



République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université de Larbi Tébessi -Tébessa-  
Faculté des Sciences Exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : Des Science de la Terre et l'Univers



## MEMOIRE DE MASTER

**Domaine :** Science de la Terre et l'Univers

**Filière :** Géosciences

**Option :** Géologie des bassins sédimentaires

**Thème :**

**Contribution à l'étude paléontologique du gisement  
phosphaté de Kef Essenoun, Bir El Ater, Tébessa**

**Présenté par :**

BOUCHAGOURA Nafissa & CHELLALI Khouloud

**Devant le jury :**

<b>Pr. Hamimed Messaoud</b>	M.C.A	ULT-Tébessa	<b>Président</b>
<b>Dr. Boulemia Salim</b>	M.C.B	ULT-Tébessa	<b>Rapporteur</b>
<b>Dr. Degaichia Amor</b>	M.C.A	ULT-Tébessa	<b>Examineur</b>

**Date de soutenance : 16/06/2021**

**Année universitaire : 2020/2021**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

## ملخص

إن منجم الفوسفات المسمى -كاف السنون- يقع ضمن الحوض الفوسفاتي لجبل العنق على بعد 100 كلم جنوب ولاية تبسة و20 كلم إلى الحدود الجزائرية التونسية. تهدف هذه الدراسة إلى جمع وتحديد الأنواع الأحفورية ، وأخيراً استنتاج البيئات القديمة للمنطقة المدروسة. الفسفوريات الرسوبية من منطقة كاف السنون تعطي العديد من أسنان الأسماك الفوسفاتية التي تمثل 20 صنفاً من Euselachii و Batoidea ، تشير هذه الحيوانات السمكية إلى المناطق الاستوائية إلى الظروف البيئية القديمة المعتدلة. تمثل معظم الأنواع أشكالاً قاعية / نكتونية من المناطق الساحلية النريئية والدافئة لبيئة ضحلة.

**كلمات مفتاحية:** تبسة ، جبل العنق ، كاف السنون ، علم الأحافير ، الفروع السمكية ، أسنان السمك.

## **Abstract**

The Kef Essenoun deposit is a potential deposit forming part of the large phosphate basin of Djebel Onk, located 100 km south of the city of Tebessa and 20 km from the algerian-tunisian border. This study aims to collect and identify fossil species, and finally to deduce the paleo-environments of the studied area.

The Sedimentary phosphorites from Kef Essenoun area giving a multitude of phosphated fish teeth representing 20 taxa of Euselachii and Batoidea. This fish fauna indicates tropical to temperate paleo-environmental conditions. Most species represent benthic / nectonic forms of neritic and warm coastal areas of a shallow environment.

**Keywords:** Tebessa, Djebel Onk, Kef Essenoun, Paleontology, Elasmobranches, Fish teeth.

## **Résumé**

Le gisement de Kef Essenoun est un gisement potentiel faisant partie du grand bassin phosphaté de Djebel Onk, situé à 100 Km au Sud de la ville de Tébessa et à 20 km de la frontière algéro-tunisienne. Cette étude vise la récolte et l'identification des espèces fossiles, et enfin la déduction des paléo-environnements de la zone étudié.

Les phosphorites sédimentaires du secteur de Kef Essenoun donnant une multitude de dents de poisson phosphatées représentant 20 taxons d'Euselachii et de Batoidea. Cette faune piscicole indique des conditions paléo-environnementales tropicales à tempérées. La plupart des espèces représentent des formes benthiques/nectoniques des zones côtières néritiques et chaudes d'un milieu peu profond.

**Mots Clés :** Tébessa, Djebel Onk, Kef Essenoun, Paléontologie, Elasmobranches, Dents des Poissons.

## DEDICACE

---

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire à :

Qui ont la grande faveur dans ma vie, ma mère et mon père.

Mes chères sœurs, mon petit aimable et cher frère Ilyes.

Tous mes voisins et voisines.

La plus proche amie, ma chère Khouloud.

Je ne saurai terminer sans citer mes très chères amies intimes :

Chams, Rachida, Hadil, Cherifa, Sounedouss,

Mon promoteur Dr. BOULEMIA Salim.

À tous qui m'aidé au long de mon parcours universitaire.

Je le dédie à tous mes amis que n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent.

À tous les étudiants de géologie des bassins sédimentaires de  
l'université de Larbi Tébessi

À toute la promotion 2021.

---

## DEDICACE

---

Avec joie, fierté et respect, je dédie ce mémoire à :

Qui ont la grande faveur dans ma vie, ma mère et mon père.

Mes chères sœurs, mon aimable et cher frère Billal.

Tous mes voisins et voisines.

La plus proche amie, ma chère Nafissa.

Je ne saurai terminer sans citer mes très chères amies intimes :

Chams, Rachida, Hadil, Cherifa, Salma, Mme BAYAZID

Mon promoteur Mr. BOULEMIA Salim.

À tous qui m'aidé au long de mon parcours universitaire.

Je le dédie à tous mes amis que n'ai pas cités et à tous ceux qui me connaissent.

À tous les étudiants de géologie des bassins sédimentaires de  
l'université de Larbi Tébessi

À toute la promotion 2021.

---

**Khouloud**

## REMERCIEMENTS

---

Nous tenons à remercier avant tout Allah, le tout miséricordieux,  
qui grâce à lui nous sommes arrivées à ce stade.

Notre gratitude va vers notre encadreur Dr. BOULEMIA Salim,  
pour son encouragement, sa patience et ses conseils précieux, ainsi  
que pour son suivi pas à pas de notre travail.

Nous remercions aussi l'ensemble des membres de jury qui nous  
ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.

Nous remercions tous les enseignants et les enseignantes du  
Département de Géologie, surtout Dr. DEGAICHIA Amor pour  
leurs contributions dans notre formation.

Un grand merci pour les personnels du complexe minier de Djebel  
Onk en particulier Mr. Mohamed Ali, Mr ABID Rahel et Mme.  
AZZI Latifa.

Nous remercions le technicien de laboratoire de géologie  
d'université Larbi Tébessi Hmaidia Hacene.

Enfin, nous remercions aussi nos collègues qui nous ont supportés  
durant l'élaboration de ce modeste travail.

---



# TABLE DES MATIERES

ملخص

Abstract

Dédicaces

Remerciement

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction

## CHAPITRE 1 : GÉNÉRALITÉ

1. Généralité sur les élasmobranches .....	20
A. Historique et évolution.....	20
B. Description anatomique.....	21
C. Classification des requins et des raies.....	23
D. Diversité morphologique des dents de sélaciens.....	27
E. Morphotypes dentaires.....	28
F. Terminologie dentaire.....	34
2. Détermination des fossiles.....	36
3. Les environnements marins .....	37

## CHAPITRE 2 : CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL DE LA REGION DE DJEBEL ONK

1. Historique des recherches géologiques.....	39
2. Situation géographique.....	40

3. Litho-stratigraphie de formation.....	41
A. Crétacé supérieur .....	43
B. Paléogène.....	43
C. Thanétien.....	45
D. Eocène.....	45
E. Néogène.....	46
F. Quaternaire.....	46
4. Tectonique régional .....	46
A. Tectonique synsédimentaire.....	47
B. Tectonique post-Eocène moyen et anté-Miocène.....	48
C. Tectonique tardi-Miocène, post-Burdigalienne, à Pliocène Pléistocène.....	48
5. Paléogéographie.....	49
A. Période de sédimentation marine.....	50
B. Période de sédimentation continental.....	52
6. Limites et répartition géologique de la couche phosphatée.....	52

### **CHAPITRE 3 : CADRE GEOLOGIQUE LOCALE DE SITE D'ETUDE (KEF ESSENOUN)**

1. Le gisement de Kef Essenoun.....	55
2. Stratigraphie .....	56

3. Caractéristique du faisceau phosphaté.....	58
A. Dolomie phosphaté sommitale.....	58
B. La couche phosphatée productive (couche principale).....	59
C. La couche phosphatée basale.....	59
4. Tectonique .....	60

## **CHAPITRE 4 : ANALYSE PALEONTOLOGIQUE**

1. Méthodologie de travail .....	63
A. Travaux du terrain.....	63
B. Travaux au laboratoire.....	64
C. Les macros fossiles des phosphorites friables.....	67
2. Répartition systématique de quelque type des dents récolté de Djebel Onk (Kef Essenoun).....	67
3. Préférences environnementales de l'assemblage ichtyologique récupéré des phosphorites de la localité de Kef Essnoun.....	117
Conclusion générale.....	120
Liste bibliographique .....	122
Annexe.....	126

## Liste des figures

N°	Titre	Page
01	Classification des requins dans l'embranchement des vertébrés (Terminologie française).	21
02	Description anatomique du requin (COMPAGNO J-V., 2001)	22
03	Schéma anatomique d'une raie (Aiden Martin., 2003)	23
04	Type agrippeur. <i>Scyliorhinus retifer</i> , Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948).	28
05	Type arracheur, <i>Odontaspis ferox</i> , Actuel (redessiné d'après Leriche, 1905)	29
06	Type coupeur-sous-type coupeur s. s.A : <i>Squalus acanthias</i> , Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948) B : <i>Galeocerdo cuvier</i> , Actuel (redessiné d'après Leriche, 1926),	30
07	Type coupeur; sous-type coupeur-agrippeur. A : <i>Etmopterus hillianus</i> , Actuel, B : <i>Hexanchus griseus</i> , Actuel, C : <i>Paragaleus paectoralis</i> , Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948).	31
08	Type écraseur. <i>Rajacalvata</i> , Actuel (redessiné d'après Bertinet Arambourgin Grassé, 1958).	32
09	Type broyeur. <i>Myliobatis aquila</i> , Actuel (redessiné d'après Bertin et Arambourgin Grassé. 1958).	33
	Type agrippeur-broyeur. <i>Heterodontus portusjacksoni</i> , Actuel; mâchoire	

10	inférieure (redessiné d'après Agassiz, 1833-44).	34
11	Terminologie dentaire. <i>Odontaspis</i> ( <i>Requin</i> )	35
12	Terminologie dentaire. <i>Dasyatis</i> ( <i>Raie</i> )	36
13	Zonation du domaine marin et répartition des organismes vivants.	37
14	Situation géographique de la région de Djebel Onk (Bir el Ater)	41
15	Contexte géologique la région de Djebel Onk (D'après Dassamiour 2010) « Modifié »	42
16	Schéma structural de Djebel Onk à l'intérieur du bassin de Gafsa - Métloui - Onk (Aissaoui, 1984).	47
17	Coupes stratigraphiques et structurales des flancs Nord et Sud du Djebel Onk (Cielensky et al., 1988).	49
18	Situation paléogéographique des gisements de phosphate de la région de Djebel Onk à l'intérieur du bassin phosphaté Gafsa – Mélaoui – Onk ( d'après Burolet et Oudin, 1980;Fourine, 1980; Sassi, 1974 et 1980)	51
19	Situation géologique des gisements de phosphate de la région du Djebel Onk (D'après SO.NA.R.E.M., 1978	56

20	Log lithologique du gisement de Kef Essenoun (Tébessa Sud)	57
21	Coupe géologique de gisement de Kef Essenoun (Rapport interne ORGM) « Modifié »	58
22	Front d'exploitation actuelle (gisement de Kef Essenoun)	60
23	Pré-tamisaage à sec sur terrain	63
24	sacs d'échantillonnage sur site	63
25	Lavage humide à travers une série de tamis	64
26	Des échantillons dans l'étuve	65
27	Echantillons post -séchage	65
28	Matériel nécessaire au tri et identification des microfossiles	65
29	Observation sous binoculaire	66

## Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Classification des requins et des raies.	24
02	Préférences environnementales de l'assemblage ichtyologique récupéré des phosphorites de la localité de Kef Essnoun	117

---

# Introduction

---



# Introduction

## Introduction

Les phosphates d'origine sédimentaire sont largement distribués dans la région de Tébessa, comme ailleurs en Afrique du Nord ou sur la marge sud de la Téthys. Les phosphorites d'Afrique du Nord sont riches en vertébrés fossiles" (surtout les chondrichtyens).

Les mécanismes détaillés de l'origine des phosphates sédimentaires marins sont encore imparfaitement connus. Les phosphates cénozoïques sont localisés à des latitudes relativement basses, inférieures à 40°, indiquant leur affinité pour l'eau chaude (Slansky 1980). Dans les océans modernes, des dépôts de phosphorites marines apparaissent au passage de la plate-forme au plateau. Les phosphates sédimentaires ont une origine essentiellement biogénique, et sont appelés bioproduites. L'abondance de phosphate dans de telles séries est généralement attribuée à des phénomènes de phosphatation précoce de divers éléments biogènes (dents de poisson, coprolithes et pellets), en liaison avec une productivité accrue et une haute disponibilité des nutriments. Des phases répétées de remaniement par courants ou orages seraient alors fait concentrer en vannant ces éléments ainsi « pré-fossilisés » dans des milieux peu profonds (e.g. Follmi 1996 ; Ben Hassen 2010).

Le contenu en ichtyofaune de la série phosphatée de Dj Onk (zone frontalière algéro-tunisienne) est encore mal connu. Les matériaux collectés à partir d'affleurements de phosphorites sédimentaires ont été caractérisés pour établir une systématique des espèces permettant de reconstituer le paléoenvironnement de dépôt et de préciser l'âge des couches de phosphate. Les élasmodontes peuvent parfois s'avérer de bons outils bio stratigraphiques (Herman 1977; Noubhani & Cappetta 1992) en l'absence de datation radiométrique ou de tout autre marqueur. Ils peuvent aussi être de bons indicateurs paléo environnementaux (Underwood et Ward 2004). Aujourd'hui, les milieux variés sont caractérisés par des associations d'élasmodontes du bord de la mer au domaine océanique profond. La plupart des associations se sont fréquemment déposées sur des plateaux continentaux à moins de 200 mètres de profondeur, comme les groupes typiquement myliobatiformes (Cappetta et Nolf 1991). Cependant, les élasmodontes pouvaient vivre dans différentes parties de l'environnement au fond de la mer (rocheux, sableux et boueux).

Les dents des requins et des raies sont caractérisées par de forte hétéroodontie, ce qui rend l'identification des espèces de poissons une tâche très difficile. Nous avons identifié du matériel

# Introduction

isolé au niveau de l'espèce. La caractérisation des espèces a été principalement, réalisée à partir de la littérature paléo-ichtyologique (ex : Arambourg, 1952 ; Herman, 1977 ; Ward, 1980 ; Nolf, 1988 ; Smith, 1999 ; Noubhani & Cappetta 1997 ; Cappetta 2012 ; Sambou et al., 2017). Les matériaux sont actuellement déposés au Laboratoire de Géologie et sont référés avec des numéros de collection.

Cette étude fait l'objet du mémoire pour l'obtention de Master II en géologie option géologie des bassins sédimentaires, a été proposé en vue d'une contribution à la caractérisation paléontologique du Thanétien phosphaté de gisement de Kef Essenoun.

