentiellement des zones se situant entre les limites affleurantes des cailloutis de Crau et les bourrelets alluviaux rhodaniens (marais des Chanoines et de Meyranne, marais situés à l'Ouest du Grand Barbegal). Il s'agit en fait d'aires de rétention des eaux de la nappe des Crau (Meyranne) ou de ruissellement (marais de Grand Clar), du fait du rôle de barrage naturel joué par les levées fluviatiles ; ce n'est donc qu'à l'occasion de grandes crues avec débordement que ces zones marécageuses pouvaient être envahies par les eaux rhodaniennes, avant l'édification des digues.

FLzR. **Limons fluviatiles et palustres (« faciès mixtes »).** Il s'agit des dépôts existant en limite des domaines palustres et fluviatiles. On observe en sondage des limons où les deux influences se succèdent puis se mêlent. Leur teinte va du gris brun foncé au gris brun verdâtre.

(*) La faible extension de ces terrains sur la carte d'Eyguières ne justifie pas de développement à ce sujet. Nous prions les lecteurs désireux d'avoir plus d'informations sur les dépôts holocènes de se reporter aux notices des cartes voisines (Istres, les Saintes-Maries, Arles).

LFzR. *Limons palustres des dépressions entre les bancs* (*). Il s'agit de limons argilo-silteux très plastiques, de teinte caractéristique grise, gris verdâtre. Ils peuvent contenir des Gastéropodes d'eau douce. Aux approches des niveaux tourbeux, en se chargeant en acides humiques, ces limons prennent une teinte gris brun foncé.

T-LFzR. *Tourbe et limons tourbeux*. Lors des levés cartographiques des sondages ont été effectués dans le marais de Meyranne par le B.R.G.M. pour reconnaître l'épaisseur des tourbes. L'un d'eux ($x = 792$, $y = 3150$) a traversé 7,60 m de sédiments meubles. Sa coupe est la suivante :

de 0 à 0,30 m	limons noirs légèrement sableux,
de 0,30 à 2,20	dépôts limoneux noirs plus ou moins tourbeux, nombreuses racines, rhizomes et restes de Gastéropodes d'eau douce,
de 2,20 à 6,05	tourbe peu consolidée et gorgée d'eau,
de 6,05 à 6,90	limon argileux gris clair,
de 6,90 à 7,60	argile gris-vert puis jaune avec de petits galets ronds,
de 7,60 à 8,10	cailloutis de Crau.

L'étude des pollens de cette coupe a été effectuée par H. Triat-Laval, et appuyée par des datations au ^{14}C (**).

Nous reproduisons le résumé de cette étude.

A la base les diagrammes révèlent des Dipsacacées, Cypéracées et Graminées tandis que les seuls pollens d'arbre appartiennent au Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*) et au (*Pinus halepensis*). Une lacune située vers 6,10 m représente approximativement le Pré-Boréal et le Boréal. Elle précède l'extension massive, en même temps que la tourbe commence à s'édifier, de la chênaie sub-méditerranéenne (forêt de Chêne pubescent (*Quercus lanuginosa*), Tilleul (*Tilia*), Orme (*Ulmus*) au début de l'optimum climatique de l'Atlantique daté ici par ^{14}C de 8010 BP \pm 400 à 6,05 mètres.

La deuxième datation ^{14}C à 5010 BP \pm 310 précède de peu le développement de la chênaie à feuillage persistant (*Qu. ilex*, *Qu. coccifera*) à la fin de l'Atlantique et confirme son extension relativement récente (H. Triat, 1973, 1975).

L'écho de la présence de taxons aujourd'hui disparus dans le voisinage est perceptible au niveau de l'analyse pollinique : Hêtre (*Fagus silvatica*) présent de 8010 BP jusqu'à moins de 2 000 BP avec un maximum vers 3 500 BP, Sapin (*Abies alba*) très exactement présent entre les deux datations ^{14}C : 5010 BP \pm 310 à 4,30 m, et 2930 BP \pm 270 à 2 mètres.

