

Dinosauriens du Haut-Atlas Central (Maroc) : état des recherches et précisions sur la découverte d'un squelette complet de grand Cériosaur = Dinosaurs of the Central High Atlas (Marocco) : state of research and details of discovery of complete skeleton...

Autor(en): **Monbaron, Michel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Actes de la Société jurassienne d'émulation**

Band (Jahr): **86 (1983)**

PDF erstellt am: **10.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-684897>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Dinosauriens du Haut Atlas Central (Maroc):

état des recherches et précisions sur la découverte
d'un squelette complet de grand Cétiosaure.

par Michel Monbaron
D^r ès sciences, géologue

RÉSUMÉ

Plusieurs années de recherches dans le Haut Atlas central ont permis de recenser de très nombreux gisements de Dinosauriens dans les « Couches rouges » continentales du Jurassique moyen. Les fouilles entreprises ont livré successivement : des ossements épars, puis plusieurs os en connexion, enfin le squelette complet d'un très gros Cétiosaure. Par ses dimensions exceptionnelles, ce fossile de Sauropode est un des plus gros et des plus complets du genre jamais trouvés dans le monde sur un même site. On possède notamment les pièces du crâne de cet animal. Les renseignements d'ordre paléontologique, paléoécologique et géologique apportés par cette découverte ont permis de préciser l'âge des « Couches rouges » et de reconstituer le milieu de dépôt de ce fossile. Le Haut Atlas central est désormais un domaine classique d'étude des Dinosauriens.

Dinosaurs of the Central High Atlas (Morocco):

state of research and details of discovery of complete skeleton
of large Cetiosaur.

by Michel Monbaron

SUMMARY

Research over several years in the Central High Atlas has resulted in the discovery of a large number of remains of Dinosaurs in the continental «Red beds» of the Middle Jurassic layers. Excavations have in turn produced: a few bones, then several connecting bones and finally a complete skeleton of a very large Cetiosaur. Because of its exceptional size this Sauropod fossil is one of the largest and most complete of its kind ever found in one place anywhere in the world. The fact that parts of the skull of this animal have been found is particularly interesting. The palaeontological, palaeoecological and geological information provided by this discovery have made it possible to establish the age of the «Red beds» and to reconstitute the original environment of this fossil. The Central High Atlas will from now on be a classic area for studying Dinosaurs.

Sommaire

1. Introduction	p. 206
2. Historique des recherches	p. 206
2.1. Moyen Atlas	p. 206
2.2. Atlas de Beni Mellal	p. 208
2.3. Hamadas	p. 208
2.4. Recherches récentes	p. 210
3. Situation géologique des vestiges de Dinosauriens	p. 210
3.1. Contexte géologique	p. 210
3.2. Position des vestiges de Dinosauriens	p. 213
4. Recherches récentes dans l'Atlas de Beni Mellal	p. 213
4.1. Découverte d'un os complet	p. 213
4.2. Campagne de l'été 1978	p. 214
4.2.1. Ossements en connexion	p. 214
4.2.2. Environnement des gisements	p. 215
4.2.3. Situation en automne 1978	p. 215
4.3. Un squelette complet	p. 217
4.3.1. Extension des recherches	p. 217
4.3.2. Zone de gisements de Wawmda	p. 218
4.3.3. Fouilles à Wawmda	p. 218
4.3.4. Travaux en laboratoire	p. 219
5. Précisions sur le fossile de Wawmda	p. 221
5.1. Aspect et dimensions	p. 221
5.2. Mode de dépôt	p. 224
5.3. Importance de la découverte	p. 225
5.3.1. Au plan paléontologique	p. 225
5.3.2. Au plan géologique	p. 227
5.3.3. Au plan muséologique	p. 229
6. Conclusions	p. 229
7. Remerciements	p. 231
8. Bibliographie	p. 232
9. Lexique	p. 233

1. INTRODUCTION

En automne 1980, une équipe de spécialistes mettait au jour à Wawmda près de Tilougguit (Haut Atlas central, Maroc) le squelette complet d'un très gros Dinosauré Sauropode*¹⁾, reptile quadrupède herbivore datant de l'ère mésozoïque*. Cette importante découverte paléontologique couronnait les longues et patientes recherches que nous menions depuis plusieurs années dans les sédiments continentaux de la région de Beni Mellal; elle marquait en outre l'aboutissement du travail de plusieurs générations de géologues et de paléontologues.

Dans les pages qui suivent, nous allons présenter les différentes phases de la recherche, décrire le gisement de Wawmda et les trouvailles qui y ont été faites et, enfin, situer l'importance de ces découvertes pour les sciences de la terre en général et la géologie du Haut Atlas en particulier.

2. HISTORIQUE DES RECHERCHES

Une des premières mentions de restes de Dinosauriens au Maroc est celle faite par PLATEAU, GIBOULET & ROCH (25)²⁾, qui signalent en 1937 les remarquables empreintes de pas de Théropodes* découvertes dans la cuvette des Iouaridene, près de Demnat (Haut Atlas central, fig. 1). Ce gisement ichnologique* passe, encore à l'heure actuelle, pour l'un des plus célèbres du monde. A la même époque commence une prospection systématique dans les Atlas, sous l'impulsion des géologues H. TERMIER et A.-F. DE LAPPARENT.

2.1 *Moyen Atlas*

A El Mers dans le Moyen Atlas (fig. 1), TERMIER a en fait récolté des ossements dès 1927, découvertes qu'il annonce dans un mémoire publié en 1936 (27). On découvre ensuite, toujours à El Mers, des fragments importants de squelettes divers, notamment de gros Sauropodes, dans des couches continentales encadrées par des niveaux marins. A partir de ces restes, DE LAPPARENT.

1) A l'intention des lecteurs profanes, un lexique des termes géologiques a été établi; les astérisques renvoient à ce lexique, en page 233.

2) Les nombres entre parenthèses renvoient à la bibliographie de la page 232 (références citées par ordre chronologique).

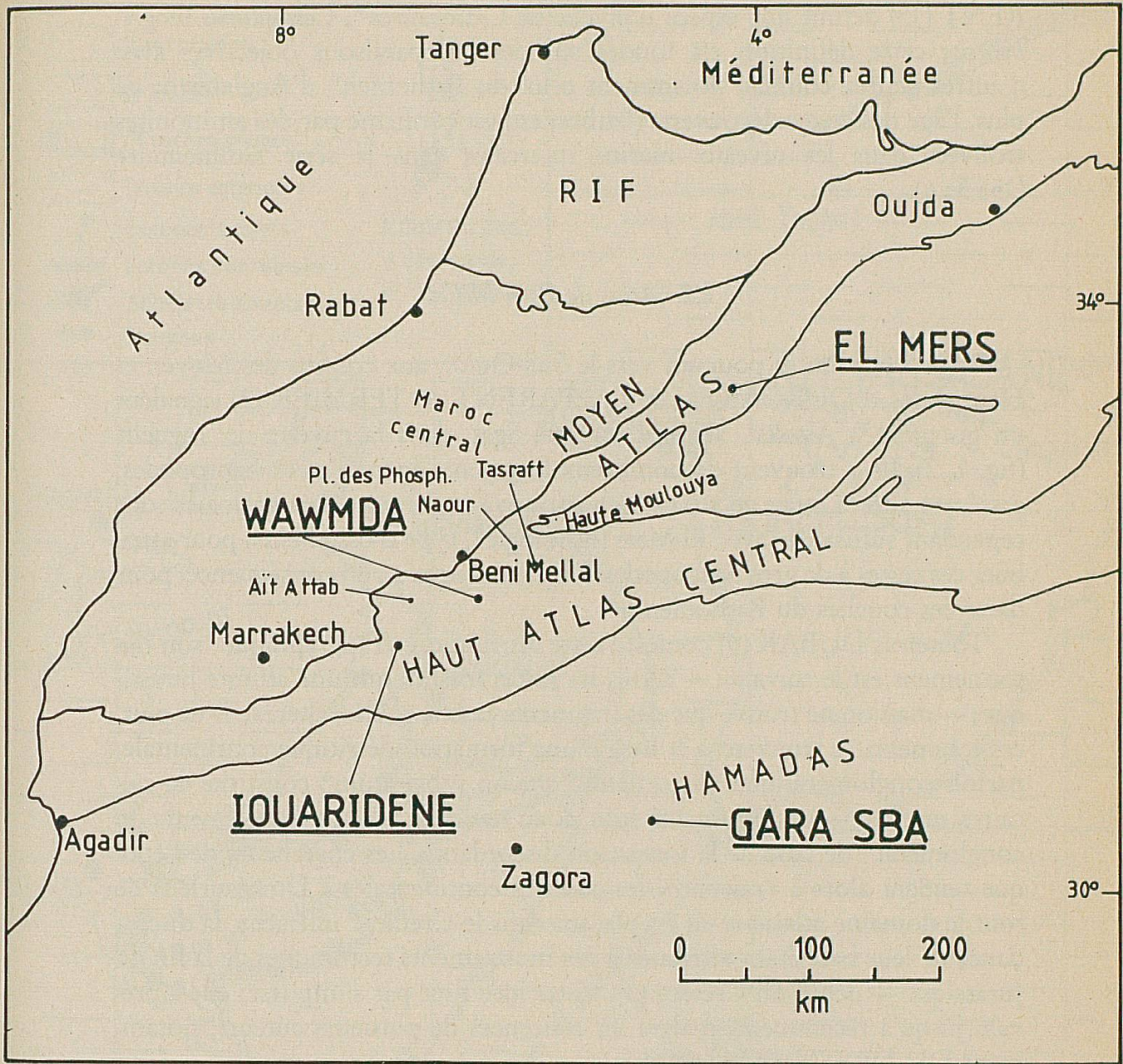


Fig. 1 Situation générale et position des principaux gisements de restes de Dinosauriens au Maroc.

RENT (15) définit une espèce nouvelle de Cétiosaures* : *Cetiosaurus mogrebiensis*; cette définition est fondée sur des comparaisons objectives avec d'autres genres connus, notamment ceux du Bathonien* d'Angleterre; de plus, l'âge des restes découverts (bathonien) est confirmé par des ammonites trouvées dans les niveaux marins intercalés dans la série sédimentaire (15; 5; 6).

2.2. Atlas de Beni Mellal

La prospection se poursuit vers le Sud-Ouest, aux confins des Moyen et Haut Atlas. BOURCART, DE LAPPARENT & TERMIER (2) signalent un gisement à Asseksi, au pied du Jbel Sgat, dans la cuvette de Taguelft (fig. 1, 2). Ils y trouvent de nombreux fragments épars d'os de Sauropodes, cassés ou altérés, mais aucun os bien conservé et complet. Les analogies sont cependant suffisantes avec El Mers (lithologie*, type d'ossements) pour attribuer ces restes à de gros Sauropodes d'âge jurassique et, en conséquence, pour dater ces couches du Bathonien.

Toutefois DUBAR (8) conteste cette attribution stratigraphique; son raisonnement est le suivant: — certes les restes fossiles ont une affinité jurassique; — mais on ne trouve que des fragments cassés, roulés, altérés; — de plus, ces fragments se trouvent à la base d'une formation détritique continentale, parfois conglomératique, discordante* sur un substratum* constitué de calcaires marins; — ces ossements sont donc *remaniés* et sont des éléments du conglomérat* de base de la formation discordante. Les chercheurs de l'époque tendent alors à «rajeunir» les couches continentales à Dinosauriens de tout le domaine atlasique en les plaçant dans le Crétacé* inférieur, la discordance de leur base étant attribuée à des mouvements tectoniques de la fin du Jurassique — début du Crétacé (3). Cette idée finit par s'imposer; elle a prévalu jusqu'à récemment, malgré les réticences de plusieurs auteurs, notamment DU DRESNAY (5; 6).

2.3. Hamadas

Mentionnons pour mémoire les recherches menées dans l'Anti-Atlas, sur les Hamadas du Draa et des Kem-Kem, par LAVOCAT (16; 17); ce chercheur y a découvert, entre autres vertébrés, de nombreux restes de Dinosaures et a pu décrire un genre et une espèce nouveaux de gros Sauropode: *Rebbachisaurus garasbae*, trouvé à Gara Sba dans des terrains rapportés au Crétacé inférieur (fig. 1).

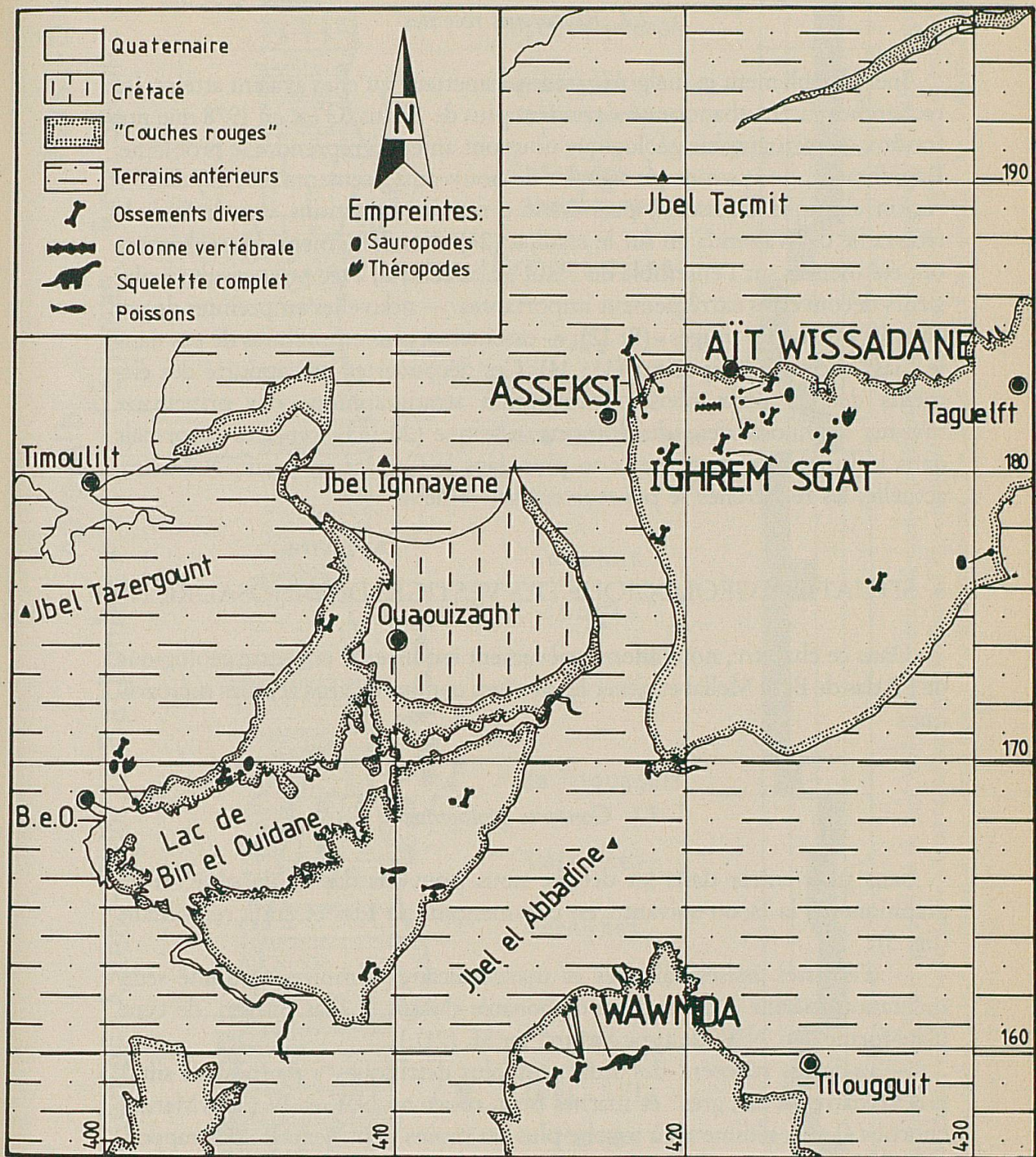


Fig. 2 Situation des gisements de Dinosauriens dans l'Atlas de Beni Mellal. Coordonnées Lambert Nord-Maroc, réseau décakilométrique.