Afin de finaliser cette contribution, été adopté un plan de travail, semble le plus adéquat comme suit :

- 1- Compilation et ordonnance des données bibliographiques préexistantes concernant la région d'étude, les dents de poissons osseux et cartilagineux.
- 2- Investigation géologique de reconnaissance et d'échantillonnage sur terrain du faisceau phosphaté. Ceci permettrait d'effectuer des observations macroscopiques des phénomènes stratigraphiques, paléontologiques et de réaliser les divers types d'échantillonnage.
- 3- Réalisation des travaux de laboratoire via les différentes techniques et moyens disponibles. Les études au niveau du laboratoire des géosciences de Tébessa ont consistés ; le lavage, le triage, collecte des fossiles, les observations binoculaires.
- 4- Finalisation des différents chapitres du mémoire après traitement, analyse et interprétations des données et des résultats acquis pour en tirer des conclusions pertinentes satisfaisants les objectifs ciblés par les diverses taches menées au bien précédemment.

A ce propos ce mémoire a été articulé en quatre parties comme suit :

- **Le chapitre 1** : concerne des généralités sur les élasmobranches ;
- **Le chapitre 2** : géologie régionale de Djebel Onk ;
- **Le chapitre 3** : géologie locale de gisement de Kef Essenoun ;
- **Le chapitre 4** : échantillonnage, méthodologie et techniques d'analyse au laboratoire

---

# CHAPITRE 1: GÉNÉRALITÉ

---

## 1. Généralité sur les élasmobranches

### A. Historique et évolution

La grande classe des chondrichthyens regroupant tous les poissons cartilagineux est subdivisée en deux sous-classes : les Élasmobranchii (Sélaciens) et les Holocephali (chiméroïdes). Nous nous intéresserons ici exclusivement aux élasmobranches.

Si l'histoire évolutive des élasmobranches est si difficilement retraçable, cela est dû en partie à la nature cartilagineuse de leur squelette. En effet, contrairement aux os des Ostéichthyens, composé à 65% de minéraux, les cartilages, tissus non minéralisés, possèdent une capacité bien moindre à se préserver dans la roche. Seuls les éléments recouverts d'email tels que les dents, épines et denticules cutanées ont permis d'identifier les traces de leur passage. Les plus anciennes sont d'ailleurs datées du Silurien supérieur, c'est à dire vers -430 millions d'années (Aidan Martin R., 2003).

En compétition avec les placodermes (poisson protégé par un bouclier osseux, pouvant atteindre 10m de longueur) jusqu'à la fin du Dévonien (-354 millions d'années), leur expansion reste très limitée. Après l'extinction des placodermes, les chondrichthyens vont se diversifier et occuper à peu près toutes les niches écologiques aquatiques disponibles. Cette diversification va entraîner l'apparition de formes bien éloignées de l'image que l'on peut avoir de ces animaux de nos jours.

Ainsi libérés de la concurrence des placodermes, les chondrichthyens vont également accroître significativement leur taille et on verra apparaître des formes de plus de trois mètres de long qui occuperont la niche de super-prédateurs dans les océans. A la fin du Permien (environ -250 millions d'années) survient une extinction de masse qui sonne le glas des chondrichthyens, ils n'atteindront plus jamais un tel niveau de diversité et d'abondance dans les océans du globe.

Par la suite, le mésozoïque (-250 millions d'année à -66 millions d'années) voit l'apparition du requin qualifié de "moderne" quant à ses caractéristiques morphologiques, deux grandes classes s'y côtoie : les hybodontes et les néo-sélaciens.

Seuls les néo-sélaciens survivront à la grande extinction de la fin du crétacé. Ils donneront par la suite la grande classe contemporaine des chondrichthyens (Cuny, 2016).

# Chapitre 1 : Généralité

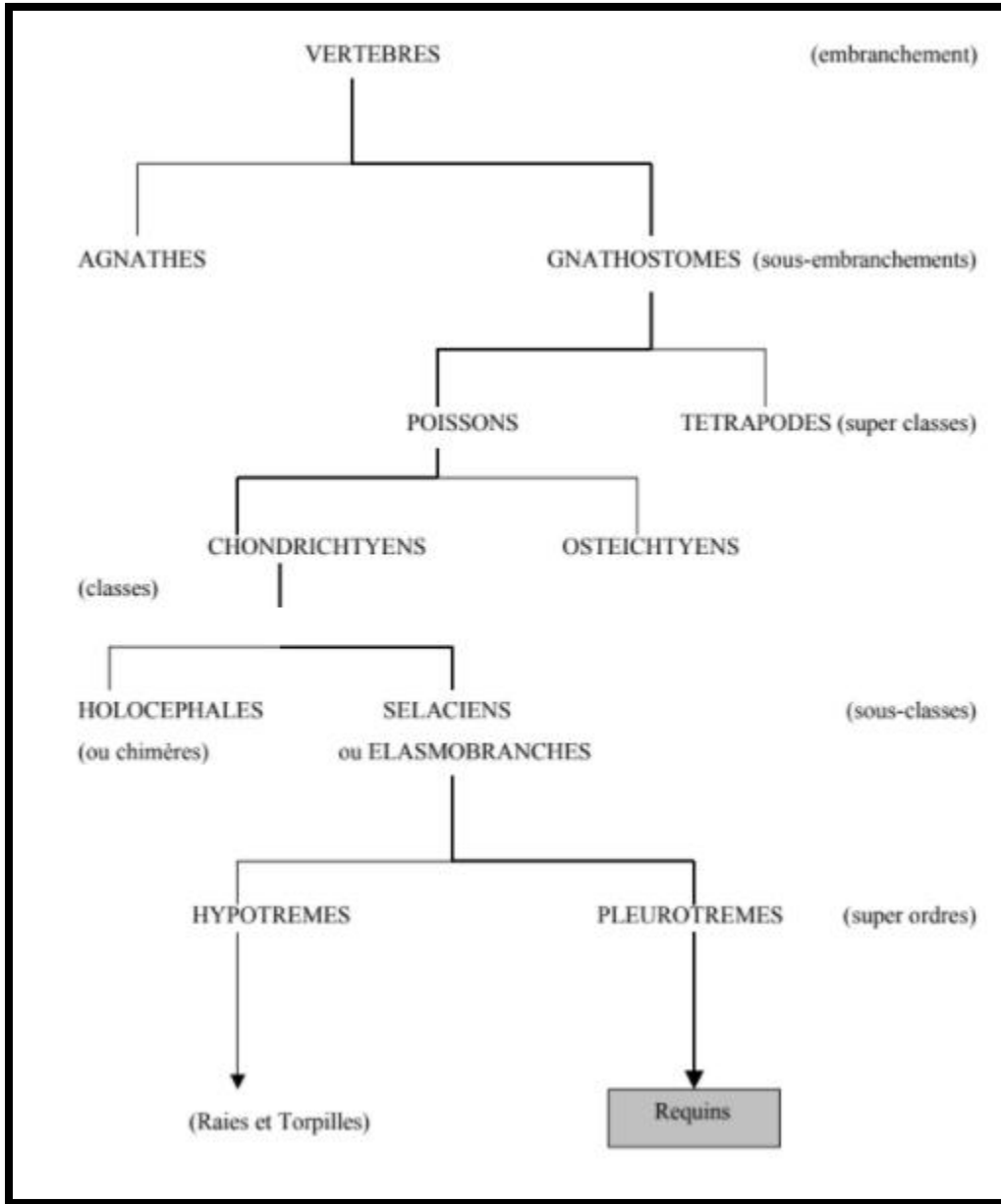


Figure 01 : Classification des requins dans l’embranchement des vertébrés (Terminologie française).

## **B. Description anatomique**

Malgré des différences morphologiques très variées, chacune des espèces du groupe des élasmobranches possèdent plusieurs caractères communs. A l’opposé des vertébrés dont le développement est basé sur un squelette minéralisé, le squelette des élasmobranches est quant à lui qualifié de cartilagineux (le terme de chondrichyens vient d’ailleurs du mot grec ancien *Chondro-* signifiant cartilage).

# Chapitre 1 : Généralité

Cet endosquelette est spécifique à cette classe puisqu'il est composé de cartilage calcifié prismatique, c'est-à-dire que l'ensemble des tissus cartilagineux est recouvert de minuscules prismes de phosphate de calcium. Plusieurs avantages découlent de cette structure cartilagineuse, plus de souplesse et une meilleure flottabilité (Charsset., 2016).

## 1) Les requins

La morphologie des requins actuels est extrêmement variée et ceux-ci comptent plus de 560 espèces différentes. Le requin se caractérise par une silhouette allongée, particulièrement hydrodynamique, ainsi que par la présence de nageoires pectorales pour l'orientation et la portance, dorsales pour la stabilité et caudale (de forme hétérocerque) pour la propulsion.

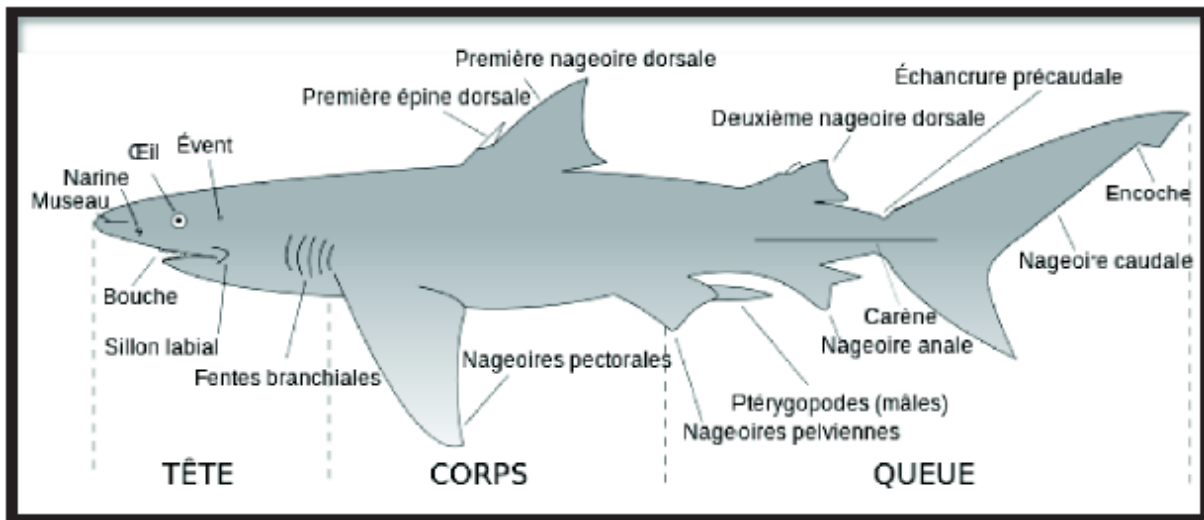


Figure 02 : Description anatomique du requin (COMPAGNO J-V., 2001)

## 2) Les raies

Les batoïdes ou raies, comprennent plus 700 espèces caractérisées par un corps aplati, de grandes nageoires pectorales solidaires du tronc et des fentes branchiales ventrales. Leurs yeux et leurs stigmates sont positionnés au-dessus de leur tête et elles ne possèdent jamais de nageoire anale.

# Chapitre 1 : Généralité

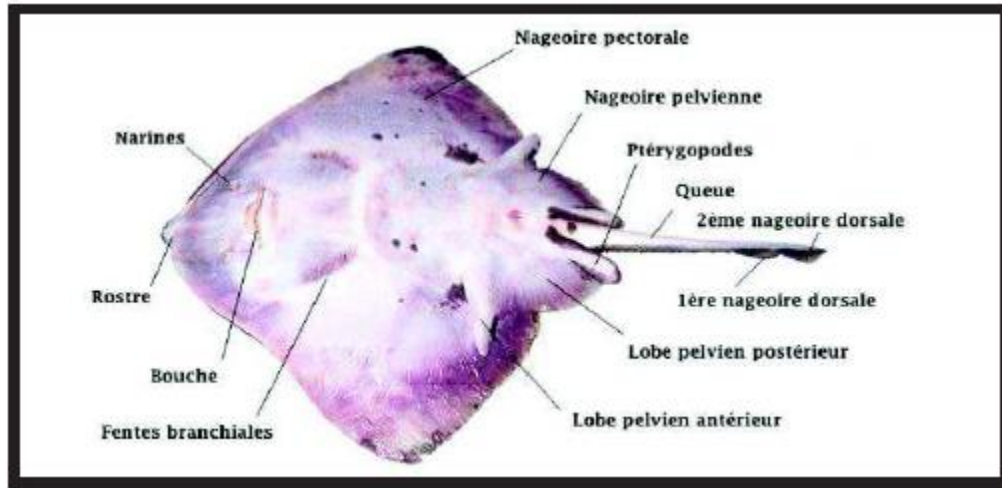


Figure 03 : Schéma anatomique d'une raie (Aiden Martin., 2003)







## C. Classification des requins et des raies

Une ancienne classification séparait les Elasmobranchés en deux groupes : les requins (Pleurotrème) et les raies (Hypotrèmes).

Les Elasmobranchés sont divisés en deux Super-Ordre :

- ❖ Les squalomorphes.
- ❖ Les galéomorphes

# Chapitre 1 : Généralité

Groupe	Ordre (auteur)	Nom commun (famille)	Photo
<b>Requins galéomorphes</b>	CARCHARHINIFORMES (COMPAGNO 1973)	Requins marteaux (Sphyrnidae)	
		Emissoles, requins-hâ (Triakidae)	
	LAMNIFORMES (BERG 1937)	Requins-taupes (Lamnidae)	
		Requins-renards (Alopiidae)	
	HETERODONTIFORMES (BERG 1937)	Requin domeur (Heterodontidae)	
	ORECTOLOBIFORMES (APPLEGATE 1972)	Requin –baleine (Rhincodontidae)	



# Chapitre 1 : Généralité

## Requins squalimorphes

HEXANCHIFORMES  
(BUEN 1926)

Requins-gris, perlons  
(Hexanchidae)



SQUALIFORMES  
(GOODRICH 1909A)

Squales bouclés  
(Echinorhinida)



SQUATINIFORMES  
(BUEN 1926)

Anges de mer  
(Squatinae)



PRISTIOPHORIFORMES  
(BERG 1958A)

Requin scie  
(Pristiophoridae)



# Chapitre 1 : Généralité







<h2 style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">Raies Batomorphes</h2>	<p>PRISTIFORMES (BUEN 1926)</p>	<p>Poisson-scie (Pristidae)</p>	
	<p>RHINIFORMES</p>	<p>Raie guitare (Rhinobatidae)</p>	
	<p>RAJIFORMES (BERG 1937)</p>	<p>Raie bouclées (Rajidae)</p>	
	<p>MYLIOBATIFORMES (COMPAGNO 1973)</p>	<p>Pastenagues (Dasyatidae )</p>	
	<p>TORPEDINIFORMES (BUEN 1926)</p>	<p>Raies aigle ou Mourines (Myliobatidae)</p>	
	<p>TORPEDINIFORMES (BUEN 1926)</p>	<p><i>Torpilles</i> (Torpedinidae)</p>	

Tableau 01 : Classification des requins et des raies.