Le témoignage de l'activité agricole, quoique moins évident qu'à Fos (***) , se décale dès l'orée du Sub-Boréal avec l'apparition des pollens de céréales. On note enfin une bouffée de pollen de graminées cultivées, située dans les dernières décennies et correspondant à une période d'essais infructueux de riziculture dans ce marais. Le diagramme pollinique rend compte aussi à partir de - 1,50 m d'une augmentation des pourcentages des Typhacées, Sparganiacées, roseaux caractéristiques des mares et fossés inondés.

Entre - 1,60 et - 1,20 m, les phénomènes de déforestation d'origine anthropozoïque sont décelables par les chutes échelonnées des pourcentages polliniques des taxons arborescents Pin d'Alep, Chêne pubescent, Chêne vert... Alors que le Chêne vert n'est que modérément affecté par les défrichements, le Pin d'Alep ne reprend de l'importance que dans les dernières décennies, lors de l'abandon des cultures. Le Chêne pubescent, après une reprise fugace, disparaît définitivement dans le diagramme pollinique à une époque récente.

(*) La terme interfluve utilisé en légende comme adjectif l'a été à contresens.

(**) Mesures effectuées par le laboratoire de Radiocarbone du département des Sciences de la Terre, université de Lyon I (J. Evin).

(***) cf. Notice carte géologique Istres.

Comme à Fos, les espèces euro-sibériennes actuellement présentes semblent ne pouvoir provenir que d'un apport récent par des oiseaux migrateurs ou le vent (H. Triat, 1974).

Il existe également quelques lits tourbeux, mais très peu épais, dans les limons du marais du Grand Clar et au Sud de la ferme Darboussille.

Cz, TCz, $\frac{Cz}{A}$ *Limons d'origine colluviale parfois tourbeux.* Il s'agit essentiellement de limons de décantation piégés dans la cuvette allongée du marais des Baux. Les limons gris parfois un peu carbonatés proviennent du lessivage des formations environnantes. Sur les bordures de la cuvette des Baux, ils recouvrent en faible épaisseur les colluvions dérivant des Alpilles.

Dans la partie orientale de ce marais à proximité du débouché de plusieurs ruisseaux nous avons reconnu une zone tourbeuse peu épaisse de contour imprécis.

FORMATIONS ANTHROPIQUES

X₁. *Limons d'irrigation* (appelés localement *nite* ou *mite*). Depuis le milieu du XV^e siècle, avec la réalisation du canal de Craonne et, ultérieurement, celui des Alpilles méridionales, un réseau de canaux d'irrigation a permis la mise en culture de prairies en Crau, surtout sur les bordures nord et est. Les limons atteignent, dans les zones les plus anciennes irriguées, 30 à 40 cm d'épaisseur. Ils sont amenés par des eaux d'origine durancienne et contiennent uniquement comme minéraux argileux : illite et chlorite. Ils sont composés également (R. Cova) de sables quartzeux fins avec quelques éléments feldspathiques et micacés et de calcite (35 à 50 %). L'irrigation apporte en moyenne 2 kg de limons par m² et par an.

X. *Remblais et dépôts anthropiques.* Dépôts d'ordures ménagères des villes d'Arles-sur-Rhône (le Castellet) et de Marseille (ouest de l'étang d'Entressen). Ce dernier masque le substratum rocheux sur 60 hectares environ.

TECTONIQUE

La feuille Eyguières couvre une région située dans une zone d'interférences des mouvements provençaux et des mouvements alpins au sens strict. Au Bartonien, une nappe de couverture s'est mise en place du Sud vers le Nord. La klippe de Mouriès et une partie du Sud des collines de l'Anellier en représentent le front d'érosion. Néocomien et brèches éocènes de l'Anellier appartiennent à un *parallochtone*, alors que le Fuvélien et l'Éocène du Grand Barbegal et de la bordure nord-est de l'Anellier constituent un *parautochtone*. Sous le passage de la nappe, le « synclinal » de Maussane, autochtone, a été fortement déformé et des plis isopaques dysharmoniques sur le substrat néocomien affectent les couches les plus compétentes du Néocrétacé et de l'Éocène.

En comparant la coupe du forage Istres 101 (feuilles Istres) et celle de l'ensemble Anellier—Mouriès, on est conduit à envisager un mouvement dysharmonique de l'ensemble Jurassique terminal—Néocomien de la série normale charriée avec décollement sur les Terres Noires.

