

**SUR LES EMPREINTES DE PAS DES GROS MAMMIFÈRES  
DE L'EOCENE SUPERIEUR DE GARRIGUES-STE-EULALIE (GARD)**

par

Paul ELLENBERGER\*

SOMMAIRE

	Page
Résumé .....	38
Introduction .....	38
I - Travaux antérieurs ; découverte d'Ichnofaunes oligocènes (Grande Coupure et au-delà) . . . .	40
A - Les pistes du bassin d'Apt-Forcalquier .....	40
B - L'effet de la Grande Coupure et les Ichnofaunes dans la suite de l'Oligocène .....	41
II - Le gisement éocène supérieur de Garrigues-Ste-Eulalie et les Ichnofaunes de l'Eocène . . . .	42
A - Indications générales, âge, stratigraphie .....	42
B - L'Ecosystème : la flore et la faune ludiennes aux alentours du gisement .....	46
III - L'Ichnofaune de la Dalle de Garrigues-Sainte-Eulalie et les Ichnofaunes de l'Eocène . . . .	48
A - La Dalle dans son ensemble : le biotope et sa biocénose .....	48
B - Inventaire de l'Ichnofaune. Diagnose et description .....	50
1° Artiodactyles : .....	50
a/ Type I. <i>Anoplotheriipus lavocati</i> nov. gen., nov. sp. ....	50
b/ Type II. <i>Anoplotheriipus similicommunis</i> nov. sp. ....	54
c/ Type III. <i>Anoplotheriipus compactus</i> nov. sp. ....	55
d/ Type IV. <i>Diplartiopus longipes</i> nov. gen., nov. sp. ....	57
2° Périssodactyles : .....	59
a/ Type V. <i>Palaeotheriipus similimediis</i> nov. gen., nov. sp. ....	59
b/ Type VI. <i>Lophiopus rapidus</i> nov. gen., nov. sp. ....	62
c/ Type VII. <i>Lophiopus latus</i> nov. sp. ....	64
3° Carnivores : .....	65
Type VIII. <i>Hyaenodontipus praedator</i> nov. gen., nov. sp. ....	65
4° Microfaunes : .....	69
a/ Les Oiseaux. Type X. <i>Ludicharadripodiscus edax</i> nov. gen., nov. sp. ....	69
b/ Les Micromammifères. Type XI. <i>Ucetipodiscus inanis</i> nov. gen., nov. sp. ....	73
IV - Conclusion .....	75
Bibliographie .....	77
Légende des planches .....	78

\*Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés E.P.H.E. Institut de Montpellier, USTL, Pl. E. Bataillon, 34060 MONTPELLIER Cedex.

*Palaeovertebrata*, Montpellier, Mém. Jubil. R. Lavocat : 37-78, 14 fig., 2 pl.

(Accepté le 7 Juin 1979, publié le 31 Octobre 1980)

## RESUME

Description d'une Ichnofaune volumineuse d'âge Ludien inférieur à moyen dans le Gard. La Dalle actuellement dégagée (18 m de Longueur) est située vers le haut de l'assise des calcaires lacustres du Ludien inférieur d'Euzet à *Potamides aporoschema*. Elle est antérieure au début du dépôt des Grès de Célas, et plus encore de l'assise des calcaires marneux du Ludien supérieur à *Melanoïdes albigensis* et *M. acutus*. Bien qu'appartenant biostratigraphiquement ainsi à une zone plus ancienne que celle de La Débruge et de Montmartre, le biotope présente déjà un échantillonnage de très grands Artiodactyles, Périssodactyles et Carnivores. L'un des Artiodactyles les plus majestueux, *Anoplotheriipus lavocati* nov., représente une forme de très forte taille. Citons encore le grand Périssodactyle *Palaeotheriipus similimedius* nov. et le grand Carnivore *Hyaenodontipus praedator*, nov. Total des Ichnotypes décrits, 10.

## ABSTRACT

Is hereby described an impressive Ichnofauna belonging to the Lower to Middle Ludian of the Gard (S. France). The slab, already cleaned over a length of 18 m, is located near the top of the *Potamides aporoschema* lacustrine limestone (Lower Ludian, Euzet zone). It is therefore older than the Célas sandstone deposit, and still more than the *Melanoïdes albigensis* and *M. acutus* marly limestone corresponding to the Upper Levels of the Ludian stage. Although biostratigraphically older than the La Débruge and Montmartre zone, the biotope shows already a sampling of very tall Artiodactyles, Perissodactyles and Carnivorous. One of the most « majestic » Artiodactyles, *Anoplotheriipus lavocati*, nov., points out a huge size type. To mention also among the Ichnotypes described, 10, the big Perissodactyle *Palaeotheriipus similimedius*, nov., and the big Carnivorous *Hyaenodontipus praedator*, nov.

## INTRODUCTION

Les gisements de pistes de Mammifères connus au Paléogène sont rares. On sait que les Ichnofaunes Eocènes sont plus rares encore. Le dégagement de la grande Dalle de Garrigue-Ste-Eulalie (Gard), appartenant au Ludien, se révèle en conséquence d'un intérêt nouveau, tant du point de vue du cadre écologique que présente ce biotope fossile que pour le contenu de la faune. Il apparaît par ailleurs captivant d'assister aux ébats ou aux activités journalières de ces animaux dont on ne connaît habituellement que divers restes osseux dont en priorité ceux du crâne, et d'acquiescer ainsi un aperçu sur leur mode de déplacement au sein de leur biotope propre.

L'Ichnofaune Eocène ici présentée constitue un ensemble inédit. Chez les Artiodactyles *Anoplotheriipus lavocati* est une forme de dimension exceptionnelle. A ses côtés on observe les déambulations de : *A. similicommunis*, *A. compactus* et *Diplartipus longipes*. Chez les Périssodactyles, on a deux formes, l'une majeure *Palaeotheriipus similimedius* et l'autre mineure *Lophiopus rapidus*. Chez les Carnivores un très gros prédateur : *Hyaenodontipus praedator*. Tous ces Ichnotypes sont nouveaux. La biocénose comprend en addition quelques autres types moins bien représentés et qui ne seront que mentionnés dans le texte, au sein desquels les Oiseaux, et la présence de Micromammifères dans les parages (Fig. 1).

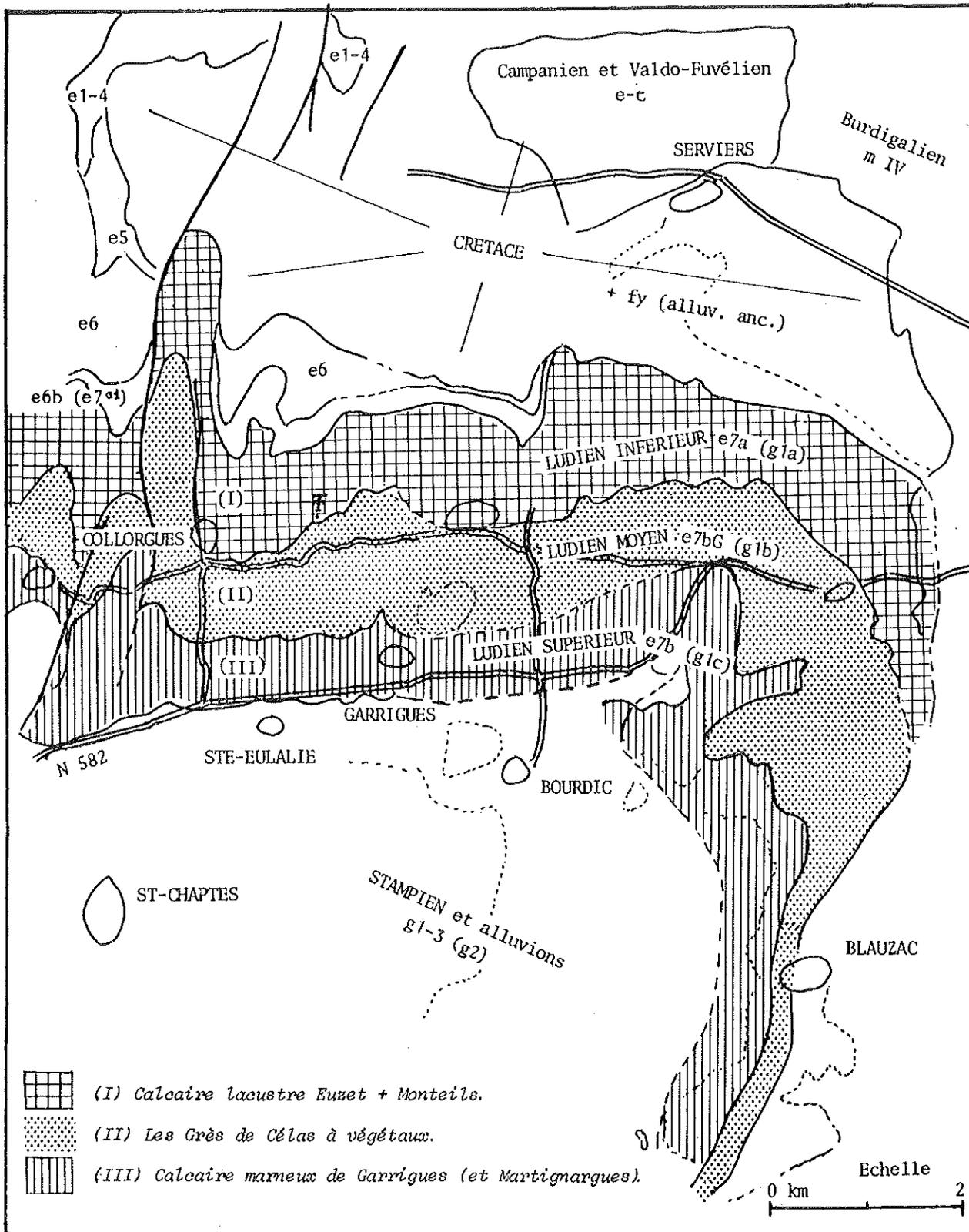


Figure 1. - Localisation géographique de la Dalle (Carte géologique simplifiée).

# I — TRAVAUX ANTERIEURS : DECOUVERTE D'ICHOFAUNES OLIGOCENES (GRANDE COUPURE ET AU-DELA)

## A — LES PISTES DU BASSIN D'APT-FORCALQUIER

On connaît le signalement fait par Bessonnat, Dughi et Sirugue (1969) de nombreuses empreintes de pas de Mammifères dans le Paléogène du Bassin d'Apt-Forcalquier. Les empreintes sont localisées au sommet des bancs du calcaire lacustre dit de La Fayette à Viens-Gignac (Vaucluse). La formation y est datée par *Limnea longiscata* et *Potamides lauræ*. Mais aussi par *Nystia duchasteli*, caractéristique de l'Oligocène (Termier 1960, p. 397) aux côtés de *Bithynia montiersi*, ainsi que *Cyrena sirena* v. *sirenoides*. Les auteurs situent ce gisement non loin de la Grande Coupure de Stehlin (p. 2). Ils le considèrent soit comme juste postérieur, c'est-à-dire comme appartenant bien à la zone de Ronzon, soit comme à peu près contemporain de la Coupure (et pouvant être rapproché de l'extrême sommet de la zone de Montmartre ?). Ce niveau à piste est en conséquence nettement plus récent que la Débruge, ou plus encore que la Dalle de Garrigues-Ste-Eulalie d'âge ludien inférieur à moyen.

A défaut d'autres références possibles, les auteurs comparent cette ichnofaune du Vaucluse avec les faunes de Ronzon. Ils la comparent avec un peu plus de réticence aux faunes de Montmartre et La Débruge, ces dernières bien que plus riches n'offrant en effet pour les pieds que des correspondances fort insatisfaisantes.

Aucune des ichnoformes du Bassin d'Apt ne correspond non plus, on va le voir, aux ichnotypes de la Dalle de Garrigues-Ste-Eulalie. Même en y incluant la grande forme locale non nommée «4», laquelle correspond à un grand Artiodactyle un peu de la taille de notre type I (voir plus bas) : on note que la partie proximale de la sole pédieuse est là-bas de forme subtriangulaire et va se rétrécissant bien plus que chez le type de Garrigues, ce qui suggère une différence sensible au moins dans l'articulation digito-métatarsienne.

Il est souhaitable que tout cet ensemble de pistes dont aucune n'est encore nommée reçoive bientôt des dénominations en Parasystématique Ichnique, en vue d'effectuer les confrontations nécessaires, et en vue d'éviter les attributions un peu rapides (si ce n'est même anachroniques ?).

Peut-être est-ce un peu empiriquement que les auteurs ont voulu tenter en effet un rapprochement et même une identification des formes étudiées, au regard des animaux suivants d'un âge plus ancien (les dimensions des empreintes, L x l, sont entre parenthèses, en mm) :

— Artiodactyles : Formes (4) *Anoplotherium commune* (?) : 150 (160) x 110 (160) ; (5) *Anoplotherium latipes* (?) 85 (95) x 85 ; (6) *Xiphodon gracile* (?) : 30 (40) x 23 (30) ; (7) « Espèces inconnues » de dimension variable : 55 (105) x 53 (95).

— Périssodactyles : Formes (1) *Palaeotherium magnum* (?) mais plutôt ici « de grands Rhinocéros » : 170 x 160 ; (2) pouvant être, elles, attribuées « à des jeunes de

*P. magnum* » (ou conjecturalement « aux *P. crassum*, *P. medium*, *P. curtum*, sur les pattes desquels on a peu de données » - sic -) : dimension 60 (80) x 75 (85) ; (3) *Anchilophus radegondensis* (?) ou éventuellement un Equidé encore plus typique : 130 x 105.

— Carnivores : Formes (8) et (9), « de grands Carnassiers semi-plantigrades » dont le plus grand se rapprocherait en taille de *Pterodon* et le plus petit à *Hyaenodon* (dimensions des traces : 125 x 85 ; et 105).

Comme aucune de ces traces ne correspond à celles de Garrigues, il faut en déduire que le niveau n'est certainement pas le même. En conclusion, il s'agit bien là d'une faune sensiblement plus évoluée. Il est possible que cette faune soit très directement attribuable au nouveau peuplement succédant à la Grande Coupure, ou l'accompagnant, comme l'ont pressenti en réalité (p. 2) les auteurs.

## B — L'EFFET DE LA GRANDE COUPURE ET LES ICHNOFAUNES DANS LA SUITE DE L'OLIGOCENE.

1°/ On sait (Sudre 1978 b, p. 174) que la plupart des Familles d'Artiodactyles éocènes s'éteindront alors. Seuls franchiront la Grande Coupure des groupes en général petits de taille comme : les Dichobunidés (*Dichobune*) les Cébochoeridés (*Acotherulum*), les Dacrythéridés (*Tapirulus*) et les Amphimérycidés (*Amphimeryx*). Mais surviendront aussi par immigration, alors, une série de groupes nouveaux souvent de bonne taille et qui constitueront un peuplement foncièrement neuf. Ceci sera vrai autant pour les Périssodactyles que pour les Artiodactyles.

2°/ Ichnologiquement, si l'on pénètre franchement dans l'Oligocène, les travaux de Casanovas et Santafé (1974) sont venus révéler, dans le Sannoisien de Catalogne, à Vilanova de la Aguda (Pons, Lerida), la présence d'une série originale de pistes. Ces empreintes sont attribuables à des Rhinocérotidés, à des Canidés et à des Félidés. Le tout apporte une contribution précieuse à l'ichnologie de cet âge nouveau :

- le « Canidé » peut être rapporté à une forme quelque peu voisine de *Cynodictis* ;
- le « Félidé » à une forme voisine de *Nimravus* ou de *Eusmilus* des Phosphorites du Quercy ;
- le « Rhinocérotidé » pourrait être rapproché au moins pour la taille d'*Aceratherium filholi* ou de son prédécesseur *A. velaunum*.

Ce niveau à pistes y apparaît stratigraphiquement contemporain du gisement de mammifères de Calaf, typiquement oligocène puisqu'il a fourni : *Peratherium leptognathus*, *Theridomys crusafonti*, *Diplobune minor*, ainsi que *Ephelcomenus* sp. et *Bothriodon aymardi* (Golpe P., 1974).

Ces formes ichniques décrites en Catalogne ne correspondent plus du tout avec celles de Garrigues, et donnent un état de ce qui se passait nettement après la Grande Coupure, à l'Oligocène.

3°/ Il en va de même dans le Sannoisien, à Bellingen (Allemagne) à 20 km au Nord de Bâle, pour les empreintes de Tapiroïdes évolués relevées par Tobien (1949, p. 29).

4°/ On peut en dire au moins autant des autres pistes décrites pour la suite du Paléogène. Par exemple, en Amérique du Nord (Oligocène supérieur ?), les pistes décrites par Chaffee et où sont apparus d'après les déductions de l'auteur :

- chez les Artiodactyles : les « Entélodontidés » d'un côté (avec *Dinohyus* ?) et les « Camélidés » de l'autre (avec *Poebrotherium* et *Oxydactylus* ?) ;
- chez les Périssodactyles : les « Rhinocérotidés » et les « Brontothéridés » avec quelques affinités avec le moderne Tapir (cf. *Brontops* ?).