# Chapitre 1 : Généralité

## D. Diversité morphologique des dents d'élasmobranches

- 1) **Hétérodontie** : l'hétérodontie se manifeste par une grande disparité morphologique des dents, en fonction de leurs positions sur les mâchoires, du sexe, ou de l'âge d'un même individu (CAPETTA, 1986, 1987).

On distingue plusieurs types d'hétérodontie :

- ✓ **Hétérodontie dignathique**: Différenciation morphologique entre les dents de la mâchoire supérieure et celles de la mâchoire inférieure.
  - ✓ **Hétérodontie monognathique** : Les dents sont différentes si elles sont situées respectivement, en avant (antérieures), sur les côtes (latérales), ou au fond de la gueule (postérieures ou commissurales).
  - ✓ **Hétérodontie gynandrique ou sexuelle** : les dents, a position équivalente dans la gueule, sont différentes entre les mâles et les femelles de la même espèce, ce qui peut se traduire, par exemple, chez les males par des cuspides plus redressées.
  - ✓ **Hétérodontie ontogénique** : Différence, au sein d'une même espèce, entre les dents d'un jeune individu, et celle des adultes.
- 2) **Vascularisation** : la vascularisation d'une dent se manifeste, sur la racine, par de petits orifices, les, foramens, qui indiquent la pénétration des nerfs et des vaisseaux nourriciers vers la cavité pulpaire. CASIER (1947) a déterminé 4 types dentaires selon la disposition des foramens sur les faces de la racine.
- ✓ **Type anaulacorhize** : Nombreux petits foramens indifférenciés sur les faces labiales et linguales de la racine. Ce type représente un stade d'évolution archaïque (paléozoïque, mésozoïque).
  - ✓ **Type hémiaulacorhize** : Le nombre des canaux principaux se réduit et la base de la racine possède une dépression centrale avec un foramen bien individualisé.
  - ✓ **Type holaulacorhize** : La racine est séparée labio-lingualement par un profond sillon central, au fond duquel s'ouvre un ou plusieurs foramens. Cette disposition favorise une évolution vers une structure dentaire à racine bifide.
  - ✓ **Type polyaulacorhize** : On constate une multiplication des sillons labio-linguaux dont les faces sont parsemées de multiples petits orifices. C'est une structure commune aux Myliobatidae.

# Chapitre 1 : Généralité

## E. Morphotypes dentaires

Malgré leur grande diversité morphologique, les dents de sélaciens peuvent cependant être regroupées dans un nombre restreint de types dentaires, liés à des habitudes alimentaires communes, pour des formes pourtant bien différentes en terme de classification zoologique.

CAPPETTA (1986) a pu définir ainsi plusieurs types dentaires d'adaptations trophiques, qui correspondent aux stratégies adoptées par chacun de ces groupes pour maîtriser leur proie et se nourrir efficacement.

### a. Type agrippeur

Dents très nombreuses, en général d'assez petite taille, à couronne pointue, munie parfois de denticules latéraux. (Pachyscyllium, Squatina).

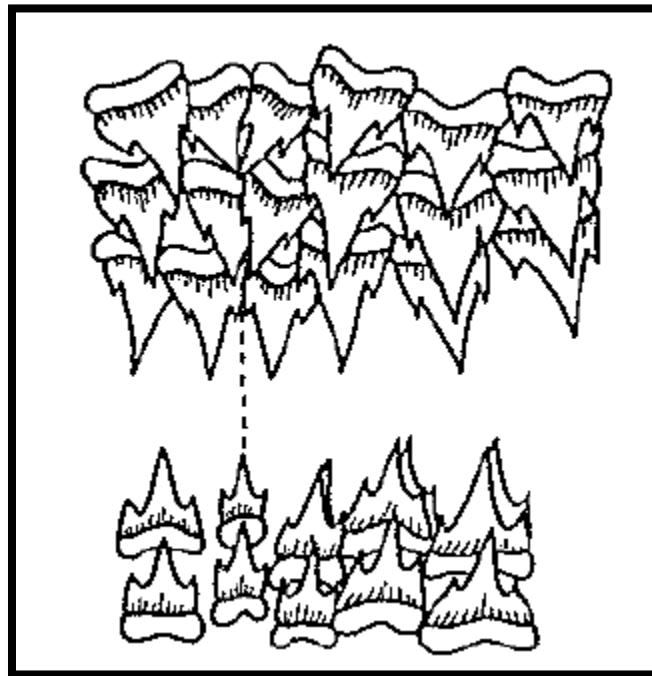


Figure 04 : Type agrippeur. *Scyliorhinusretifer*, Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948).

# Chapitre 1 : Généralité

## b. Type arracheur

Dents a cuspide très effilée, avec souvent des denticules latéraux acères. Ce type de denture se rapporte essentiellement aux représentants des Lamniformes et à certains Carcharhiniformes (*Carcharias*, *Isogomphodon*). A noter que ce type n'est pas représenté chez les batoïdes.

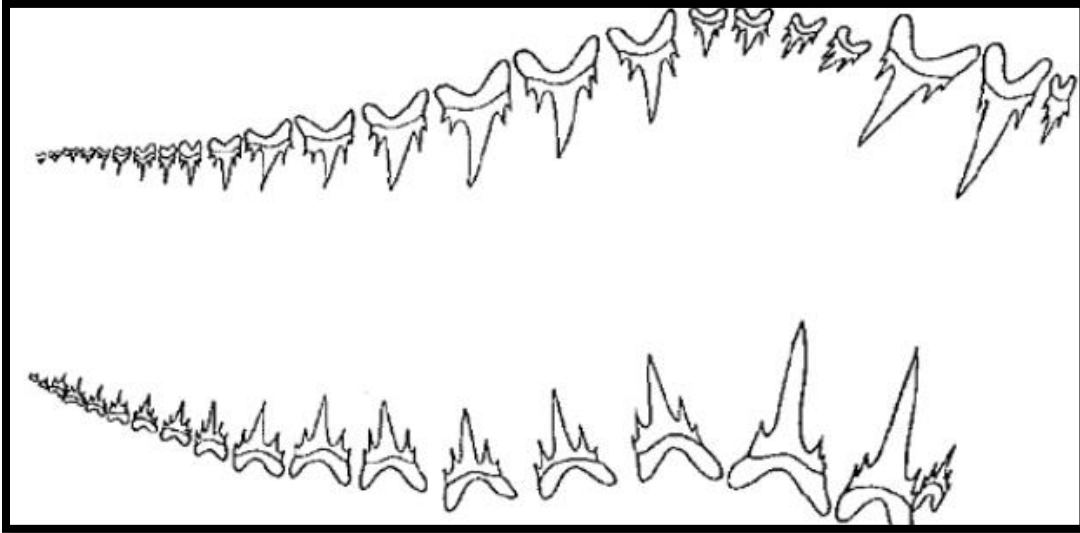


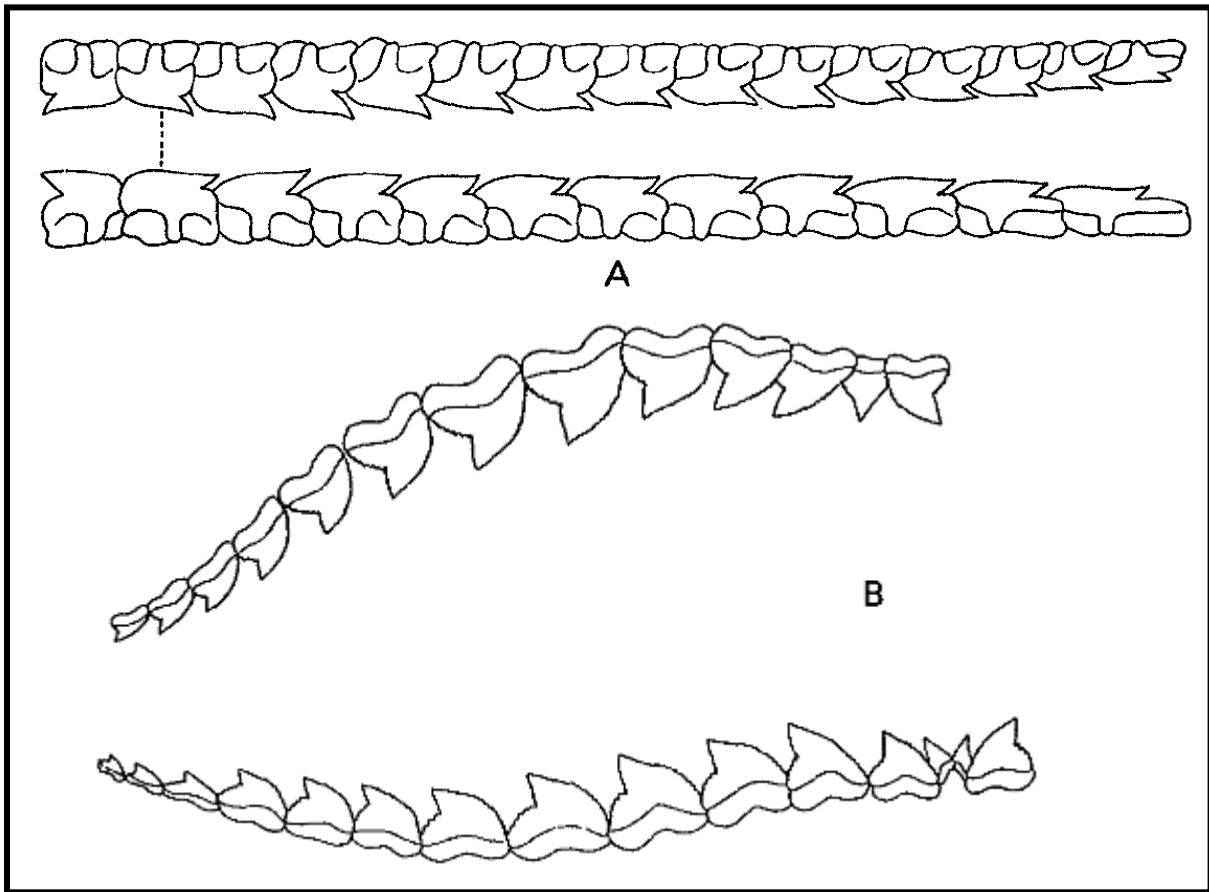
Figure 05 : Type arracheur, *Odontaspisferox*, Actuel (redessiné d'après Leriche, 1905)

## c. Type coupeur

Ce type, beaucoup plus élaboré que les précédents, peut être en réalité scindé en deux sous-types :

- **Sous-type coupeur sensu stricto**

Dents comprimées labio-lingualement et cuspide souvent très inclinée vers l'arrière. Les tranchants sont généralement denticules, ce qui accroît considérablement leur efficacité fonctionnelle (*Galeocerdo*, *Megaselachus*...).



**Figure 06 : Type coupeur-sous-type coupeur s. s.A : *Squalus acanthias*, Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948) B : *Galeocerdo cuvier*, Actuel (redessiné d'après Leriche, 1926)**

- **Sous-type coupeur-grippeur**

C'est un type dentaire particulièrement efficace : les dents à cuspides pointues de la mâchoire supérieure, retiennent la proie, celles qui sont aplaties (en lames de rasoir) de la mâchoire inférieure, peuvent la découper aisément. Ils sont représentés par la plupart des Carcharhiniformes et Squaliformes (*Carcharhinus*, *Centrophorus*).

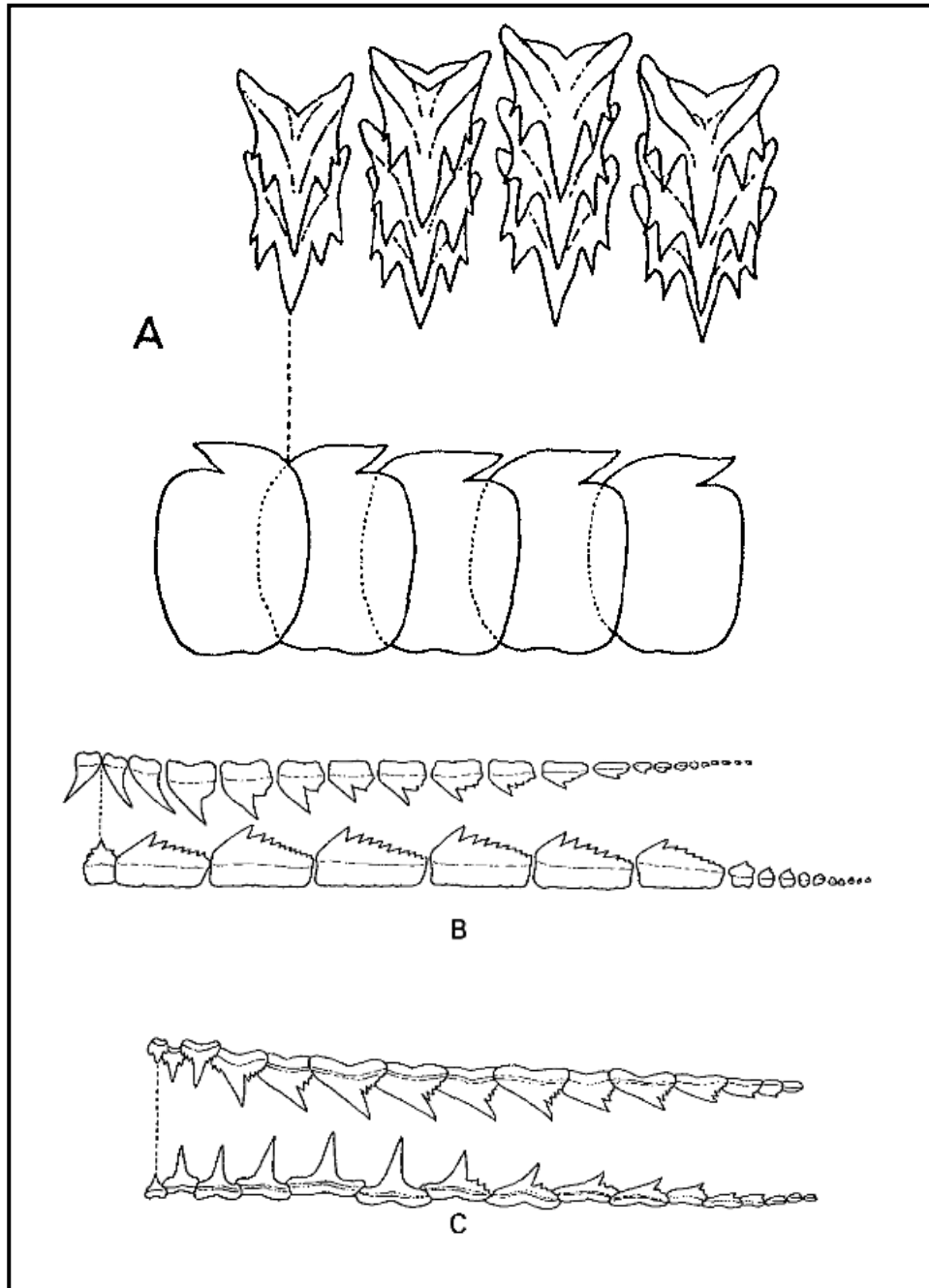


Figure 07 : Type coupeur; sous-type coupeur - agrippcur. A : *Etmopterus hillianus*, Actuel, B : *Hexanchus griseus*, Actuel, C : *Paragaleus pectoralis*, Actuel (redessiné d'après Bigelow et Schroeder, 1948).