2.4. Recherches récentes

Inexplicablement et malgré le stade prometteur qu'elles avaient atteint, les recherches furent abandonnées pendant plus de 20 ans. C'est en 1978 que nos travaux de cartographie géologique nous ont amené à reprendre le problème. Rapidement, nous avons pu signaler de nouveaux gisements (18; 19) dans la région classique d'Asseksi, puis étendre nos investigations vers le Sud; la trouvaille de Wawmda en fut le résultat (24). Simultanément, les recherches ont été menées sur l'ensemble du Haut Atlas central, avec pour résultats plusieurs découvertes extrêmement importantes: — nouvelles empreintes de pas dans les « Couches rouges » (9; 12); — ossements, puis empreintes de pas dans le Lias* moyen et supérieur (11; 14). Ces découvertes ont apporté des éléments décisifs pour réviser l'attribution stratigraphique des principaux niveaux à Dinosauriens du domaine atlasique (20; 13), replacés désormais dans le Jurassique moyen et non plus dans le Crétacé inférieur. A l'heure actuelle, les recherches se poursuivent activement.

3. SITUATION GÉOLOGIQUE DES VESTIGES DE DINOSAURIENS

Dans ce chapitre, nous allons brièvement esquisser le contexte géologique de l'Atlas de Beni Mellal et situer les vestiges connus de gros reptiles mésozoïques.

3.1. Contexte géologique

Sans trop entrer dans les détails, nous pouvons décrire la série stratigraphique de la façon suivante, en commençant au Lias et en la remontant (fig. 3):

— d'épaisses assises calcaires et marnocalcaires témoignent d'une sédimentation marine à dominance carbonatée durant le Lias moyen, de type plate-forme* au NW, de type bassin* au SE (21);

— au-dessus reposent des sédiments plus détritiques*: marnes* et silts* gris verdâtre au SE, grès* et marnes brun rouge au NW et W (les « Marnes chocolat »); ces sédiments à touche plus ou moins continentale sont rapportés généralement au Lias supérieur — début du Dogger* (Toarço-Aalénien);

— on retrouve ensuite une sédimentation carbonatée, représentée au NW par une trilogie: calcaires à « bird eyes* » — marnes — calcaires fossilifères et oncolitiques*, dite « Calcaires — Corniches » et au SE, par une puissante série

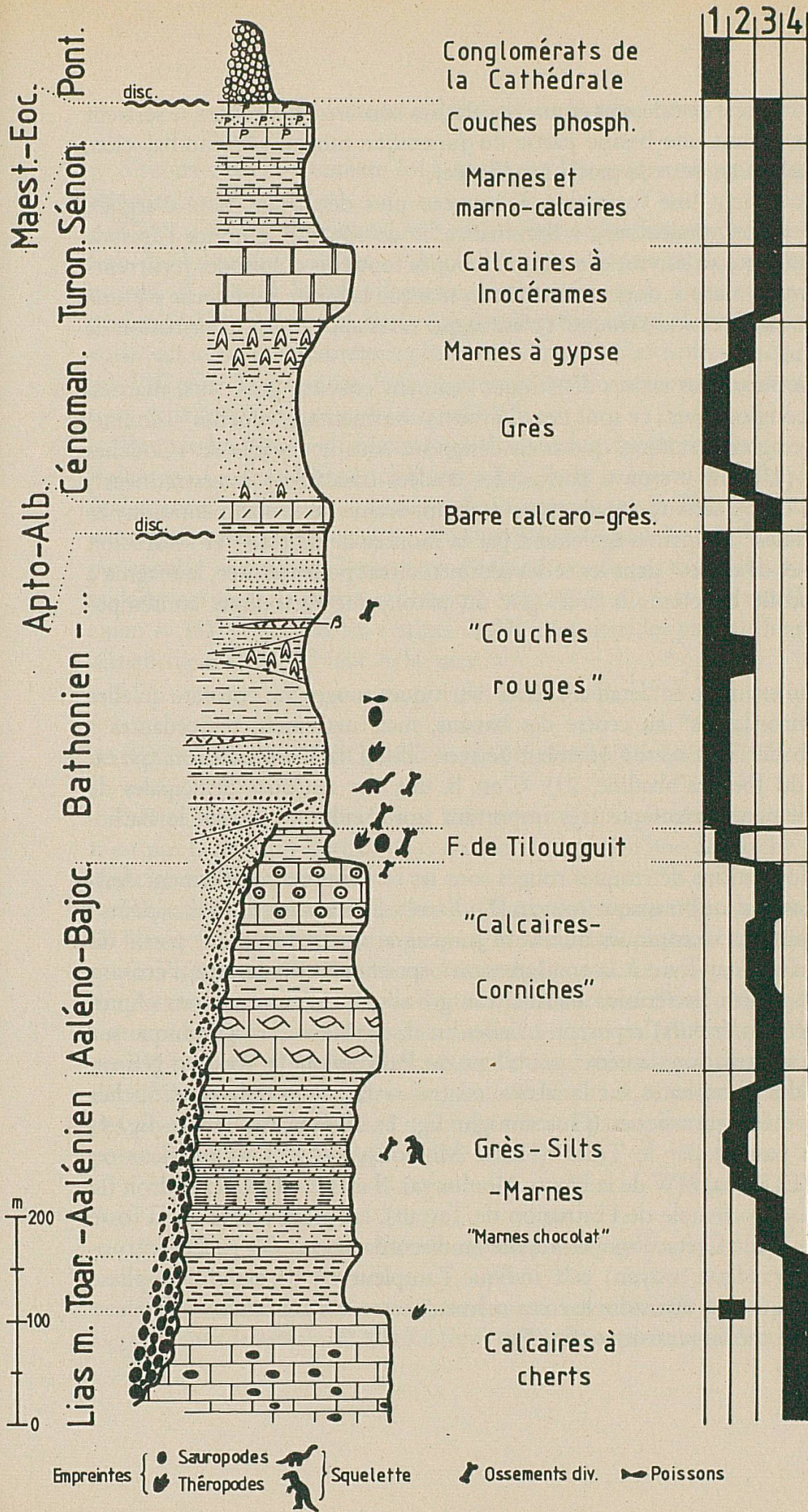


Fig. 3 Coupe stratigraphique synthétique dans l'Atlas de Beni Mellal, avec situation des restes de Dinosauriens. La discordance des « Couches rouges » sur leur substratum au voisinage de rides tectoniques actives se fait par l'intermédiaire d'un conglomérat de base. A droite de la figure, essai de reconstruction des milieux de sédimentation et de leur évolution au cours des temps: 1 = milieu continental; 2 = domaine confiné ou lagunaire; 3 = domaine de plate-forme carbonatée; 4 = domaine de bassin (marin profond). β = basaltes.

assez monotone de calcaires et marnocalcaires sombres; ces roches se seraient déposées durant une bonne partie du Jurassique moyen (Aaléno-Bajocien, voire Bathonien pour la partie supérieure);

— puis vient une formation à nouveau plus détritique, faite d'argiles, marnes et silts versicolores, à dominance lie de vin, qui annonce l'épisode continental qui va suivre; elle est entrecoupée toutefois d'épisodes récurrents franchement marins, dont un surtout en marque la limite supérieure par une corniche calcaire biodétritique*: c'est ce que nous appelons la «Formation de Tilougguit»;

— de puissantes assises détritiques viennent ensuite: grès, silts, marnes, parfois conglomérats; ce sont des sédiments continentaux rubéfiés* certainement d'origine deltaïque, que nous désignons sous le vocable de «Couches rouges» (13); on y trouve parfois des coulées basaltiques interstratifiées*, témoins d'une activité magmatique contemporaine de la sédimentation; ce magmatisme* s'exprime également par la montée de plutons* et l'intrusion de sills* et de dykes* dans les séries sédimentaires; pour monter, le magma a mis à profit les conduits créés par un paroxysme tectonique contemporain (22).

Si l'on examine en détail ces séries détritiques rouges, on constate qu'elles sont concordantes* au centre des bassins, mais nettement discordantes à l'aplomb de rides tectoniquement actives durant la sédimentation (p. ex. la ride du Jbel La'bbadine, 23). C'est là une des marques principales de cet événement tectonique très important qui a culminé durant le Bathonien.

Ces formations détritiques rouges sont les témoins du comblement de la fosse atlasique au Jurassique moyen (7); l'arrêt des mouvements subsidents* et des pulsions tectoniques durant le Jurassique supérieur et une partie du Crétacé inférieur livre à la transgression* aptienne* une surface d'érosion subhorizontale: les terrains marins transgressifs du Crétacé moyen (Apto-Albien et postérieurs) reposent en effet en discordance cartographique sur toutes les formations antérieures, allant du Paléozoïque* (bordure NE du Plateau des Phosphates sur le Maroc central — fig. 1) jusqu'aux «Couches rouges» médio-jurassiques (Ouaouizaght fig. 2; Naour, Aït Attab, fig. 1; etc.), en passant par le Trias* (Haute Moulouya) et le Lias inférieur ou moyen (El Ksiba, NW de la Haute Moulouya). Il existe même un endroit (la terminaison orientale de l'intrusion de Tasraft), en plein centre de la fosse atlasique, où le Crétacé moyen repose en discordance sur des roches intrusives du Jurassique moyen; cela indique l'ampleur de l'érosion post-phase intrusive, qui a pu atteindre le cœur même des structures héritées de la phase tectonique médio-jurassique (fig. 1).

3.2. *Position des vestiges de Dinosauriens*

Situons dans ce contexte les vestiges de Dinosauriens connus à l'heure actuelle (fig. 3).

Ceux qui nous intéressent ici sont situés essentiellement dans la «Formation de Tilougguit» et les «Couches rouges» continentales du Jurassique moyen. Il s'agit à la fois d'ossements épars (cf. 4.1), d'ossements en connexion (4.2.1) et d'un squelette complet de gros Sauropode (4.3.3.), restes qui voisinent avec de nombreuses pistes et/ou empreintes isolées de Sauropodes (pl. VII) et de Théropodes. Jusqu'à présent, on n'a jamais trouvé d'autres vestiges dans ces niveaux (œufs, coprolites*).

Pour mémoire, mentionnons que les couches continentales du «Toarço-Aalénien» (= les «Marnes chocolat», fig. 3) de la région d'Azilal ont livré également d'intéressants ossements de Sauropodes et de Théropodes, notamment une fraction du squelette d'un petit Coelurosaurien* (11). Enfin, on a pu signaler récemment l'existence d'empreintes de pas de petits Dinosaures tridactyles* dans la partie supérieure carbonatée du Lias moyen (Pliensbachien — 14); ce sont là les vestiges de Dinosauriens les plus anciens connus actuellement dans le Haut Atlas central.

4. RECHERCHES RÉCENTES DANS L'ATLAS DE BENI MELLAL

Notre propos est de montrer maintenant que la découverte de Wawmda n'est pas le fruit du hasard, mais qu'elle a procédé d'une démarche scientifique rigoureuse et logique.

Rappelons rapidement la situation lorsque nous abordons la cartographie du bassin de Taguelft, au printemps 1978; nous savons par nos devanciers: — que la région est riche en restes osseux de Dinosauriens; — que ceux-ci sont des débris cassés, altérés et que l'on n'a jamais trouvé d'os complet; — que le secteur le plus riche est situé près du souk (= marché) d'Asseksi. Fort de ces renseignements, nous nous mettons en chasse, secondé par deux techniciens du Ministère des Mines marocain, A. Laaroussi et A. Ouazzou, ainsi que par des paysans et bergers locaux, qui nous aident à passer «au crible» les secteurs potentiellement fossilifères.

4.1. *Découverte d'un os complet*

Dans un premier temps, nous avons pu retrouver les anciens gisements signalés dans le secteur d'Asseksi (mai 1978); à partir de ceux-ci et en suivant

les affleurements des niveaux fossilifères, nous avons localisé un grand nombre de gisements nouveaux. Cependant, les trouvailles étaient toujours les mêmes: esquilles d'os, de couleur gris bleuté à blanc, de 3 à 10 cm de long, éparpillées sur la surface du sol; elles provenaient manifestement de la fragmentation d'os plus gros, dont il était difficile de définir la nature exacte: côtes, apophyses* de vertèbres ou os longs des membres?