Dysharmonie sur les Terres Noires et bourrage de celles-ci permettent de comprendre le style de la tectonique plus tardive des Alpilles. On peut vraisemblablement interpréter certains cisaillements (faille plate de la Patouillarde, par exemple) comme des contrecoups des mouvements provençaux. Aux mouvements d'extension oligocène a succédé immédiatement une phase de compression, contrecoup des mouvements alpins.

Cette phase tardi-oligocène est plus nette sur le territoire de la feuille dans la mesure où un premier jeu de la faille des Baux, à composante horizontale dominante, doit lui être imputé. En l'absence de Burdigalien et d'Oligocène sur le trajet de cette fracture, l'on ne peut être aussi formel dans le cadre de la feuille Eyguières, bien qu'il soit logique de penser que l'accident médian des Alpilles s'est défini de la même façon de bout en bout.

Cependant, l'épisode compressif le plus évident (du Nord vers le Sud également) est ponto-oligocène. Il affecte la molasse burdigalienne et l'Helvétien, ainsi que la plate-forme pré-vindobonienne lorsqu'elle est dénudée. La limite méridionale de son action coïncide avec les marais des Baux. A ces deux phases peuvent être rapportés les cisaillements et la poussée vers le Sud des Défends de Sousteyran, de la partie nord du synclinal de Maussane et de l'anticlinal de Manville.

RESSOURCES DU SOUS-SOL ET EXPLOITATIONS

HYDROGÉOLOGIE

Cailloutis de la plaine de Crau

Dans les *cailloutis*, reposant sur un substratum très peu ou peu perméable (Pliocène ou Miocène), circule une nappe continue s'écoulant du Nord-Est vers l'Ouest et le Sud-Ouest. Son extension déborde vers le Sud la limite de la feuille Eyguières. Les principaux exutoires de cette nappe correspondent à la zone de marais s'étendant de Fos à mas Thibert sur le Grand Rhône. Les autres zones d'émergence correspondent, dans le cadre de la feuille Eyguières, d'une part aux marais de Meyranne à l'Ouest de Saint-Martin-de-Crau, d'autre part aux marais des Baux, au pied des calcaires crétacés du Signal de Mourières qui assurent un drainage de la nappe dans cette direction.

L'importance économique de la nappe de Crau a justifié l'exécution d'un ensemble d'études et de travaux (*). L'alimentation provient, à part à peu près égale, des infiltrations à partir des précipitations (ruissellement pratiquement nul) et des irrigations à partir de canaux dérivés de la Durance et pénétrant en Crau par le seuil de Lamanon à l'Est d'Eyguières. La piézométrie révèle deux axes de drainage importants, l'un en direction des marais de Meyranne, l'autre au Sud d'Entressen ; une ligne de partage des eaux souterraines entre Eyguières et la Dynamite sépare les deux axes respectifs. Les fortes perméabilités sont localisées selon deux axes dont l'un correspond à l'axe de drainage aboutissant aux marais de Meyranne et l'autre longe la bordure orientale de la plaine d'Eyguières à Miramas.

En égard à l'importance économique de la nappe qui assure l'alimentation en eau des principaux centres de la région et de la zone de Fos les dispositions du Décret-Loi 1935 ont été appliquées à celle-ci, ceci dans le but de la protéger (la pollution est encore très réduite) et d'assurer une gestion des ressources disponibles (concurrence entre l'exploitation de l'eau et l'utilisation des graviers comme matériaux).

Jurassique et Crétacé inférieur

Le massif des Opies est drainé au Nord vers les sources de la Patouillarde et de Roquemartine.

L'anticlinal de Manville présente une série d'exutoires sur son flanc sud (d'Est en Ouest : sources des Calans, de la Bouche du Noyer, de Maussanne, de Manville et des Arcoules, ancien captage romain). Sur le flanc nord les sondages de recherche de bauxite ont rencontré des venues d'eau artésienne.

(*) Carte hydrogéologique de la France à 1/50 000, feuille Istres—Eyguières et notice.

A la pointe ouest du massif de Sousteyran se trouve la source du lavoir de Fontvieille (*Fons Virus* des Romains).

Le petit massif au Nord de Mouriès a un exutoire à son extrémité sud.