# Chapitre 1 : Généralité

## d. Type écraseur

Les petites dents juxtaposées, sont assemblées en quinconce pour constituer une plaque dentaire plus ou moins bosselée à chaque mâchoire. C'est un type particulier aux batoides (Raies) : Rajidae, Dasyatidae femelles.

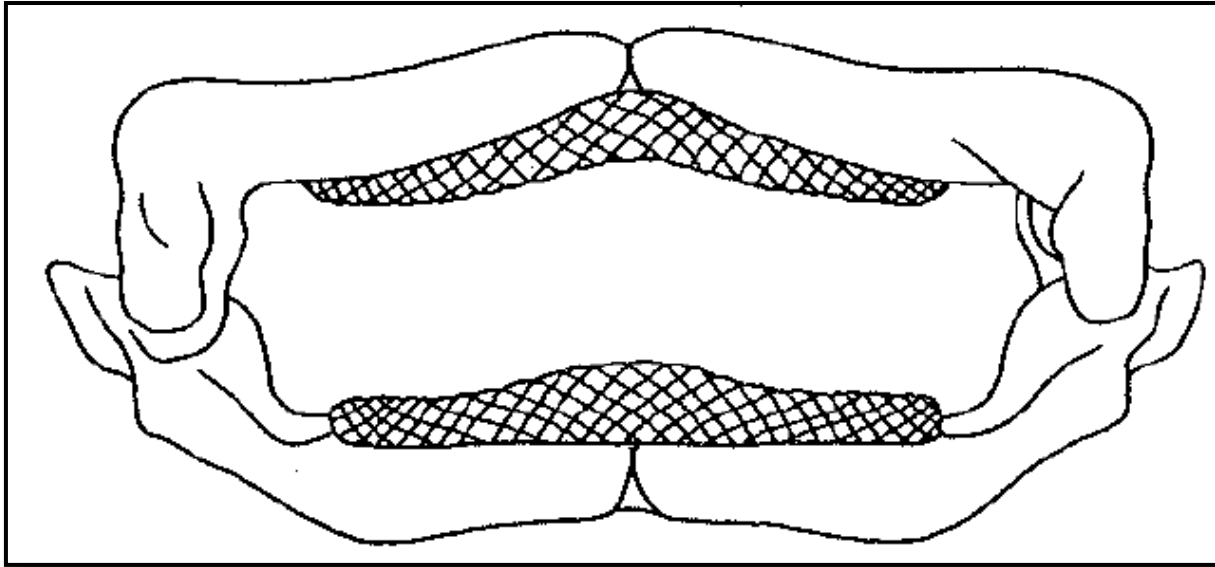
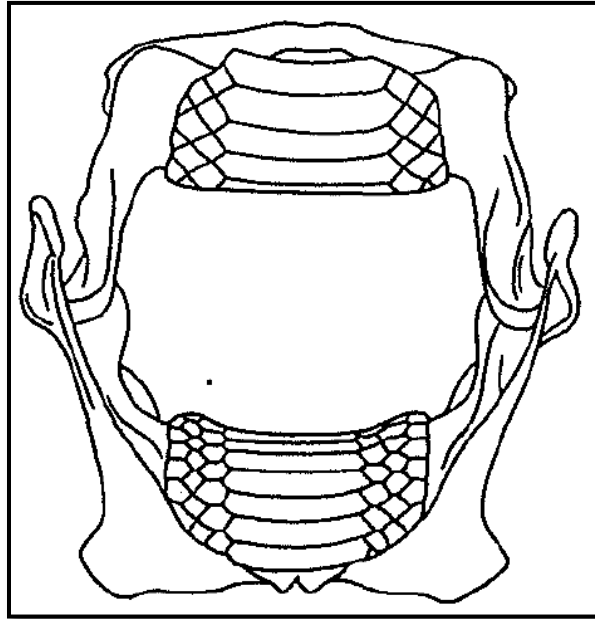


Figure 08 : Type écraseur. *Raja clavata*, Actuel (redessiné d'après Bertinet Arambourgin Grassé, 1958).

## e. Type broyeur

Concerne également les raies ; les couronnes des dents sont soudées pour former un pave dentaire assez régulier à chaque mâchoire. Celles-ci peuvent se refermer à la manière d'un étau et broyer des proies résistantes comme les mollusques bivalves et les crustacés (Myliobatidae)

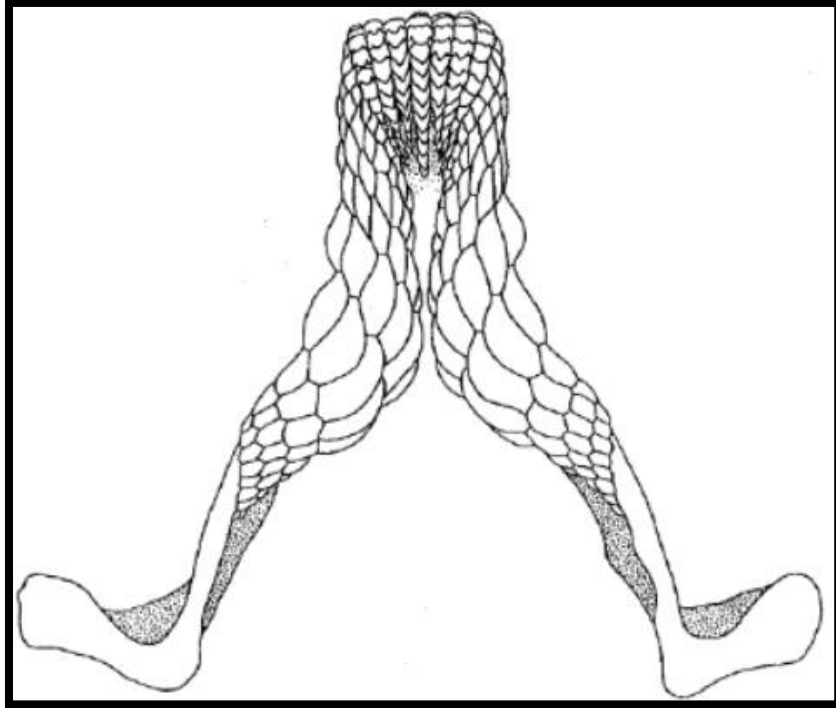




**Figure 09 : Type broyeur. *Myliobatisaquila*, Actuel (redessiné d'après Bertin et Arambourgin Grassé. 1958).**

### **f. Type agrippeur-broyeur**

Ce type mixte n'est représenté que par les Heterodontidae chez lesquels les dents antérieures cuspides et généralement pourvues de denticules latéraux sont de type agrippeur alors que les dents latérales, étalées et à couronne massive et plus ou moins bombée sont de type broyeur.

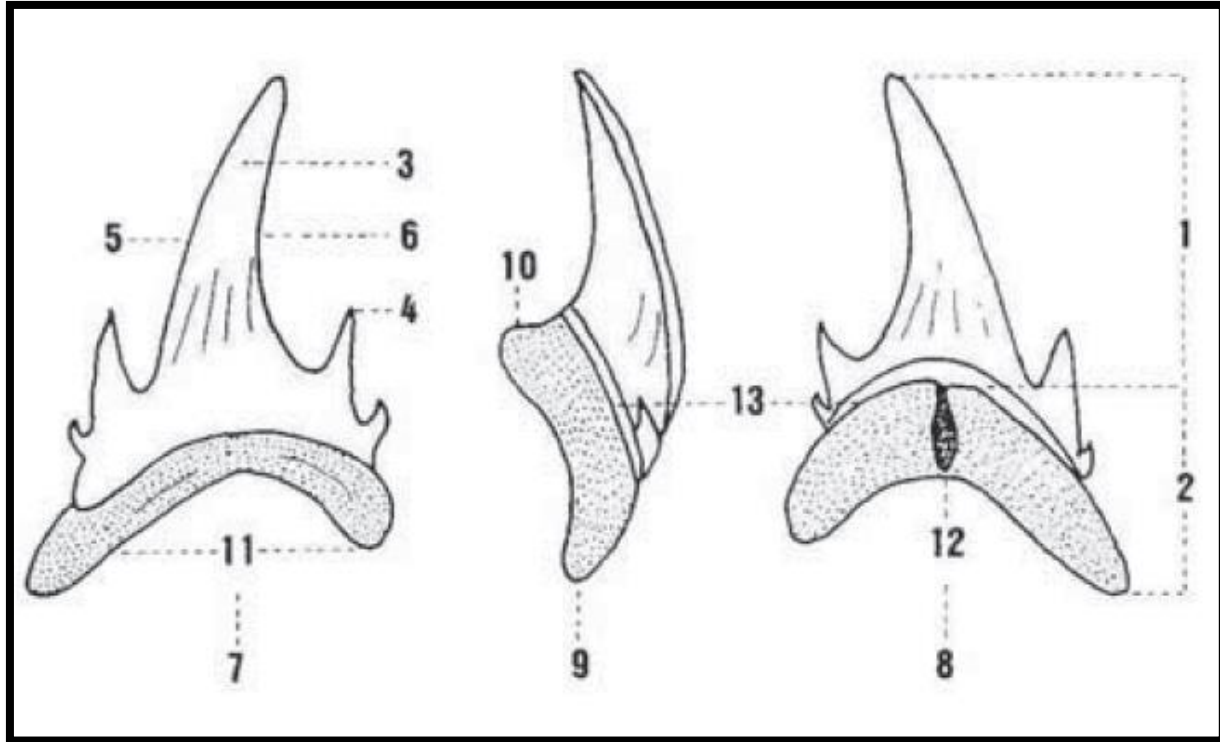


**Figure 10 : Type agrippeur-broyeur. *Heterodontus portusjacksoni*, Actuel; mâchoire inférieure (redessiné d'après Agassiz, 1833-44).**

## **F. Terminologie dentaire**

L'étude paléontologique des sélaciens fossiles, limitée au seul matériel dentaire, et l'existence des phénomènes d'hétérodonie, constituent une difficulté majeure pour leur identification. Il est donc nécessaire de pouvoir les décrire d'une manière rigoureuse, selon une terminologie précise.

# Chapitre 1 : Généralité



**Figure 11 : Terminologie dentaire. *Odontaspis* (Requin)**

- 1- Couronne
- 2 - Racine ou base
- 3 - Cuspide principale de la couronne
- 4 - Denticules latéraux
- 5 - Bord tranchant mésial
- 6 - Bord tranchant distal
- 7 - Face labiale (vers l'extérieur de la mâchoire)
- 8 - Face linguale (vers l'intérieur de la mâchoire)
- 9 - Profil
- 10 - Protubérance linguale de la racine
- 11 - Lobes ou branches de la racine
- 12 - Sillon nutritif (ou foramen pour certains squalés).
- 13 - Sillon lingual

# Chapitre 1 : Généralité

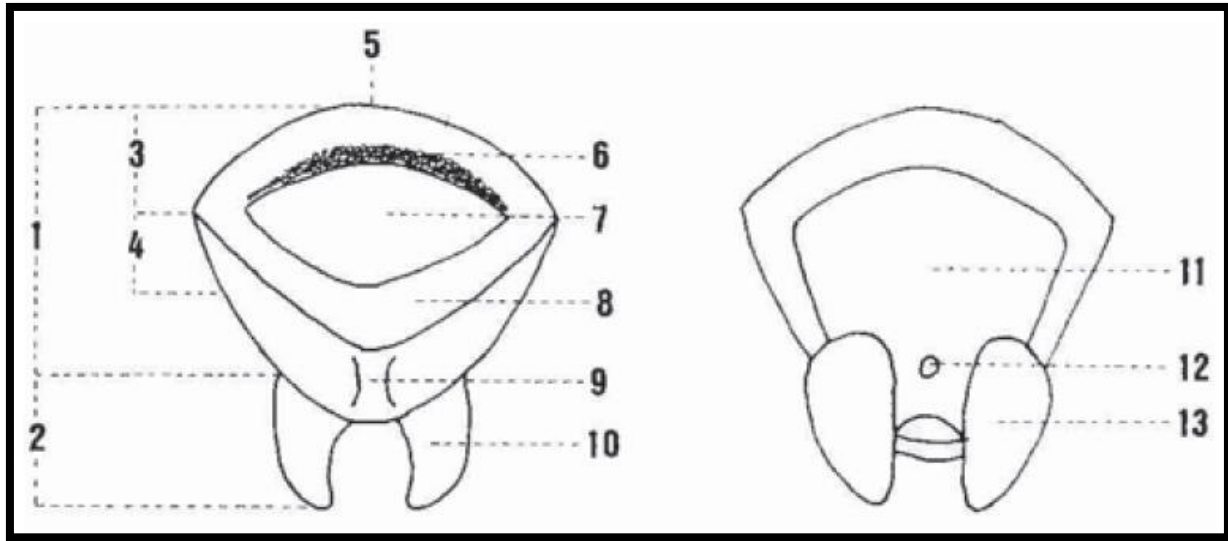


Figure 12 : Terminologie dentaire. *Dasyatis (Raie)*

- 1 - Couronne
- 2 - Racine ou base
- 3 - Face orale ou occlusale de la couronne
- 4 - Face linguale de la couronne
- 5 - Visière antérieure
- 6 - Zone antérieure
- 7 - Dépression médio-externe
- 8 - Zone postérieure
- 9 - Arête médio-interne
- 10 - Branches de la racine
- 11 - Face labiale de la racine
- 12 - Foramen central nutritif
- 13 - Face basilaire de la racine

## 2. Détermination des fossiles :

Pour la détermination, on utilise les paramètres de la classification systématique que sont les caractéristiques morphologiques qui dépendent de la nature du fossile tel qu'espèce ; (Végétal ou Animal, unicellulaire ou pluricellulaire, avec ou sans parties dures, nature minéralogique de la coquille ou du squelette, géométrie et architecture des dents...).

# Chapitre 1 : Généralité

Quand c'est possible, on utilise des catalogues appropriés ou sont reportées des figurations ou planches photographiques accompagnées souvent des diagnoses et des distributions stratigraphiques.