Enfin, le 13 mai 1978, grâce à la sagacité de A. Laaroussi, nous avons pu localiser puis dégager un os identifiable, de taille respectable: près d'un mètre de long. Il s'avéra qu'il s'agissait d'un humérus de gros Sauropode amputé de son extrémité distale* (longueur totale estimée: 130-140 cm, pl. II/a). Et l'os était *en place*, c'est-à-dire qu'il gisait dans la situation qui était la sienne au moment du dépôt des couches qui l'enveloppaient. Ce gisement de Ighrem Sgat était situé à 3-4 km au SE du site primitif d'Asseksi (fig. 2).

Cette découverte était importante; en effet, elle prouvait:

— qu'on pouvait trouver aussi des os complets et identifiables et pas seulement des fragments cassés;

— que cet os complet était en place, et non remanié par l'érosion comme le prétendait DUBAR (8). En effet, comment compter un os d'un mètre de long au nombre des éléments de conglomérats dont le diamètre moyen n'atteint pas 5 cm?

Par conséquent, il devait être possible de trouver d'autres os en bon état, voire plusieurs os au même endroit, peut-être encore en connexion.

A dire vrai, nous avons engagé ces recherches sans trop d'enthousiasme; cette trouvaille leur donnait une impulsion nouvelle et décisive (18; 19).

4.2. Campagne de l'été 1978

4.2.1 Ossements en connexion

Rapidement, le pas suivant allait être franchi: en creusant à Asseksi, A. Ouazzou mettait au jour, en juillet 1978, un groupe de vertèbres dorsales avec l'extrémité proximale des côtes correspondantes encore en articulation. Nous localisons ensuite un gisement situé à 5 km à l'Est d'Asseksi, près de Aït Wissadane; celui-ci montrait à l'affleurement, à la surface d'un champ cultivé, des dizaines de fragments osseux (10 à 30 cm) non connectés, mais bien identifiables: côtes, vertèbres, os longs, ayant appartenu manifestement à un *même individu*.

Enfin, au début du mois d'août 1978, nous localisons, à 1 km à l'ouest de cette localité, un important gisement, de loin le plus intéressant trouvé jusqu'alors: il s'agissait de plusieurs très grosses vertèbres (\emptyset de 30 à 40 cm)

en connexion, affleurant à la surface du sol en un alignement de plusieurs mètres; le sol aux alentours était jonché de débris épars d'ossements divers: os longs, débris de vertèbres, d'apophyses, etc. Manifestement, on se trouvait là devant la colonne vertébrale d'un puissant Sauropode, dont l'extraction nécessitait une infrastructure que nous ne possédions pas à l'époque (18).

4.2.2. Environnement des gisements

Plus les recherches avançaient, plus il devenait évident qu'on ne trouvait pas les ossements n'importe où dans les «Couches rouges». Les endroits les plus riches étaient des lentilles* de matériaux décolorés, beiges à gris verdâtre, de longueur déca- à hectométrique et d'épaisseur de l'ordre du mètre, qui tranchaient sur le rouge brique de l'ensemble de la formation. Les matériaux de ces lentilles étaient généralement des argiles ou des silts, avec de nombreuses passées conglomératiques; parmi les éléments de ces conglomérats, on trouvait souvent des débris osseux, le plus souvent petits et isolés; toutefois en certains endroits, des fragments plus gros apparaissaient et les niveaux pouvaient même prendre l'aspect de véritables «bone beds*», avec des os déjà identifiables: bouts de côtes, corps vertébraux cassés, têtes d'os longs, etc. Associés à ces niveaux, on trouvait *toujours* des morceaux de bois fossiles, parfois de petits lits charbonneux; des fragments de végétaux minéralisés en malachite* et/ou en azurite*, au sein de petits niveaux gréseux très poreux à concentrations cuprifères, complétaient le tableau (fig. 4).

La mise en évidence de ces endroits privilégiés fournissait ainsi un véritable guide de recherche, qui allait orienter toute la suite de la prospection et nous permettre de gagner en efficacité.

4.2.3. Situation en automne 1978

Résumée brièvement, la situation était la suivante à la fin de la première saison de prospection:

- nous avons acquis la certitude que les ossements étaient bel et bien *en place* dans la formation;
- nous avons pu focaliser notre attention sur une fraction restreinte des «Couches rouges».

L'importance des découvertes nous incita alors à requérir la collaboration de Philippe TAQUET, spécialiste des Dinosauriens au Museum national d'Histoire naturelle de Paris, qui nous assura son concours pour la suite des opérations. Compte tenu des éléments dont ce chercheur disposait alors

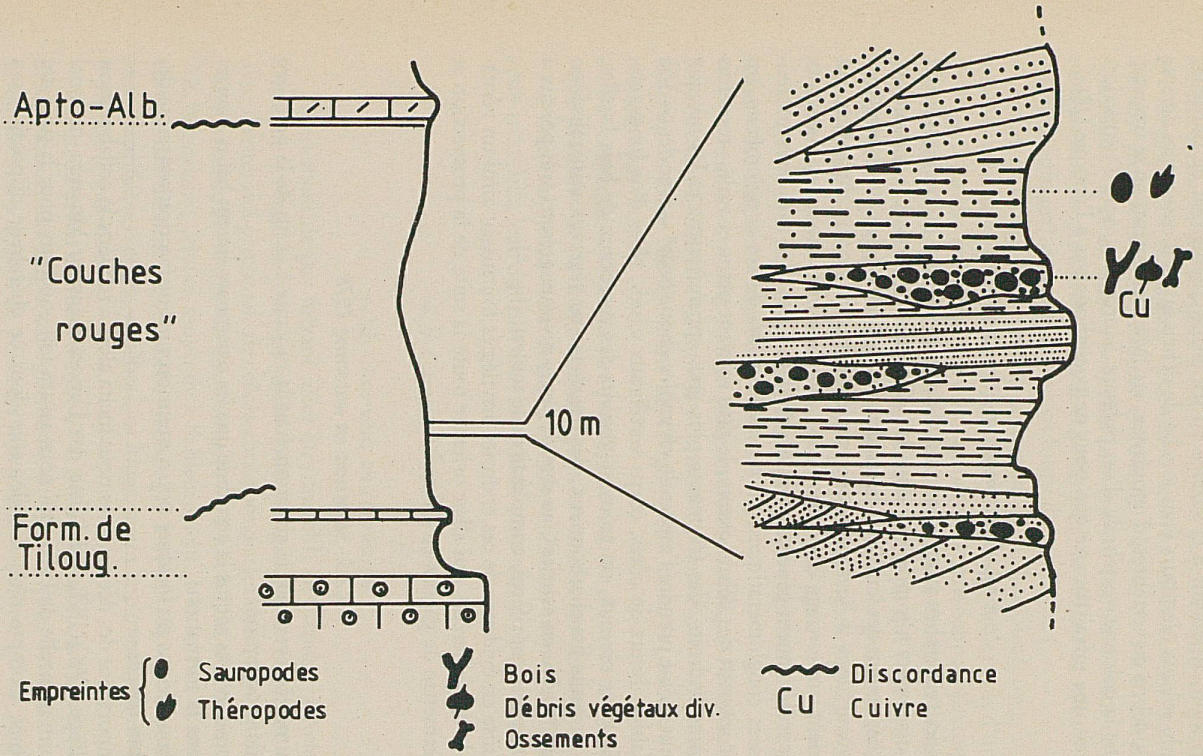


Fig. 4 Schéma montrant l'imbrication des différents faciès des «Couches rouges»: grès à stratifications obliques, silts, marnes, lentilles conglomératiques à restes végétaux et animaux. Les gisements les plus riches sont situés généralement dans le tiers inférieur des «Couches rouges», à proximité des rides tectoniques actives.

(nous considérons encore les « Couches rouges » comme crétacées à l'époque), il attribuait les restes découverts au seul gros Sauropode d'âge crétacé connu dans le Nord-Ouest africain: *Rebbachisaurus garasbae* LAVOCAT, sans avoir pu cependant les examiner en détail, ni sur le terrain ni au laboratoire (18; 19).

C'est à cette époque que se produisit un épisode regrettable. A la suite d'une indiscretion, les coordonnées du gisement de Aït Wissadane furent divulguées; la colonne vertébrale que nous avions découverte fut extraite de son site, hélas trop hâtivement, par une équipe d'archéologues commanditée par le Musée d'Archéologie de Rabat (4). Ces fouilles furent réalisées sans que le Service géologique du Maroc en soit averti; nous n'avons donc pas pu y participer, si bien que nous n'avons pu tirer aucun renseignement nouveau du fossile en question: il s'agissait (nous l'avons su par la suite) d'une fraction de la colonne vertébrale d'un gros Sauropode; toutefois, ni les membres, ni le cou ni le crâne ne furent retrouvés.

4.3. *Un squelette complet*

L'incident de Aït Wissadane renforça notre détermination de tout entreprendre pour parvenir à « faire mieux » encore. Faire mieux, c'est-à-dire: trouver si possible un *individu complet*. C'est avec cet objectif que nous avons abordé la campagne de terrain de 1979; nous quittions alors les régions classiques du synclinal de Taguelft. Allions-nous trouver ailleurs les mêmes indices qu'à Asseksi — Sgat — Aït Wissadane?

4.3.1. *Extension des recherches*

La particularité du travail de cartographie géologique est qu'il oblige le géologue à passer pratiquement partout à l'intérieur du périmètre qui lui est dévolu. Pour ce qui nous concerne, il nous a fallu aborder l'étude des autres cuvettes synclinales à couches détritiques rubéfiées, notamment celles de Ouaouizaght à l'Ouest et de Tilougguit au Sud (fig. 2). A côté des problèmes strictement cartographiques: — limites des formations, étude des changements de faciès* lithologiques, attributions stratigraphiques, problèmes liés à la tectonique, localisation d'indices miniers, etc. —, nous portons une attention de plus en plus soutenue aux niveaux susceptibles de recéler des sites fossilifères. Des restes significatifs de vertébrés furent ainsi mis en évidence dans le synclinal de Ouaouizaght, notamment deux niveaux à ossements et écailles ganoïdes de poissons (*Lepidotes***sp.*), des fragments épars de Dinosauriens et d'autres vertébrés (Crocodiliens), des empreintes de pas de Sauropodes, etc.

C'est cependant plus au Sud, dans la cuvette de Tilougguit, que devait se situer la découverte la plus intéressante.

4.3.2. Zone de gisements de Wawmda

Le 23 juillet 1979, nous avons prospecté en détail un secteur d'environ 3 km² au lieu-dit Wawmda (prononcer Ouaoumda), qui nous était apparu comme susceptible d'être « productif » selon les critères définis plus haut :

— abondance des secteurs décolorés; — nombreux niveaux conglomératiques; — bois fossiles très abondants jonchant le sol; — gros fragments osseux épars.

Une journée de prospection nous a suffi pour localiser pas moins de 10 gisements dans ce périmètre, qui s'avérait d'emblée aussi intéressant, sinon plus, que le secteur d'Asseksi prospecté en 1978. Un des gisements notamment se révélait plus important que les autres: sur une surface de 100 mètres carrés environ apparaissaient plusieurs indices osseux: — extrémité de plusieurs os longs (pl. II/b); — plusieurs vertèbres, certaines se désagrégeant en nombreux fragments centimétriques jonchant la pente. La situation des os par rapport au pendage général des couches, la qualité et la variété des fragments visibles, tout laissait prévoir une fouille intéressante à cet endroit.

Cette impression devait être rapidement confirmée. En effet, entrant dans les faits, la collaboration avec le Museum de Paris était inaugurée en automne 1979, par une visite de P. TAQUET sur les gisements de l'Atlas de Beni Mellal et de la région d'Azilal. Après avoir vu notamment les régions d'Asseksi et de Wawmda et avoir jaugé leurs potentialités respectives, nous décidions d'un commun accord de fouiller en priorité le gisement de Wawmda, mais d'en différer la fouille à l'année suivante, afin de disposer d'un temps suffisant pour ce travail délicat (dont on ne mesurait toutefois pas encore l'ampleur réelle). Les prévisions faites alors laissaient espérer l'extraction d'une fraction importante de squelette d'un gros Sauropode, pour une campagne de fouilles de trois semaines environ.

4.3.3. Fouilles à Wawmda

C'est ainsi qu'une année après, le 21 septembre 1980, s'engageaient les travaux de fouille sur le site de Wawmda. Les retracer dans le détail serait beaucoup trop long. Situons simplement quelques étapes importantes:

— moins de 10 jours suffirent pour dégager, sur un mètre d'épaisseur en moyenne, une surface de 80 m² nous permettant de juger de l'importance

réelle de la découverte (pl. III/a); ont été mis au jour successivement : — les os de tous les membres, certains encore en connexion; — une omoplate (scapula); — la cage thoracique et les principales vertèbres dorsales; — les vertèbres cervicales en connexion; — le sacrum*; — les principales pièces du bassin. On pouvait d'emblée dire qu'il s'agissait du *squelette à peu près complet* d'un individu unique, très massif (fig. 5).

— en deux mois et demi environ, tous les os visibles furent dégagés et plâtrés (pl. I à VI). Les pièces les plus maniables furent emmenées à dos de mulet (pl. VI), puis en véhicule tout-terrain vers Rabat; les plus gros plâtres (certains de près de 500 kg) furent stockés sur place. A l'arrivée de l'hiver, en décembre 1980, ce n'étaient pas moins de 5 tonnes de fossiles plâtrés qui avaient été extraits du sol, sous la responsabilité des deux techniciens A. Laaroussi et A. Ouazzou. Ces derniers avaient d'ailleurs, durant cette phase des travaux, su heureusement compléter la liste des ossements découverts en y ajoutant les mâchoires, plusieurs dents et certains os du crâne de l'animal.

— en mai 1981, à la fin du rude hiver atlasique, les travaux purent reprendre sur le gisement; la surface fouillée fut portée à près de 300 m², avec pour (maigre!) résultat l'extraction de quelques vertèbres et de deux côtes; c'est à cette époque également que les pièces les plus volumineuses furent transportées, à l'aide d'un hélicoptère, du gisement même jusqu'à Rabat.

— en septembre 1981, dernière campagne de terrain, au cours de laquelle la partie nord du gisement fut approfondie jusqu'à près de 4 mètres; cette opération permit la découverte de la seconde omoplate (pl. IV/a) et de quelques autres fragments d'os.