## II — LE GISEMENT EOCENE SUPERIEUR DE GARRIGUE-STE-EULALIE ET LES ICHNOFAUNES DE L'EOCENE

### A — INDICATIONS GENERALES, AGE, STRATIGRAPHIE (FIG. 2 et 3)

En Europe méridionale, le Midi méditerranéen et notamment l'Hérault et le Gard sont des régions relativement privilégiées pour les ichnofaunes de Mammifères du Tertiaire ancien. Les divers gisements y demeuraient jusqu'à présent cependant de caractère limité.

1/ *Lutétien*. Dans le Lutétien de l'Hérault, on peut mentionner par exemple les quelques pistes laissées à la surface des bancs calcaires à clapotis ou ripple-marks situés dans la montée de la Route Nationale 109 à 6 km à l'Est de Gignac. Coordonnées Lambert  $x = 148,2$ ,  $y = 702,0$ ). Les empreintes y ont été faites en général sous un peu d'eau et ne sont pas nettes. Il paraît s'agir essentiellement ici de Périssodactyles de grande taille à la patte avant légèrement plus étalée que la patte arrière. Dimension des autopodes (L x l) : pes 110 x 90 mm ; manus 110 x 120 mm ; enjambée (= double pas) environ 1.00 m (fig. 3 a). Des pistes d'Oiseaux ont été relevées dans le même gisement. Elles n'ont pas la netteté de celles décrites dans le Lutétien inférieur (ou Ilerdien possible) pas mal plus à l'Ouest vers Carcassonne et attribuables à des Charadriiformes (Plaziat 1964 p. 292) (v. plus bas).

2/ *Bartonien*. Dans le Bartonien *s. lato* du Gard, on avait repéré dès la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, un petit nombre d'empreintes de pas de Mammifères dans les bancs à l'Ouest d'Euzet (cf. d'Hombres Firmas 1848). On sait l'abondance des faunes ostéologiquement recueillies à ces âges dans le Gard, entre le Marinésien de Robiac et la base du Ludien inférieur de Fons 1 et 4 jusqu'à Euzet. Les empreintes d'Euzet sont relativement nettes mais clairsemées (Wiénin, *rens. oral* 1979). Les plus typiques appartiennent à un Périssodactyle de petite dimension : pes 70 x 60 mm environ. L'enjambée (ou double pas) reste mal définie. La dimension corporelle de ce Périssodactyle pouvait correspondre à

C.G. 50000e XXVIII-40	Etages	Ages Absolus	Zones à NANNING (MARTIN)	Form. Planctoniques	Niveaux Repères Mammifères	GISEMENTS					C.G. 50000e XXVIII-40 Termes locaux, âges attribués	
						FRANCE		ANGLETERRE	Allemagne Suisse Espagne Belgique	Allemagne E. tassé Rhénan		
						Quercy	autres régions					
	Oligoc. (1 Samoisien)				RONZON SOUMAILLES	RAVET AUBRELONG I	LOBSANN LAGNY THORIGNY	Lower HAMPSTEADT B	HOOGBUTSEL	MOHREN 13	g1-3 Bourdic (400-600m)	Oligocène
	G-C	34-36			SI CAPRAISE	ROSIERES-1-2-4 TABARLY ESCAMPS	PANTIN BABY MAS Ste PUELLES VILLENEUVE la Comptal	BEMBRIDGE LIMN BEMBRIDGE MARLS OSBORNE BEDS	SAN CUGAT MORMONT-ENTRE	ERHENSTEIN (18) MOHREN 19	e7b Martignargues (30-50m)	Ludien sup. Calc. mar. à <i>Melanoides acutus</i>
	LUDIEN Supérieur				LA DEBRUGE	SINDOU D Ste THOULE CELARIE	PONT D'ASSOU	Upper HEADON BEDS	NEUSTADT	MOHREN 6 ERHENSTEIN (1A) 2-3 HERRLINGEN 3	e7bG Célas (Blauzac) (0-60m)	Ludien moy. Grès à Végétaux
	Eoc. Supérieur				PERRIERE	GOUSNAT	DALLE GARRIGUES	Middle HEADON BEDS	GÖSGEN	— Ichnofaune Garrigues —		
	LUDIEN inférieur				EUZET FONS 4 FONS 1	MAL PERRIE ROSIERES 2 5 LA BOUFFIE LES PRADIGUES LES CLAPIES LAVERGNE	FONS 1-2-3-4-5-6-7	Lower HEADON BEDS	SISIS Roc de Santa	e7a Euzet (30-100m) + Monteils	Ludien inf. Calc. lac. à <i>Pot. aporoschema</i>	
	MARINESIEN	39-41			ROBIAC CASTRAIS	LE BRETOU	GRISOLLES	Upper BARTON BEDS	MORMONT Eclepens MOUTIER	e6 St-Mamert (80-150m)	Bartonien	
	AUVERSIEN				LISSIEU EGERMINGEN		ARCIS LE PONSART LE GUEPELLE	Middle BARTON BEDS	CAPELLA			
	Eoc. Moyen	42-44			BOUXWILLER ARGENTON		AUMELAS CALC. GROSSIER ISSEL	Lower BARTON BEDS	GEISELTAL (MITTEL) GEISELTAL (UNTER)	e5 Aigalier (Clary) (5-30m)	Eocène moyen	
	Eocène inférieur	47-49			GRAUVES		GRAUVES			e1-4 Brouzet (15-20)	Eocène inf.	

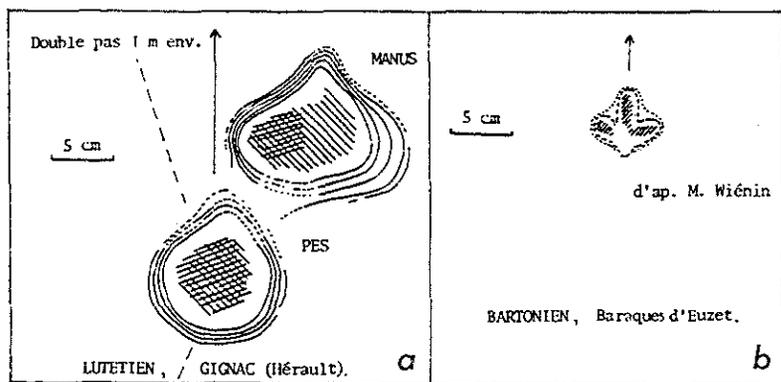


Fig. 2. — Essai de corrélation des gisements à mammifères de l'Eocène d'Europe occidentale. D'après Sudre J. 1978. Avec l'emplacement du niveau de la Dalle à empreinte de Garrigues-Ste-Eulalie et les sigles de la C.G. XXVIII-40 et termes locaux.

Fig. 3. — Présence de pistes plus anciennes :  
a/ Lutétien, Gignac (Hérault) ;  
b/ Bartonien, Baraque d'Euzet - Périssodactyles.

celle d'un des membres du groupe de *Plagiolophus* ou de *Anchilophus* (fig. 3 b). Roman (1910, p. 904) les attribue à *Lophiodon* sp.

3/ *Ludien*. Dans le Ludien du Gard, l'horizon à pistes le plus spectaculaire est certainement celui faisant l'objet de cette communication.

a/ Localisation de la nouvelle dalle.

La grande dalle de Garrigues-Ste-Eulalie décrite ici est située un peu au Nord de la route D 120 sur un chemin de terre à peu près à mi-distance entre Collorgues et Aubussargues, soit à 1 500 m de ce dernier lieu. Coordonnées Lambert x = 191,5 ; y = 758 (fig. 1).

b/ Nature et âge de la dalle.

Dans l'état actuel de dégagement, cette dalle à faible pendage N-S mesure une longueur de 18 m sur une largeur moyenne de 2,50 à 4 m. Mais un dégagement judicieux pourrait en accroître considérablement la surface étudiable, notamment vers l'Est et le Sud (fig. 15 et pl. 1).

Elle est constituée d'un horizon massif correspondant aux derniers calcaires lacustres *s. stricto* précédant les sables et grès de Célas. La formation lacustre d'ensemble est celle désignée sous les sigles g1<sup>a</sup> (Feuille d'Uzès, XXIX-41) et e7<sup>a</sup> (Feuille d'Alès XXVIII-40). Le banc massif portant le grand ensemble de pas ici relevés atteint 4 m d'épaisseur. Microstratigraphiquement, il a été coiffé en concordance par un mince lit de même calcaire lacustre, très peu puissant (0,06 m) portant à son tour quelques traces de pas de Mammifères de même type ; puis par un deuxième banc plus épais du même calcaire lacustre sans piste (0,15 m). Le dépôt des calcaires lacustres se terminera par des paléosols suivis de bancs friables menant aux premiers grès de Célas.

L'ensemble de cette formation lacustre, en y incluant les bancs sommitaux extrêmement durs à pistes correspond donc bien et de façon stricte à la formation des « Calcaires compacts ou en plaquettes blancs » à beiges, et contenant Bithinidés et Potamidés, de la Feuille d'Uzès. Ces fossiles se retrouvent dans la dalle même.

L'âge de la dalle, tout en restant compris dans la formation d'Euzet, se retrouve en définitive déjà près de la formation de Célas. C'est ce que suggère indépendamment une comparaison des faunes de mammifères de ces horizons (paragr. B).

c/ Conservation des pistes (diagenèse) (pl. 1 et 2).

Le banc à pistes proprement dit, bien qu'entièrement recouvert par des lits ultérieurs de même nature, peut en être libéré du fait d'un manteau protecteur pulvérulent de quelques millimètres qui est venu draper toute la surface du biotope fossile dans son ensemble en y incluant les diverses marques végétales autant que les fossiles physiques (fentes de retrait, etc.). Le même phénomène a agi sur les creux des pas, qui paraissent avoir été comblés très rapidement et jusqu'à ras bord par cette même substance étrangère au calcaire lacustre.

Ce colmatage, en pénétrant jusqu'au fond des empreintes, en a garanti la préservation intégrale sans que le moulage du pied au sol en ait été perturbé. Il en permet en

même temps aujourd'hui un dégagement naturel assez remarquable, puisqu'on peut voir au sein de ce calcaire lacustre très résistant les empreintes dégagées habituellement jusqu'à leur profondeur primitive (50 à 90 mm). Curieusement et comme on va le voir, ces moulages des pieds dans les trois dimensions n'ont connu à peu près aucune déformation de nature plastique. Le pied s'est chaque fois enfoncé puis retiré sans les habituels affaissement ou délavage périphérique de l'empreinte qu'aurait causés normalement une présence de l'eau et surtout le retour de l'eau.

Sédimentologiquement, cette fine substance re-déposée à la surface du marécage, en dépit de son aspect quelque peu marneux, correspondrait en conséquence non pas à un apport aquatique, mais bien davantage à un saupoudrage et un colmatage rapide d'origine éolienne, ainsi que le suggère aussi la granulométrie, et le transport d'une telle matière allochtone au cours d'un probablement éphémère épisode.

Dans son état actuel, la dalle comprend les marques d'environ 120 pas tous groupés en pistes : soit au moins une douzaine de pistes majeures. On peut y adjoindre les quelques autres pas observés dans le voisinage.

d/ Couverture sédimentaire de la dalle et données biostratigraphiques.

(I) L'ensemble de cette première formation lacustre est caractérisé biostratigraphiquement, à partir du niveau de base d'Euzet, par un ensemble de Faune et de Flore qu'on attribue classiquement de nos jours au Ludien inférieur (échelles de Blow et Martini, *in* Sudre 1978 b, p. 184 s ; voir au parag. B). Thaler (1966, p. 237 ss) a discuté et démontré le caractère de stratotype qu'apporte *Potamides aporoschema* au long de cette zone.

(II) Au-dessus de cette première série de calcaire lacustre, et de la Dalle de Garrigues-Ste-Eulalie elle-même, les épais dépôts fluviatiles à apports siliceux en provenance probable des Cévennes (stratifications obliques indiquant des courants NW-SE) forment une assise de couleur plus sombre de brun-jaune à versicolore, très bien visible localement près de la D 120 et désignée autour du gisement sous le nom de « formation de Aureillac-Blauzac ». Elle paraît l'équivalent exact des Grès à Végétaux de Célas (Feuille d'Anduze n° XXVIII-41). Nous y avons effectivement décelé à Collorgues, à 1 km du gisement, diverses empreintes végétales. Ces empreintes sont accompagnées de pistes d'Arthropodes ou d'autres Invertébrés ; et incidentellement des pistes d'Oiseaux (42 x 54 mm) dont l'un est arrêté pieds-joints près d'un petit paléo-chenal. La série est celle figurée sous le sigle g1<sup>b</sup> sur la Feuille d'Uzès et le sigle e7<sup>b</sup>G sur la Feuille d'Alès : on l'attribue classiquement au Ludien moyen, ou d'une manière assez généralement acceptée comme une assise basale du Ludien supérieur (Feuille d'Alès).

(III) Achevant la série locale et au-dessus de ces grès sont venus enfin s'établir, en concordance, les calcaires marneux massifs à souvent en plaquettes dits formation lacustre supérieure à *Melanoides albigensis* et Bithynidés. Cette assise affleure assez largement au Sud du village de Garrigues. Elle y est figurée sous le sigle g1<sup>c</sup> sur la Feuille d'Uzès et le sigle e7<sup>b</sup> sur la Feuille d'Alès. Elle constitue classiquement dans l'échelle actuelle la partie sommitale du Ludien supérieur.

On ne connaît que très peu d'autres gisements de pistes dans le Ludien proprement dit. Il faut signaler toutefois les pistes mentionnées jadis, au XIX<sup>ème</sup> siècle à Paris dans les Gypses de Montmartre et spécialement de la vallée de Montmorency (Desnoyers, 1859). On y relevait en sus de traces de Reptiles et d'Oiseaux divers, plusieurs types de traces de Mammifères dont un *Equoidea* tridactyle, et un Anoplothériid vraisemblable (Tobien 1949, p. 28). Ces pistes d'âge Ludien sont aujourd'hui égarées et ne peuvent servir de points de comparaison.

e/ La fin de l'Eocène.

A la suite de ces assises Ludiennes mais dans une concordance imparfaite, on voit s'établir un peu au Sud de Garrigues-Ste-Eulalie les marnes et calcaires de l'Oligocène. Cette large formation est observable autour de Bourdic. Elle est attribuable à un Sannoiso-Stampien mal défini. Son âge serait nettement postérieur à celui de la Grande Coupure. Elle n'a pas fourni de pistes.

## B — L'ECOSYSTEME : LA FLORE ET LA FAUNE LUDIENNES AUX ALENTOURS DU GISEMENT DE GARRIGUES-STE-EULALIE.

Les trois niveaux successifs, le premier vers le sommet duquel se trouve la Dalle (I), et les deux qui vont lui succéder (II) et (III), comprennent aujourd'hui une Flore et une Ostéo-faune analysées avec une précision toujours grandissante (ERA Montpellier) (fig. 2). Le cadre écologique des animaux de Garrigues-Ste-Eulalie peut donc être approché avec un minimum d'incertitude tant du point de vue botanique et climatologique que du point de vue paléontologique. La connaissance systématique des grands groupes vivant alors, apporte un intérêt indéniable à la compréhension de l'Ichnofaune.

### 1/ La Flore.

Il est intéressant de jeter d'abord un coup d'œil sur la Flore encadrant les pistes.

— Le niveau (I), précédant les ébats et déambulations des animaux ici étudiés, est célèbre pour ses très nombreuses empreintes de plantes fossiles de caractère subtropical. Avec : *Ficus marioni*, *F. ambigua*, *Sequoia sternbergi*, *Vallisneria saportana*, *Chamoerops celasensis* et Charophytes. Cette Flore est accompagnée d'Insectes dont les Diptères (*Biblio* sp.) et de Poissons (*Atherina vardinis*).

— Le niveau (II), qui s'est déposé à la suite de la formation de ces niveaux lacustres s. str., montre avec les Grès de Célas (et des Fumades) la continuation d'une même végétation chaude avec : *Cinnamomum* sp., *Cystopteris fumariacea*, accompagné toujours de *Chamoerops celasensis*, *Ficus* (11 espèces), *Acacia servasensis*, *Leguminosites celasensis*, etc. Et Charophytes ici de type *Gyrogona*.

— Le niveau (III) contient à son tour une importante formation de lignite avant la Grande Coupure et les refroidissements de l'Oligocène.

## 2/ La Faune.

Ostéologiquement, dans ces mêmes niveaux, les Mammifères correspondent, comme la végétation, à une époque au climat très favorable. On va observer une corpulence croissante des animaux.

a/ Le niveau (I) contient, à 10 km à peine au NW de la Dalle et dans les horizons de base les plus anciens, l'ensemble remarquable de la Baraque d'Euzet avec, entre autres (Sudre 1978, p. 207 ; C.G. Feuille d'Alès XXVIII-40, Uzès XXIX-41, Anduze XXVIII-41) :

— Artiodactyles : les Bunodontes *Choeropotamus depereti*, *Cebochoerus minor* ; les Bunosélénodontes (Anoplothériidés et alliés) *Dacrytherium ovinum* et *Leptotheridium lugeoni* ; les Sélénodontes (Xiphodontidés) *Xiphodon intermedium*, *Dichodon cervinum* et *Haplomeryx euzetensis*, auxquels il faut ajouter *Pseudamphimeryx renevieri*.