## 3. Les environnements marins

La diversité des environnements marins résulte essentiellement des variations qui affectent la profondeur et la turbulence des nappes d'eau. Ils ont en commun plusieurs caractères qui les distinguent des milieux continentaux :

- la présence d'une faune ou d'une flore marine diversifiée ;
- L'absence de figures d'émersion (sauf dans la zone intertidale) ;

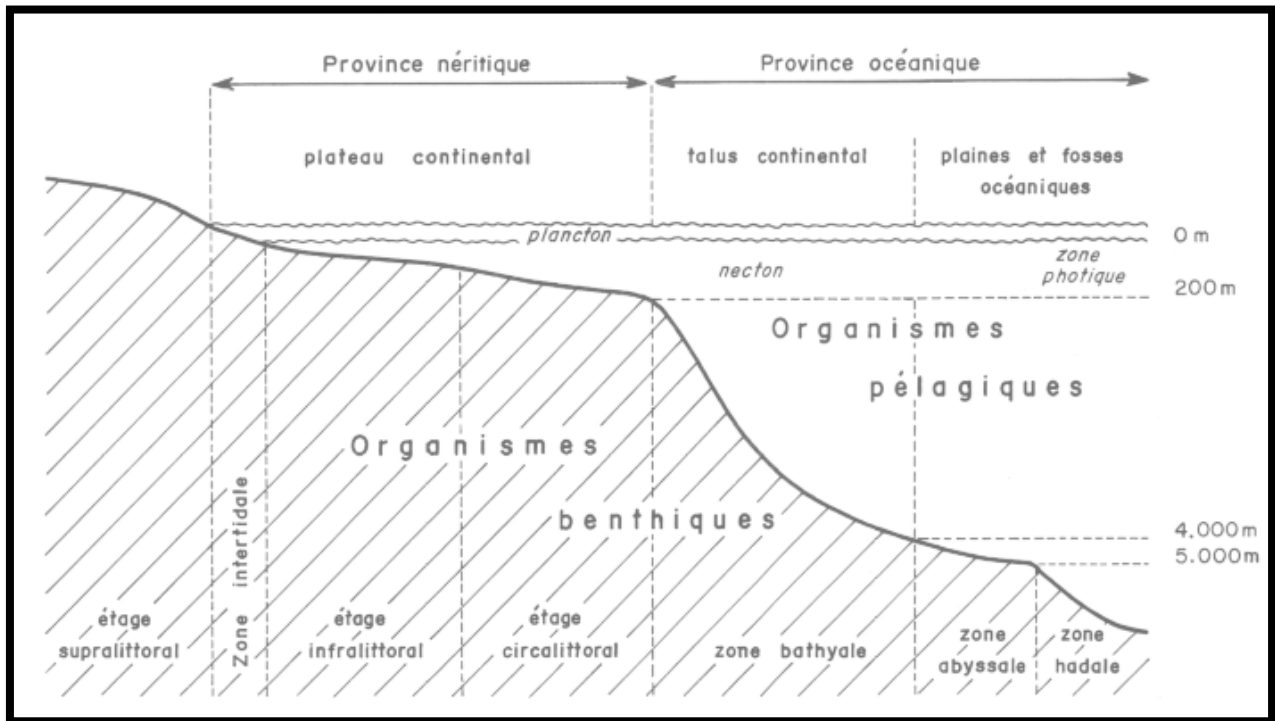


Figure 13 : Zonation du domaine marin et répartition des organismes vivants.

---

**Chapitre 2 :**  
**CADRE GÉOLOGIQUE**  
**RÉGIONAL DE LA RÉGION**  
**DE DJEBEL ONK.**

---

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

### 1. Historique des recherches géologiques

Les phosphates Algériens ont été découverts à BOUGHARI par PH.THOMAS en 1873. Dans la période (1907 -1908) L.JOLEAU a découvert le gisement de djebel Onk., Ce n'est qu'en 1931 que ces phosphates font l'objet d'une première concession par la compagnie des phosphates de Constantine qui était le principal producteur en Algérie suite à laquelle fût créer la société S.D.O en 1936.

De 1961 à 1963, des essais de prospection radio métrique aéroportée sont effectués au-dessus du gisement de Djebel Onk. En 1963, les études géologique et minière précédant l'exploitation du gisement de Djemi Djema sont réalisées par la société SERMI. Ce n'est qu'en mois de Février 1965 que débute l'exploitation de Djemi Djema à Bir El Ater.

En 1971 à 1974, les travaux de recherche et de prospection sur les phosphates dans l'Est de l'Algérie qui ont été relancé par la SONAREM, sont suivis par une compagne de prospection et d'évaluation du district minier de Djebel Onk.

De 1985 - 1987, l'EN FERPHOS a confié à l'EREM des travaux de recherche et d'évaluation des ressources en phosphate de tous les gisements potentiels de la région du Djebel Onk, notamment le gisement de KEF ESSENOUN. En Novembre 1989, l'EN FERPHOS fait connaître son cahier des charges pour des études de développement du Complexe minier de Djebel Onk.

En Avril 1992, signature du contrat entre l'EN FERPHOS et le consultant BRGM/SOFREMINEs concernant le rassemblement des éléments techniques et économiques permettant d'arrêter un projet de développement de l'exploitation des gisements de phosphate de Djebel Onk. En 1993, BRGM a fourni un rapport d'expertise géologique de tous les gisements de Djebel Onk.

En 2003, début d'exploitation d'un nouveau gisement qui est Kef Essenoun ,2005 Création de FERPHOS group, spa. Répondant aux exigences de son développement, en adoptant une stratégie de croissance soutenue et afin de mieux servir ses clients, une restructuration des activités par filiales a été mise en place.

En 2007 le gisement de Kef Essenoun a subit un certain effondrement, qui conduit à l'arrêt immédiate de l'exploitation de phosphate noir.

# Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

## 2. Situation géographique

La région du Djebel Onk est située en Nord-Ouest du Sahara Algérien. Précisément, à l'est de monts de Nemamcha appartenant à l'Atlas saharien, à une vingtaine de kilomètres de la frontière Algérienne- Tunisienne.

La région appartient à la wilaya de Tébessa, dont elle est éloigné d'environ 100 km, la localité la plus importante est la ville de Bir El Ater.

Djebel Onk est un massif montagneux calcaire qui culmine à 1338 m et dont le flanc Nord descend en pente douce tandis que le flanc Sud plonge rapidement sous les dépôts du Miocène et du Quaternaire.

Cette région constitue la limite géographique naturelle entre les Hauts plateaux Constantinois et le domaine saharien. Le massif de Djebel Onk forme un ensemble calcaire de 20 Km de longueur qui culmine à 1198 m d'altitude au Djebel Tarfaya, ce massif constitue l'extrémité orientale des monts de Némemcha qui prolongent vers l'est le massif des Aurès, les altitudes les plus basses au pied du Djebel Onk sont d'environ 635 m.

Du Nord vers le Sud, les gisements sont traversés par un réseau enchevêtré d'Oueds comblés par des alluvions torrentiels du Quaternaire tel que : Oued el Abiod et oued El Bir. Tarfaya représente les affleurements de la couche productive au niveau du flanc sud de Djebel Onk.



## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk



**Figure 14 : Situation géographique de la région de Djebel Onk (Bir el Ater)(Google earth)**

La région se situe dans une zone subdésertique, la végétation est peu abondante, néanmoins au Nord de la chaîne rocheuse de Dj. Onk, la culture est possible lorsque les conditions atmosphériques le permettent.

La pluviométrie montre des chiffres très faibles et le réseau hydrographique n'est que rarement mis à contribution. L'inconvénient majeur réside précisément dans la brutalité des averses et orages qui déchainent les vallées descendantes de Dj. Onk, la violence des pluies périodiques a provoqué des ruissellements torrentiels qui ont inondé les plaines et ont changé l'ancienne allure de quelques ravins.

Les vents de sables sont fréquents en raison sèche. La population est peu dense, elle est constituée de quelques éléments nomades. Sa situation économique s'est améliorée grâce à l'installation du complexe minier à Bir El Ater, ce qui a aussitôt contribué à l'agrandissement et au développement de la ville.

### **3. Litho-stratigraphie de formation**

La litho-stratigraphie de la région de Dj. Onk a été établie par L.D VISSE (1951). Les subdivisions stratigraphiques principales sont de bas en haut :

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk





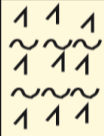








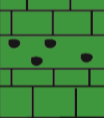
QUATERNAIRE			Eboulis et formations alluvionnaires sableuses
MIOCENE	SUP (350m)		Sables , grés à grains grossiers
	MOY (250m)		Argiles, schistes argileux de couleur marron, bronze avec intercalation de sables blancs
	INF (100m)		Sables fins blanches avec des couches de grés et argiles
LUTETIEN	SUP (100m)		Gypses avec interlits de marnes (évaporites)
	INF (40m)		Calcaires et dolomines avec géodes de quartz
YPRESIEN (70m)	SUP		Calcaires et dolomines avec silex
	INF		Calcaires avec lentilles de silex et calcaire phosphaté
THANETIEN (80m)	SUP		Phosphates pseudoolithiques, coprolithiques, gris et noirs
	INF		Marnes sombres schistifiées
MONTIEN (100)			Minéralisation en Baryto-Céladonite Calcaires avec bancs à Ostrea
DANIEN	SUP (80m)		Alternance de calcaires et de marnes claires
	INF (35m)		Argiles noires avec fibre de gypse
MAESTRICHTIEN SUPERIEUR (200m)			Calcaires , calcaires noduleux de couleur blanche

Figure 15 : Contexte géologique la région de Djebel Onk (D'après Dassamiour 2010)

« Modifié »

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

### **A. Crétacé supérieur**

Les sédiments les plus anciens sont d'âge Crétacé, ils se trouvent dans la partie axiale de l'anticlinal du Dj. Onk. Ils atteignent grandes épaisseurs et sont très accidentés tectoniquement, représentant un réservoir de pétrole.

#### **a. Maestrichien**

C'est une série à lithologie très monotone, représentée par des calcaires très caractéristiques, blancs, durs, légèrement, recristallisés, s'altèrent en beige, à une faune assez abondante d'Incérâmes ; (Incérâmes balticus Boehm). Elle forme le cœur de l'anticlinal et représente à sa partie supérieure une surface tarudée, rubéfiée, facilement repérable dans la topographie.

### **B. Paléogène**

Comporte les sédiments du Paléocène et de l'Eocène. Ce sont des sédiments marins, représentés par des calcaires, des marnes, des phosphates et dans la partie supérieure des évaporites. Il atteint d'assez grandes épaisseurs de l'ordre de 350 mètres.

#### **a. Danien**

Le Danien est constitué par une épaisse formation marneuse d'une centaine de mètres d'épaisseur et subdivisé lithologiquement en deux sous étages : inférieur et supérieur.

##### **1. Danien inférieur**

Il présente par une épaisseur 30 à 40m. Les couches comprennent les argiles marneuses et schisteuses, de couleur grise foncée au brun vert, intercalé par des marnes dures et irrégulières. Il est caractérisé par des filons des gypses.

##### **2. Danien supérieur**

L'épaisseur de ces couches est variée d'une dizaine de centimètre à un mètre. Les couches comprennent les calcaires durs blancs, très fins souvent à cassures conchoïdales, intercalées de marnes, argileuses et schisteuses.

#### **b. Montien**

Une minéralisation en Barryto-Celestine formant un niveau irrégulier de 20 cm au plus d'épaisseur est décelé dans les calcaires et la géode quartzuse sous forme de grands cristaux parfois très bien développés.

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

L'épaisseur du Montien est assez importante est de l'ordre de 100 mètres.

### c. Thanétien

Se caractérise par de grandes variations et une bi divisibilité nette; ce qui permet de le séparer en Thanétien inférieur et supérieur.

#### 1. Le Thanétien inférieur

Est représenté par une série caractéristique de schistes marneux à intercalations irrégulières de calcaires. En s'altérant, ces schistes se divisent en fines plaquettes, de couleur gris foncé, la roche non altérée est jusqu'à noire. Dans la partie inférieure, on note des conglomérats à gastéropodes *Clavilithes* sp, et de mince passes phosphatées très argileuses coprolithique, parfois silicifié, atteignant d'environ 2m d'épaisseur.

La partie sommitale est occupée par des marnes noires ou des calcaires comblés de coquilles de grands gastéropodes. La puissance du Thanétien inférieure varie dans les limites de 30-40 mètres.

#### 2. Le Thanétien supérieur

Est représenté par des phosphates de couleur grise, gris foncé ou brune à nombreux débris organiques de lamellibranches, gastéropodes, coprolithes, surmontés par des alternances de dolomies marneuses, dolomies phosphatés, son épaisseur varie de 0 à 50 mètres.

### d. Eocène

#### 1. Yprésien

Une série de roche carbonatée à bi divisibilité très nette permet de séparer l'Yprésien inférieur et l'Yprésien supérieur.

##### 1) Yprésien inférieur

Est représenté par des calcaires à bancs de silex avec une couche de phosphate intercalée à *Ostrea Multi constata* ; surmonté par des calcaires marneux blancs en plaquettes avec deux lits de silex phosphatés à la partie supérieur, l'ensemble atteint 8 m de puissance.

##### 2) Yprésien supérieur

Est représenté par des calcaires à nodules de silex, ces nodules présentant une partie ferrugineuse noir à brune rouge qui leur donne un aspect caractéristique ; cette formation est différenciée en plusieurs niveaux ; qui sont de bas en haut :

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

1. Calcaire phosphaté ocré ou rougeâtre très ferrugineuse parfois silicifié.
2. Calcaire à Thersite avec des géodes de quartz ou de calcite.
3. Calcaire à nodules de schistes, fortement calcarifères et phosphates.
4. Calcaire à rognons de silex, puis à nodules de silex plus ou moins quartzeux.
5. Calcaire blanc à quartz géodique.

### e. Lutétien

Cet étage est subdivisé en 2 unités distinctes :

#### 1. Lutétien inférieur

Qui bas en haut : comprend de :

- Calcaires marneux blancs en plaquettes à Herimitherisites Marocana (30m); (Herimitherisites Marocana est un fossile de zone; qui caractérise le Lutétien d'Afrique du Nord). Passage de l'Yprésien ou Lutétien inférieur se traduit par des changements lithologiques très nets, en même temps que la disparition totale de la sédimentation phosphatée.
- Calcaire massif blanc à nodules de silex.
- Formation de gypse avec de bancs calcaires.

#### 2. Lutétien supérieur

Ces formations peuvent être observées uniquement à Dj. Kemakem, ce sont de bas en haut :

- Alternances d'argiles vertes parfois phosphatées et de bancs de calcaires (10m)
- Argile verte avec des bancs de gypse intercalés (5m). Cette assise est caractérisée par des dépôts lagunaires et des dépôts à caractère détritique.

### C. Néogène

Les sédiments néogènes sont largement répandus et représentés par des faciès terrigènes (Continentaux) sablo-argileux. Ils ont une puissance importante, atteignant parfois 600 mètres environ, et comblent les vallées inter-montagneuses.