Crétacé supérieur—Éocène et Miocène

Dans le synclinal des Baux d'assez nombreux puits atteignent les grès du Rognacien.

Dans la vallée des Baux chaque assise calcaire de la série crétacé supérieur—éocène inférieur constitue une couche aquifère dont les exutoires aux points bas dans les alluvions sont de faible débit.

Alluvions

Dans la plaine de Maussanne, la nappe s'écoule vers le Sud. Dans les marais des Baux l'écoulement se fait d'Est en Ouest. Dans la vallée de Fontvieille une nappe circule d'Est en Ouest dans les alluvions reposant sur la molasse miocène.

RESSOURCES MINÉRALES

Les matériaux utiles sur le territoire de la feuille Eyguières sont nombreux et comprennent des calcaires durs, des molasses, des marnes, des dolomies, des alluvions, des éboulis et la bauxite.

Les calcaires durs sont ceux attribués au Rognacien, à l'Urgonien et au Portlandien.

Dans l'ensemble il s'agit de calcaires, beiges à gris, légèrement argileux en bancs de puissance variable, souvent redressés, séparés par de petits niveaux argileux ; les diaclases sont remplies par de la calcite ou de l'argile rouge, marron ou jaune.

Des carrières, toutes arrêtées, ont exploité ces formations pour la construction. Récemment des cubages importants ont été extraits pour la construction du barrage de Vallabrègues.

Les molasses calcaires de Fontvieille, à grain fin à moyen, jaunes, tendres, massives ont été exploitées depuis 1450 dans de nombreuses carrières. Actuellement la carrière des Nizarres est la seule exploitée et l'extraction par galeries a été abandonnée depuis longtemps.

Ce matériau possède les caractéristiques suivantes : densité apparente 1,84 — poids spécifique : 1,69 — porosité absolue : 2 % en moyenne — résistance à la compression : 5 bars.

L'analyse chimique de la pierre a donné : silice : 0,92 % - alumine : 0,20 % - oxyde de fer : 0,30 % - chaux : 55,00 % - magnésie : 0,12 % - anhydrite sulfurique : 0,10 % - perte au feu : 43,30 %.

Les emplois de ce matériau sont nombreux : château de Tarascon, construction à Arles, Aix-en-Provence, Avignon, etc.

Les dolomies appartenant au Jurassique supérieur sont assez étendues dans le secteur de Mouriès et plus réduites dans le chaînon des Opies. Le plus souvent la dolomie grise cristalline est recoupée par de très nombreux filonnets de calcite blanchâtre ce qui lui enlève une grande partie de son intérêt au point de vue industriel. Sa teneur en MgO varie de 15 à 20 %.

Les alluvions comprennent les cailloutis et les poudingues des Crau de Miramas et d'Arles.

Cette formation couvre les deux tiers de la superficie de la carte et est composée de galets de quartz et roches quartzitiques, grès, roches cristallines diverses, calcaires très durs, etc. La granulométrie très étalée peut varier de 10 à 250 mm et au-delà pour les galets et blocs. Le sable formant la matrice peut être à grain fin, moyen ou grossier, de petits niveaux argileux sont interstratifiés dans la masse dont les propriétés physiques sont les suivantes : équivalent de sable = moyenne 13,98 — limites d'Atterberg sur une motte d'argile : IP = 26.

Le matériau est exploité dans des carrières importantes au Sud de Saint-Martin et à l'Ouest de Miramas pour les remblais et les enrobés bitumeux.

Les éboulis sont constitués de cailloutis cryoclastiques de part et d'autre d'une ligne Fontvieille—Maussane—Aureille—Eyguières. Cette formation, pouvant être assez puissante dans certaines zones, est constituée de cailloutis calcaires à angles vifs ou légèrement émoussés, de dimension variant entre 0,5 et 5 cm dominant avec toutefois des éléments plus grossiers de 10 à 15 cm dispersés dans la masse. Le sable qui les contient est jaune, à grain moyen et son pourcentage peut être parfois important.

Plusieurs carrières de petite ou moyenne importance ont été ouvertes dans cette formation et certaines continuent à être exploitées sporadiquement pour les tout-venants (remblais et voieries) dans la région.