— Périssodactyles : *Palaeotherium crassum*, *P. medium* ; *Plagiolophus annectens* ; *Lophiotherium cervulum*, *Anchilophus dumasi* (ces derniers, devanciers proches des Equidés plus récents).

— Carnivores : *Hyaenodon requieni*.

— Primates : *Adapis magnus* et le Nécolémuridé *Microchoerus erinaceus*.

Ces animaux demeurent, pour l'ensemble, moins corpulents que ceux qui vont apparaître ichnologiquement sur la Dalle à la fin de cette première étape.

b/ Le niveau gréseux (II) de Célas, qui vient recouvrir l'horizon lacustre à pistes, va contenir (Garimond et Thaler 1963, p. 62) un homologue à peu près exact de la faune de Montmartre et de la Haute-Masse du Gypse rangée dans le Ludien moyen à supérieur (cf. Feuille Alès ; feuille au 80 000ème Le Vigan N° 221). Les Grès à Végétaux de Célas qui forment ce niveau y ont fourni en effet, à moins de 10 km au Sud cette fois du gisement, les Artiodactyles *Anoplotherium commune* (à Sauzet) et *Amphimeryx* sp. (à Montignargues). Comme aussi les Périssodactyles *Palaeotherium magnum* (à Castelnau-Valence et Fons) et *Plagiolophus* cf. *minor* (à Fons), tout à la base de la formation de Célas (G. et Th. ibid.).

Ce niveau paraît dès lors l'homologue de celui de la Débruge dont on connaît à 95 km à l'Est l'abondance de la Faune avec (de Bonis 1964, p. 34 ; Sudre 1978, p. 211 s) :

— Artiodactyles : les Bunodontes *Choeropotamus parisiensis*, *Cebochoerus saturninus*, *Dichobune leporinum* et *Acotherulum saturninum* ; les Bunosélénodontes (Anoplothériidés et alliés) *Dacrytherium saturnini*, *Tapirulus hyracinus*, *Diplobune secundarium* et surtout le grand *Anoplotherium commune* (auquel il faut joindre *A. latipes* et *A. laurillardi*) ; les Sélénodontes *Xiphodon gracile*, *Dichodon stehlini* et *D. cf. frohnstettense*, auxquels il faut ajouter les petits *Amphimeryx murinus* et surtout *A. collotarsus*.

On trouve, en plus de ces groupes classiques, une faible représentation des Anthraothériidés (*Elomeryx crispus*) et des Cainothériidés (*Oxacron courtoisi*).

— Périssodactyles : *Palaeotherium crassum*, *P. medium* (plus *P. magnum*, *P. curtum*, *P. latum*, *P. duwali*) ; *Plagiolophus annectens* (plus *Pl. minor*) ; et l'Equidé *Anchilophus radegondensis*.

— Carnivores : les grands *Hyaenodon requieni* et *Pterodon dasyuroides* ; et le Canidé *Cynodictis lacustris*.

— Primates : *Adapis parisiensis* et le Nécolémuridé *Microchoerus edwardsi*.

— En addition à cette liste, la Débruge a encore fourni : 4 Rongeurs, 1 Insectivore et 3 Marsupiaux.

c/ Le niveau (III) qui vient achever la série du Ludien du Gard, avec le retour des niveaux lacustres (calcaires marneux massifs de Garrigues) est daté du Ludien supérieur par *Melanoides albigensis*, *M. acutus*, *Sphaerium bertereauae* et *Cyrena convexa*. Il contient à son tour dans les lignites, un peu plus au N-W entre Servas et Avéjan (G. et Thaler 1963 ; Feuille Alès XXVIII-40) :

— Artiodactyles : des Bunodontes avec *Choeropotamus* sp. et des Bunosélénodontes avec *Anoplotherium* cf. *commune*. Il faut y ajouter des Sélénodontes avec *Xiphodon gracile* à Vermeils.

— Périssodactyles : toujours *Palaeotherium crassum* et *P. curtum* avec *P. muehlbergi* et *Plagiolophus fraasi*.

### 3/ Conclusion sur l'Ecosystème du Ludien du Gard et le paléoenvironnement des pistes (Microclimat).

La Grande Coupure menant à l'Oligocène et de là au Stampien et sa suite, conduira à des changements profonds dans la Flore et dans la Faune.

Il est donc captivant de retrouver biostratigraphiquement vers la base du niveau paléontologique classique de Montmartre et vraisemblablement de la Débruge les empreintes de ces mêmes animaux de l'Eocène. Le stade en serait légèrement plus ancien, quoique postérieur à Euzet. On peut supposer que ce niveau à pistes du Ludien moyen n'est pas loin de correspondre biochronologiquement à un âge tel que Perrière ou Ste-Néboüle. On note cependant que la faune représentée y est d'une corpulence bien plus considérable. Le biotope était certainement d'un ordre différent avec ses grandes étendues marécageuses. Les premiers épandages gréseux de Célas pouvaient être annonciateurs de leur côté d'un nouvel épisode pyrénéen (v. Eysinga 1975).

## III — L'ICHOFAUNE DE LA DALLE DE GARRIGUES-SAINTE-EULALIE

### A — LA DALLE DANS SON ENSEMBLE : LE BIOTOPE ET SA BIOCENOSE.

Le biotope consiste en un fond marécageux. Ici aussi comme dans le futur pour le gisement de Viens-Gignac, le sol sur lequel les Mammifères ont déambulé se présente dans son état actuel comme un calcaire lacustre phytogène vermiculaire. Et ici, de la

même manière, il s'est déposé dans un marécage peuplé par une végétation herbacée « à faciès juncoïde ». Curieusement on note que la densité des fines tubulures verticales est incidemment plus accusée à une extrémité du biotope exposé qu'à l'autre. C'est également vers cette extrémité (Nord de la dalle) que les fentes de retrait dues à la disparition de l'eau sont les plus marquées. Cette région est en même temps celle où le piétinement des animaux est le moins nombreux. On a vu plus haut que l'eau avait dû intégralement disparaître au moment où toute cette Faune diversifiée est venue circuler. C'est ce que paraissent attester les nombreuses traces de carnassiers qui sont venues s'imprimer au sein de ce biotope de phytophages. Il est enfin remarquable de rappeler que les empreintes n'ont eu à pâtir, on l'a dit, d'aucune déformation plastique réelle au cours de toutes les traversées. La plupart de ces empreintes ont été faites sans aucune hâte ; on ne voit jamais aucun pied traînant, ni aucune déformation ou glissade due à la rapidité, sauf peut-être pour le type VI. Comme le pied est rentré dans le sol, de même il est ressorti, en laissant un moulage intégral, lequel atteint dans un grand nombre de cas plusieurs centimètres de profondeur : 30 à 80 mm pour les pattes rondes des grands « Carnivores » et jusqu'à 100 mm pour les sabots des divers gros « Herbivores » (pl. 2, et pl. 1).

A peu près la totalité des traces relevées se répartissent en pistes complètes qu'on peut étudier un pas après l'autre. Ceci permet de scruter avec un certain luxe de détail les diverses manières dont l'animal opère les appuis de son pied au sol. Pour le type I par exemple, sa piste A peut être suivie sur 18 mètres de longueur, ce qui représente 26 pas consécutifs d'une moyenne de 70 cm chacun environ. On peut voir alors comment l'appui se fait en ne piquant que faiblement les sabots dans un plan incliné vers l'avant ; quelquefois les sabots piquent sensiblement plus fort (pas 6) ; quelquefois au contraire on peut apercevoir l'appui de l'articulation digitométatarsienne et des sésamoïdes (pas 16).

Si la forme du pied ainsi conservée apparaît une réplique assez fidèle de celle de l'autopode de l'animal au vivant, une observation de pistes complètes et présentant une telle suite des pas permet d'autre part de faire voir en supplément les divers mouvements caractéristiques de l'animal, d'assister à ses changements de direction et dans divers cas à ses légères hésitations (avec à la limite quelques remarques d'ordre éthologique). Mais on obtient surtout un éventail de renseignements intéressants sur la carrure ou la largeur du corps, notamment par l'analyse de la largeur de la voie. On peut tenter d'apprécier la hauteur relative des pattes (comparer la piste A et la piste F !). On peut juger de la probable lourdeur du train avant par rapport au train arrière par l'étude des couples (voir la piste H).

Ces diverses données ajoutent un complément d'un intérêt indéniable à l'analyse de cette Faune de l'Eocène supérieur de Garrigues.

## B — INVENTAIRE DE L'ICHOFAUNE. DIAGNOSE ET DESCRIPTION.

On dénombre sur la dalle même 9 types d'animaux différents, et 2 au voisinage.

## 1°/ Artiodactyles

Type I. *Anoplotheriipus lavocati* nov. gen., nov. sp. (fig. 4)

Genre *ANOPLOTHERIIPUS* nov.

*Espèce-type* : *Anoplotheriipus lavocati* nov. sp. (Piste A.)

*Diagnose* : Artiodactyle de très grande dimension. Autopode dépassant de 4/3 celui de *Anoplotherium commune* (voir discussion). Les deux sabots sont subparallèles. Projection vers l'avant du sabot interne III plus accusée que celle du sabot externe IV. La partie postérieure de la sole pédieuse est transversalement aussi élargie que la partie antérieure à l'inverse du type « 4 » de Viens-Gignac, plus récent.

*Derivatio nominis* : La reconstitution de l'architecture du pied d'après l'empreinte rapproche de près cet autopode de celui des Anoplothériidés classiques de la zone de Montmartre.

Fig. 4. — *Anoplotheriipus lavocati* :

a/ Empreinte du pas lors de l'appui complet, type I ;

b/ Reconstitution du squelette à la même échelle en admettant une ressemblance avec *Anoplotherium commune*, x 1,25 environ. Le sésamoïde externe du doigt IV est probablement plus petit que les autres comme chez divers Anoplothériidés (travaux Sudre, en préparation). Une présence du doigt II, à la manière de *Anoplotherium tridactylum* d'après Kovalevsky, reste ici très problématique.

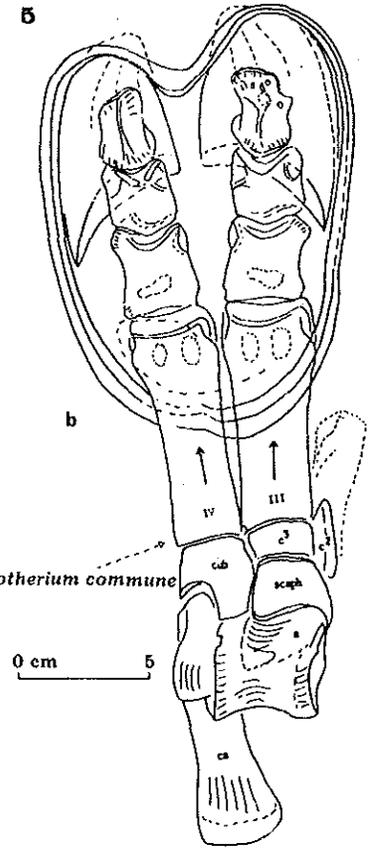
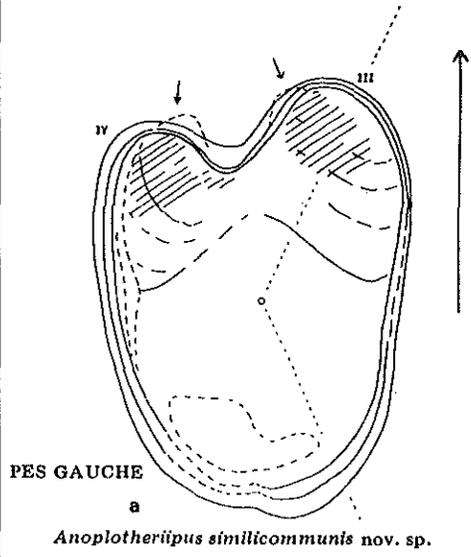
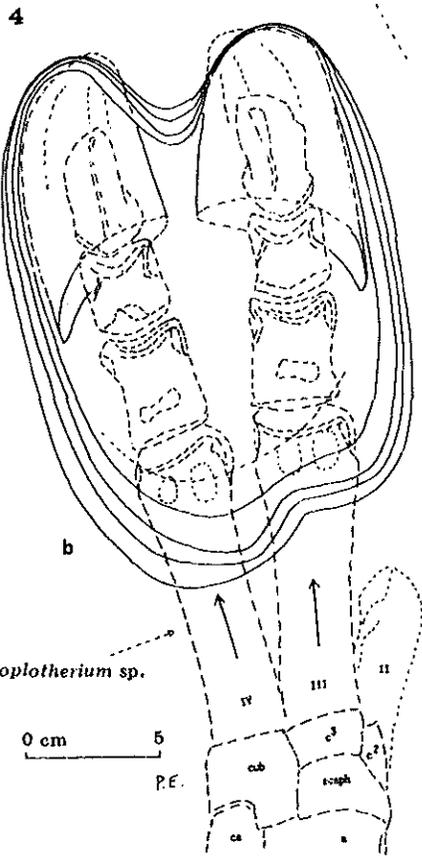
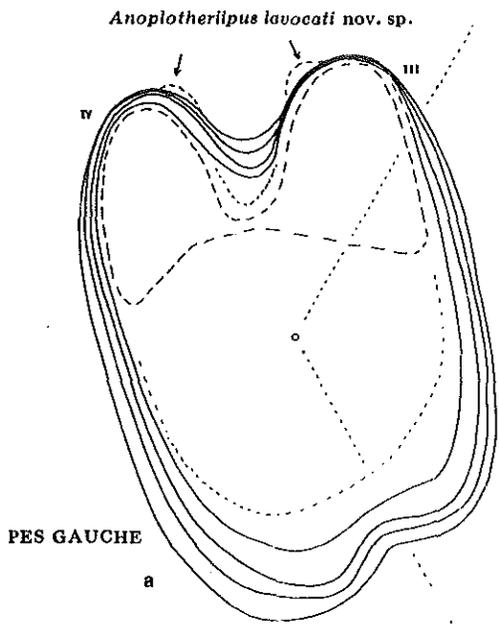
Le métatarse, redressé en réalité à la verticale, est représenté ici rabattu au sol.

Fig. 5. — *Anoplotheriipus similicommunis* :

a/ Empreinte du pas, type II ;

b/ Le squelette de *Anoplotherium commune* (du Gypse de Montmartre) à la même échelle. On remarque une superposition parfaite. Emplacement des sésamoïdes assez net. Sabots reconstitués en partie d'après Cuvier ; mais leur forme pouvait être plus compliquée si on en juge à l'aspect tourmenté et un peu dissymétrique des phalanges unguéales de *A. commune* (IV, « triangulaire » ; III, « spatulé »).

Le métatarse, redressé en réalité à la verticale, est représenté ici encore rabattu au sol. La patte avant demeurait plus étalée, d'où un moindre enfoncement habituel.



*Anoplotheriopus lavocati* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : Deux pistes, la piste A comprend, dans l'état de dégagement actuel, 26 pas postérieurs consécutifs (13 gauches et 13 droits, sur un trajet faiblement curviligne de 18 mètres de longueur. Les derniers pas dont le 23ème et le 25ème ont souffert de l'érosion subactuelle. La piste A' montre 1 à 2 traces vers le haut (Nord) (fig. 15).

*Diagnose* : Espèce-type, de loin la plus majestueuse des trois actuellement définies. La mobilité de l'articulation digito-métatarsienne apparaît une caractéristique spécifique (enfoncement des sabots par la pointe, pas 6 ou 20 ; enfoncement des articulations proximales, pas 16 ou 24). Le train arrière est constamment beaucoup plus marqué que le train avant (voir plus loin).

*Démarche et mode de vie* : Se reporter un peu plus bas (Manus ; et Piste).

*Description et mensurations spécifiques* :

## PES.

Longueur visible au sol 170 à 180 mm. Le pied est trapu et comprend deux sabots, subparallèles. La divergence entre les deux doigts reste très faible et oscille autour de 12°. Le pied est tourné en direction externe de la piste sous un angle appréciable qui atteint en moyenne 16°. Le sabot III est projeté légèrement plus à l'avant de l'autopode que le sabot IV ; mais le proximum du doigt III comme la zone des sésamoïdes partent d'un peu plus à l'avant que ceux du doigt IV. Il en résulte que, comme chez *Anoplotherium*, les deux doigts sont pratiquement équivalents avec une légère supériorité de longueur possible pour le doigt externe. Longueur minimale des doigts sans leurs sabots sur la reconstitution du squelette (le métatarse redressé non compris) : III, 115 mm ; IV, 115 mm ; avec les métatarsiens, on aurait en valeurs globales les ordres de grandeur suivants (par Anatomie comparée, fig. 4 et 5) : III 225 mm ; IV 225 mm. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles d'*Anoplotherium commune*, le plus grand des Anoplotheriidés connus, chez qui ces quatre valeurs descendent respectivement à 85 et 85 mm ou avec les métatarsiens III, 170 mm, et IV, 170 mm. Pas de trace d'un doigt II, à l'inverse d'*A. tridactylum* par exemple (Kovalevsky 1960, pl. XXXVII).