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

### a. Miocène

Les sédiments miocènes reposent sur les différents termes du tertiaire plus anciens et érodés, ils tronquent la série éocène du Sud au Nord. Ils sont représentés par un complexe de roches terrigènes composés de conglomérats, de grés stratiformes plus ou moins réguliers, d'argile rouge et essentiellement de sables à intercalations de mince lentilles d'argile marron, et schistes d'argileux plus ou moins épais et gris verdâtres, l'épaisseur atteint 200 à 300 m. Ces dépôts ont été datés d'après W. Fomin (1978) grâce à la découverte de quelques fossiles continentaux tel que: *HelixtrssitiBaj*, et de fragments de *Mastodonte Augustidens* dans la région de Dj. Bled-El-Hadba, on note aussi la présence de nombreux fragments bien conservés de trônes d'arbres silicifié.

Le Miocène est subdivisé en trois unités de bas en hauts :

#### 1. Miocène inférieure

début par des conglomérats, sable à gros grain présentant une épaisseur d'une dizaine de centimètres à quelque mètre, surmontés par des sables blancs avec intercalation d'argile bruns, ou gris beige, sa puissance atteint plus de 200 m.

#### 2. Miocène moyen

Il est constitué d'argile à structure schisteuse, brune, la puissance est d'environ 100 m.

Miocène supérieure

On constate la présence des sables, grés à blanc de graviers, le matériel est très grossier nettement stratifié.

### D. Quaternaire

Les dépôts quaternaires sont largement répandus, d'épaisseur relativement peu importante. Ce sont des dépôts alluvionnaires (colluvionnaires, delluvionnaires) et fluvio-glaciaires, du sable éolien, des éboulis et des argiles.

#### 4. Tectonique régionale

La région de Djebel Onk appartient à l'extrémité orientale de l'Atlas Saharien (Ranchin, 1963-a et 1963-b). La série supérieure de l'Eocène du bassin de Dj. Onk-Gafsa-Métloui est structurée en une suite d'anticlinaux et de synclinaux dissymétriques, généralement faillés dans

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

leurs flancs, d'axe le plus souvent SW-NE et décrochés par des accidents transverses N120° à N140° E.

Les anticlinaux des Djebels Onk, Djemi-Djema et Oued Betita sont localisés à la bordure de la flexure Sud Atlasique qui correspond à une zone d'affrontement entre le domaine atlasique mobile et la plate-forme saharienne stable. Plus particulièrement, ils appartiennent à la branche Nord de la flexure, de direction E-W..

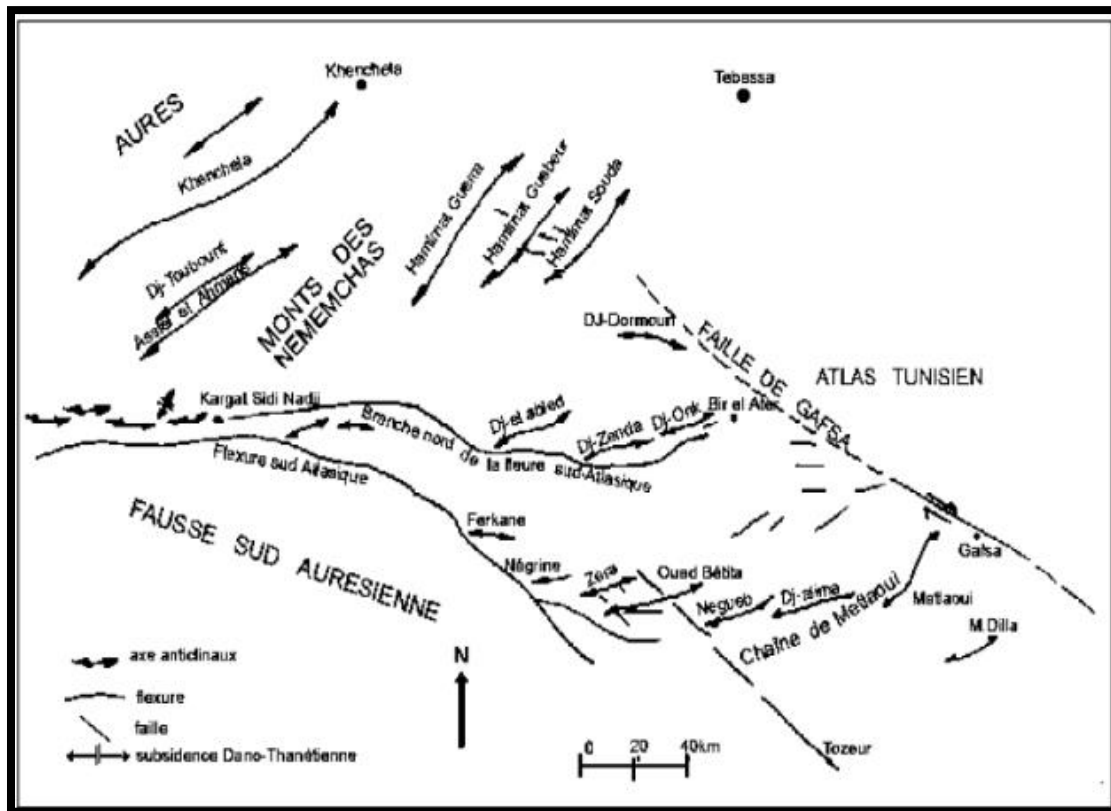


Figure 16 : Schéma structural de Djebel Onk à l'intérieur du bassin de Gafsa - Métloui - Onk (Aissaoui, 1984).

Trois phases tectoniques d'ampleurs très inégales ont marqué de leur empreinte la région considérée. Ce sont:

### A. Tectonique synsédimentaire

Une phase compressive NW-SE contemporaine à la sédimentation paléogène, s'exprime par des ondulations et des failles synsédimentaires. Cette tectonique précoce induit des lacunes de sédimentation dans la série Paléocène-Eocène et a conduit à l'édification des dispositifs paléogéographiques en hauts fonds et sillons qui vont contrôler la sédimentation des phosphates.

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

Ces déformations précoces peuvent être liées à la montée diapirique des évaporites triasiques, notamment au Paléocène-Eocène.

### **B. Tectonique post-Eocène moyen et anté-Miocène**

Contemporaine à l'émergence de la série au Lutétien supérieur, phase majeure du plissement des Aurès et des déformations distensives transverses (N120° à N150°) induisant un début de déstructuration de la série crétacé supérieur à Eocène en petits horsts et grabens allongés suivant la direction N170°E qui vont être affectés par la pénéplatement et l'érosion différentielle anté-miocène. Ces plissements sont, en majorité, antérieurs aux dépôts des sables miocènes. C'est à la faveur de cette phase tectonique qu'apparût l'anticlinal de Djebel Onk (Mezghache et al, 2000).

### **C. Tectonique tardi-miocène, post-burdigalienne, à pliocène-pléistocène**

C'est la phase majeure de plissement de l'Atlas tunisien. Les plissements de la série crétacée supérieure -paléocène-éocène et miocène en grandes structures antiformes et synformes rejouent en horst et grabens dans les structures antérieures; ils forment vers le sud et sur le flanc inverse des méga-plis de Djebel Onk et Djemi Djema. Cette tectogenèse est responsable de la structure actuelle de la région du Djebel Onk.



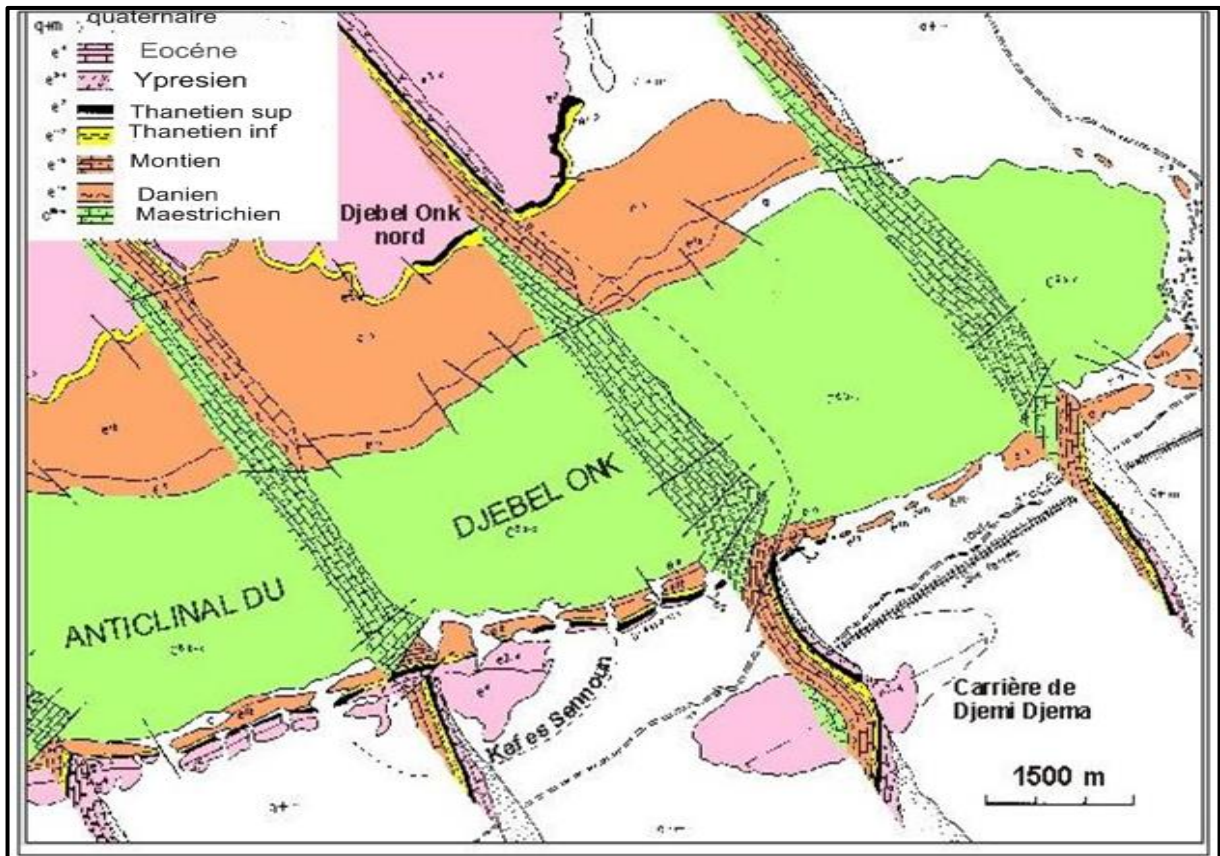


Figure 17 : Coupes stratigraphiques et structurales des flancs Nord et Sud du Djebel Onk (Cielensky et al., 1988).

### 5. Paléogéographie

Au Paléocène supérieur-Eocène inférieur, la région de Djebel Onk appartenait à la partie occidentale du bassin de Gafsa-Metloui-Djebel Onk. Il se différencierait cependant par une subsidence plus marquée, ce qui explique le tonnage énorme de phosphate accumulé, mais aussi les teneurs moyennes en phosphate tricalcique plus faibles que celles enregistrées dans le gisement de Metloui (Ranchin, 1963-a). Ce sillon, occupé par une mer épicontinentale peu profonde, était situé entre l'île ou dôme de Kasserine au Nord, le môle de la Djeffera au Sud et au haut fond de Dj. Fouris à l'Ouest.

La région a, au cours de son histoire géologique, plusieurs étapes de développement, bien marquées dans les sédiments. Cette évolution fut comme suit:

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

### A. Période de sédimentation marine

Cette période de sédimentation qui débute à la fin du développement du bassin géosynclinal couvrant l'Afrique du Nord et allant du Maestrichtien à l'Eocène supérieur. Le Maestrichtien se caractérise par une subsidence lente et une sédimentation calme. A la limite entre le Maestrichtien et le Danien, on note un changement de faciès, précurseur de mouvements orogéniques mettant fin au cycle de sédimentation géosynclinal. La profondeur du bassin diminue alors d'une manière brusque, ce qui reflète dans les roches par une sédimentation argilo-carbonaté qui dure pendant tout le Danien.

Le Montien est une période de lente subsidence et de sédimentation assez calme. La mer est alors peu profonde, les bancs d'huîtres s'y déposaient en masse et ils sont caractéristiques pour les eaux peu profondes.

Au Thanétien inférieur, la profondeur du bassin a de nouveau diminué. On a alors un apport important de substance argileuse et des sédiments argilo-marneux qui indique une fermeture progressive du domaine de sédimentation et une tendance régressive de régime marin. Par contre, le Thanétien supérieur se caractérise par un apport considérable de sédimentation phosphatée qui témoigne d'une réouverture du domaine sédimentaire et du retour des influences transgressives. A la fin de sédimentation phosphatée principale, une phase régressive se produit à nouveau, elle est matérialisée par des remaniements de phosphate, puis localement par un horizon conglomératique à galets de dolomie formé en milieu marin sans indice d'émersion.

La présence de dolomie est l'indice d'une saturation de l'eau de mer proche des conditions qui permettent le dépôt des faciès à évaporites. Elle souligne le caractère régressif de ces faciès phosphatés (Ranchin, 1963-a). Cette phase régressive est suivie, régionalement, par la transgression hyprésienne (calcaire à silex) qui déborde largement les limites des formations précédentes. Au Lutétien, on note une lente diminution de la profondeur du bassin, ce qui a conduit à la formation de hauts-fonds et de lagunes et au dépôt d'évaporites. Les variations d'épaisseur, ainsi que l'homogénéité ou l'hétérogénéité de la couche phosphatée elle-même traduisent cette paléogéographie diversifiée. Ainsi, la couche de phosphate, calée entre les marnes noires du mur et les dolomies du toit, est la plus épaisse au niveau des gisements de Djemi-Djema (30 m) et de Kef Essennoun (proche de 50 m) qui caractérisent le sillon subsidant.