Les campagnes de fouille successives ont totalisé finalement 5 mois complets. On estime que près de 90% des pièces du squelette ont été récupérées.

4.3.4. *Travaux en laboratoire*

Depuis son extraction et son arrivée dans les laboratoires du Ministère de l'Energie et des Mines, le fossile de Wawmda est entre les mains des techniciens, qui dégagent les os de leur plâtre et de leur gangue et restaurent les parties endommagées. Il a déjà fallu plus de 24 mois d'efforts soutenus (avril 1983) pour redonner peu à peu leur aspect premier à ces ossements si longtemps enfouis (pl. VII). Le but ultime de cette remise en état est de pouvoir monter le fossile au Musée des Sciences de la Terre de Rabat; auparavant, on procédera encore à son étude paléontologique exhaustive et toutes les pièces fossiles originales seront moulées, ce qui permettra d'établir des copies de l'animal.

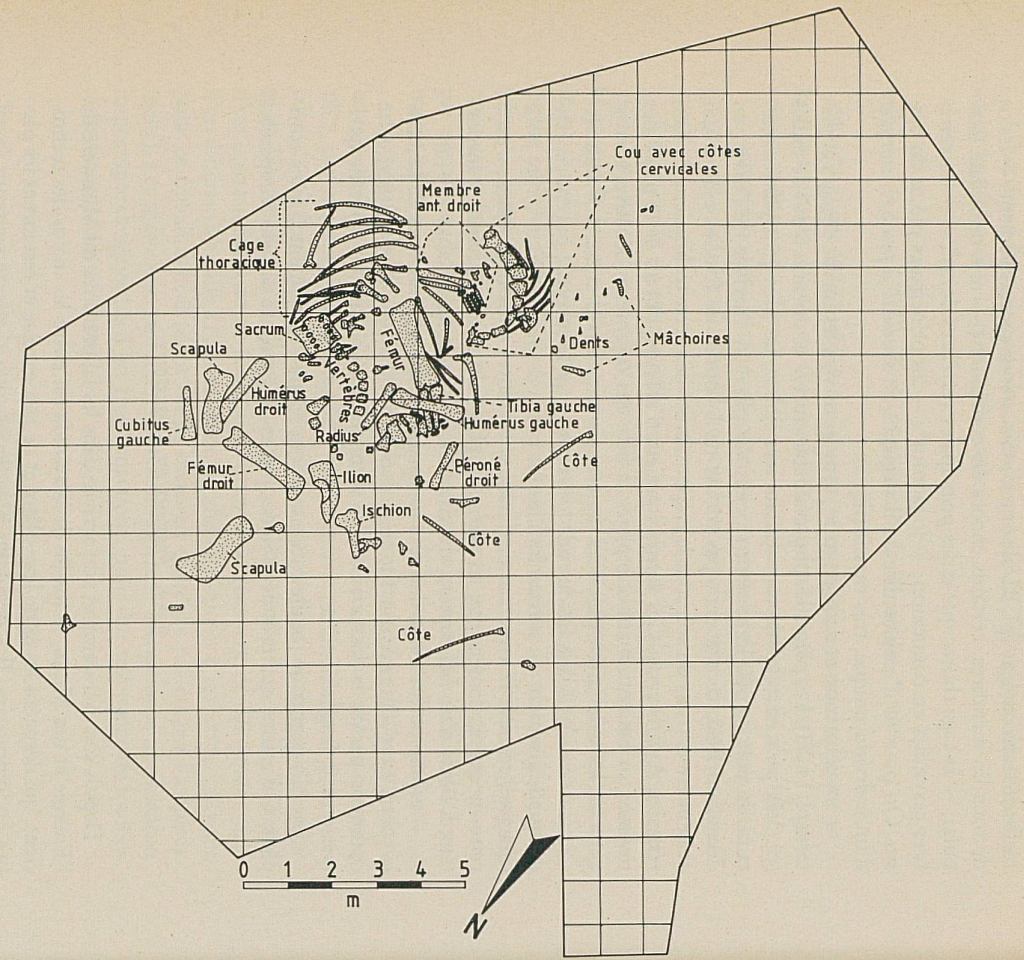


Fig. 5 Plan du gisement de Wawrnda (surface fouillée: environ 300 m²); désignation des principaux ossements.

5. PRÉCISIONS SUR LE FOSSILE DE WAWMDA

L'étude paléontologique complète du Cétiosaure de Wawmda n'est de loin pas terminée. On peut cependant donner déjà quelques indications préliminaires intéressantes et cerner l'importance de la découverte aux plans paléontologique et géologique.

5.1. *Aspects et dimensions*

Le squelette de Tilougguit est incontestablement celui d'un Dinosauré Sauropode comme en témoignent notamment ses grandes dimensions, l'allure de ses membres en colonnes très puissantes, les caractères de ses vertèbres et la forme des os des ceintures (fig. 6).

Les *membres* antérieurs et postérieurs paraissent avoir exactement la même longueur. En effet, l'humérus mesure 195 cm et le fémur 200 cm, cubitus et radius ont 120 cm environ et le tibia 110 cm; en ajoutant 40 cm pour les métacarpiens et métatarsiens, ainsi que la longueur des phalanges, on obtient pour chaque membre une longueur de 350 à 360 cm, du sol jusqu'à l'attache de la ceinture. Ce caractère permet de différencier ce Dinosauré de type Cétiosaurin d'avec les Brachiosaures de l'Afrique orientale, datant du Jurassique supérieur, qui avaient des membres antérieurs beaucoup plus longs que les postérieurs; il diffère également des Diplodocus du Jurassique terminal d'Amérique du Nord, dont les membres postérieurs surpassaient nettement les antérieurs (fig. 7).

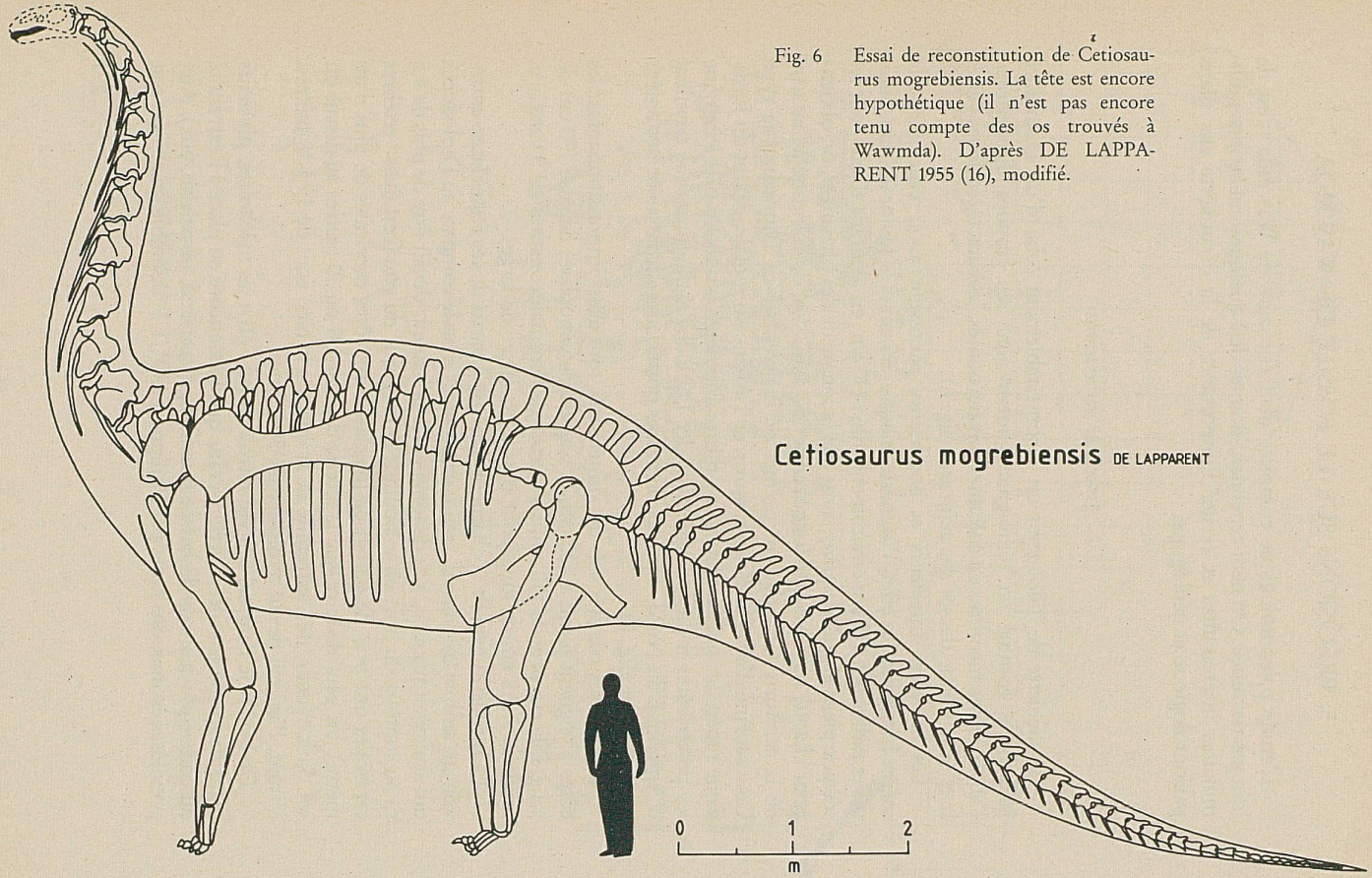
D'autres os récoltés ont des dimensions tout aussi impressionnantes: les côtes atteignent jusqu'à 220 cm, la scapula (= omoplate) dépasse 170 cm de long, l'ilion a près de 130 cm. Le sacrum de l'animal, constitué de 5 vertèbres soudées, a 115 cm de long pour plus d'un mètre de large!

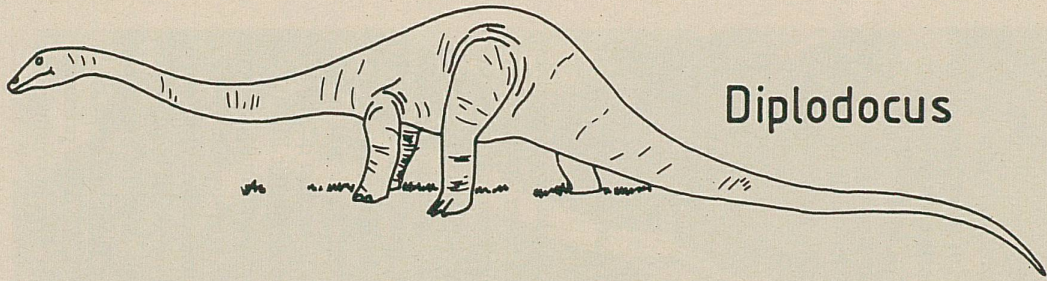
La reconstitution de la charpente osseuse à partir de ces restes laisse entrevoir un animal très massif, trapu, peu élancé (si on le compare au Diplodocus qui atteignait jusqu'à 25 m de longueur): sa hauteur devait être de plus de 4,5 m au sommet du dos; en y ajoutant la longueur du cou (certaines vertèbres cervicales ont près de 60 cm de long avec des côtes cervicales de plus d'un mètre), on peut déduire que la tête se dressait à 9 ou 10 mètres au-dessus du sol. Sa longueur, de l'extrémité de la queue à la tête, était de 15 à 18 mètres. Vivant, l'animal devait avoisiner les 20 tonnes.

De la *tête* de l'animal ont été retrouvés (pl. VII): les mâchoires, plusieurs dents de forme spatulée, l'arrière-crâne qui était encore en place à l'extrémité du cou et plusieurs os de la face (carré, jugal, pariétal, os palatin, etc.). Aux premières estimations faites par Philippe TAQUET, il semble que la tête soit

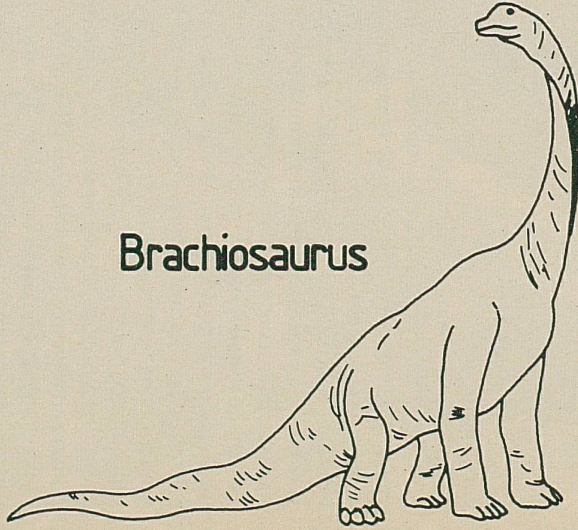
Fig. 6 Essai de reconstitution de *Cetiosaurus mogrebiensis*. La tête est encore hypothétique (il n'est pas encore tenu compte des os trouvés à Wawmda). D'après DE LAPPARENT 1955 (16), modifié.

Cetiosaurus mogrebiensis DE LAPPARENT





Diplodocus



Brachiosaurus

Fig. 7 Représentation schématique de deux types de Sauropodes: Diplodocus et Brachiosaurus, montrant les différences de longueur des membres antérieurs et postérieurs.

beaucoup plus grande qu'on ne l'imaginait habituellement pour ce genre d'animaux : de 80 cm à 1 m de long. N'oublions pas qu'on n'a jamais trouvé jusqu'à présent de crâne de Cétiosaure aussi complet et que toutes les reconstitutions faites sont fondées sur quelques fragments épars. Il a donc aussi existé des Sauropodes affublés d'une tête relativement grande à côté d'autres monstres à tête ridiculement petite.


Dans l'état actuel des recherches, il ne semble pas y avoir de différence significative entre l'animal de Tilougguit et *Cetiosaurus mogrebiensis* DE LAPPARENT décrit à El Mers. La suite de l'étude nous renseignera encore mieux sur l'anatomie des Cétiosaures et sur leurs rapports exacts avec les genres et espèces voisins. Ce qu'on peut dire d'ores et déjà, c'est qu'il s'agit d'une forme assez primitive de Sauropode, très différente en tout cas des formes plus évoluées du Jurassique terminal ou du Crétacé. Cela constitue un argument important pour infirmer l'attribution au Crétacé de ces couches à Dinosaures (cf. 2.2. et 5.3.2.).