La bauxite (45 à 50 % d'Al₂O₃) est exploitée dans les concessions des Baux et de Maussane à ciel ouvert et en souterrain depuis 1867 environ. La puissance est de 15 m en moyenne mais seulement 7 m sont exploités pour l'industrie de l'aluminium.

PRÉHISTOIRE ET ARCHÉOLOGIE

Les sites préhistoriques principaux sont celui du Castel (*), Crau du Luquier, daté du Paléolithique inférieur et moyen et la station néolithique de la Patouillarde.

Entre Arles et Fontvieille, il faut signaler l'existence de cinq tombes hypogées dont quatre sont creusées dans le roc. L'ensemble du matériel trouvé est daté du Chalcolithique. Ces tombes ont dû être creusées vers le milieu du troisième millénaire avant notre ère.

A Malacercis : sépulture de l'âge du Bronze.

Enfin, dans cette région, les vestiges romains sont très nombreux ; citons, entre autres, la voie aurélienne d'Avignon à Aix-en-Provence, les vestiges des environs du château de Servanne, le Castellans de Roquemartine, l'oppidum Sainte-Cécile sur le plateau de Coste Fère au mont Menu, les restes d'aqueduc au Sud de Fontvieille.

DOCUMENTATION COMPLÉMENTAIRE

DESCRIPTION DE SITES CLASSIQUES ET D'ITINÉRAIRES

On trouvera des renseignements et des itinéraires géologiques dans les publications suivantes :

— **Provence**, par C. Gouvernet, G. Guieu, C. Rousset. Collection des Guides géologiques régionaux (1971), Masson et Cie, éditeurs : itinéraires II et III ;

— **Languedoc—Provence—Côte-d'Azur**, par E. Bonifay. Livret-guide de l'excursion C 14, VIII^e Congrès INQUA, 1969 ;

— **Périglacière de l'Alsace à la Méditerranée**, par J. Tricart et R. Raynal. Livret-guide de l'excursion C 15, VIII^e congrès INQUA, 1969.

SONDAGES

De nombreux sondages ont été réalisés sur le territoire de la feuille Eyguières. On s'est borné à mentionner sur la carte ceux qui atteignent 20 m de profondeur et qui apportent quelques renseignements géologiques. Le tableau ci-après fournit quelques éléments d'information à ce sujet.

(*) Renseignement oral communiqué par M. Escalon de Fonton, directeur de recherches au C.N.R.S., directeur des Antiquités préhistoriques de la région Provence—Côte d'Azur.

N° d'archivage au S.G.N.	Altitude	Profondeur du sondage	Étages traversés
993-1-10	+ 33,02	plus de 20 m	Cailloutis de Crau
993-1-74	+ 2	30	Alluvions
993-1-109	+ 26	25	Burdigalien
993-1-124	+ 8	25	Burdigalien
993-1-125	+ 10	35	Burdigalien
993-2-33	+ 6,48	505	Rognacien renversé
993-3-6	+ 47	20,49	Cailloutis de Crau
993-3-14	+ 60,89	22	Cailloutis de Crau
993-3-53	+ 48,75	26	Cailloutis de Crau
993-4-37	+ 73,15	20,85	Cailloutis de Crau
993-4-45	+ 74	23,50	Cailloutis de Crau—Miocène
993-4-48	+ 140	56	Dans accident entre Valanginien—Rognacien
993-5-89	+ 13	23,60	Cailloutis de Crau—Astien
993-5-91	+ 1,32	25,10	Limons palustres - cailloutis de Crau
993-5-92	+ 1,57	25	Limons palustres - cailloutis de Crau
993-5-93	+ 5	37,80	Limons palustres - cailloutis de Crau
993-5-94	+ 7,35	29,40	Limons palustres - cailloutis de Crau
993-5-95	+ 7,45	27,20	Cailloutis de Crau
993-5-97	+ 10,80	20,50	Cailloutis de Crau
993-5-117	+ 12,50	25,40	Cailloutis de Crau
993-5-118	+ 10,00	25	Cailloutis de Crau
993-5-119	+ 12,30	20,20	Cailloutis de Crau
993-5-120	+ 7,00	25	Cailloutis de Crau
993-6-49	+ 17,19	30	Marnes villafranchiennes
993-7-81	+ 37,70	20	Cailloutis de Crau Marnes villafranchiennes
993-8-101	+ 20	38	Helvétien