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

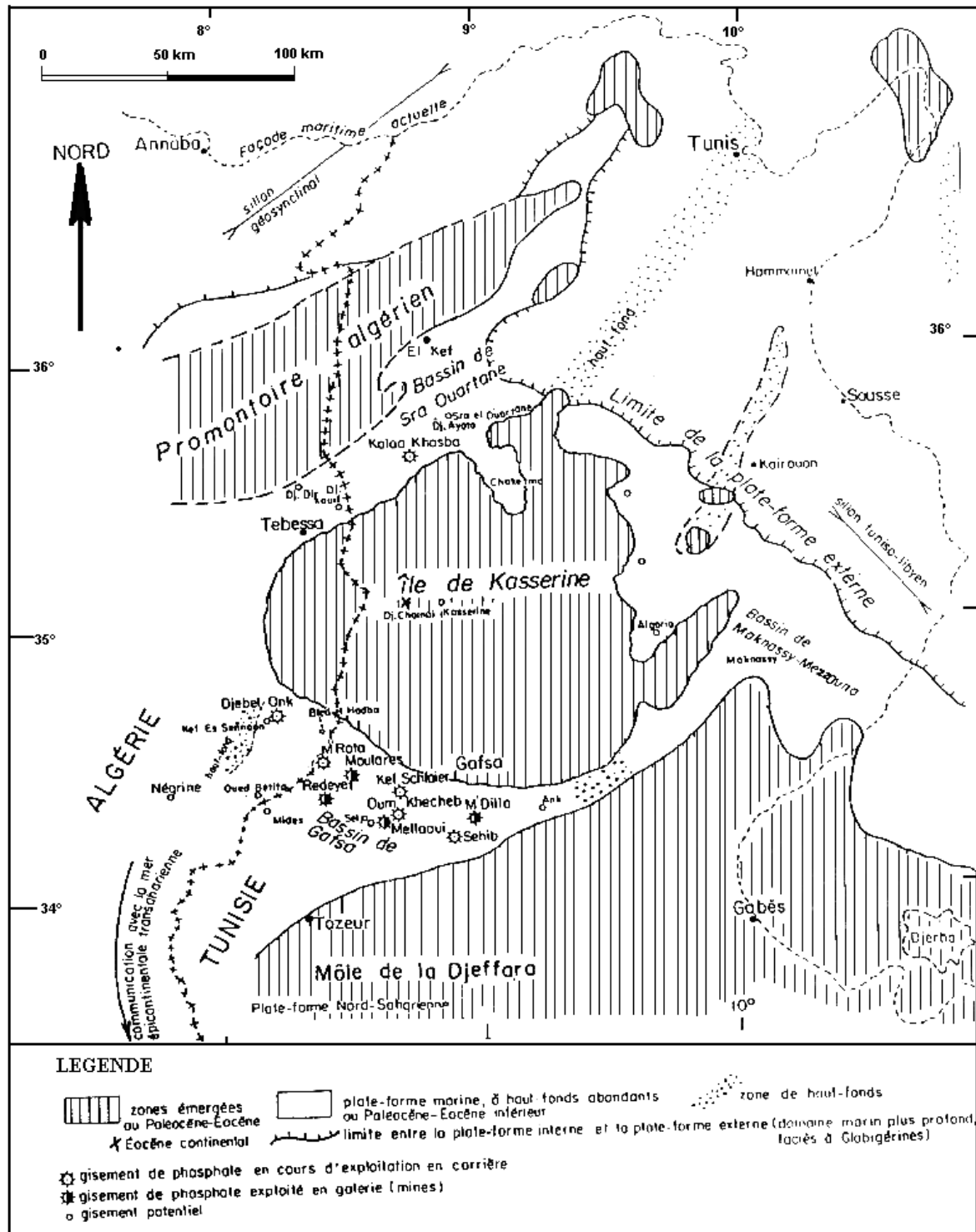


Figure 18 : Situation paléogéographique des gisements de phosphate de la région de Djebel Onk à l'intérieur du bassin phosphaté Gafsa – Mélaoui – Onk ( d'après Burollet et Oudin, 1980;Fourine, 1980; Sassi, 1974 et 1980)

## Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk

### B. Période de sédimentation continentale

A partir du Lutétien supérieur, les terrains s'émergent. L'Oligocène n'a pas laissé de traces du fait de l'érosion anté-miocène. Alors que le Miocène-Pliocène fut une période d'intense sédimentation continentale marquée par les sables, les argiles et les conglomérats. Tandis que le Quaternaire se caractérise par les produits d'érosion qui se déposent sur les flancs et les vallées. Ce sont les colluvions, les alluvions et les éboulis de pente. Des traces d'une glaciation au Pléistocène de courte durée très nette sont bien conservées au Djebel Onk.

### 6. Limites et répartition géologique de la couche phosphatée

La couche de phosphate, calée entre les marnes noires du mur et les dolomies du toit, est la plus épaisse au niveau des gisements de Djemi Djma (30 m) et de Kef Essenoun (proche de 50 m) qui caractérisent un sillon subsidie. Ces épaisseurs de phosphate, sans intercalaires stériles, sont les plus importantes de tous les bassins périphériques de l'île de Kasserine.

Dans le gisement de Dj. Onk nord, l'épaisseur maximale de la couche n'est plus que de 17 mètre environ, mais en l'espace de 75 m, à l'Ouest de Hassi Ras El-Ain, il ne subsiste plus qu'un mètre de phosphate. Ce biseautage de la couche, vers l'Ouest a été également observé au niveau de la source d'Ain Fouris (8 Km à l'Ouest de Djemi Djma) où le niveau minéralisé devient infra-métrique. G. Ranchin (1963) définit ainsi le haut fond de Ain Fouris, orienté N45°E, qui marque la limite d'extension Ouest de la couche de phosphate et qui se serait étendu, en s'élargissant jusque dans la région de Negrine.

Vers l'Est (gisement de Bled el Hadba), la couche de phosphate présente une épaisseur comparable à celle du gîte de Djemi Djma (environ 30 m), mais localement s'intercalent des phosphates marneux ou lumachelliques. Vers le Sud (gisement de l'Oued Betita), l'épaisseur du faisceau phosphaté est encore de l'ordre d'une trentaine de mètres, mais la série devient hétérogène, car quatre couches principales de phosphate de 3 m d'épaisseur maximale alternant avec des niveaux stériles (calcaires ou marnes feuilletées). Les phosphates de l'Oued Betita appartiennent à un domaine paléogéographique distal de la plate-forme interne, alors que les phosphates de la zone du Dj. Onk caractérise un domaine proximal, localement bien confiné (Kef Essenoun).

A l'échelle régionale, la répartition sur la plate-forme sédimentaire, des dépôts phosphatés de ces différents gisements et donc contrôlée par les dispositifs paléogéographiques locaux, en

## **Chapitre 2 : Cadre géologique régional de la région de Djebel Onk**

haut fond et sillon, par la bathymétrie, les mouvements du fond, ainsi que par le niveau d'énergie et l'agitation mécanique du milieu.

---

**CHAPITRE 3:**

**CADRE GÉOLOGIQUE  
LOCALE DE SITE D'ÉTUDE  
(KEF ESSENOUN)**

---

# Chapitre 3 : Cadre géologique locale de site d'étude (Kef Essenoun)

## 1. Le gisement de Kef Essenoun

La région de Djebel Onk est subdivisée en 5 secteurs miniers :

- Gisement de Djemi Djema ;
- Gisement de Kef Essenoun ;
- Gisement de Djebel Onk Nord ;
- Gisement d'Oued Betita ;
- Gisement de Bled El Hadba.

Le gisement de Kef Essenoun est situé à environ 02 Km à l'Ouest du gisement de Djemi Djema. Il s'étend sur une longueur de 2,7 Km et une largeur de 0,8 Km, ce qui correspond à une superficie de 2,1 km<sup>2</sup>. La zone I est un quartier du gisement de Djemi Djema est situé sur le flanc méridional de l'anticlinal crétacé de Djebel Onk. Il constitue quelque sorte la retombée synforme de la méga structure antiforme. Au Nord, on aperçoit les dressants de Kef Essenoun qui correspondent à la zone de la flexure faille du flanc Nord de la structure synforme. Le flanc Sud est constitué par la table de Kef Essenoun, qui plonge monoclinalement vers le sud-ouest, sous un angle de 10 - 15°.

Au plan structural, le gisement peut être assimilé au plongement Sud-Ouest du synclinal de Bled Djemi Djema.

Litho-logiquement le gisement de Kef Essenoun est identique à celui de Djemi Djema, il se distingue de ce dernier par l'importance de la puissance de la couche phosphatée (couche productive) qui peut atteindre jusqu'à 43 m, et par des teneurs moyennes en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (25,05 à 27,94 %) de la couche productive, plus riches comparativement à celles de Djemi Djema. Le gisement de Kef Essenoun est caractérisé par :

- Une zone Nord dressant très accidentée.
- Un prolongement monoclinale des couches vers le Sud sous un angle de pendage (10-12°).
- Vu sa proximité des affleurements, donc un taux de découverte le plus bas possible.
- Un minerai riche en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> qui varie entre 25,05 à 27,94 % pour une moyenne de 26,53% et pauvre en MgO dont la teneur varie entre 1,3 et 3 % pour une moyenne de 2,61%.
- Absence de sable.
- Accès facile vers les autres parties (extension et avancement).



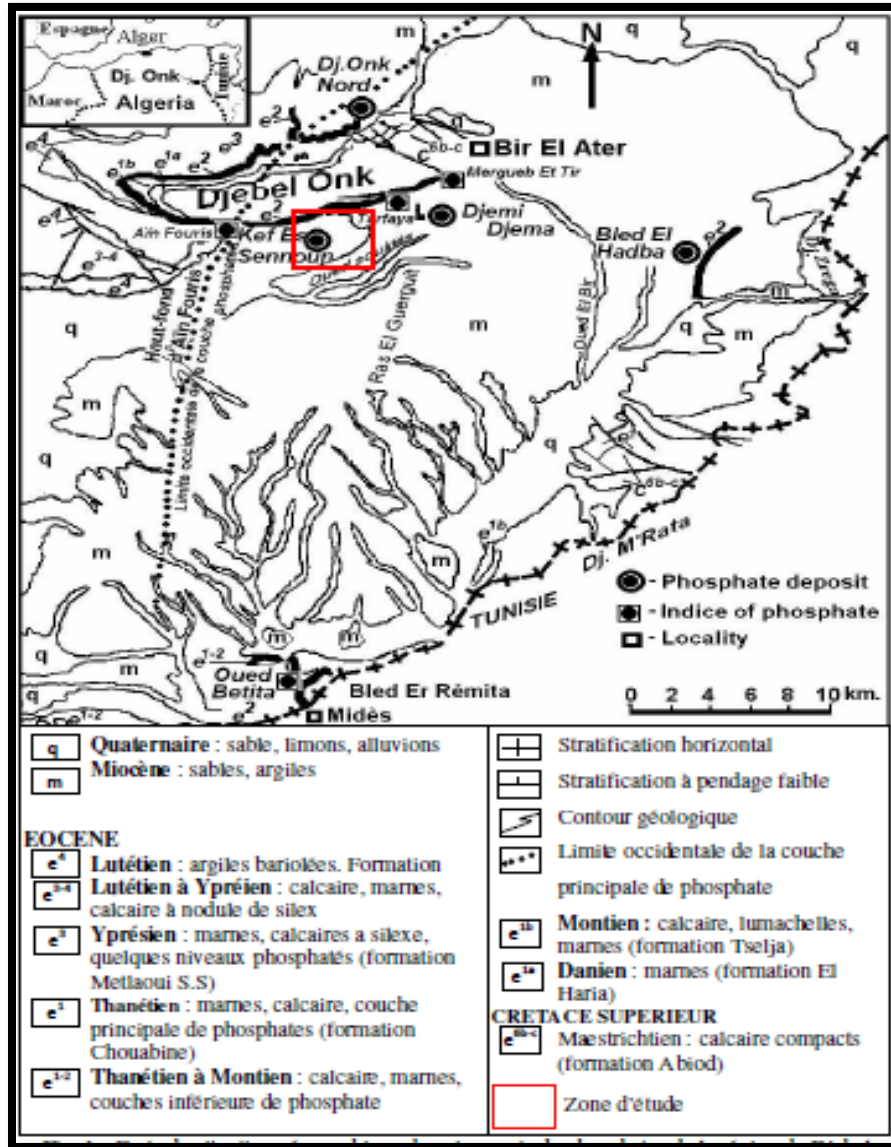


Figure 19 : Situation géologique des gisements de phosphate de la région du Djebel Onk (D'après SO.NA.R.E.M., 1978).

## 2. Stratigraphie

Le gisement de Kef Essenoun s'indifférencie par une épaisseur importante du faisceau phosphaté du Thanétien supérieur (environ 50 m).

Le Thanétien repose sur les marnes et les argiles du Montien, et surmonté par les calcaires lumachéliques blancs massifs et durs dolomies à lits phosphatés de l'Yprésien et des calcaires à géodes de quartz du Lutétien, les sables du Miocène, les alluvions du Quaternaire.



## Chapitre 3 : Cadre géologique locale de site d'étude (Kef Essenoun)

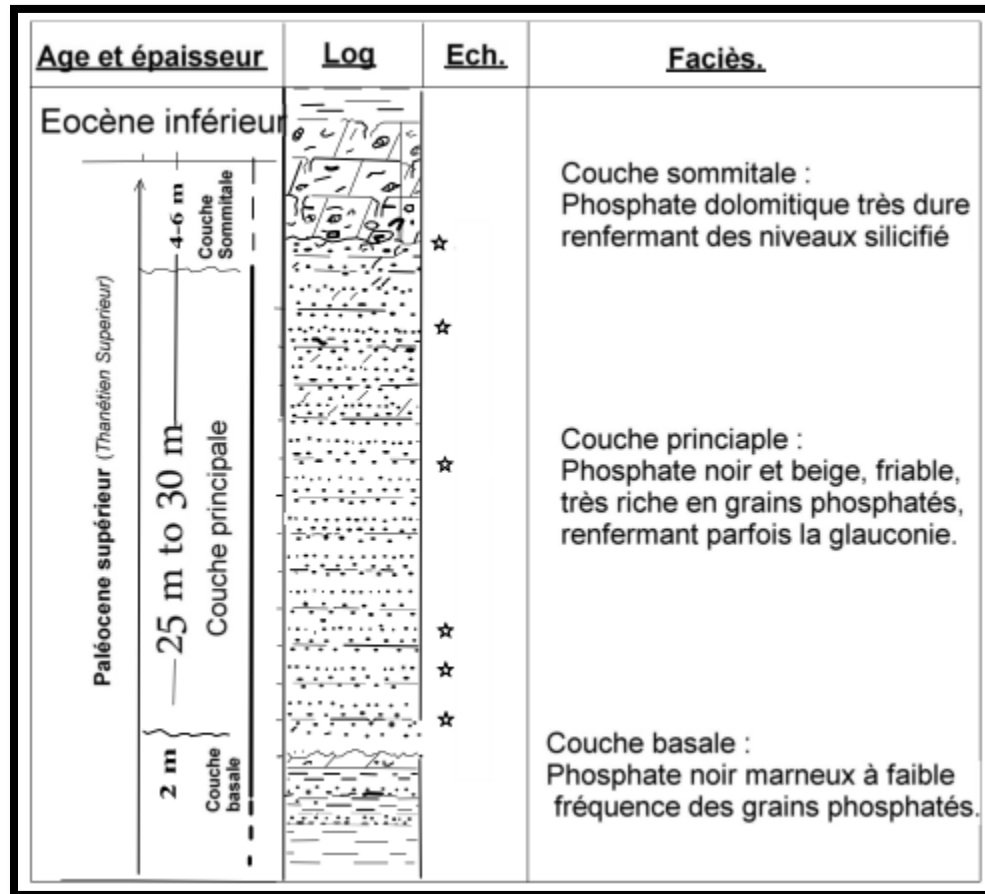
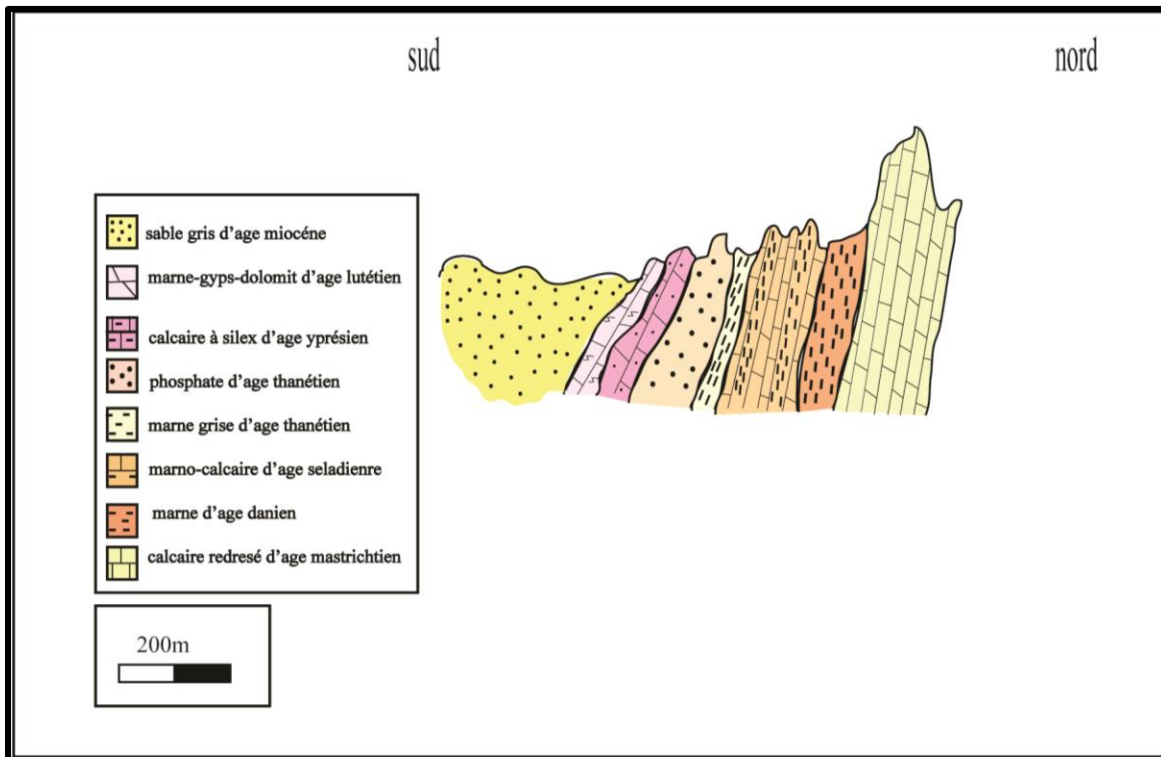