5.2. Mode de dépôt

Que nous apprennent la situation et la répartition spatiale des os dans le gisement (fig. 5)?

Le cadavre de l'animal s'est apparemment déposé avec les membres et les côtes étalés de chaque côté de la colonne vertébrale. Les vertèbres dorsales avec les côtes de la partie gauche de la cage thoracique, le sacrum et les premières vertèbres caudales étaient en parfaite continuité; les vertèbres cervicales étaient également en connexion parfaite. Entre la cage thoracique et le cou se trouvait la partie inférieure très complète du membre antérieur droit, dissociée de l'humérus qui était, lui, rejeté à plus de 4 m de distance, au-delà du sacrum. Le membre postérieur gauche était aussi connecté, à peu près au centre du gisement, avec le fémur, le tibia et le péroné (fibula), ainsi que l'astragale, mais sans les métatarsiens; sur sa partie inférieure reposait l'humérus gauche, connecté avec le radius correspondant, alors que le cubitus se retrouvait à près de 5 m de son lieu d'insertion primitive, en bordure NE du gisement. On remarque donc que trois des quatre membres étaient encore en position anatomique par une bonne partie de leurs os et que seul le membre postérieur droit se trouvait éloigné de sa position originelle et très nettement disloqué. Le bassin était également dissocié, ainsi que la partie droite de la cage thoracique, dont les côtes ont «glissé» vers le NW. Le crâne présentait également ses pièces relativement éparpillées, certaines dans le voisinage du cou, d'autres à 3 ou 4 m à l'ouest de celui-ci.



- 
- Planche II
- a) Humérus gauche de Sauropode trouvé en mai 1978 à Ighrem Sgat; il s'agit du premier os complet de Dinosauré découvert dans la cuvette de Taguelft. Longueur 95 cm, largeur 40 cm à l'extrémité proximale (en bas sur la photo).
 - b) Gisement de Wawmda; partie inférieure du membre antérieur droit, soit le cubitus, le radius, le carpe et 4 métacarpiens, en connexion; le cinquième métacarpien se trouve caché sous les quatre autres. A l'origine, seule la tête du cubitus émergeait; la limite du sol, avant la fouille, est bien visible. C'est cet indice qui a attiré notre attention et nous a permis de localiser le gisement. A gauche, une côte assez endommagée.


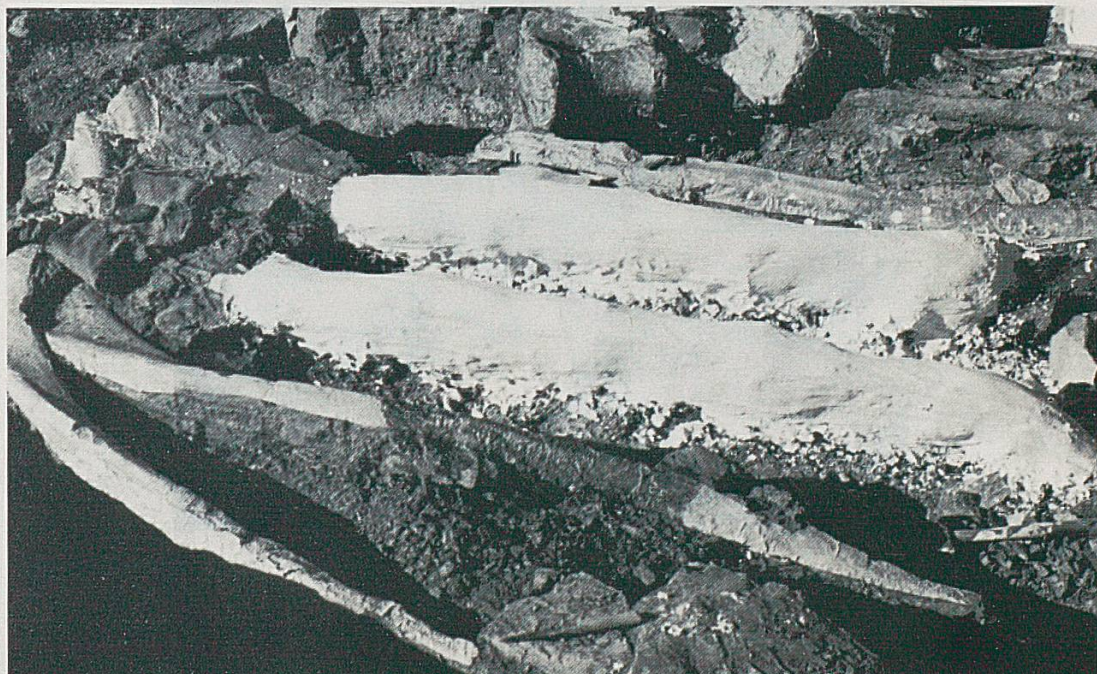


Planche I Fémur droit du Cétiosaure de Tilougguit (longueur 200 cm).





- Planche III
- a) Gisement de Wawmda, vue générale; situation de la fouille après deux semaines de travail environ. Se reporter à la figure 5; direction de la prise de vue: à peu près du Nord vers le Sud.
 - b) Quelques-uns des plus gros ossements. Une scapula (= omoplate) devant la jambe droite de l'enfant repose sur l'humérus droit; perpendiculairement, le fémur droit avec à son extrémité un ilion. Au-dessus de la tête du personnage, le tibia droit. Au premier plan à gauche, le cubitus gauche déjà en partie plâtré.
 - c) Série de côtes de la partie gauche de la cage thoracique, en voie d'être plâtrées.





- Planche IV a) Seconde omoplate, découverte en automne 1981, à plus de 3 m de profondeur. Longueur 173 cm. Elle est déjà plâtrée sur sa face inférieure.
- b) A gauche, le fémur droit et, à droite, l'humérus gauche, entièrement plâtrés. Chaque pièce pèse plus de 300 kg.




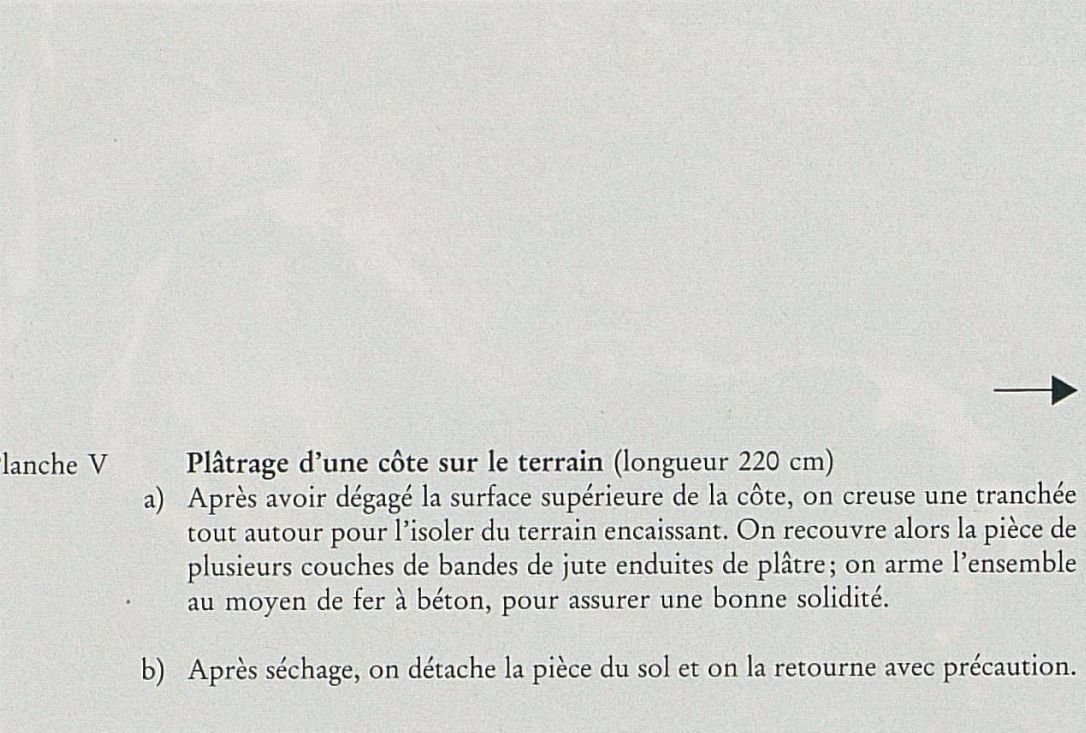

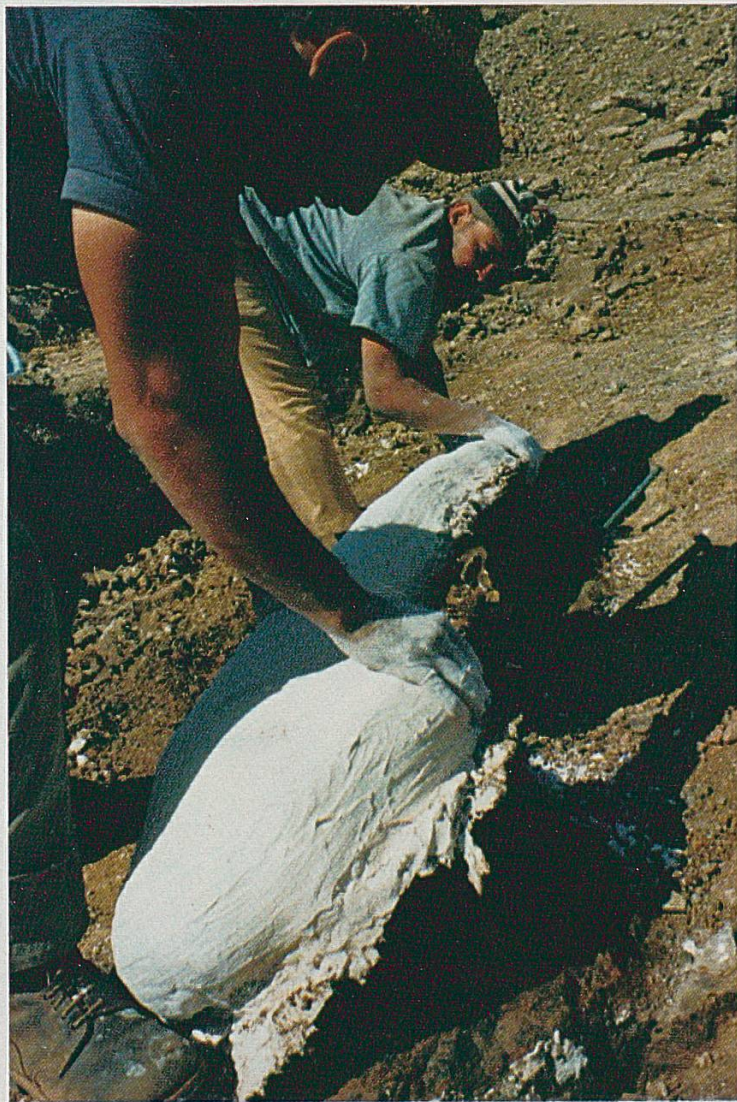


Planche V

Plâtrage d'une côte sur le terrain (longueur 220 cm)

- a) Après avoir dégagé la surface supérieure de la côte, on creuse une tranchée tout autour pour l'isoler du terrain encaissant. On recouvre alors la pièce de plusieurs couches de bandes de jute enduites de plâtre; on arme l'ensemble au moyen de fer à béton, pour assurer une bonne solidité.
 - b) Après séchage, on détache la pièce du sol et on la retourne avec précaution.
- 