Mesurés directement sur l'empreinte, les 2 doigts munis de leurs sabots sont sensiblement plus longs : III, 140 mm ; IV, 135 mm au moins (le métatarse non compris) (voir *A. commune* plus bas).

Largeur visible au sol de la marque du pied, grossièrement elliptique ou subrectangulaire, 120 mm. On ne voit jamais aucune survivance des doigts les plus latéraux, pas plus que chez les Anoplotheriidés classiques.

## MANUS.

Pratiquement aucune empreinte du membre avant n'est visible. Il n'existe nulle part de superposition de la trace du membre arrière venant se placer dans celle laissée par le membre avant. Un tel couple aurait laissé un décalage lors du tournant sur la

droite, tel que celui amorcé au 13ème pas : là même il n'y a pas de trace du membre avant par « méjugement ». Il faut donc en conclure que le sol bien que remarquablement plastique en-dessous, était déjà suffisamment compact à la surface du marécage pour que la main probablement plus large n'ait pas percé. On peut penser d'autre part que l'ébranlement causé avait été suffisant à chaque pas pour permettre à l'autopode postérieur de chaque fois bien s'imprimer et s'enfoncer (Pour la tête, voir plus bas).

#### PISTE.

La piste principale A qui chemine du Sud vers le Nord apporte avec elle une série d'informations sur l'auteur de la piste. On peut étudier le caractère varus ou valgus de la pose des pas. On peut étudier les intéressantes irrégularités dans la longueur des pas. Ces irrégularités pouvaient être dues à la nature peu hospitalière du sol, ou peut-être simplement du fait que l'animal paissait. On constate par deux fois un ralentissement du pas gauche-droite (pas 1-2 ; pas 15-16) ; dans un autre cas c'est le pas droite-gauche (pas 20-21). Dans la plupart des autres cas la démarche est régulière et posée et on a les caractéristiques suivantes :

- Enjambée : 1,45 m (Pas = 0,72 m). Pace angulation : 120° (Ped.angulatio : 30°) avec variabilité faible, soit de 115° à 125°.

- Largeur de la voie postérieure : l'écartement n'oscille que de peu, soit de 0,37 m à 0,40 m. Cette largeur de la voie indique à son tour une démarche lente et des membres courts, de l'ordre de ceux que Cuvier (1836) a reconstitués pour *Anoplotherium commune* (fig. 14). Mais il semble que la corpulence soit ici nettement supérieure (voir *Anoplotheriipus similicommunis*, ci-dessous).

- Largeur de la voie antérieure : l'absence de toute voie antérieure sur la piste peut confirmer que, comme Cuvier l'a représentée, la tête était légère par rapport au corps. Peut-être le long cou était-il un peu plus redressé ou rabaissé, ce qui reportait un peu plus le centre de gravité vers l'arrière.

*Discussion* : Comme on le voit sur les figures (fig. 4, a et b ; pl. 1 et 2), il est à peu près certain qu'on a à faire à un très grand Anoplothériidé. *Anoplotheriipus lavocati* représente certainement avant cette fin de l'Eocène un animal particulièrement imposant dont les restes osseux n'ont pas encore été découverts.

*Derivatio nominis* : Cette piste magnifique est offerte en hommage à René Lavocat, dans l'expectative d'une découverte de l'auteur propre lui-même de ces déambulations majestueuses, au travers du biotope d'âge « Pyrénéen » *s. lato*, en cette région du Languedoc. Voir à ce propos les discussions de Thaler (1966, p. 231 ss) sur les synchronisations de la phase tectogénique pyrénéenne propre, avant les Grès de Célas.

Type II *Anoplotheriipus similicommunis* nov. sp. (Fig. 5)*Anoplotheriipus similicommunis* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : Deux pistes. La piste B comprend dans l'état de dégagement actuel 8 pas consécutifs sur un trajet rigoureusement rectiligne de 5 mètres de longueur (fig. 15). La piste B' située à la surface du petit niveau superposé à la dalle principale est peu marquée et peut avoir été estompée par l'eau ; traces probables du train avant.

*Diagnose* : Espèce notablement plus petite que l'Espèce-type. Souplesse de l'articulation digito-métatarsienne apparaissant moindre. Pied subrectangulaire plus oblong. Sabot interne demeurant sensiblement plus allongé que le sabot externe. Dimension équivalente à celle de *Anoplotherium commune* (autopodes postérieur et antérieur).

*Démarche et mode de vie* : L'allure d'ensemble est un peu plus légère, avec une voie un peu plus resserrée (fig. 15).

*Description et mensurations spécifiques* :

## PES.

Longueur visible au sol, 140 m. Le pied est moins pesant. Il comprend toujours 2 sabots subparallèles, mais la divergence des deux doigts est plus faible et descend en-dessous de 10°. Le pied est tourné en direction externe de la piste sous un angle ici de 8 à 10° seulement. Le sabot III est aussi proéminent mais plus large et mieux marqué au sol que chez *A. lavocati*. Il semble qu'il y ait là aussi un certain décalage vers l'avant du doigt III par rapport au doigt IV. Longueur minimale des doigts (le métatarse redressé non compris) : III, 90 mm ; avec les métatarsiens valeurs pouvant s'élever (par Anatomie comparée (fig. 5 b) à au moins III, 180 mm et IV 180 mm. Ces valeurs correspondent de près à celles du squelette de *Anoplotherium commune*, quant aux doigts, III, 85 mm ; IV, 85 mm ; avec les métatarsiens, respectivement 170 mm et 170 mm. Sésamoïdes : empreinte de leur emplacement assez nette à l'arrière.

Mesurés directement sur l'empreinte, les 2 doigts propres munis de leurs sabots sont sensiblement plus longs, et totalisent les longueurs globales suivantes : III 120 mm ; IV, 115 mm. Ces valeurs peuvent correspondre d'assez près à celles d'*A. commune* si on regarde à la reconstitution des sabots tentée par Cuvier (1836) (pl. 147). Pour les sabots, voir cependant la remarque plus bas (discussion).

Largeur au sol, 105 mm. Pas de restes de doigts latéraux visibles. Le doigt II non plus.

## MANUS.

Même observation que pour l'Espèce-type pour ce qui touche la piste B. La piste B' indiquerait un autopode antérieur à l'axe orienté vers l'avant, et avec les deux sabots légèrement plus divergents que pour le pied, comme on le voit chez *Anoplotherium commune* pour la main. Il en découle que la patte avant, du fait de ce plus grand étalement, pouvait ne pas s'enfoncer comme la patte arrière. C'est exactement la façon de faire du Renne aujourd'hui.

## PISTE.

La piste-type B traverse le biotope de NW en SE. Pas : toujours très réguliers, sauf un léger raccourcissement dans un pas droite-gauche (pas 2-3). La piste secondaire B' se dirige approximativement vers le Nord.

- Enjambée 1,32 m (Pas = 0,66 m). Pace angulation 130° (Ped. angulatio : 25°). La valeur reste constante.

- Largeur de la voie postérieure : 0,30 m (constante).

- Largeur de la voie antérieure : même remarque que pour *A. lavocati*. S'il y a des traces du train antérieur, elle sont particulièrement peu marquées.

*Discussion* : La dimension de l'autopode, sa nature, et la reconstitution du squelette attestent la présence d'un Anoplothériidé extrêmement voisin de *Anoplotherium commune* (fig. 5 b).

Les phalanges unguéales de ce dernier possèdent des formes relativement complexes et qui rendent un peu problématique la reconstitution de la forme externe exacte des sabots. Nous les avons restitués ici à la façon de Cuvier, en se basant sur la piste.

*Derivatio nominis* : De « *similis* » = « semblable, ressemblant » à la forme classique « *commune* » chez les Anoplothériidés.

Type III *Anoplotheriipus compactus* nov. sp. (Fig. 6)*Anoplotheriipus compactus* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : Une piste, piste C, comprenant dans l'état de dégagement actuel 7 pas consécutifs sur un trajet de 4 mètres en giration régulière vers la droite (fig. 15).

*Diagnose* : Espèce incomplètement définie. L'autopode, un peu de la même dimension que celui de *A. similicommunis*, montre une sole pédieuse pratiquement circulaire, ce qui infère des doigts un peu plus courts. Le sabot externe (IV) paraît ici le plus projeté à l'avant.

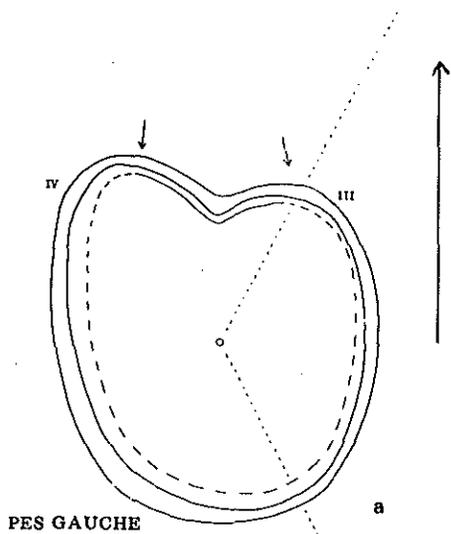
*Démarche et mode de vie* : On assiste en même temps qu'à la légère giration, une apparente accélération dans la marche.

*Description et mensurations spécifiques* :

## PES.

- Longueur visible au sol, 120 mm. Les sabots demeurent subparallèles. Le pied paraît faire face à la direction de la marche. Le sabot IV paraît ici le plus proéminent vers l'avant. Les deux sabots sont très larges et arrondis à l'avant. Longueurs absolues des doigts, métatarsiens exclus : III, 70 mm, IV, 80 mm environ seulement ; avec les métatarsiens, valeurs pouvant s'élever au double, soit approximativement 140 et 150 mm. Ce pied diffère sensiblement de celui de *Anoplotherium commune* par son caractère plus ramassé et plus trapu. Aucune marque laissée par les sésamoïdes.

- Largeur 100 mm environ.

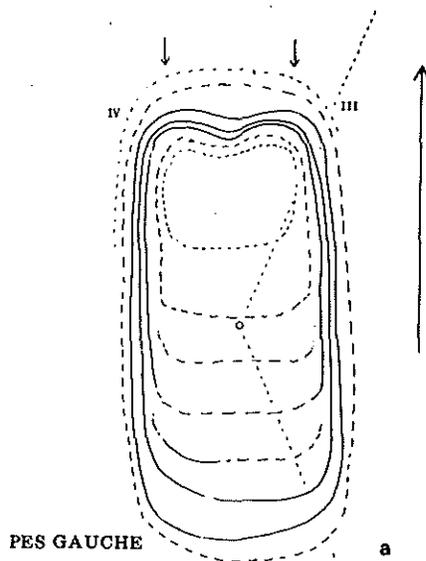


PES GAUCHE

a

*Anoplotherium compactus* nov. sp.

6

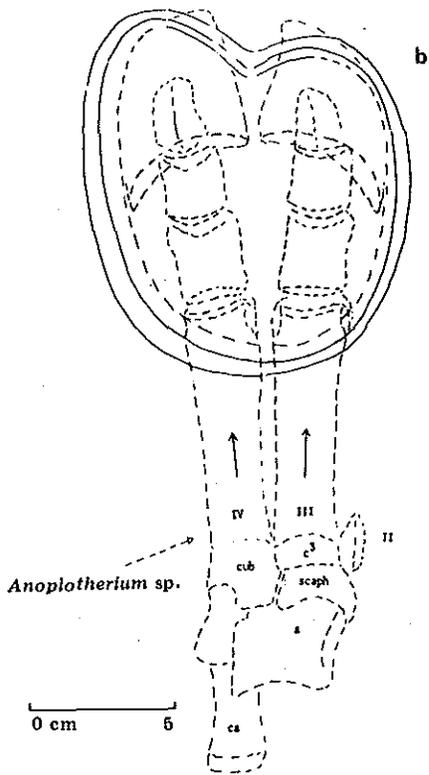


PES GAUCHE

a

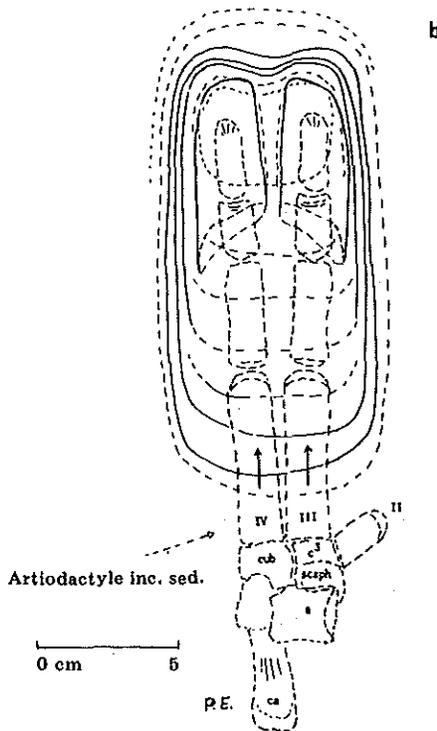
*Diplartiopterus longipes* nov. sp.

7



*Anoplotherium* sp.

0 cm 5



Artiodactyle inc. sed.

0 cm 5

P.E. ca

## MANUS.

Même remarque que pour l'Espèce-type.

## PISTE.

La piste-type C traverse le biotope de NW en SE, avec une accélération.

- Enjambée passant de 0,90 m à 1,40 m (Pas = 0,45 m à 0,70 m). Pace angulation passant de 120° à 140° (Ped. angulatio : 30° à 20°).
- Largeur de la voie postérieure : 0,35 à 0,30 m.
- Largeur de la voie antérieure : non définie.

*Discussion* : Un dégagement supplémentaire de la Dalle serait nécessaire pour mieux définir cette forme. Temporairement nous pensons qu'il faut la séparer de la précédente (comp. les 2 figures). Le pied demeure sensiblement plus large que celui de *Anoplotherium gracile*, aux autopodes présumément assez fins et légers. Forme ichniquement éloignée du type «5» de Viens-Gignac dont les sabots sont pointus et divergents (cf. *Anoplotherium latipes* ?)

*Derivatio nominis* : De « compactus » = « ramassé, trapu », du fait du raccourcissement de l'autopode et de son caractère arrondi.

Type IV *Diplartioopus longipes* nov. gen., nov. sp. (Fig. 7)

Genre *DIPLARTIOPUS* nov.

*Espèce-type* : *Diplartioopus longipes* nov. sp. (Piste D). Genre monospécifique.

*Diagnose* : Artiodactyle gracile de taille moyenne. Les deux sabots sont entièrement parallèles et terminent des doigts beaucoup plus allongés que chez le Genre précédent. Subégalité des deux sabots. La sole pédieuse construite toute en longueur est aussi étroite à l'avant qu'à l'arrière ; elle s'enfonce vers l'avant sous un gradient régulier (20° environ).

Fig. 6. — *Anoplotheriopus compactus* :

- a/ Empreinte du pas, type III ;
- b/ Le squelette reconstitué par anatomie comparée. Il pouvait être plus ramassé et trapu que celui de *Anoplotherium commune*.

Le métatarse, redressé à la verticale, est ici aussi représenté rabattu au sol.

Fig. 7. — *Diplartioopus longipes* :

- a/ Empreinte du pas, type IV ;
- b/ Le squelette reconstitué (essai). On pourrait avoir à faire à un petit Anoplothéridé de type *Diplobune* à l'allure élancée et bien plus gracile ? Mais on peut aussi songer à un autre groupe.

Le métatarse relativement redressé est représenté ici télescopé sous un gradient modéré : il devait être en réalité à peu près aussi long que l'acropode.

*Derivatio nominis* : De « artio- » et « -pus » = « pied d'Artiodactyle » ; précédé du déterminant « diploos » = « double » du fait du grand allongement du membre ou en tout cas du caractère très élancé de l'autopode (voir aussi à la Discussion).

*Diplartioopus longipes* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : La piste D ou piste-type comprend dans l'état du dégagement actuel 4 pas consécutifs sur un trajet rectiligne de 2,50 m de longueur. Une autre piste D', dans le Nord de la dalle, paraît se rattacher à ce type (1-2 pas) (fig. 15).

*Diagnose* : Se confond avec celle du genre, monospécifique.

*Démarche et mode de vie* : Les pas, très lestes, correspondent à un animal beaucoup plus léger et haut sur pattes que les Anoplothériidés classiques.

*Description et mensurations spécifiques* :

PES.

- Longueur visible au sol 135 m. Le pied est à la fois étroit et allongé. Les deux sabots sont parallèles. La divergence des doigts est à peu près nulle. Le pied est tourné vers l'avant, soit dans l'axe de la piste, ou avec une très légère orientation externe de 5°. Subégalité de la longueur des deux sabots. Longueurs absolues des doigts, sur la reconstitution du squelette, les métatarsiens exclus, environ : III, 90 mm ; IV, 90 mm ; avec les métatarsiens on aurait au moins les ordres de grandeur suivants (par Anatomie comparée, voir fig. 7b) : II, 180 mm, IV, 180 mm. Il est possible que le métapode ait été plus allongé encore, ainsi que le suggère la piste. Absence d'empreinte au sol de doigts latéraux.

- Largeur visible au sol 55 mm à 60 mm.

MANUS.

Empreintes du membre avant très mal marquées (voir plus haut).

PISTE.