BIBLIOGRAPHIE

- AMBERT P. (1974) — Les dépressions nivéo-éoliennes de Basse-Provence. *C.R. Acad. Sc., Paris*, t. 279, série D, p. 727-729.
- ANDEL Tj.H.van (1951) — Petrology of Durance river sands. Pro III rd. int. Congress Sedimentology, p. 43-56.
- ANDRÉ A. (1968) — Glacière dans la moyenne et basse vallée de la Durance, la Crau. D.E.S., Grenoble (2e sujet).
- ANGLADA R. in POGGI J.-P. (1968) — Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine alluviale du Rhône entre Beaucaire et Arles. Thèse 3e cycle, Fac. Sc. Montpellier.

- ARCHAMBAULT J. (1951) — Le projet de la Basse-Durance, la nappe alluviale de la Basse-Durance. E.D.F., R.E.H.A. III.
- ARNAL H., BARRIÈRE J. et BORNAND M. (1973) — Les paléosols de terrasses fluviales du bassin rhodanien et du Languedoc. 9e Congr. Inqua, Geodyn. Strati., p. 203-206.
- BALLESIO R. (1972) — Étude stratigraphique du Pliocène rhodanien. *Doc. lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, n° 53.
- BARRIÈRE J., TONI C. (1972) — Les Costières du Gard. Données nouvelles et interprétation. *Bull. Soc. languedoc. Géogr.*, t. 6, fasc. 3, p. 231-276.
- BARRIÈRE J., BOUSQUET J.-C., TONI C. (1973) — Données nouvelles sur la néotectonique des Costières du Gard. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 277, série D, p. 285.
- BAULIG H. (1935) — Sur les derniers mouvements du sol dans la basse vallée du Rhône. *Les études rhodaniennes*, vol. XI, n° 1, p. 87-89.
- BEAUFORT L., BRUNEAU J., CREPIN A. et JULLIAN Y. (1954) — Ampleur de l'érosion pontienne et du comblement pliocène en Camargue. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (6), IV, p. 175-184.
- BECCAT (1930) — La Crau : observations hydrologiques. C.R. Congr. de l'Eau en Crau, Serv. Agr. P.L.M., p. 173-190.
- BONIFAY E. (1962) — Recherches sur les terrains quaternaires dans le Sud-Est de la France. *Thèse, Trav. Inst. Préhist. Univ. Bordeaux*, t. II.
- BOURDIER F. (1965) — Tableau de corrélations relatives au Pliocène et au Quaternaire ancien (France et régions voisines). *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, fasc. 4, p. 138.
- BOURDIER F. (1967) — Tableau sommaire du Quaternaire français. Labo. de Géol. quaternaire et de Préhistoire de l'École pratique des Hautes Études. Réunion de Hanovre, 1967.
- CAILLEUX A. (1956) — Mares, mardelles et pingos. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, p. 1912.
- CAILLEUX A. (1964) — Génèse possible de dépôts chimiques par congélation. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, n° 1, p. 11-12.
- CAILLEUX A. et ROUSSET C. (1968) — Présence de réseaux polygonaux de fentes en coins en Basse-Provence occidentale et leur signification paléoclimatique. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 266, p. 669-671.
- CLAUZON G. (1974) — Quel âge le Luberon a-t-il ? *Études vauclusiennes* n° XI.
- CLAUZON G. (1974) — L'hypothèse eustatique et le creusement prépliocène de la vallée du Rhône. *Ann. Géogr.*, n° 456, LXXXIIIe an., p. 129-140.
- COLOMB E. (1965) — Étude stratigraphique et sédimentologique des terrains d'âge miocène des bordures nord et ouest de l'étang de Berre. D.E.S. Fac. Sc. Marseille, 70 p., 21 pl., 1 carte h.-t.