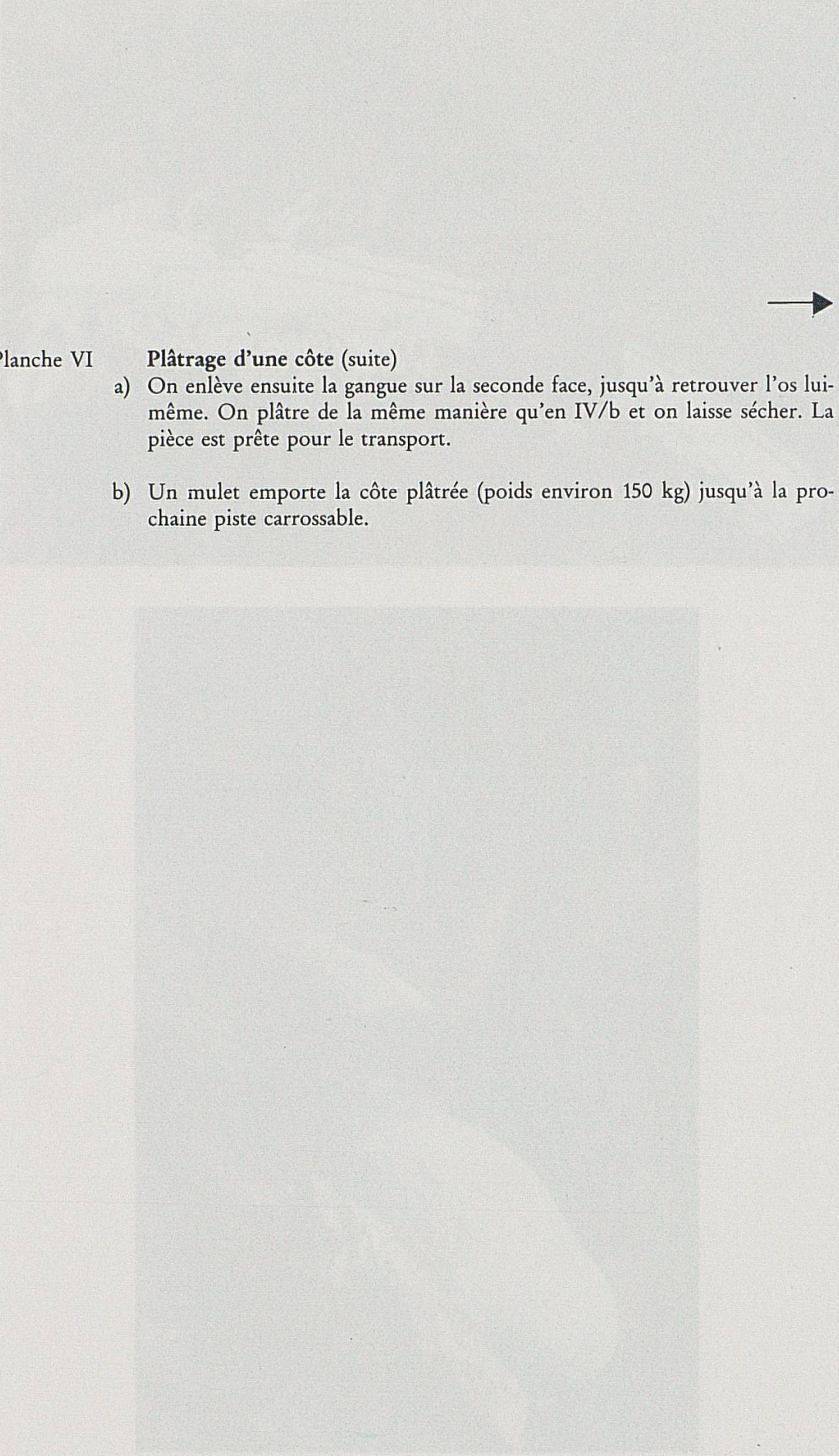


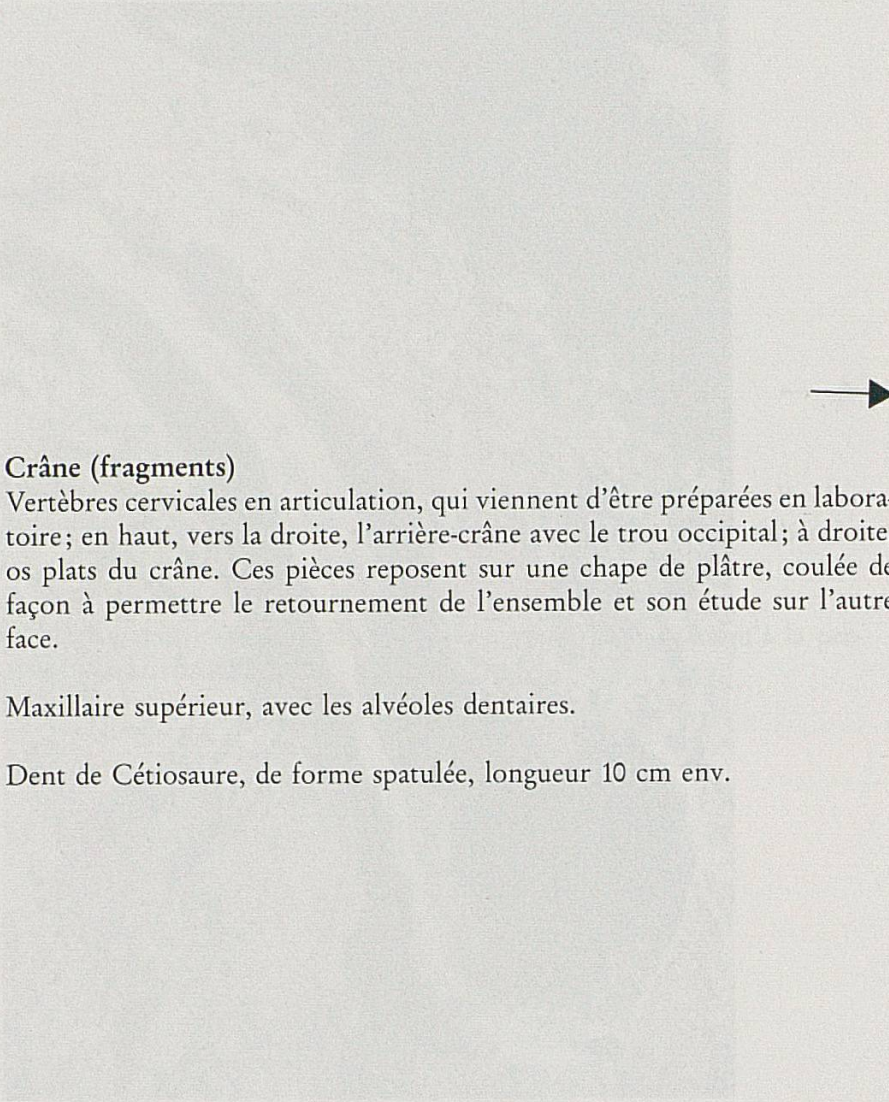
Planche VI

Plâtrage d'une côte (suite)

- a) On enlève ensuite la gangue sur la seconde face, jusqu'à retrouver l'os lui-même. On plâtre de la même manière qu'en IV/b et on laisse sécher. La pièce est prête pour le transport.
- b) Un mulet emporte la côte plâtrée (poids environ 150 kg) jusqu'à la prochaine piste carrossable.



Planche VII **Crâne (fragments)**

- 
- a) Vertèbres cervicales en articulation, qui viennent d'être préparées en laboratoire; en haut, vers la droite, l'arrière-crâne avec le trou occipital; à droite, os plats du crâne. Ces pièces reposent sur une chape de plâtre, coulée de façon à permettre le retournement de l'ensemble et son étude sur l'autre face.
- b) Maxillaire supérieur, avec les alvéoles dentaires.
- c) Dent de Cétiosaure, de forme spatulée, longueur 10 cm env.

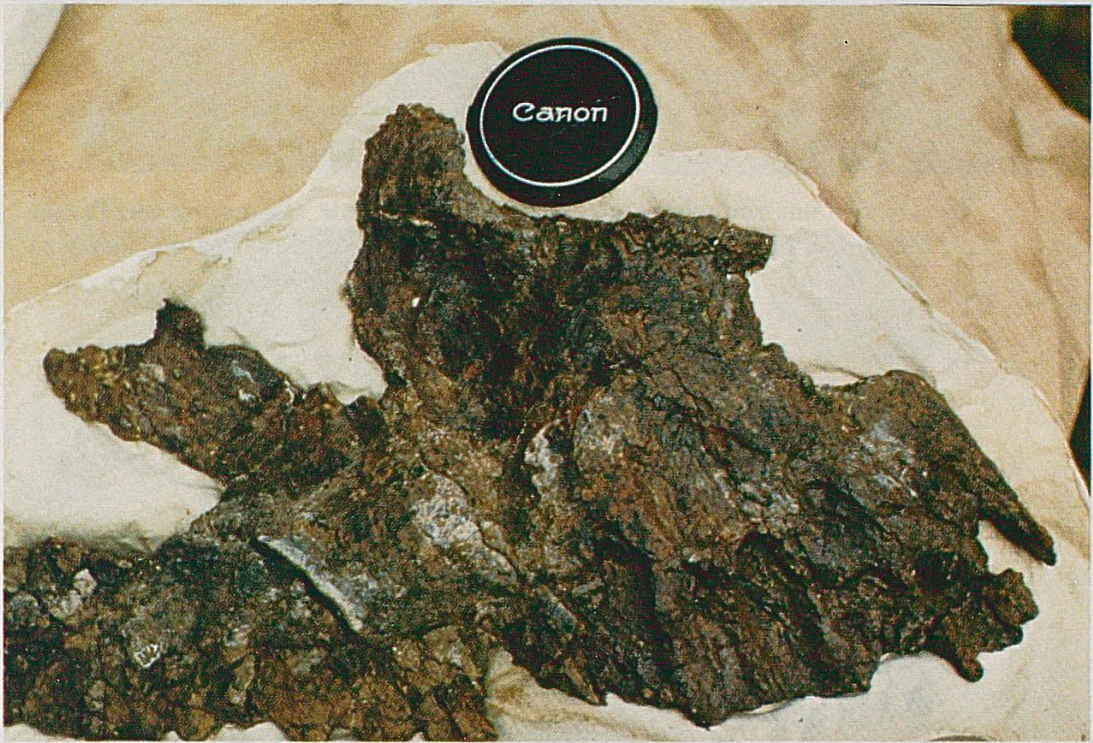
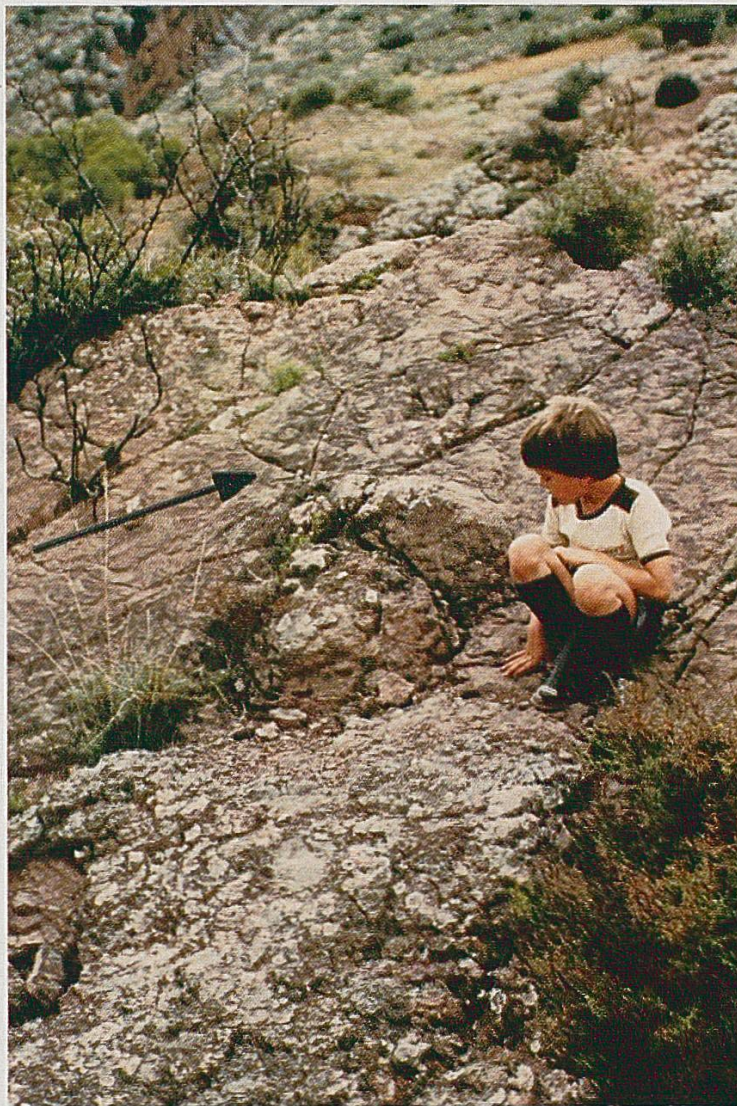


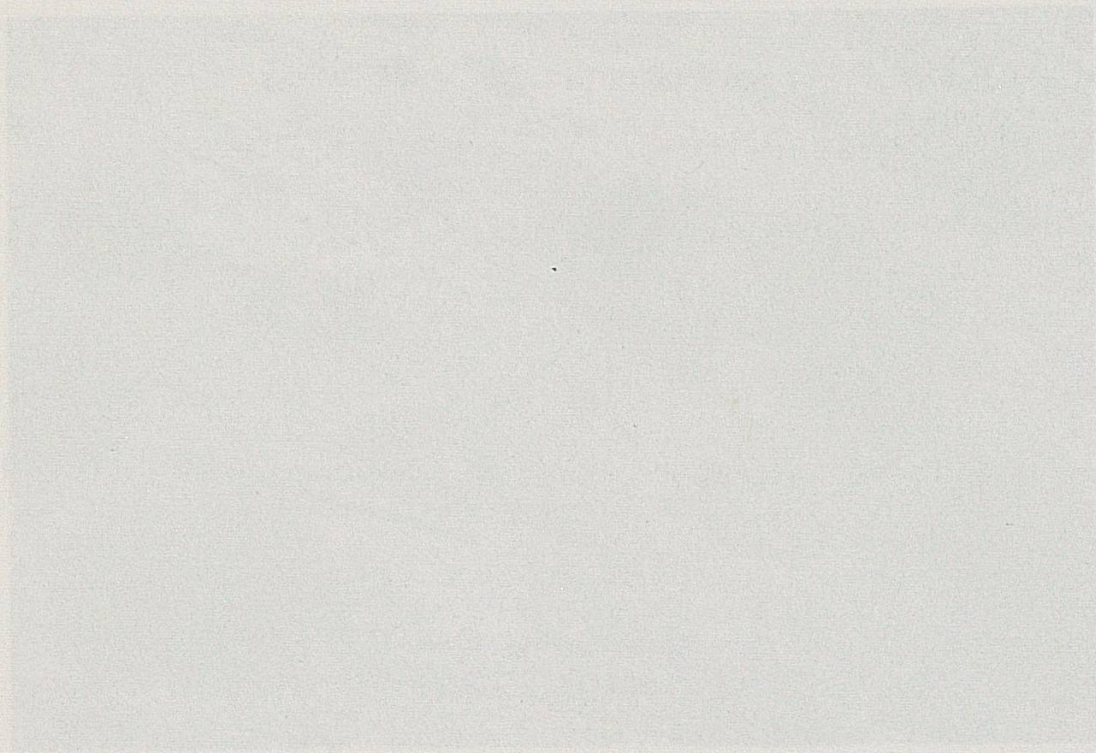


Planche VIII **Empreintes de pas de Sauropode**

Bin-el-Ouidane, coord. Lambert 401,1/168,65.

- a) Piste de Sauropode: on reconnaît ici une série de 6 empreintes (petites flèches); l'animal se déplaçait de gauche à droite, le sens du déplacement est indiqué par la large flèche; la cinquième empreinte depuis la gauche est masquée par un buisson. Il doit s'agir d'un animal semblable au Cétiosaure de Wawmda.
- b) Détail d'une empreinte: de forme circulaire à ovale, elle montre vers l'avant une boursouflure, bourrelet de boue poussé par le pied de l'animal lors de sa progression. Sens du déplacement indiqué par la flèche.





Toutefois, compte tenu de ce qui est connu dans d'autres gisements de Sauropodes, on peut considérer que les os ont relativement *peu bougé*, dans l'ensemble, par rapport à leur position originelle. La dislocation doit sans doute être attribuée aux événements ayant suivi l'enfouissement des os: putréfaction des chairs et disparition des ligaments, compaction de la couche fossilifère sous l'action des couches surincombantes, enfoncement de la formation, résultant des mouvements de subsidence* contemporains de la sédimentation.