La piste D chemine en direction W-E. La piste D' de même ?

- Enjambée 1,40 m (Pas = 0,70 m). Pace angulation 137° (Ped. angulatio : 22° cm).

- Largeur de la voie postérieure 0,28 m, ce qui démontre une cadence rapide et légère.

*Discussion* : Cette forme apparaît relativement distincte des Anoplothériidés traditionnels (voir cependant *Diplobune*, de Bonis 1964 p 20 ss ; Sudre sens. oral 1979).

Peut-être annonce-t-elle la présence d'un Sélénodonte assez grand, soit proche des Xiphodontidés soit des Dichodontidés. L'autopode peut cependant se rapprocher un peu aussi de celui de *Dichobune*. Pour l'allure générale du pied, on pourrait même déjà songer à quelques égards à une forme évoluée du futur, comme *Diplopus* à l'Oligocène (Kovalevsky 1960, pl. XXXV).

*Derivatio nominis* : « longi- » = long ; et « -pes » ou patte.

## 2° / Périssodactyles

Type V *Palaeotheriipus similimedi* nov. gen., nov. sp. (Fig. 8)

Genre *PALAEOTHERIIPUS* nov.

*Espèce-type* : *Palaeotheriipus similimedi* nov. sp. (Piste E).

*Diagnose* : Périssodactyle de taille majeure. Le pied tridactyle montre au sol une sole pédieuse très raccourcie, dont le doigt médian III est très enfoncé ; les doigts latéraux II et IV reposant également à plat comme lui, sont cependant moins enfoncés. Les 3 doigts se terminent par des ongles arrondis. Le pied correspond de fort près pour la dimension et l'ensemble des caractères à celui de *Palaeotherium medium* ou *P. cf. crassum* dont le squelette est littéralement superposable directement à la piste (fig. 8 b, comparé à 8 a, même échelle).

*Derivatio nominis* : La reconstitution de l'architecture du pied d'après l'empreinte rapproche étroitement cet autopode de celui des Palaeothériidés classiques de la zone d'Euzet comme aussi de celle de Montmartre. D'où le nom. Il est intéressant de relever localement la présence du grand Paléothériidé *P. magnum* dans les horizons suivant immédiatement ces mêmes calcaires lacustres (Garimond et Thaler 1963, p. 62).

*Palaeotheriipus similimedi* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité type.

*Hypodigme* : La piste E, ou piste-type, comprend dans l'état de dégagement actuel 4-5 pas consécutifs sur un trajet sensiblement rectiligne de 3 m de longueur (fig. 15).

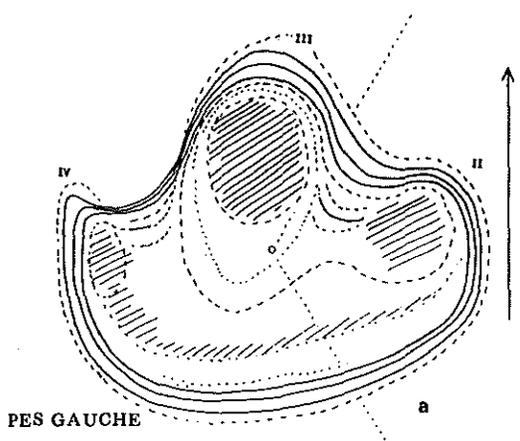
*Diagnose* : Se confond avec celle du Genre, monospécifique.

*Démarche et mode de vie* : Les pas sont irrégulièrement enfoncés au sol, et quelquefois très lourds (dont le 2ème pas droit).

*Description et mensurations spécifiques* :

PES.

- Longueur visible de l'empreinte au sol 115 mm. Le pied est typiquement plus large que long dans son appui au sol. Ce pied s'y enfonce à peu près à la verticale, ce qui indique un métatarse fortement redressé par rapport à l'acropode et au sol. Les trois doigts II-III-IV sont très écartés et connaissent une divergence d'au moins 50°. Le doigt médian III porte un sabot sensiblement plus large que ceux des doigts latéraux. A l'avant, il se projette à peu près exactement dans l'axe de la marche. Les doigts latéraux avec leurs petits sabots se projettent symétriquement de part et d'autre. Comparé au doigt IV, le doigt II pourrait être, sinon plus rapproché, du moins légèrement plus pesant depuis son articulation digitométatarsienne que ce doigt IV. Ces divers traits correspondent de près à ceux qu'on observe chez *Palaeotherium medium*, en particulier var. *euzetense* ou *perrealense* plus souples que ne l'était *P. crassum* au même âge (pour ce

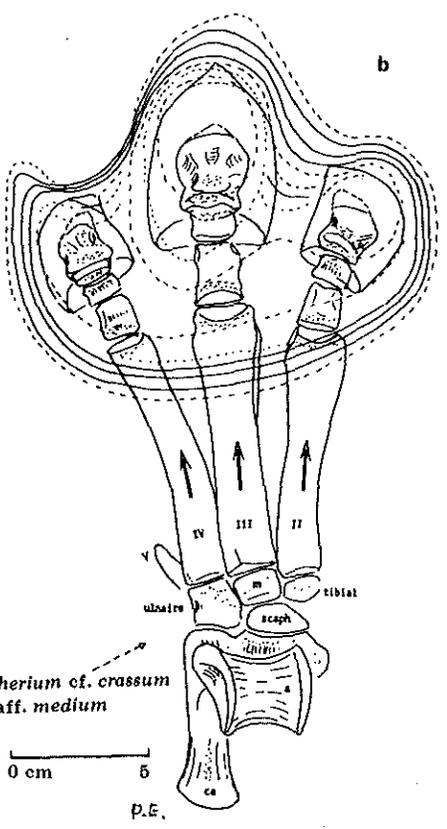


PES GAUCHE

a

*Palaeotheriopus similimedius* nov. sp.

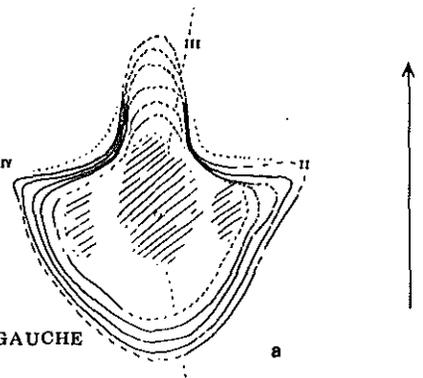
8



*Palaeotherium cf. crassum*  
aff. *medium*

0 cm 5

P.E.

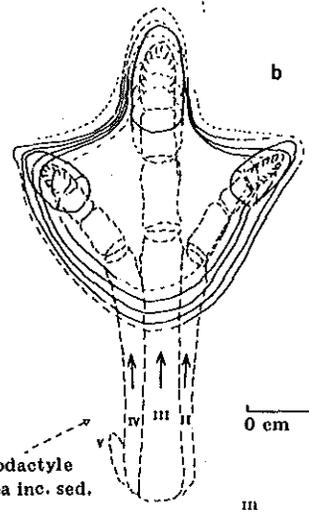


PES GAUCHE

a

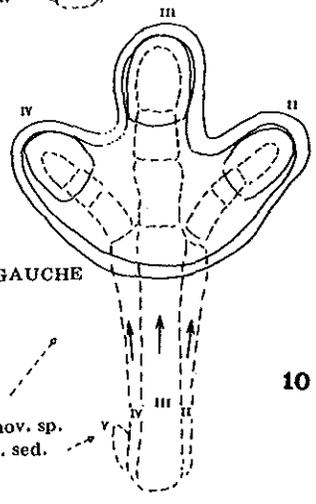
*Lophiopus rapidus* nov. sp.

9



Périsso-dactyle  
Equoidea inc. sed.

0 cm 5



PES GAUCHE

*Lophiopus latus* nov. sp.  
et *Equoidea* inc. sed.

10

qui touche l'autopode, voir Franzen 1968, pl. 15). Longueurs absolues des doigts, mesurées sur la reconstitution du squelette : II, 50 mm ; III, 65 mm ; IV, 50 mm environ. Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles que fournit le squelette ancien de *P. cf. crassum* de Montmartre (fig. 8 b), soit II, 45 mm ; III, 60 mm ; IV, 45 mm.

- Largeur de l'empreinte au sol, 140 mm, les 3 sabots arrondis compris. Largeur estimée entre les extrémités osseuses proprement dites, environ 125 mm (*Palaeotherium cf. crassum*, 120 mm).

#### MANUS.

La main est très mal visible et n'a pu fournir de mesures précises (une seule marque possible formant couple au 4e pas, droite).

#### PISTE.

La piste E chemine en direction NW-SE, peut-être en tournant. Un dégagement supplémentaire sera utile.

- Enjambée 1,02 m à 0,98 m (Pas = 0,51 à 0,49 m). Pace angulation 115° (Ped. angulatio 32° env.).

- Largeur de la voie postérieure : 0,33 à 0,30 environ. Largeur de la voie antérieure non définie ; peut-être légèrement supérieure.

Fig. 8. — *Palaeotheriopus similimediis* :

a/ Empreinte du pied, type V ;

b/ Un squelette de *Palaeotherium cf. crassum* (du Gypse de Montmartre) à la même échelle. On note ici à nouveau une superposition assez séduisante du squelette à la piste, en y comprenant les sabots selon la restitution de Cuvier. Le doigt V est représenté d'après Kovalevsky (pl. XXXVI).

Le métatarse, redressé dans une verticale à peu près stricte, est représenté ici rabattu au sol. Remarquer le très fort dièdre concave de l'articulation digito-métatarsienne expliquant la profonde paroi verticale bordant l'arrière de l'empreinte.

Fig. 9. — *Lophiopus rapidus* :

a/ Empreinte du pied (image synthétique reconstituée d'après de nombreux pas), type VI ;

b/ Le squelette : une reconstitution possible par Anatomie comparée. Le sabot terminant le doigt médian III est de grandeur moyenne ; le II et le IV sont plus petits et un peu symétriques (II un peu plus long que IV). L'articulation entre les phalanges 1 et 2 paraît habituellement la plus enfoncée.

Le métatarse, bien que très redressé, garde un certain gradient (d'où un « talon » de la trace à l'arrière). On l'a représenté ici plus étalé au sol.

Fig. 10. — *Lophiopus latus* :

a/ Empreinte du pied, type VII ;

b/ Le squelette hypothétique.

*Discussion* : Les ressemblances ou correspondances avec la patte de *Palaeotherium medium* apparaissent manifestes. *P. medium* vivait en fait dans les mêmes horizons. Il est intéressant de retrouver aussi *P. crassum* dans les mêmes niveaux, quoique moins bien représenté numériquement (Franzen 1968, pl. 20).

Les traces du bassin d'Apt-Forcalquier conjecturalement rapprochées (Bessonnat et all.) de *Palaeotherium magnum* (type «7», 170 x 160 mm) et de *Palaeotherium* sp. (type «2», 60 à 80 x 75 x 85) sont d'un aspect très différent et signalent des formes plus évoluées.

*Derivatio nominis* : De « *similis* » = « semblable, ressemblant », à la forme ostéologiquement connue « *medium* », chez les Palaeothériidés.

#### Type VI *Lophiopus rapidus* nov. gen., nov. sp. (Fig. 9)

##### Genre *LOPHIOPUS* nov.

*Espèce-type* : *Lophiopus rapidus* nov. sp. (Piste F).

*Diagnose* : Périssodactyle de taille mineure. Le pied tridactyle montre au sol un appui plus allongé de l'ensemble de la sole pédieuse. Le pied est plus petit. Les doigts latéraux II et IV, symétriques l'un par rapport à l'autre, sont davantage en retrait par rapport au doigt médian. Ces trois doigts se terminent distalement par des ongles un peu plus pointus que chez le Genre précédent. La voie est plus étroite et dénote un mode de locomotion beaucoup plus rapide et léger.

*Derivatio nominis* : Ce Périssodactyle paraît en situation relativement proche, pour son allure générale, de petits Palaeothériidés comme *Plagiolophus* ou mieux des Equidés primitifs comme *Anchilophus* ou *Lophiotherium* par exemple. D'où le nom (De « *lophios* » = « crête, crinière » et « *-pus* », pied).

##### *Lophiopus rapidus* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : La piste F ou piste-type comprend une série de 23-24 pas consécutifs sur un trajet sensiblement rectiligne de 15 mètres de longueur. Léger changement de direction à gauche à mi-trajet. Les pas 16 à 21 n'ont qu'effleuré le sol et ne sont plus visibles. De même les 3e et 6e. Deux pas sont oblitérés par la piste A (fig. 15).

*Diagnose* : Espèce-type. La plus gracile. La partie arrière du pied est modérément allongée en forme de « talon ». La démarche se fait sur une voie extrêmement resserrée, comparée à toutes les formes précédentes.

*Démarche et mode de vie* : La course est particulièrement légère. Elle paraît rapide. Peu d'irrégularités de pas perceptibles. Voir les pas 14-15 : ces deux pas très enfoncés précèdent le non-enfoncement de quelques pas suivants. Voir aussi 10 à 12.

*Description et mensurations spécifiques* : La longue suite de pas parcourus sur des sols divers (sol normal, sol mou, sol durci), permet d'obtenir une série d'informations sur ce Périssodactyle spécial. L'obtention de moulages, les dessins au trait, et la superposition de ces relevés par transparence, permettent d'éliminer un certain nombre de traits accidentels et de renforcer les traits les plus déterminants de l'autopode (fig. 9 a).

#### PES.

Longueur visible au sol, 100 à 110 mm. Le pied imprime au sol une empreinte grossièrement en forme de losange ; mais ce losange connaît antérieurement une échancrure curviligne bien marquée de part et d'autre de l'axe, symétriquement. Sur tous les pas les plus enfoncés en profondeur dans le sol plastique, les trois doigts tendent à relever faiblement vers la surface du sol leur extrémité distale. La partie de l'empreinte demeurant toujours la plus marquée est celle correspondant aux articulations intermédiaires de l'acropode ; soit, sur la reconstitution du squelette, celles entre la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> phalange. Ceci est vrai tant pour le doigt III pesant, comme aussi pour le doigt II moins lourd, et pour le doigt IV encore un peu moins lourd.

Le doigt III ou médian apparaît spécifiquement le plus pesant dans cet appui au sol à la marche. Les doigts latéraux qui en divergent de part et d'autre sont demeurés assez allongés au stade où en est ce Périssodactyle. Ils se terminent apparemment par des sabots beaucoup plus étroits. La divergence totale des trois doigts II-III-IV est nettement plus forte que chez le Genre *Palaeotheriipus* : elle atteint distalement ici au moins 90°.

L'axe du doigt médian (et celui du pied dans son ensemble est orienté à la marche très légèrement vers le côté externe sous un angle de 6 à 7°. On ne peut apprécier la dimension exacte de ce sabot central. Il semble que les doigts II et III en portent de plus effilés, en particulier le premier de ces deux (fig. 9 b). Longueurs absolues des doigts, mesurés sur la reconstitution en partie réalisable du squelette : II, 48 mm ; III, 70 mm ; IV, 42 mm (le métatarse redressé non compris). Largeur du pied au sol, la projection des 3 sabots incluse, 100 mm. Largeur estimée entre les extrémités osseuses proprement dites, 90 mm (?).

#### MANUS.

Absence d'empreintes nettes du membre avant, comme pour plusieurs des types précédents (raisons similaires ?).

#### PISTE.

La piste F parcourt le biotope dans une direction Sud-Nord. L'itinéraire en est assez semblable à celui de l'imposant *Anoplotheriipus lavocati*. On peut apprécier la démarche spectaculairement différente du Périssodactyle par rapport à l'Artiodactyle.

- Largeur de la voie postérieure : presque nulle, soit de 0,96 m à 0,08 m. On retrouve aujourd'hui encore un pareil resserrement de la voie par exemple chez les Equidés, à l'inverse notamment des Bovidés. Enjambée passant de 1,15 m jusqu'au 8<sup>e</sup> pas à 1,12 m du 9<sup>e</sup> au 12<sup>e</sup> pas, avec une petite accélération à 1,32 pour toute la suite, du 13<sup>e</sup> au 23<sup>e</sup> pas au moins. Le pas mesure ainsi respectivement et successivement environ 0,57 m ; 0,56 m ; puis 0,66 m.

- La longueur du pas, en même temps que l'étroitesse de la voie, supposent un animal particulièrement lesté et haut sur pattes. Contrairement à toutes les pistes précédentes on remarque, à l'arrière des empreintes, une petite balafre rayée par le pied préalablement à sa pose au sol. Peut-être est-elle due à la « gêne » de cet animal dans ce milieu au sol instable (fig. 15).

- Largeur de la voie antérieure : non précisée.

*Discussion* : La présence de ce petit Périssodactyle au sein de la biocénose Ludienne de Garrigues-Ste-Eulalie apporte un intérêt écologique nouveau à son étude d'ensemble. Du point de vue systématique on ne peut tenter encore de rallier l'auteur de la piste à un groupe précis. Les connaissances ostéologiques sur le pied des Genres *Plagiolophus* d'une part, et *Lophiotherium* ou *Anchilophus* d'autre part, demeurent fragmentaires, que ce soit dans les niveaux d'Euzet (Depéret 1917, pl. XI) ou dans les niveaux ultérieurs de La Débruge et Montmartre. Il n'est pas impossible que, parmi les formes de ces derniers niveaux, *Plagiolophus annectens* (mieux que *Pl. minor*), ou encore l'Equidé *Anchilophus radegondense* puissent convenir à la présente piste. La piste du Sannoisien de Bellingen montre des doigts latéraux un peu moins divergents (Tobien 1949).