- COLOMB E., GERVAIS J., PUISSEGUER J.-J., ROUX R.-M. (1969) — Présence de niveaux à faune d'âge rissien sous le cailloutis de la Crau de Miramas (Bouches-du-Rhône). *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 268, p. 1683-1685.
- COLOMB E., GERVAIS J., ROUX R.-M. (1970) — Les cailloutis quaternaires des environs de Frans (B. du R.). *Bull. Mus. Hist. nat. Marseille*, t. XXX.
- COLOMB E., GERVAIS J., ROUX R.-M. (1970) — Géomorphologie du cours aval de la Touloubre (B. de Rh.). *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. XLIII B.
- COLLOT L. (1904) — Pliocène et Quaternaire de la région du Bas Rhône. *Bull. Soc. géol. Fr.*, (4), t. IV, p. 401-415.
- CORNET C. (1965) — Évolution tectonique et morphologique de la Provence depuis l'Oligocène. *Mém. Soc. géol. Fr.*, h.s., XLIV, 2, n° 103.
- COVA R. (1965) — Étude hydrogéologique de la partie septentrionale de la Crau et des reliefs de bordure. Thèse 3e cycle, Institut de Géologie, centre d'études et de recherches hydrogéologiques, Montpellier.
- DEMARCO G. (1970) — Étude stratigraphique du Miocène rhodanien. *Mém. B.R.G.M.*, Paris, n° 61.
- DENIZOT G. (1933) — Sur l'âge des vieux poudingues de la Durance et de la Crau. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 196, p. 1906-1908.
- DENIZOT G. (1934) — Note sur l'extension des cailloutis pliocènes dans le Sud-Est de la France. *Bull. Soc. géol. Fr.*, IV, 1934, p. 613-648, 14 fig., ds. le texte.
- DENIZOT G. (1937) — Cycle pliocène. *Ass. Géogr. franç.*, n° 106.
- DENIZOT G. (1938) — La Crau, la Camargue et l'étang de Berre. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, XI-1, p. 5-159.
- DENIZOT G. (1939) — Le problème des terrasses rhodaniennes. *Et. rhoda.*, vol. 15, p. 119-133.
- DENIZOT G. (1940) — Pliocène et Quaternaire du Bas-Rhône. C.R. collab. Campagne 1939, *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 203, t. 42, p. 163-171, 4 fig.
- DENIZOT G. (1941) — La formation géologique du delta du Rhône. *Rev. Arles*, n° 3, p. 75-78.
- DENIZOT G. (1946) — La Costière nimoise. *Bull. Soc. ét. Sc. nat. Nîmes*, t. XLVIII, p. 137-151.
- EK C., PISSART A. (1964) — Dépôt de carbonate de calcium par congélation et teneur en bicarbonate de chaux des eaux résiduelles. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 260, p. 929-932.
- GIROD M. (1960) — Étude géologique détaillée de la région centrale des Alpilles entre Mouriès et Saint-Rémy-de-Provence, D.E.S., Fac. Sc. Paris.

- GOGUEL J. (1944) — Description géologique des Alpilles. *Bull. Serv. Carte géol. Fr.*, n° 214, t. XLIV.
- GOUVERNET C. (1952) — La Crau, la Provence et les Alpilles. *Ann. Fac. Sc. Marseille, série II*, t. XXI, fasc. 1.
- GOUVERNET C. (1952) — Étude géologique du bassin de Plan-d'Orgon, Cabannes, Saint-Andréol dans la Basse-Durance. *Ann. Fac. Sc. Marseille, série II*, t. XXII, fasc. 1.
- GOUVERNET C. (1957) — Étude géologique de la Crau. *Salonensa*, 1er cahier, Salon-de-Provence.
- GOUVERNET C. (1960) — Étude géologique des relations Bas-Rhône—Basse-Durance pendant les temps pliocènes et quaternaires. *Ann. Fac. Sc. Marseille*, t. XXIX, p. 273-279.
- GOUVERNET C., GUIEU G., ROUSSET C. (1971) — Guides géologiques régionaux : Provence. Masson et Cie, éd.
- LUMLEY H. de (1965) — Le Paléolithique inférieur et moyen dans son cadre géologique (Ligurie, Bas-Languedoc, Roussillon, Catalogne). Thèse doctorat d'État, Paris.
- MARTIN D. (1926) — Les glaciers quaternaires des bassins de la Durance et du Var. Gap, 534 p.
- MOLINIER R., TALLON G. (1950) — La végétation de la Crau. *Rév. gén. Bot.*, p. 56-57.
- MOLINIER R., QUEZEL P., TALLON G. (1964) — Note sur le *Liparis loeseli* (L.) Rich. du marais de Raphèle (B. de Rh.). *Bull. Soc. bot. Fr.*, 111, n° 7-8, p. 368-373.
- MONGIN D. (1956) — Révision stratigraphique du Burdigalien de Basse-Provence. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Univ. Aix-Marseille*, t. V.
- ROI J. (1937) — Les espèces eurasiatiques continentales et les espèces boréo-alpines dans la région méditerranéenne occidentale. S.I.G.M.A., comm. 55, Montpellier.
- RONDEAU A. (1952) — Importance et âge de la morphologie cryonivale en Basse-Provence. *C.R. somm. Soc. géol. Fr.*, p. 62.
- ROUSSET C. (1974) — Le chevauchement nord-provençal en bordure de la vallée du Rhône : la klippe de Mouriès. *C.R. Acad. Sc.*, Paris, t. 279, p. 647.
- TRIAT H. (1973) — Analyse pollinique de sédiments versiliens en Provence. 9ème congrès international de l'Inqua, Christ-Church, p. 142-145.
- TRIAT H. (1974) — Les survivantes glaciaires de Fos-sur-Mer (B. du Rh.) in Les données historiques et l'étude de la flore méditerranéenne. Colloque international du CNRS sur la flore du bassin méditerranéen : essai de systématique synthétique. Montpellier 1974.