L'examen de la position du squelette lors de la fouille permet de dire qu'il s'agit vraisemblablement d'un *cadavre flotté*, venu se déposer doucement sur le fond après un transport assez court, donc avant d'être disloqué par les intempéries ou les prédateurs. Les os étaient enveloppés d'une gangue relativement friable, pulvérulente, de couleur ocre, constituée de débris de feuillages et de branchages enchevêtrés. Le mur et le toit du niveau fossilifère étaient formés de silts gris beige très durs; c'est la présence, sur une large partie du gisement, de cette couche supérieure protectrice qui a assuré la préservation des ossements face à l'érosion; c'est là, où cette dernière avait déjà éventré la couche de protection, qu'on a récolté les os les plus abîmés.

On peut imaginer que lors d'une inondation ou d'une crue subite, le cadavre de notre Sauropode a été charrié par les eaux puis très rapidement piégé dans un méandre par un enchevêtrement de feuillage; il fut simultanément recouvert par des limons et des sables très fins, avant la fin de la crue, ce qui a eu pour effet de le soustraire immédiatement à l'action des prédateurs et d'assurer son enfouissement, garant de sa fossilisation.

Ce mode de dépôt semble caractéristique de ces niveaux géologiques du Haut Atlas, comme nous avons pu le constater au cours de nos prospections: la majeure partie des gisements s'explique par la conservation de fragments de cadavres flottés; au cours de leur charriage par les eaux, ceux-ci se disloquaient et perdaient tour à tour la tête, les membres, le cou, les ceintures, la queue, etc.; c'est pourquoi l'on trouve le plus souvent un os, ou quelques os en connexion; cela peut aller jusqu'à une colonne vertébrale presque complète, comme à Aït Wissadane (cf. 4.2.1). En revanche, le piégeage d'un cadavre complet de Sauropode est rarissime, ce qui rehausse la valeur de la trouvaille de Wawmda (cf. 5.3.1.).

5.3. Importance de la découverte

5.3.1. Au plan paléontologique

Trouver un Dinosaur complet est cependant chose assez « courante ». On cite volontiers le cas de l'Etat d'Alberta (Canada), où entre 1911 et 1954 ont

été récoltés 244 squelettes ou éléments de squelettes, dont 56 squelettes complets; on a pu estimer à 14 jours de travail en moyenne, le temps nécessaire à un homme pour extraire du sol un squelette complet (30). On se rend compte toutefois, à la simple lecture de ces chiffres, qu'il s'agit de Dinosaures beaucoup plus petits, n'appartenant pas au groupe des Sauropodes.

En fait, l'originalité du gisement et du fossile de Wawmda réside dans les points suivants:

— il s'agit là tout d'abord du premier Dinosauré complet trouvé en Afrique du Nord. Précisons bien ici ce que nous entendons par « complet »: le fossile trouvé est reconstituable, de la tête à la queue et aux membres, au moyen des pièces récoltées sur place; aucune partie essentielle ne manque; certes, nous ne possédons pas jusqu'à la dernière vertèbre ou l'ultime phalange, soit que l'érosion les ait fait disparaître, soit que ces pièces restent encore enfouies en dehors du vaste périmètre fouillé; mais ces pièces-là sont reconstituables: copie à partir de l'os symétrique ou, s'il s'agit de vertèbres, modelage à partir de pièces voisines.

— il s'agit aussi, à notre connaissance, d'un des seuls Sauropodes complets si volumineux jamais trouvés au monde sur un site unique; pour les raisons indiquées plus haut, ces gros animaux se retrouvent généralement disloqués, éparpillés et l'on n'est jamais sûr, en réunissant des ossements trouvés à plusieurs km les uns des autres, que ces pièces proviennent bien d'individus de taille équivalente ou, plus grave, d'individus de même espèce. On cite à ce propos le cas du fameux *Diplodocus carnegiei*, reconstitué à partir de restes trouvés dans quatre gisements différents distants de plusieurs dizaines, voire centaines de km. Ou celui d'*Apatosaurus* (nom moderne du célèbre Brontosaurus), que le paléontologue américain Marsh avait affublé d'un crâne de type Camarasauridé trouvé à proximité, alors qu'il est démontré maintenant qu'*Apatosaurus* possédait un crâne de type *Diplodocus* (30). Aucun risque de ce genre à Wawmda puisqu'on est sûr et certain de n'avoir qu'un seul et même individu dans le gisement, qui plus est avec son crâne.

— incontestablement, nous avons affaire au plus gros et au plus complet des Cétiosaures jamais trouvés; comparons la longueur du fémur (200 cm) avec ceux connus jusqu'alors (160 cm au maximum à El Mers) pour nous en convaincre. A titre de comparaison, un fémur de *Diplodocus* atteignait 130 à 140 cm.

— rappelons enfin que nous avons récolté l'un des rares crânes de Sauropode connus au Monde; bien entendu, c'est le seul crâne connu de cette sous-famille particulière de Sauropodes que sont les Cétiosaurinés. Le crâne de ces gros reptiles était en effet extrêmement fragile; c'est également la toute première partie du corps qui se détachait lors du flottage, nous l'avons vu, ce qui rend sa découverte extrêmement aléatoire.

C'est dire l'intérêt exceptionnel que revêt au plan paléontologique la découverte de Wawmda, que la poursuite de l'étude ne fera que confirmer.

Signalons ici qu'un des seuls Cétiosaurinés connus jusqu'à ce jour avait été récolté au siècle dernier par le géologue jurassien J.-B. GREPPIN à la Montagne de Moutier (Jura suisse); les pièces fossiles, décrites par VON HUENE (31), sont des fragments d'os des membres, des ceintures, de la cage thoracique et du bassin, ainsi que quelques vertèbres caudales. L'individu n'est, de très loin, pas aussi complet que celui de Wawmda; en outre, la plupart de ces os ont été écrasés lors de la diagenèse* et ne présentent plus leur forme primitive. A titre de comparaison, la longueur (conservée) du fémur de Moutier est de 70 cm environ. Ces restes fossiles sont exposés depuis peu au Musée d'Histoire naturelle de Bâle; l'animal est désigné sous le nom de *Cetiosauriscus*.

5.3.2. Au plan géologique

Plusieurs remarques intéressantes découlent de cette découverte.

La carte géologique ainsi que les coupes schématiques (fig. 8) montrent que les « Couches rouges » à Dinosaures sont discordantes à Wawmda sur leur substratum. C'est dire qu'avant leur dépôt, le substratum a été basculé par des mouvements tectoniques et raviné par une érosion subaérienne. Il est intéressant de dater cet événement tectonique: il s'est produit entre le dépôt des couches marines du substratum et celui des couches continentales. L'ensemble des faunes marines des « Calcaires - Corniches » indiquent un âge bajocien (26; 8; 21); quant à notre Cétiosaure, de type primitif, il date du Bathonien, éventuellement du Callovien (24), ce qui du même coup donne un âge jurassique moyen aux couches qui le renferment, soit environ 160-165 M.A. On est donc loin de l'attribution de ces couches au Crétacé inférieur (env. 110 M.A.) admise encore récemment (cf. 2.2.). Quant à la phase tectonique, elle est intra-Jurassique moyen, et non jurassique supérieure, comme on le prétendait jusqu'alors. Ainsi, la découverte d'un squelette de Cétiosaure dans les « Couches rouges » du Haut-Atlas central a apporté un élément essentiel pour une meilleure datation de ces formations; cette attribution stratigraphique plus conforme a été confirmée depuis lors par la palynologie* (13).

Si nous examinons d'un peu plus près la position des gisements dans le secteur de Wawmda, par rapport à la ride tectoniquement active (ride de Jbel La'bbadine, 23), on voit qu'ils se situent plutôt à la base de la formation discordante (tiers inférieur), où les lentilles décolorées à conglomérats intraformationnels, à plantes fossiles, à concentrations cuprifères et à ossements sont statistiquement plus nombreuses (fig. 4); ces lentilles se raréfient:

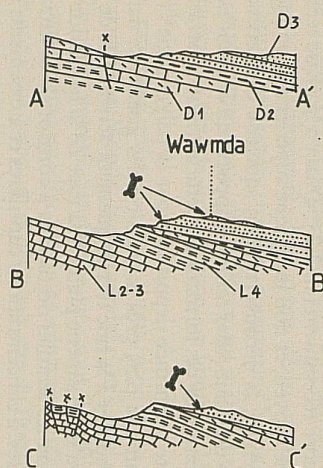
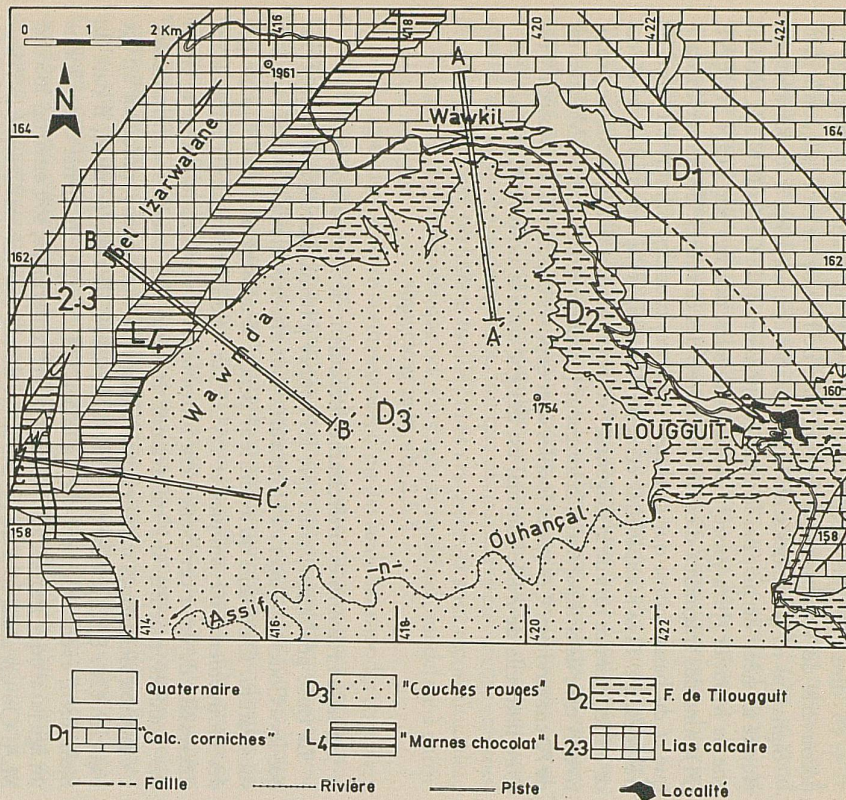


Fig. 8 Carte géologique de la cuvette de Tilougguit; coupes géologiques schématiques dans la partie septentrionale, montrant la relative concordance des «Couches rouges» (coupe A-A'), puis leur nette discordance sur un substratum basculé (coupes B-B' et C-C'). Coordonnées Lambert Nord-Maroc.



Quaternaire	D3 "Couches rouges"	D2 F. de Tilougguit
D1 "Calc. corniches"	L4 "Marnes chocolat"	L2-3 Lias calcaire
-- -- Faille	~~~~~ Rivière	——— Piste
		● Localité

— en montant dans la série, la sédimentation devenant plus tranquille; ce pourrait être dû, soit à une atténuation de l'ampleur des mouvements tectoniques avec le temps, soit à une «migration» de la ride active;

— en s'éloignant latéralement de la ride active; statistiquement, les ossements sont plus nombreux où les niveaux sont nettement discordants, que vers le centre du bassin où l'accordance est réalisée.

Ces constatations nous permettent de préciser encore mieux l'environnement dans lequel évoluaient à l'époque les troupeaux de Dinosauriens: milieu deltaïque, émergé, mais épisodiquement submergé par inondation (cf. 5.2.), et surtout, très *proche d'un centre d'activité tectonique* (ride) d'où émanaient épisodiquement des éruptions volcaniques d'origine fissurale. Nous avons là un nouveau jalon devant permettre la poursuite de la prospection dans les Atlas: rechercher systématiquement les rides actives et émergées au Jurassique moyen, zones préférentielles d'habitat des Dinosauriens.

5.3.3. *Au plan muséologique*

Le fossile de Wawmda est destiné à être monté dans l'enceinte du Musée des sciences de la terre de Rabat. La présentation de ce fossile unique au monde est attendue impatiemment, tant par les spécialistes mondiaux de la paléontologie des vertébrés que par les médias, qui ont permis à un large public de suivre avec intérêt les diverses étapes de cette aventure. Le squelette monté sera, à n'en point douter, une des pièces maîtresses de ce musée unique en son genre à l'heure actuelle en Afrique.

6. CONCLUSIONS

La découverte du squelette complet d'un très gros Sauropode à Wawmda n'est pas le fait du hasard; les pages qui précèdent ont su, nous en sommes certains, en convaincre les lecteurs. La démarche de travail adoptée, la progression des découvertes, les conclusions tirées après chaque phase pour planifier la phase suivante, sont là pour l'attester. Mais le succès de ces recherches est également lié, à la fois aux précieux collaborateurs qui nous secondaient, à la qualité exceptionnelle des affleurements du Haut Atlas qui permettait une observation des plus minutieuses, enfin au temps dont nous disposions pour mener ces recherches: sans être illimité, il était assez largement compté pour nous permettre d'examiner les choses en profondeur.

En accordant à ces recherches toute l'attention et le personnel nécessaires, ainsi que des moyens financiers, le Ministère de l'Energie et des Mines maro-

cain a prouvé qu'un pays du tiers monde, malgré des difficultés certaines, peut se montrer soucieux de valoriser son patrimoine scientifique et culturel. Il faut souligner que toutes les opérations d'extraction, de restauration, de copie des ossements et de montage ont été et seront encore réalisés au Maroc même, en grande partie au moyen de matériaux produits sur place et grâce à une main-d'œuvre qualifiée locale. La mise en commun par le Maroc, la France et la Suisse, de moyens et de compétences dans un domaine de recherche si particulier, est un signe encourageant dont peuvent se réjouir les scientifiques de tous les pays.

Résumons maintenant par un tableau ce que l'on connaît des Dinosauriens au Maroc à l'heure actuelle.