*Derivatio nominis* : Déterminant d'Espèce : « *rapidus* » = « qui se meut avec rapidité » du fait de l'allure générale, et de l'étroitesse exceptionnelle de la voie.

Type VII *Lophiopus latus* nov. sp. (Fig 10)

*Lophiopus latus* nov. sp.

*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard). Localité-type.

*Hypodigme* : Une piste (Piste G) comprenant dans l'état de dégagement actuel 2 pas consécutifs sur un trajet d'1,40 m. La suite de la piste à dégager (fig. 15).

*Diagnose* : Espèce secondaire paraissant distincte de l'Espèce-type par un plus grand étalement du pied dans le sens latéral, l'absence d'un pseudo-« talon » à l'arrière des doigts, eux-mêmes aux extrémités distales d'un aspect plus arrondi ou lobé.

*Démarche et mode de vie* : La démarche paraît plus lourde (profondeur 40 à 70 m).

*Description et mensurations spécifiques* : Le matériel est insuffisant pour donner une description normale.

PES.

Le doigt médian est plus court. Les doigts latéraux sont au moins aussi divergents (100° environ ?). Longueur des doigts sur une reconstitution conjecturale du squelette : de l'ordre de II, 45 ; III, 65 ; IV, 47 mm ? Le doigt externe IV paraît ici le plus fonctionnel à la marche.

On a l'impression d'une forme voisine de la précédente, mais pouvant tendre plus à divers égards vers les Palaeothériidés (fig. 10 ; cf. fig. 8 b).

MANUS.

Non reconnue.

PISTE.

La courte piste G traverse le biotope dans le sens W-E. Tous les premiers pas n'ont pas pénétré dans le sol. Enjambée environ 1,28 m (Pas = 0,64 m). Largeur de la voie postérieure : environ 0,10 m (?).

*Discussion* : Description donnée sous toute réserve et provisoirement. Peut-être une simple variété de *Lophiopus rapidus* dans un type de démarche un peu différent ?

*Derivatio nominis* : De l'adjectif « *latus* » = « large, ample ».

3°/ Carnivores

Type VIII *Hyaenodontipus praedator* nov. gen., nov. sp. (Fig. 11)

Genre *HYAENODONTIPUS* nov.

*Espèce-type* : *Hyaenodontipus praedator* nov. sp. (Piste H) (cf. I, J, K).

*Diagnose* : Carnivore de très grande dimension. Les empreintes du train avant comme du train arrière sont de forme discoïde. L'empreinte reste circulaire jusqu'au fond de la trace, mais on voit superficiellement vers le bord antérieur les marques des griffes au nombre de 5 généralement pour le membre antérieur et de 4 pour le membre postérieur. A l'arrêt, la voie est très large ; à la marche, elle paraît se rétrécir.

*Derivatio nominis* : Ce carnivore peut être apparenté aux plus grands des prédateurs du niveau d'Euzet ou de La Débruge et Montmartre, faisant partie généralement des *Hyaenodontidés*. D'où le nom de l'Ichnogénère.

*Hyaenodontipus praedator* nov. sp.

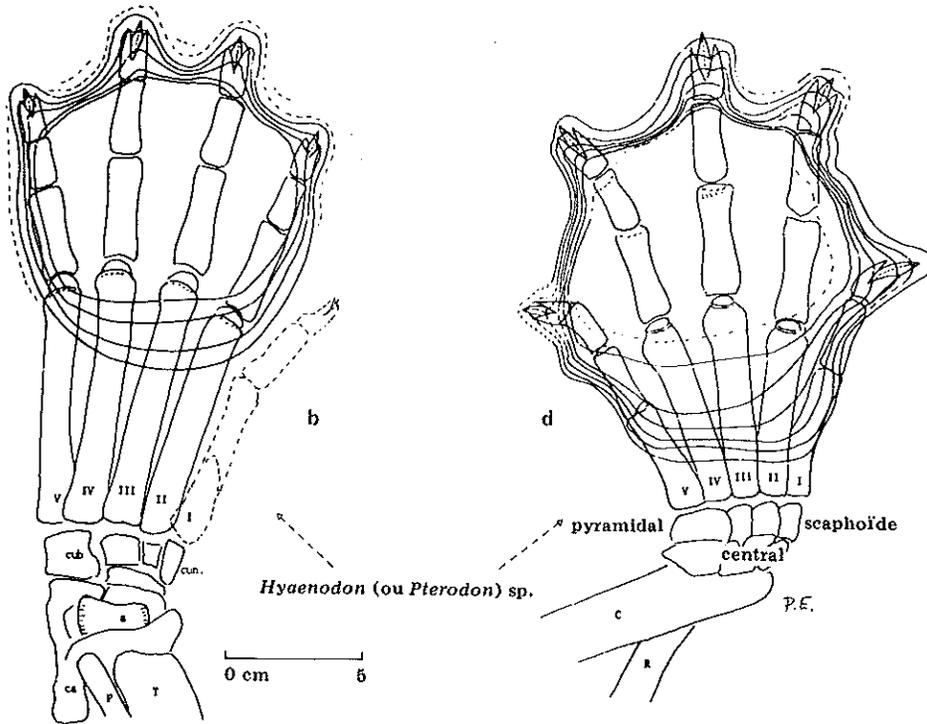
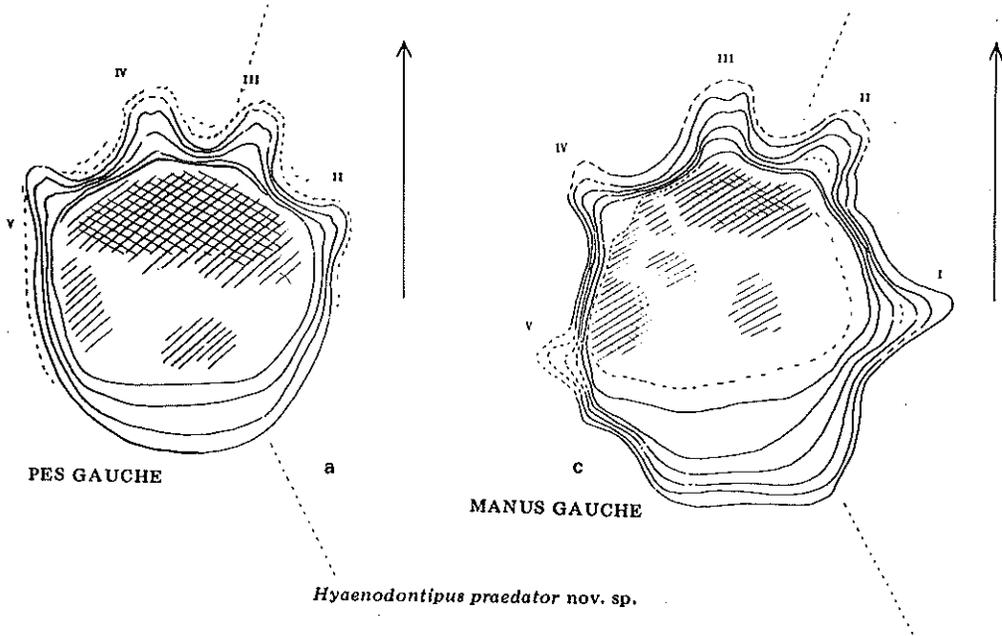
*Syntypes* : Dalle de calcaire lacustre clair de Garrigues-Ste-Eulalie (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : Plusieurs pistes. La piste H est la piste-type. Elle comprend, dans l'état actuel de dégagement, une longue série de traces mal reliées les unes aux autres mais formant un alignement à peu près rectiligne. Au long de cet alignement toutes les traces étudiables sont orientées dans une direction N-S. L'alignement s'étend sur une longueur de 15-16 m au long de la bordure E du biotope fossile actuellement dégagé. On remarque au début tout un ensemble de traces figurant les 4 membres dans une position qui pouvait être de quasi-arrêt. Dans la suite, les traces sont beaucoup plus échelonnées et distantes, sur une voie qui paraît plus étroite et figurer un déplacement peut-être rapide (fig. 15).

Il faut ajouter à cette piste principale, les pistes secondaires I, J et K.

*Diagnose* : Comme pour le Genre, monospécifique.

*Démarche et mode de vie* : Comme au-dessus. Les deux pistes secondaires I et J, assez



voisines l'une de l'autre, traversent le biotope d'W en E. La piste K, plus au Nord, pouvait faire de même, mais en obliquant vers le Sud. Il serait intéressant de dégager la continuation de ces trois pistes.

*Description et mensurations spécifiques* : En règle générale toutes les empreintes, tant du membre antérieur que du membre postérieur, sont subcirculaires. Celles de la patte avant dépassent légèrement en dimension celles de la patte arrière.

PES.

Sole pédieuse nettement arrondie, à peine un peu plus large que longue. Longueur de l'empreinte au sol, mesurée vers le fond du moulage naturel griffes non comprises, 100 mm. Avec les griffes relevées vers la surface, 120 mm environ. Ainsi pénétré au sol l'acropode y repose toujours bien à plat. Proximale, on constate que le métapode se redresse brusquement à la verticale. Un tel coude à angle droit apparaît typique chez *Hyaenodon* (selon Savage 1977, p. 246 s). On le retrouve aujourd'hui chez une série de Carnivores foncièrement digitigrades : Felidae (le Lion mais non le Léopard) ou Hyainidae (Savage, *ibid.*). On verra que la main fait de même. La phalange unguéale et sa « griffe » se redressent périphériquement sous un fort gradient qui évoque à certains égards celui des actuels Félidés dont le Lion (mieux que le Léopard ou le Guépard). Dans l'état actuel on ne peut mesurer la longueur de telles « griffes » ; avec leur segment porteur elles pourraient mesurer approximativement 20 mm. En plusieurs cas, la marque distale des doigts paraît un peu fourchue, ce qui indiquerait une disposition typiquement proche de celle des Créodontes classiques (Savage 1977, p. 252) (fig. 11 a et b).

Fig. 11. — *Hyaenodontipus praedator* :

- PES :

a/ Empreinte du pied, type VIII ;

b/ Le squelette approché du pied, reconstitué par Anatomie comparée. Présence certaine des doigts II à V. Présence incertaine d'un doigt I (hallux) ; les 4 autres doigts sont de longueurs subégales, et terminés par une phalange unguéale fourchue probable.

- MANUS :

a/ Empreinte de la main, type VIII ;

b/ Le squelette approché de la main, reconstitué par Anatomie comparée. Les doigts ne paraissent pas plus divergents que pour le pied, mais les griffes ou phalanges unguéales tendent à diverger beaucoup plus, comme chez les Hyaenodontidés dans leur ensemble. Présence d'un doigt I (pollex). Les doigts se terminent par une phalange unguéale fourchue, vraisemblablement plus large, qui devait être porteuse d'une griffe (voir le doigt III notamment).

- Remarque : On sait que les Créodontes sont des carnassiers migrants, à la denture primitive, gardant un 4<sup>e</sup> trochanter et un métapode lui aussi primitif. Or, ce métapode apparaît ici bel et bien redressé à la verticale pour le pied comme pour la main. C'est ce que prouve le caractère à peu près vertical de la paroi de l'empreinte à l'arrière. On a représenté ici rabattu au sol ce métapode en réalité subvertical.

Le pied (pes) comprend quatre doigts dont les extrémités distales divergent assez modérément vers l'avant sur moins de la 1/2 de la périphérie du disque. La trace de l'hallux (I) n'est pas visible : on peut en déduire sa déjà forte réduction comme le feront les Carnivores digitigrades et, au sein des Créodontes, bien des Hyaenodontidae à l'opposé des Oxyaenidae. Les 4 doigts restants, II, III, IV, V paraissent subégaux avec une légère prédominance des III et IV. Sur la reconstitution du squelette, et par Anatomie comparée, on peut leur assigner avec une marge d'erreur modérée les longueurs suivantes (acropode seul, griffes incluses) : II, 75 mm ; III, 85 mm ; IV, 85 mm ; V, 70 mm. Divergence possible II-V, 35° environ.

#### MANUS.

Sole arrondie comme celle du pied, mais elle est plus vaste latéralement. Longueur de l'empreinte, prise au fond du moulage naturel griffes non comprises, 110 mm. Avec les griffes relevées vers la surface, 140 mm. L'acropode repose à plat avec une prédominance de l'appui des articulations entre la 1ère et la 2ème phalange. Proximale le métapode se redresse brusquement à la verticale comme pour le pied et avec les mêmes déductions sur la digitigradie de l'animal.

Dans l'état actuel, on ne peut mesurer la longueur des griffes ; mais avec leur segment porteur elles paraissent nettement plus longues que celles du pied, soit au minimum 25 mm. La phalange unguéale paraît un peu plus fourchue que celle du pied (fig. 11 c et 11 d).

La main (manus) comprend cinq doigts, dont les extrémités distales divergent plus largement vers l'avant, soit sur plus de la 1/2 de la périphérie de la sole. Les trois doigts médians sont les plus longs et les plus développés. Le doigt V, bien que plus court, est cependant bien marqué. Il en va de même du pollex (I), au moins dans son secteur distal. Sur la reconstitution du squelette, et par Anatomie comparée, on peut avancer les estimations suivantes (acropode seul, griffes comprises) : 1,50 mm (?) ; II, 90 mm ; III, 95 mm ; IV, 80 mm ; V, 60 mm. Divergence possible II-V, 37° environ (sans les phalanges unguéales).

Largeur de la main au sol, 130 à 140 mm.

#### PISTE.

La piste est difficile à décrire car très mouvementée et pleine d'irrégularités. Elle est parfois très bien marquée, parfois très peu enfoncée ; en un tel milieu, le fait n'est pas rare pour des carnivores. On a numéroté de 1 à 21 les empreintes attribuables à la piste H. De 1 à 9, on a des piétinements presque sur place donnant la largeur de la voie à l'arrêt. Lors de la course consécutive (?) les pas s'allongent beaucoup en même temps que la voie se rétrécit.

Enjambée passant de 0,60 ou 0,70 m à 1,50 m environ (= Pas 0,30 et 0,35 à 0,75 m). Pace angulation 70° à 110° passant à 165° ? (Ped. angulatio 55°, à 7°). Largeur de la voie d'ensemble passant de 0,50 m à 0,15 m environ ?. Les pistes I, J, K paraissent fournir des données compatibles.

Les couples pes-manus vers l'arrêt se déjugent assez fort, ce qui confirme une rela-

tive longueur du tronc par rapport à la hauteur des pattes. Le train avant est davantage marqué au sol que le train arrière, indiquant le caractère pesant de la tête.

*Discussion* : On sait que, parmi les grands prédateurs Ludiens, le Genre *Hyaenodon* représente le point de départ d'un rameau de longue durée qui ne s'éteindra qu'au Miocène. Les Hyaenodontidae, et en particulier le Genre *Hyaenodon* LAIZER et PARIEU, 1838, se sont répandus dans tous les continents en dehors de l'Amérique du Sud et de l'Australie (Savage 1965, p. 278).

Dans le Ludien Européen, on en connaît 5 Espèces : *H. herberti*, *H. requieni*, *H. parisiensis*, *H. parisiensis*, *H. minor*, *H. aimi*. Au même âge en Asie *H. eminus*, et au même âge en Amérique du Nord *H. vetus*. Les empreintes de Garrigues-Ste-Eulalie signalent probablement au sein du biotope, et de la biocénose locale, la présence du plus grand de tous ces types : peut-être *H. requieni*.

Au sein des Hyaenodontinae de cet âge on peut aussi penser au Genre corpu lent *Pterodon* commencé avec *P. magnus* dans l'Eocène moyen de Suisse. *P. dasyuroïdes* connaît une expansion généralisée en Europe au Ludien. *P. africanus* atteindra plus tard une dimension de près de 3 mètres queue comprise (cf. Savage 1965, p. 273). L'un des records actuellement connus chez les Créodontes appartient de fait à *Megistotherium* au poids estimé à 354 kg (d'après Jerison, in Savage 1977, p. 253).

On avait à faire avec *Hyaenodontipus praedator* à un prédateur au moins de la longueur du Lion actuel, soit 2,50 à 3 m quoique avec une hauteur à présumer un peu moindre au-dessus du sol. Chez les Hyaenodontinae, le volume de la tête ne résultait pas tellement du cerveau, inférieur à celui des Carnivores actuels (Savage 1977, p. 253), que du développement osseux de l'arrière-crâne, et plus encore de l'avant-crâne à la mâchoire exceptionnellement allongée et aux dents tranchantes, à la fois nombreuses et volumineuses (Savage, id., p. 246). Les Hyaenodontinae, d'après les reconstitutions de Scott (reprises par Kerourio 1978) évoquaient un peu, au sein de ce paléo-paysage Ludien (fig. 14 b), la Hyène, quoique non pour le régime. Voir aussi les remarques de de Bonis (1964, p. 132).