TRIAT H. (1975) — L'analyse pollinique de la tourbière de Fos-sur-Mer (B. du Rh.).
Ecologia mediterranea, n° 1, p. 55-66.

Cartes géologiques à 1/80 000

Feuille *Avignon* :

- 1ère édition (1888), par F. Fontannes et L. Carez
- 2ème édition (1928), par F. Roman et P. de Brun
- 3ème édition (1972), coordination par A. Bonnet.

Feuille *Arles* :

- 1ère édition (1889), par F. Fontannes et L. Carez
- 2ème édition (1940), par L. Lutaud, Combaluzier, G. Denizot, J. Goguel et P. de Brun.
- 3ème édition (1969), coordination par A. Bonnet et J. Rouire.

Cartes géologiques à 1/50 000

Feuille *les Alpilles* (1960), par G. Denizot et Cl. Gouvernet.

Cartes hydrogéologiques de la France à 1/50 000

Feuille *Istres—Eyguières—Plaine de la Crau* (1969), par M. Albinet.

Carte des gîtes minéraux de la France à 1/320 000

Feuille *Avignon* (1964), coordination par F. Permingeat.

Feuille *Marseille* (1960), coordination par F. Permingeat.

DOCUMENTS ET COLLECTIONS CONSULTABLES

La Banque des données du sous-sol du B.R.G.M. détient l'inventaire des sondages et autres travaux souterrains exécutés dans le périmètre de la feuille et archive régulièrement les nouveaux travaux.

Les documents peuvent être consultés, soit au S.G.R. Provence—Corse, domaine de Luminy, route Léon-Lachamp, 13009 Marseille, soit au B.R.G.M., 6-8, rue Chasseloup-Laubat, 75015 Paris.

AUTEURS DE LA NOTICE

Notice rédigée par :

E. COLOMB : terrain miocène et quaternaire, histoire géologique post-oligocène.

J. SERVAIS : terrains secondaires et paléogènes de l'Anellier.

A. L'HOMER : terrains holocènes.

J.-P. MASSE : étage barrémien.

C. ROUSSET : stratigraphie des Alpilles, histoire géologique anté-miocène, tectonique.

R.-M. ROUX : terrains quaternaires et histoire géologique post-oligocène.

J. ROUIRE : rédaction générale et histoire géologique anté-miocène.

avec la collaboration de :

L. DAMIANI : ressources minérales.

G. DUROZOY : hydrogéologie.

Travaux de laboratoire :

Étude pollen-analytique du marais de Meyranne par H. Triat-Laval (laboratoire de botanique historique et palynologie, université des sciences d'Aix-Marseille).

SAINT LAMBERT IMPRIMEUR à MARSEILLE
Dépôt légal : 4e trimestre 1977 – numéro d'impression : 871