Tableau 1

Etages	Régions	Ossements Empreintes		Références
		(fréquences relatives)		
Maestrichtien (= Crét. sup.)	Haut Atlas occid. (Agadir)		×	(1)
Crétacé infér.	Hamadas	××		(16; 17)
Bathonien	Haut Atlas central	××××	××××	(29; 18; 24; 12)
Bajocien	Haut Atlas central	×		MONBARON (obs. ponctuelles)
Toarço-Aalénien	Haut Atlas central	××		(11)
Lias moyen	Haut Atlas central		××	(14)
Trias	Haut Atlas occid. (Argana)	×		(10)

Incontestablement, les niveaux bathoniens sont les plus riches, mais les autres formations promettent également beaucoup. Par les trouvailles récentes, le domaine atlasique marocain, en particulier le Haut Atlas central, a pris rang parmi les régions classiques pour l'étude des Dinosauriens, au même titre que le Niger, le désert de Gobi, l'Alberta ou le centre des Etats-Unis. A l'avenir, on entendra encore certainement beaucoup parler des Dinosaures marocains.

7. REMERCIEMENTS

Nous avons pu compter durant nos recherches sur la collaboration et l'amitié de très nombreuses personnes. MM. HILALI et BENSALD, Directeurs de la Géologie et DAHMANI, Chef de Division, tous trois au Ministère de l'Energie et des Mines du Maroc, ont encouragé nos travaux et mis à notre disposition l'infrastructure nécessaire à leur réalisation. P. TAQUET, Professeur de paléontologie au Museum de Paris, a su valoriser par ses hautes compétences la découverte de Wawmda. Nos collègues R. du DRESNAY, J. JENNY et A. LE MARREC, du Service de la Carte géologique du Maroc, ont suivi de près les diverses phases de recherche sur le terrain et participé aux réflexions suscitées par les découvertes successives. M. J.-P. SCHAER, de l'Institut de Géologie de Neuchâtel et R. TRUMPY, de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich, se sont employés à trouver des fonds privés pour financer les travaux sur le terrain et en laboratoire: la GOETHE - STIFTUNG, la FONDATION GIACOMI ainsi que la SOCIÉTÉ ACADÉMIQUE DE NEUCHÂTEL ont répondu à leur appel. Enfin, la COOPÉRATION AU DÉVELOPPEMENT ET AIDE HUMANITAIRE SUISSE a soutenu notre travail dans le Haut Atlas. Que toutes ces personnes et institutions trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements.

Nous voudrions mettre tout spécialement en exergue le travail considérable de nos collaborateurs A. LAAROUSSI et A. OUAZZOU, techniciens au Service géologique du Maroc; leur connaissance du terrain, leur maîtrise parfaite des techniques de prospection, de fouille et de restauration des ossements, alliées à leur ténacité et à leur minutie, ont permis de mener ces travaux d'envergure à leur état actuel.

Nous associons encore à nos remerciements tous ceux qui nous ont accueilli dans les montagnes de l'Atlas et nous ont facilité notre tâche: M. MAOUNI, gouverneur d'Azilal, M. KEBIRI, chef de cercle à Ouaouizaght, M. le Caïd ALI de Tilougguit; enfin, par leur hospitalité chaleureuse, les habitants de ces régions retirées nous ont largement secondé; que MOHA, BASSOU, AHMAD et tous leurs concitoyens de Tilougguit ou de Taguelft ressentent par ces quelques lignes le profond sentiment d'amitié qui nous lie à eux et à leur coin de pays.

Michel Monbaron

8. BIBLIOGRAPHIE

- (1) AMBROGGI, R. & LAPPARENT, A.-F. de (1954) - Notes Serv. géol. Maroc, 10/122, 53 - 57.
- (2) BOURCART, J., LAPPARENT, A.-F. de & TERMIER, H. (1942) - C.R. Acad. Sci., Paris, 214, 3, 120.
- (3) CHOUBERT, G., FAURE - MURET, A. & LEVEQUE, P. (1956) - C.R. Acad. Sci., Paris, 243, 21, 1639 - 1642.
- (4) DEBENATH, A., RAYNAL, J.-P. & SBIHI-ALAOUI, F.Z. (1979) - C.R. Acad. Sci., Paris, 289, D, 899 - 902.
- (5) DRESNAY, R. du (1963) - Bull. Soc. géol. France, 7, 5/6, 884 - 900.
- (6) DRESNAY, R. du (1969) - Notes Mém. Serv. géol. Maroc, 210, 121 - 179.
- (7) DRESNAY, R. du (1979) - Sédimentation jurassique W européen, Paris 1977. Assoc. Sédimentol. français, publ. spéc., I, 345 - 365.
- (8) DUBAR, G. (1952) - 19^e Congrès géol. intern. Alger; Maroc 4.
- (9) DUTUIT, J.-M. & OUAZZOU, A. (1980) - Mém. Soc. géol. France, 139, 97-102.
- (10) DUTUIT, J.-M. (1964) - C.R. Acad. Sci., Paris, 258, 4, 1285 - 1287.
- (11) JENNY, J., JENNY-DESHUSSES, C., LE MARREC, A. & TAQUET, P. (1980) - C.R. Acad. Sci., Paris, 290, D, 839 - 842.
- (12) JENNY, J., LE MARREC, A. & MONBARON, M. (1981 a) - Geobios, Lyon, 14, 3, 427 - 431.
- (13) JENNY, J., LE MARREC, A. & MONBARON, M. (1981 b) - Bull. Soc. géol. France, 7, XXIII, 6, 627 - 639.
- (14) JENNY, J. & JOSSEN, J.A. (1982) - C.R. Acad. Sci., Paris, 294, II, 223 - 226.
- (15) LAPPARENT, A.-F. de (1955) - Notes Mém. Serv. géol. Maroc, 124.
- (16) LAVOCAT, R. (1951) - C.R. Acad. Sci., Paris, 232, 2, 169 - 170.
- (17) LAVOCAT, R. (1952) - C.R. somm. Soc. géol. France, 2, 12 - 13.
- (18) MONBARON, M. (1978) - C.R. Acad. Sci., Paris, 287, D, 1277 - 1279.
- (19) MONBARON, M. (1979) - Mines, géologie et Energie, Rabat, 46, 57 - 61.
- (20) MONBARON, M. (1980) - C.R. Acad. Sci., Paris, 290, D, 1337 - 1340.
- (21) MONBARON, M. (1981) - Eclogae geol. helv. 74, 3, 625 - 638.
- (22) MONBARON, M. (1982 a) - C.R. Acad. Sci., Paris, 294, II, 883 - 886.
- (23) MONBARON, M. (1982 b) - Bull. Assoc. suisse Géol. Ing. Pétrole, 48, 114, 9 - 25.
- (24) MONBARON, M. & TAQUET, P. (1981) - C.R. Acad. Sci. Paris, 292, D, 243 - 246.
- (25) PLATEAU, H., GIBOULET, G. & ROCH, E. (1937) - C.R. Soc. géol. France, 16, 241 - 242.
- (26) ROCH, E. (1939) - Notes Mém. Serv. géol. Maroc, 51.
- (27) TERMIER, H. (1936) - Notes Mém. Serv. géol. Maroc, 33.
- (28) TERMIER, H. (1942) - Bull. Soc. géol. France, 5, 12, 4 - 6, 199 - 207.
- (29) TERMIER, H., GUBLER, G. & LAPPARENT, A.-F. de (1940) - C.R. Acad. Sci. Paris, 210, 23, 768 - 770.
- (30) TAQUET, P. (1979) - Pour la Science, 23, 72 - 90.
- (31) VON HUENE, F. (1922) - Eclogae geol. helv. XVII, 80 - 94.

9. LEXIQUE

apophyse	n.f.	Eminence, protubérance à la surface d'un os.
Aptien	n.m.	Etage du Crétacé (env. 110 m.a.).
azurite	n.f.	Carbonate hydraté de cuivre $Cu_3(CO_3)_2(OH)_2$, en cristaux aplatis bleu d'azur.
bassin	n.m.	Vaste aire océanique, recueillant des sédiments de moyenne à grande profondeur.
Bathonien	n.m.	Etage du Jurassique moyen (env. 165 m.a.).
biodétritique	adj.	Se dit d'un sédiment formé en grande partie par des débris d'origine animale ou végétale; il s'agit le plus souvent de débris de tests (coquilles) carbonatés.
bird eyes		(Terme anglais signifiant: «yeux d'oiseaux»). Petites masses irrégulières (\emptyset de quelques mm) de calcite translucide ayant cristallisé dans des cavités de certains calcaires ou dolomies.
bone bed		(Terme anglais signifiant: lit (= couche) à os). Couche d'origine biodétritique formée presque exclusivement d'ossements.
Cétiosaure	n.m.	Dinosaure du sous-ordre des Sauropodes; traduction littérale: «saurien-baleine».
Cœlurosaur	n.m.	Dinosaure carnivore gracile, bipède, aux os creux; cette lignée est peut-être à l'origine des oiseaux.
concordance	n.f.	Fait, pour une formation sédimentaire, de reposer normalement sur des couches plus anciennes, celles-ci n'ayant été ni basculées ni plissées antérieurement.
conglomérat	n.m.	Roche sédimentaire détritique, formée de 50% au moins d'éléments de \emptyset sup. à 2 mm, arrondis ou anguleux, liés par un ciment.
coprolite	n.m.	Excrément fossile.
Crétacé	n.m.	Dernière période de l'ère secondaire (entre 140 et 65 m.a.).
détritique	adj.	Se dit d'une roche sédimentaire composée de 50% au moins de débris provenant le plus souvent de l'érosion d'un continent (roches détritiques terrigènes).
diagenèse	n.f.	Ensemble des processus affectant un dépôt sédimentaire et le transformant progressivement en roche solide.
discordance	n.f.	Fait, pour une formation sédimentaire, de reposer sur un substratum plissé ou basculé antérieurement et en partie érodé.
distal(e)	adj.	Eloigné d'un lieu pris comme référence; pour les os longs, ce lieu est l'articulation la plus proche du corps. Ant. = proximal(e).
Dogger	n.m.	Partie moyenne du Jurassique (env. entre 180 et 160 m.a.).
dyke	n.m.	Lame d'épaisseur métrique à hectométrique de roche magmatique recoupant les structures encaissantes.
faciès	n.m.	Catégorie dans laquelle on peut ranger une roche ou un terrain; il est déterminé par un ou plusieurs caractères lithologiques ou paléontologiques, ou encore correspond à un milieu de sédimentation; p. ex. faciès gréseux, faciès récifal, faciès profond, etc.
grès	n.m.	Roche sédimentaire détritique terrigène, composée principalement de grains de quartz liés par un ciment.
ichnologie	n.f.	Etude des traces d'activité animale; le plus souvent, les ichnofossiles rendent compte de la marche ou de la progression d'un animal (pistes).
interstratifié	adj.	Qui s'est déposé entre des couches sédimentaires.

lentille	n.f.	Masse de terrain se terminant de toute part en biseau.
Lepidotes	n.m.	Poissons osseux à grosses écailles, disparus à la fin du Secondaire.
Lias	n.m.	Partie inférieure du Jurassique (entre 200 et 180 m.a. env.).
lithologie	n.f.	Nature des roches d'une formation géologique.
magmatisme	n.m.	Ensemble des phénomènes liés à la formation, à la cristallisation et aux déplacements des magmas.
malachite	n.f.	Carbonate hydraté de cuivre $Cu_2 CO_3 (OH)_2$, de couleur vert émeraude à vert d'herbe.
marne	n.f.	Roche sédimentaire constituée d'un mélange de calcaire et d'argile (35 à 65%).
Mésozoïque	n.m.	Ere géologique ayant duré de 230 à 65 m.a., comprenant le Trias, le Jurassique et le Crétacé. Syn.: Secondaire.
oncolite	n.f.	Concrétion calcaire sphérique ou ovoïde, \varnothing de quelques mm à quelques cm, d'origine organique (encroûtement algaire).
Paléozoïque	n.m.	Ere géologique ayant duré de 570 à 230 m.a. env. Syn.: Primaire.
palynologie	n.f.	Science qui étudie les pollens, actuels ou fossiles.
plate-forme	n.f.	Région immergée de la bordure d'un continent, faisant raccord avec les fonds océaniques (aussi: marge continentale).
pluton	n.m.	Massif formé de roches magmatiques, en masse ovoïde ou en lentille.
rubéfié	adj.	Se dit d'une roche (ou d'un sol) colorée en rouge par des oxydes de fer libérés par l'altération.
sacrum	n.m.	Os formé par la réunion des vertèbres sacrées.
Sauropode	n.m.	Reptile quadrupède herbivore du groupe des Dinosauriens.
sill	n.m.	(Terme anglais signifiant: filon-couche): lame de roche magmatique intrusive parallèle aux couches encaissantes.
silt	n.m.	Terme anglais désignant les sédiments détritiques (meubles) à grains très fins (de 4 à 60 μ env.).
subsidence	n.f.	Enfoncement progressif du fond d'un bassin sédimentaire, marin ou non, permettant l'accumulation de fortes épaisseurs de sédiments.
substratum	n.m.	Terme très général désignant ce sur quoi repose une formation géologique prise comme référence.
Théropode	n.m.	Reptile bipède, généralement carnivore, du groupe des Dinosauriens.
transgression	n.f.	Avancée de la mer au-delà de ses limites antérieures.
Trias	n.m.	Période la plus ancienne de l'ère secondaire (de 230 à 200 m.a.).
tridactyle	adj.	Se dit d'une empreinte de pas caractérisée par l'impression de 3 doigts.

D'après le «Dictionnaire de géologie» de A. Foucault et J.F. Raoult, Masson 1980.

Errata (légendes des planches photographiques)

Pl. II/a) ligne 3 Lire: à droite sur la photo... au lieu de: en bas...

Pl. II/b) ligne 6 Lire: En haut, une côte... au lieu de: A gauche...

Pl. VI/a) ligne 2 Lire: ...qu'en V/a) et on... au lieu de: ...qu'en IV/b)...

Pl. VII/a) ligne 2 Lire: en bas, vers la gauche,... occipital; à gauche au lieu de: en haut, vers la droite... à droite...

LETTRES

LETTERS