*Derivatio nominis* : Du terme « *praedator* » = « qui enlève comme proie, ravisseur, chasseur ».

#### 4°/ Microfaunes : Oiseaux, Micromammifères

Une étude détaillée du gisement et de ses alentours immédiats révèle la présence d'autres formes de bien plus petite taille. Leur description complète ne peut trouver sa place ici.

##### a/ Les Oiseaux :

Quelques traces d'Oiseaux se trouvent réparties sur la Dalle (Type IX, Pistes L, M). Elles ne sont pas assez caractéristiques pour donner place à une description. Provisoirement nous les rattachons au Genre suivant, mieux défini. Leur dimension en ferait une Espèce voisine, à part, à ranger sous le nom de (?) *Ludicharadripodiscus juncosus*, sous réserve d'un meilleur inventaire ?

Mais les premiers grès jaunes de Célas recouvrant directement la Dalle ont livré des traces d'Oiseaux beaucoup plus caractéristiques, vers la base de la formation.

Ces traces ressemblent de très près à celles de certaines Charadriiformes modernes. Nous leur conférons le nom de Genre nouveau : *Ludicharadripodiscus*.

Type X *Ludicharadripodiscus edax*, nov. gen., nov. sp. (Fig. 12)

Genre *LUDICHARADRIPODISCUS* nov.

*Espèce-type* : *Ludicharadripodiscus edax* (Piste N-O, dépôt USTL, Montpellier).

*Diagnose* : Pattes aux trois doigts antérieurs particulièrement divergents ( $115^\circ$ ). L'ongle du doigt médian tend à s'orienter légèrement du côté externe. Membrane interdigitale réduite à la seule partie proximale des doigts. Enfoncement marqué de l'articulation digitométatarsienne. Hallux très court orienté vers l'arrière à  $10^\circ$  environ du côté interne.

*Derivatio nominis* : Du terme « -Charadri- », du fait de l'étroite ressemblance avec le pied des Charadriiformes (Berlioz 1950, p. 890 ss). Précédé du terme « *Ludi* », pour Ludien ; et de la désinence « -podiscus » = « petit pied ».

*Ludicharadripodiscus edax* nov. sp.

*Syntypes* : Plaquette de grès jaune fin de Garrigues-Ste-Eulalie ; gisement Collorgues-village (Gard), localité-type.

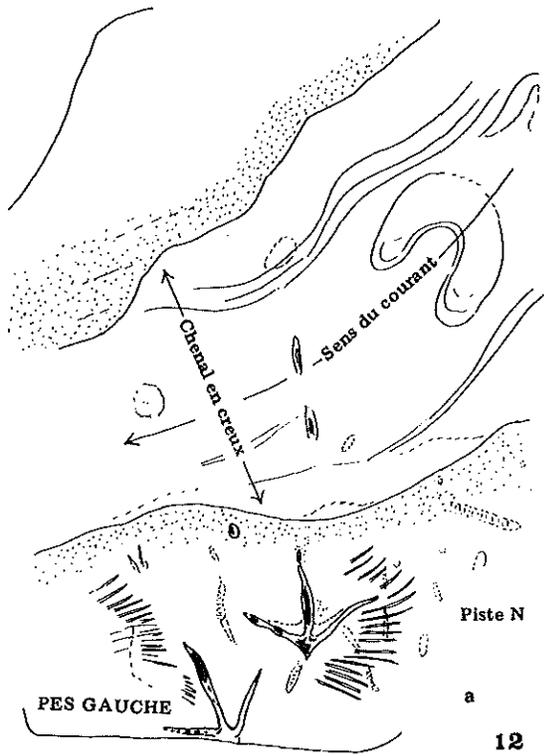
*Hypodigme* : La piste N comprend une station pieds-joints face à un micro-chenal avec marque attribuable au bec et une probable courte déambulation dans le chenal. On bénéficie tant de la plaque originale (hyporelief) que du moulage naturel (épirelief).

Fig. 12. — *Ludicharadripodiscus edax* :

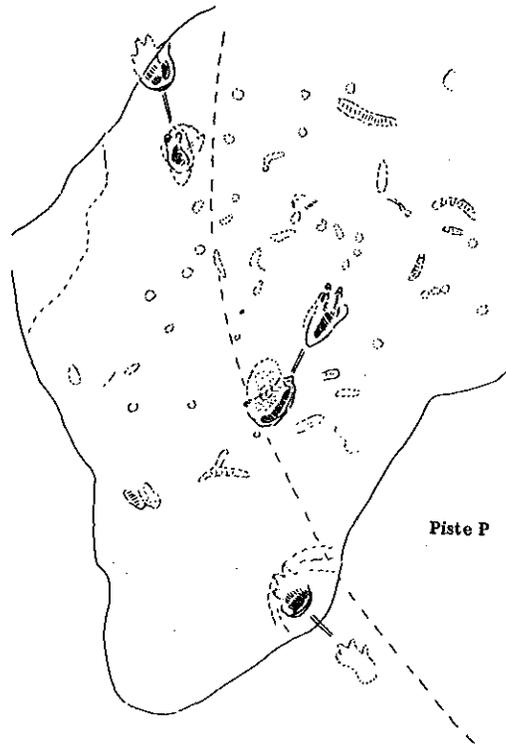
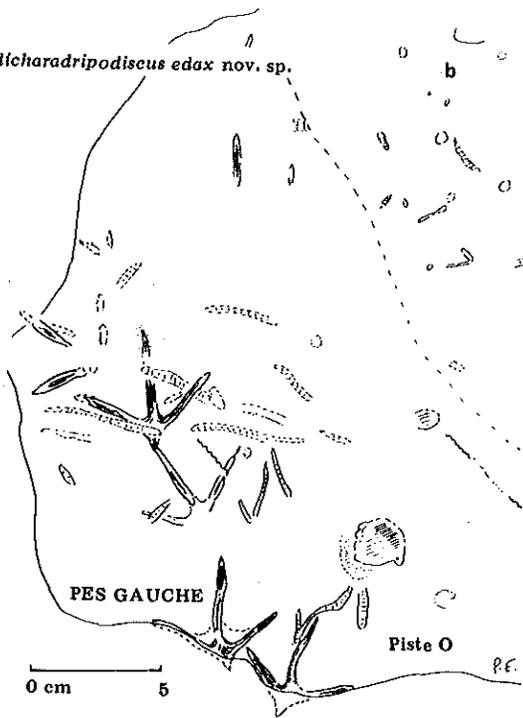
a/ Piste N, et b/ Piste O. — On suit ici les déplacements d'un même individu jusqu'aux bords d'un très petit chenal, dont on perçoit l'ancien courant ; traversée d'une flaque au sol lisse. Les divers mouvements montrent une recherche de la nourriture, tantôt pieds joints, tantôt à l'aventure. La nourriture consiste en de nombreux petits Arthropodes, et localement en Vers minuscules. Il s'agit très vraisemblablement d'un Charadriiforme peut éloigné de l'actuelle Bécasse ; type X.

Fig. 13. — *Ucetipodiscus inanis* :

Il s'agit enfin ici d'une piste tournante d'un caractère très incomplet. On la retrouve reproduite à l'état de sous-traces et de sur-traces à plusieurs niveaux. La présence de ce petit Mammifère quadrupède associé lui aussi aux petits Arthropodes Ludiens, apporte une note très inédite au tableau de l'Ichnofaune de Garrigues-Ste-Eulalie ; type XI.



*Ludicharadripodiscus edax* nov. sp.



Détail du mouvement

MANUS GAUCHE

PES GAUCHE

*Ucetipodiscus inanis* nov. sp.

La piste O représente une autre séquence de la même piste avec plusieurs piétinements dans un bas-fond uni, peut-être juste avant (fig. 12).

*Diagnose* : Comme pour le Genre, monospécifique.

*Démarche et mode de vie* : La piste est environnée de passages ou petites traces de déjection d'Arthropodes, lesquels pouvaient représenter l'une des bases trophiques du milieu. Sur la piste N, les pieds à l'arrêt reposent de façon faiblement divergente face au petit chenal temporaire dont l'eau devait courir de droite à gauche de l'Oiseau (crescent mark) (fig. 12 a). Le pied droit est à peine un peu en avant du pied gauche. La trace probable du bec est pratiquement dans l'axe de la piste, un peu à l'avant des deux pieds. Sur la piste O, on remarque une disposition particulière, assez analogue ; mais suivie d'un piétinement vers l'avant à la recherche de la nourriture : ici Arthropodes et en plus vermiseaux (fig. 12 b).

*Description et mensurations spécifiques* :

#### PES.

Longueur visible au sol, hallux compris, 42 mm. Longueur des doigts depuis le point de divergence à la base du métatarse, celui-ci non compris : II, 25 mm ; III, 33 mm ; IV, 28 mm environ. Longueur de l'hallux (I) à l'arrière de cette base, 4 à 5 mm. Divergence des doigts II-IV  $115^\circ$  ; soit II-III,  $60^\circ$ , III-IV,  $55^\circ$ . La partie médiane du doigt III correspondant à la 2<sup>e</sup> phalange est celle du plus fort appui. La marque de la palmure interdigitale est mieux visible sur l'éporelief que sur l'hyporelief original : elle ne s'avance au plus qu'à 5 ou 6 mm depuis le point de divergence des trois doigts.

#### MANUS.

Aucune trace visible. Il n'est cependant pas absolument impossible que les alignements en bandes un peu divergentes qu'on aperçoit très localement de part et d'autre de la piste correspondent à des marques des plumes des ailes à l'atterrissage (Bang et Dahlström 1977, pp. 76, 152, 204). Peut-être ne faut-il voir là plus probablement que des vestiges végétaux ? (fig. 12 a).

#### PISTE.

Se reporter plus haut (à la démarche et au mode de vie). Cette station debout près d'un petit passage d'eau avec des micro-proies évoque un peu l'attitude actuelle des petits Echassiers de rivage, paludicoles.

Cette piste n'est pas suffisante pour fournir les caractères habituels de la déambulation.

La largeur de la voie de centre à centre des pattes est de 0,040 m (Piste N). La longueur d'un pas peut y être de 0,090 m (Piste O).

*Discussion* : Tous les traits décrits correspondent à ceux des Charadriiformes en général, et en leur sein la Famille des Charadriidés, parmi lesquels les Pluviers ou les Echasses. La petitesse du pouce et le caractère rudimentaire des membranes interdigitales font penser davantage aux Chevaliers (*Tringa*, etc.). La trace probable du bec enfoncé dans la vase suggère au mieux par sa forme et sa situation les pistes de Bécasses (*Scolopax*) et

Bécassines (*Capella*) ; ces dernières ont en effet, de nos jours, un bec long, presque droit, dont la pointe riche en corpuscules tactiles sert à déceler dans le sol meuble ou humide les Vers, larves ou autres organismes terrestres qui forment leur nourriture (Berlioz, 1950, p. 894). Pour l'ensemble ces traces sont relativement semblables à celles décrites par Plaziat dans l'Eocène Inférieur de Carcassonne (Ilerdien) mais non encore nommées (1964, p. 289 s ; cf. 1974, p. 85 s) ; l'auteur les y assimile ici déjà à des Charadriiformes.

On sait, du reste, que les Scolopacinae sont mentionnés dans le Gypse de Montmartre (Brodkorb 1967, p. 185), avec la forme *Scolopax* (ou *Numenius* ou « *Lemosa* ») *gypсорum*. On sait que le Chevalier était présent dès le Crétacé supérieur (*ibid.*, p. 183s).

*Derivatio nominis* : Du latin « *edax* » = « vorace, glouton, qui mange », du fait de l'attitude offerte par le type.

#### b/ Les Micromammifères

L'étude des premiers sables et grès couvrant la Dalle est également ichniquement prometteuse du point de vue des Micromammifères.

Aux côtés des traces d'Oiseaux, on trouve en effet une série de pas et fragments de pistes attribuables à ces derniers. Ces traces se rencontrent dans les mêmes sédiments et dans une association semblables, à vestiges d'Invertébrés. La déambulation se fait là aussi sur un sol constellé des résidus de digestion d'Arthropodes mineurs et de petits terriers à section circulaire.

Mais ici, vu la relative pesanteur de l'animal, les empreintes de pas se sont souvent enfoncées à travers les feuillets du sol fin, marneux, plastique, jusqu'à - 20 mm de profondeur (sous-traces). Les traces sont chapeautées de cuvettes (ou « sur-traces ») jusqu'à +10 mm.

Ces conditions de fossilisation rendent très malaisée une identification même lointaine des animaux. Chaque niveau superposé donne cependant des indications complémentaires sur les autopodes du point de vue morphologique et du point de vue cinétique.

On ne présentera ici qu'un seul type de Micromammifère.

Type XI *Ucetipodiscus inanis* nov. gen., nov. sp. (Fig. 13)

Genre UCETIPODISCUS nov.

*Espèce-type* : *Ucetipodiscus inanis* (Piste P, dépôt USTL, Montpellier).

*Diagnose* : Quadrupède de petite taille à la démarche souple. Les autopodes postérieur et surtout antérieur paraissent relativement allongés. Ce sont les doigts externes qui prennent le mieux appui à la marche sur sol mou. Absence relative de griffes, doigts paraissant quelque peu arrondis distalement. Voie antérieure paraissant un peu plus large que la voie postérieure. Pieds orientés à peu près vers l'axe de la marche. Mains tendant à une orientation plus externe.

*Derivatio nominis* : Du nom de lieu celtique *Ucetia* = Uzès, avec la désinence « *-podiscus* » = « petit pied ».

*Ucetipodiscus inanis* nov. sp.

*Syntypes* : Plaquette de grès jaune fin de Garrigues-Ste-Eulalie : gisement Collorgues-village (Gard), localité-type.

*Hypodigme* : La piste P comprend 3 couples consécutifs dont le premier incomplet. On peut l'examiner au travers de 4 niveaux successifs,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$  (et autant pour les hyporeliefs que pour les épireliefs) (fig. 13 a et b).

*Diagnose* : Comme pour le Genre, monospécifique.

*Démarche et mode de vie* : La piste P opère un tournant vers la droite, au travers d'un fond de flaque aux micro-proies abondantes. L'allongement relatif de la main pourrait convenir à un arboricole, conjecturalement.

*Description et mensurations spécifiques* : Aucune description définitive ne peut être livrée dans l'état actuel.

En attendant un dégagement supplémentaire, on peut fournir cependant les quelques caractères suivants, incomplets :

PES.

- Longueur approximative de l'empreinte au sol : 18 à 20 mm. Périmètre quelque peu arrondi. Présence de 3 ou 4 doigts au moins dont 2 plus fonctionnels dans l'appui. Le doigt interne (hallux) ne paraît que faiblement indiqué.

- Largeur approximative de l'empreinte au sol : 18 à 20 mm.

MANUS.

- Longueur approximative au sol : 23 mm. Périmètre semblant plus étiré longitudinalement. Appui principalement sur deux des doigts médians. Le doigt interne (pollex) ne paraît pratiquement pas marqué.

- Largeur approximative au sol : 12 à 15 mm.

PISTE.

- Enjambée 0,206 m (Pas : 0,103). Pace angulation : 170° ? (Ped. angulatio, 5°). Manus angulation 140° (Manus angulatio, 20°).

- Largeur de la voie postérieure : très faible (0,010 m ?).

- Largeur de la voie antérieure : pouvant atteindre 0,030 m.

*Discussion* : Les Mammifères de petite dimension actuellement identifiés dans la zone de Montmartre ne sont pas nombreux. Le gisement de La Débruge a fourni cependant (de Bonis 1964, p. 34) :

Marsupiala.	Didelphidae :	<i>Peratherium cuvieri</i> , <i>P. parvum</i> , <i>P. sp.</i>
Insectivora.	Soricidae :	<i>Saturninia gracilis</i> .
Rodentia.	Ischyromyidae :	<i>Plesiartomys gervaisii</i> .

- Pseudosciuridae : *Adelomys vaillanti*.  
 Theridomyidae : *Isoptychus pseudosiderolithicus*.  
 Glivaridae : *Gliravus priscus*.

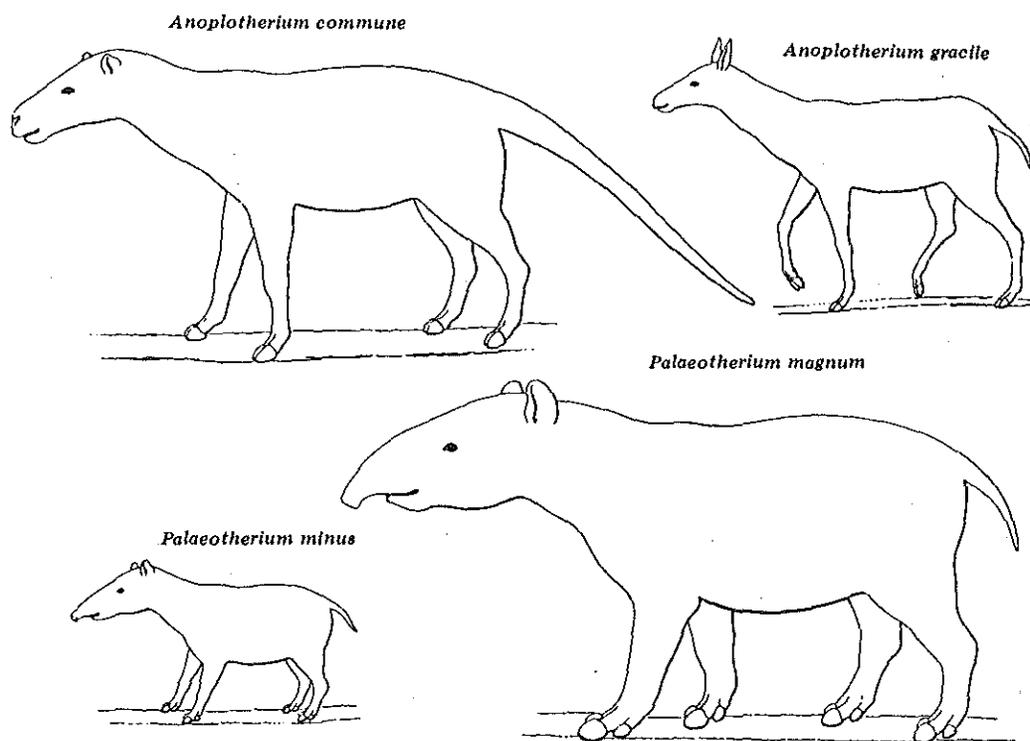
Il est possible qu'il faille chercher plutôt vers ces derniers l'auteur de la piste. Plusieurs de ces petits Mammifères ont pu être arboricoles. Chez les Primates, les Adapidae (*Adapis parisiensis*), et les Necrolemuridae (*Microchoerus edwardsi*) paraissent trop grands. Le principal intérêt de cette piste est finalement d'attester la prolifération des Micromammifères dans les biotopes languedociens de cet âge, aux côtés de toutes les grosses formes qui ont fait l'objet essentiel de cette note.

*Derivatio nominis* : De « *inanis* » = « vide, incomplet, sans corps, sans consistance ».

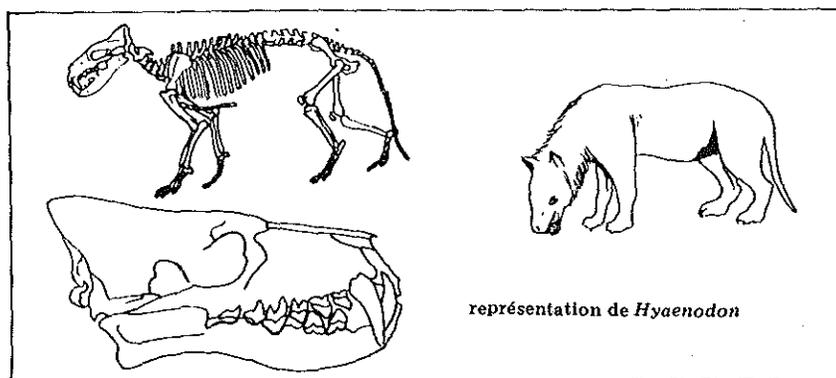
#### IV — CONCLUSION

La Dalle de Garrigues-Ste-Eulalie offre ainsi pour la première fois, avec ses environs immédiats, un véritable paléo-paysage sur la vie journalière au Ludien. En particulier si on lui surajoute les nombreux restes de Végétaux recueillis aux alentours dans les mêmes couches, et qui font revivre le climat.

Nous adressons nos remerciements les plus vifs à Monsieur le Professeur René Lavocat pour la place importante qu'il a accordée, dans ses publications (1955) comme dans son « Laboratoire de Paléontologie des Vertébrés », à cette méthode d'approche originale que représente l'Ichnologie. Et pour les possibilités très vivantes que cette Discipline, en se rapprochant de la Paléontologie classique, peut apporter aujourd'hui à la connaissance de la Nature, et dans son ensemble à l'Evolution des Vertébrés, dont aujourd'hui ceux du début du Cénozoïque.



a



b

14

Fig. 14. — Reconstitution des grands Mammifères du Ludien :  
 a/ Anoplothériidés et Palaeothériidés, d'après Cuvier (1836, pl. 147) (Gypse de Montmartre) ;  
 b/ Hyaenotontidé, d'après Scott (repris par Kerourio 1978, p. 7).

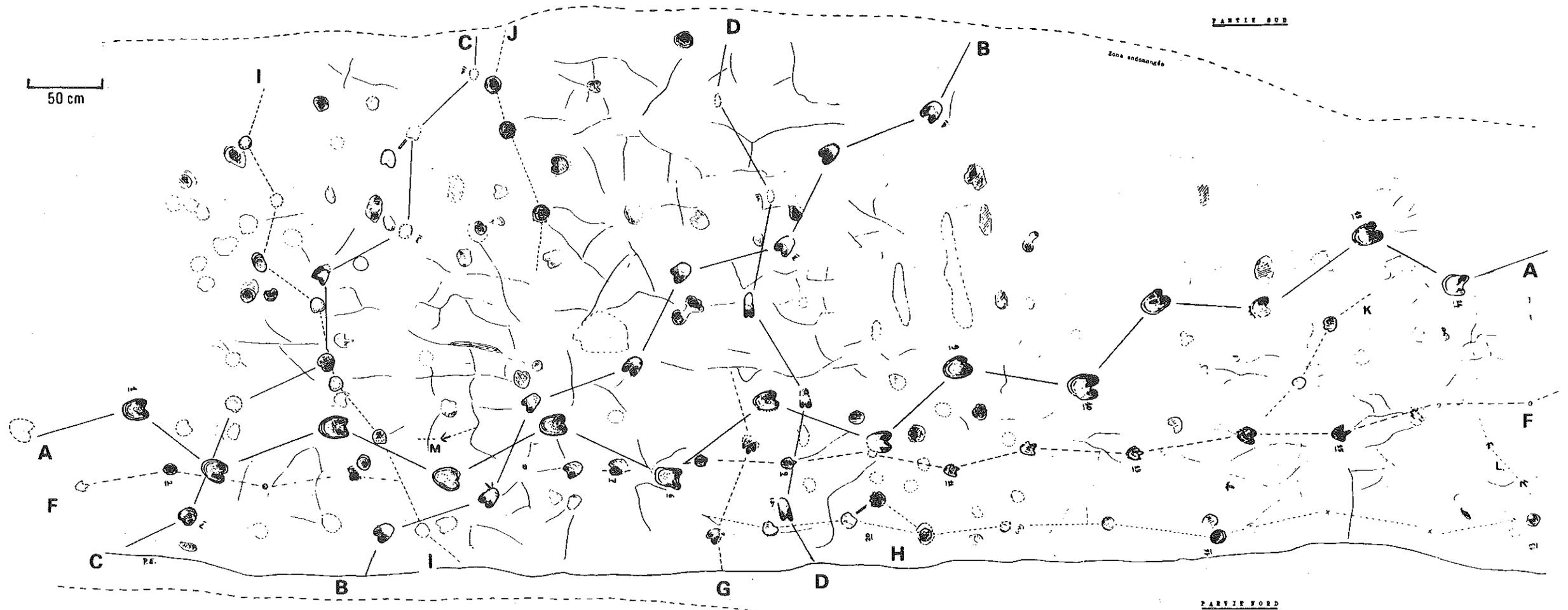
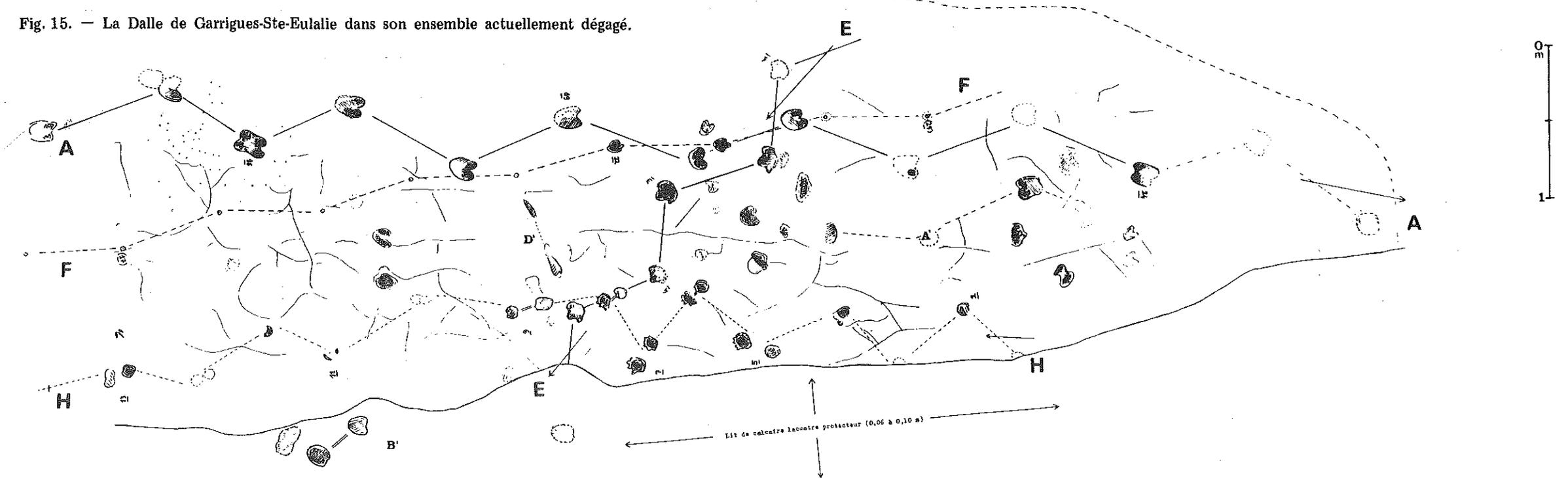


Fig. 15. — La Dalle de Garrigues-Ste-Eulalie dans son ensemble actuellement dégagé.



## BIBLIOGRAPHIE

- BANG P. et DAHLSTRÖM P., 1977. — Guide des traces d'animaux. Delachaux et Niestlé, 240 p., très nombreuses fig.
- BERLIOZ J., 1950. — Systématique (des Oiseaux). In Grassé P.-P., *Traité de Zoologie*, t. XV, Oiseaux, p. 845-1055.
- BESSONNAT G., DUGHY R. et SIRUGUE F., 1969. — Un important gisement d'empreintes de pas de Mammifères dans le Paléogène du Bassin d'Apt-Forcalquier. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 268, p. 1376-1379 (10 mars 1969), 1 pl.
- BONIS L. de, 1964. — Etude de quelques Mammifères du Ludien de La Débruge (Vaucluse). *Annales de Paléontologie (Vertébrés)*, t. L, 1964, fasc. 2, Masson (Paris) p. 121-154, 7 fig., 5 pl.
- BRODKORB P., 1967. — Catalogue of fossil Birds, Part 3 (Ralliformes, Ichthyornithiformes, Charadriiformes). *Bull. of the Florida State Museum, Biol. Sc. Vol. II, N° 3*, Univ. of Florida Gainesville, p. 98-220.
- CASANOVAS C.L. et SANTAFE L., J., V., 1974. — Nota sobre el hallazgo de icnitas de mamíferos en el Terciario Catalán. *Acta Geol. Hispanica*, CSIC, t. IX (1974), N° 2, p. 45-49, 5 fig., 4 photos.
- CHAFFEE R.G., 1943. — Mammals footprints from the White River Oligocène. *Notulae Naturae of the Ac. of Nat. Sc. of Philadelphia*, N° 116 (Apr. 16, 1943), 13 p., 3 pl.
- CUVIER G., 1836. — Recherches sur les Ossements fossiles. E. d'Ocagne édit., t. 1 (Atlas), 94 p., 161 pl.
- DEPERET Ch., 1917. — Monographie de la faune de Mammifères fossiles du Ludien inférieur d'Euzet-les-Bains (Gard). Rey Lyon et Baillière Paris, 288 p., 25 pl.
- DESNOYERS J., 1859. — Sur les empreintes de pas d'animaux dans le Gypse des environs de Paris, et particulièrement de la vallée de Montmorency. *B.S.G.F. (2)*, t. XVI, p. 936-944.
- EYSINGA F. W. B. van, 1975. — Geological Time Table. 3e édition, Elsevier Sc. Publ. Co., Amsterdam, 1 feuille 70 x 110 cm.
- GARIMOND S. et REMY J.A., 1963. — Note préliminaire à l'étude d'un important gisement de Mammifères de la zone d'Euzet (Eocène inférieur) à la base des calcaires de Fons (Gard). *C.R. somm. S.G.F.*, Fasc. 2 (18 fév. 1963), p. 61.
- GARIMOND S. et THALER L., 1963. — Sur deux nouveaux gisements du *Palaeotherium magnum* (CUVIER, et l'attribution de la faune de Célas (Gard) à la zone de Mammifères de Montmartre (Oligocène inférieur) (sic.). *C.R. somm. S.G.F.*, Fasc. 2 (18 fév. 1963), p. 62.
- GOLPE POSSE J.M., 1974. — Faunas de yacimientos con suiformes en el terciario español. *Palaeont. y evolucion, Inst. Provincial de Paleontol.*, Sabadell, p. 1-87.
- HOMBRES-FIRMAS, L.-A. d', 1848. — Note sur les ossements fossiles des environs d'Alais. *Bul. Soc. Géol. France*, (2), V, p. 381-383.
- KEROURIO Ph., 1978. — Flore et Faune de l'Oligocène Provençal. *Recherche et Nature*, N° 9, p. 6-13, 25 fig.
- KOVALEVSKY V.O., 1960. — « Selected Science Works » (en Russe), (sur les Artiodactyles de l'Oligocène inférieur, etc.). *Acad. Sci. Moscou*, t. 3, 350 p., fig., tabl.
- LAPPARENT A.F. de et LAVOCAT R., 1955. — Dinosauriens. In Piveteau 1955. *Tr. de Paléontologie*, Masson, Paris, t. V. Voir spécialement article « Ichnologie » p. 894-902 et p. 957-958, 5 fig.
- LAVOCAT R., 1967. — Histoire des Mammifères. *Le Rayon de la Science*. Seuil, Paris, 192 p., fig.
- PLAZIAT J.-Cl., 1964. — Pistes d'Oiseaux et remaniements synsédimentaires dans le Lutétien (sic) du détroit de Carcassonne (Aude). *B.S.G.F. (7)*, t. VI, p. 289-293, 2 fig., 1 pl.
- PLAZIAT J.-Cl., 1974. — Observations paléolimnologiques sur les lacs Eocènes situés entre le Massif de Monthoumet et la Montagne Noire. *96e Congrès nat. des Soc. Sav. Toulouse, 1971*, Sciences, t. II, p. 71-93, 5 fig., 3 pl.
- REMY J.-A., 1976. — Etude comparative des structures dentaires chez les *Palaeotheriidae* et divers autres Périssodactyles fossiles. Thèse Fac. de Chirurgie Dentaire, Univ. L. Pasteur, Strasbourg I (1976, N° 3), 207 p., 32 fig., 39 tabl., 14 pl.
- ROMAN F., 1910. — Excursion du 28 Septembre dans le bassin d'Alais. In Réunion extraordinaire Soc. Géol. de France à Valence, Alais et Nîmes 22-29 sept. 1910. *Bull. Soc. Géol. Fr.* X (55), p. 901-905.
- SAVAGE R.J.G., 1965. — Fossil Mammals of Africa : 19 ; the Miocene Carnivora of East Africa. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, Geology, Vol. 10, N° 8 London, p. 239-316. 62 fig., 5 pl.
- SAVAGE R.J.G., 1977. — Evolution in Carnivorous Mammals. *Palaeontology*, vol. 20, Part 2 (1977), p. 237-271, 18 fig.

- SUDRE J., 1978<sup>a</sup>. — Les Artiodactyles de l'Eocène moyen et supérieur d'Europe occidentale (Systématique et Evolution). *Mém. et Tr. de l'Institut de Montpellier de l'Ec. Prat. des Htes Etudes* (3e section), N° 7, 229 p., 23 fig., 22 pl., 11 pl., photog.
- SUDRE J., 1978<sup>b</sup>. — La Poche à phosphate de Ste-Néboule (Lot) et sa faune de Vertébrés du Ludien supérieur : 9. Primates et Artiodactyles. *Palaeovertebrata*, Montpellier, 8, II-IV : p. 269-290, 5 fig.
- TERMIER H. et G., 1960. — Paléontologie stratigraphique. Masson, Paris, 516 p., 3425 fig., 62 tabl.
- THALER L., 1966. — Les Rongeurs fossiles du Bas-Languedoc dans leurs rapports avec l'histoire des faunes et la Stratigraphie du Tertiaire d'Europe. *Mém. Muséum d'Hist. Nat.*, Série C, t. XVII, 295 p., 25 fig., 27 pl.
- TOBIEN H., 1969. — Über Säugerfährten aus dem Alttertiär des südlichen Rheintales. *Mitteilungsblatt der Bad. geol. Landesanstalt*, Freiburg i. B., p. 27-33, 1 fig.

## LEGENDE DES PLANCHES

### PLANCHE 1

Aspect d'ensemble de la Dalle (partie Sud).

### PLANCHE 2

Montages stéréoscopiques :

A : *Anoplotheriipus lavocati* nov. sp.

B : *Hyaenodontipus praedator* nov. sp.