Figure 20 : Log lithologique du gisement de Kef Essenoun (Tébessa Sud)



### 3. Caractéristiques du faisceau phosphaté

Le gisement est constitué, de bas en haut, par des phosphates dolomitiques de la partie inférieure du faisceau (couche basale), la couche productive, représentée par des phospharénites sombre, gris-noirs et la couche de phosphate dolomitique (couche sommitale). L'épaisseur apparente totale du faisceau varie de 30m (partie nord de la table) à 53 m au sud-ouest de la table.

#### A. Dolomie phosphatée sommitale

Située au-dessus de la couche productive, son épaisseur est irrégulière, elle varie de 0 à 11 m soit une épaisseur moyenne de 4.70 m.

Cette couche se présente sous forme d'une phospharénorudite à ciment dolomitique très développé. La granulométrie est hétérogène, fine à grossière.

Les grains qui la composent sont représentés par des pellets, des pseudoolithes de 100 à 800  $\mu\text{m}$ , par de gros coprolithes de 1 à 2 cm, des débris osseux, ainsi que des agrégats phosphatés remaniés.

## Chapitre 3 : Cadre géologique locale de site d'étude (Kef Essenoun)

Du point de vue chimique, elle est caractérisée par des teneurs basses en  $P_2O_3$  et élevées en  $MgO$ . Le taux de  $P_2O_5$  et  $MgO$ , varie respectivement de 10 à 21 % avec une moyenne de 17.19%, et 6 à 11 % (moyenne 7.90%). Le rapport  $CaO/P_2O_5$  varie entre 2 et 3,3 pour une moyenne de 2.40.

La teneur en  $SiO_2$ , varie de 1 à 6 % soit une moyenne générale de 2.73 %.

### B. La couche phosphatée productive : couche principale

La couche de phospharénite productive est la principale couche de phosphate qui constitue le faisceau phosphaté. Son épaisseur oscille entre 24 et 43 m avec une moyenne de 30.5 m.

Litho-logiquement, la majeure partie du gisement est représentée par des phosphates sombres, gris - noir sans intercalaire stérile.

Au nord-est du gisement, on aperçoit des phosphates clairs bruns - beige et oxydés, sus-jacents à la couche des phosphates noirs.

Les phosphates sombres, gris-noir, présentent, par passes métriques des caractéristiques chimiques à teneurs élevées en  $P_2O_5$  (26 à 30%) et faibles en  $MgO$  (< 2 %). Les teneurs en  $SiO_2$  varient de 3 à 4,5%.

Quant aux minerais clairs, bruns-beiges, qui prédominent dans la partie nord-est du gisement, ils présentent des caractéristiques pétrographiques et chimiques, par passe métrique, voisines de celles des phosphates noirs, mais s'en distinguent, localement, par l'importance du ciment dolomitique.

Les phosphates de la couche productive du gisement de Kef Essenoun titrent de 25,05 à 27,94 % en  $P_2O_5$  (moyenne 26,53 %) et 2 à 3% en  $MgO$  (moyenne 2,61 %). Le rapport moyen  $CaO/P_2O_5$  varie de 1,6 à 1,87 pour une moyenne de 1,73.

Les teneurs moyennes en  $SiO_2$  varient le plus souvent de 1 à 2,50 %, soit une moyenne générale de 1,89 %.

### C. La couche phosphatée basale

Cette couche est localisée au mur de la couche productive, son épaisseur varie de 0 à 4,3 m pour une moyenne générale de 1,25 m.

Elle est caractérisée par des teneurs très faibles en  $P_2O_5$  et élevée en  $MgO$  ; elles varient respectivement de 13 à 15% et 8 à 10%.

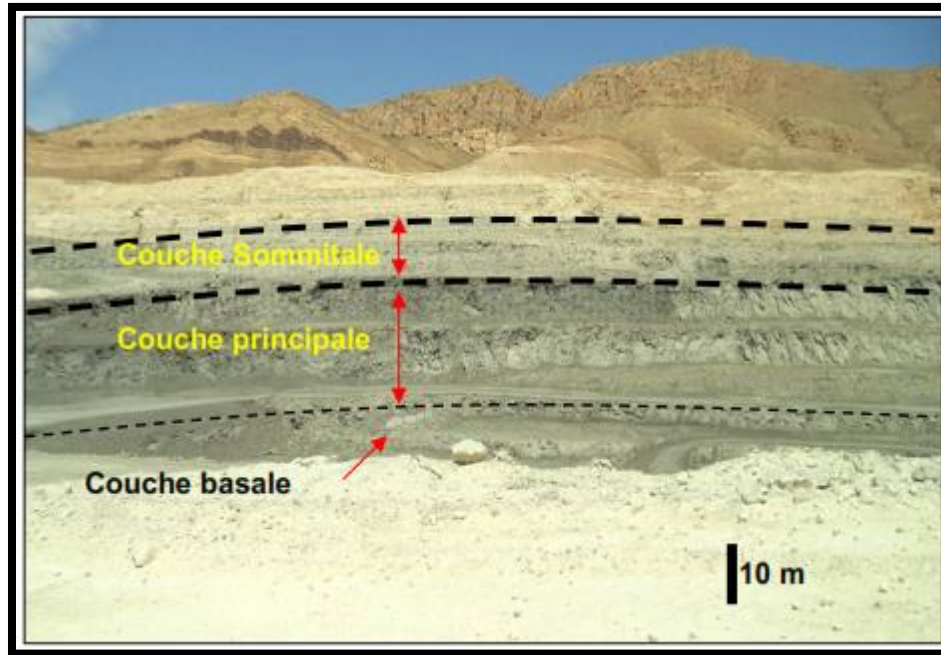


Figure 22 : Front d'exploitation actuelle; gisement de Kef Essenoun (kechiched. R, 2017)

### 4. Tectonique

A l'issu des travaux de l'EREM, il a été établi que la géologie du gisement de Kef Essenoun est relativement simple. Les couches de phosphate plongeant monoclinalement vers le sud, elles ont une puissance de 30 m et parfois plus. Par contre, la zone d'affleurement présente une structure géologique compliquée. (Dassamiour Mohamed 2012)

Le gisement de Kef Essenoun est situé dans le prolongement de la retombée méridionale de la flexure antiforme de Djebel Onk dont la structuration majeure est due à la tectonique post-miocène. Il est caractérisé par une structure simple, qui se présente sous forme d'une table monoclinale à pendage régulier, sous un angle de 5 à 10° vers le Sud. Au sud de la table, on aperçoit une zone de rupture de pente où le pendage des couches atteint 20°. Une série de trois failles majeures de direction NNO-SSE traversent le gisement mais n'engendrent pas de déformations majeures sur la géométrie de la couche phosphatée. Par contre, dans la zone des dressants de Kef Essenoun, allongée N 75° E, la tectonique souple et cassante a entraîné un changement brusque du pendage de la couche phosphatée affleurant où l'angle de pendage est sub-vertical ou fortement incliné vers le Sud-Est ou le Sud-Ouest. Ces dressants, représentés par

## Chapitre 3 : Cadre géologique locale de site d'étude (Kef Essenoun)

les formations du Paléocène (Danien- Montien et Thanétien) et de l'Eocène inférieur (Yprésien) correspondent à la zone de flexure faillée du flanc inverse de l'anticlinal de Djebel Onk. Au Nord-Est des dressants, la série est renversée et la couche de phosphate plonge suivant un angle de 30° à 60° vers le nord-ouest. Par contre dans la partie centrale des dressants, la couche de phosphate est en série normale et plonge vers le sud. (Dassamiour, 2012)

Les ressources géologiques totales de Kef Essenoun ont été estimées à 317 millions tonnes de minerai à 26.53% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> et 2.61% MgO dont 168 millions tonnes de réserves prouvées (Cielensky et al., 1988), 50 Mt de réserves probables (zone de rupture de pente, au Sud de la table) et 99 Mt de ressources possibles dans les parties les plus profondes du gisement.

---

**CHAPITRE 4:**  
**ANALYSE**  
**PALÉONTOLOGIQUE**

---

# Chapitre 4 : Analyse paléontologique

## 1. Méthodologie de travail

Afin d'effectuer une analyse paléontologique pertinente, les étapes suivantes sont à suivre :

### A. Travaux du terrain

Les échantillons prélevés sont des phospharénites et parfois, des phospharudites à ciment argileux relativement, friables à partir du front d'exploitation de gisement de kef Essenoun (Bassin minier de Djebel Onk). Au total, 16 lots des échantillons ont été récoltés.

- Les outils utilisés sont :
  - 2 marteaux.
  - Des tamis.
  - Des sacs étanches.
  - Des étiquettes.
  - Appareil photo.



Figure 23 : Pré-tamissage à sec sur terrain



Figure 24: sacs d'échantillonnage sur site



# Chapitre 4 : Analyse paléontologique

## B. Travaux de laboratoire

### 1) Le lavage :

Les échantillons des phosphorites permettent un tamisage optimal après de simples désagréments pour extraire les microfossiles supérieur à 100µm. La roche préalablement séchée, est plongée dans de l'eau pure ou additionnée d'un agent mouillant. Si nécessaire, elle est mise à macérer dans une solution de 10à 15% d'eau oxygénée (H<sub>2</sub> O<sub>2</sub>) à 110 vol neutralisée par quelques gouttes d'ammoniaque. Le sédiment désagréé est passé à travers une série emboîtée de tamis circulaire à fond métallique, comprenant, de haut en bas :

- un premier tamis à mailles de 1mm
- un second tamis à mailles de 0.5mm.
- et un éventuel troisième tamis à mailles de 0.100mm.

L'opération s'effectue sous un filet d'eau, en brassant doucement le sédiment du bout des doigts. L'opération est terminée quand le liquide qui sort de la colonne est limpide. On récupère les résidus en les rassemblant à la prêcheur de chaque tamis, puis en les faisant passer dans une coupelle, à l'aide d'un léger courant d'eau au revers du fond.



Figure 25 : Lavage humide à travers une série de tamis



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

### 2) Le séchage

Après lavage, les échantillons sont placés dans une étuve pendant 2 à 3 heures sous une température de 80°C.



Figure 26 : Des échantillons dans l'étuve



Figure 27 : Echantillons post -séchage

### 3) le tri

Pour l'extraction des microfossiles :

- Des observations sous loupe pour les échantillons de la fraction supérieure à 1mm.
- Des observations sous binoculaire pour les échantillons de fraction comprise entre 1 mm et 0.5mm.



Figure 28 : Matériel nécessaire au tri et identification des microfossiles

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

1. Les tamis (diamètre : 0.5mm, 1mm et 2 mm).
2. Binoculaire.
3. Loup.
4. Cuillère
5. Pince de ramassage
6. Aiguille montée.
7. Cuvettes
8. Loupe caméra

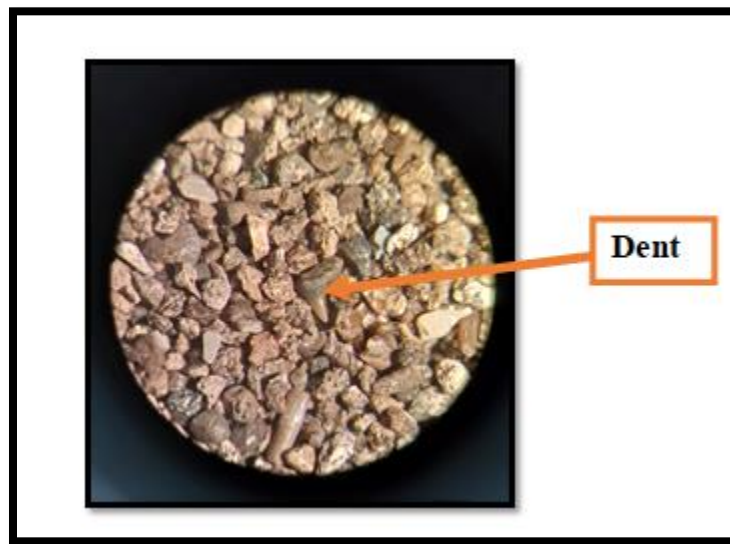


Figure 29: Observation sous binoculaire

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

### C. Les macros fossiles des phosphorites friables

Les restes fossiles récoltés ante et post lavage des phosphorites friables du faisceau minéralisé du site de Djebel Onk, ont été soumis à une observation et examen attentif œil nu et sous binoculaire il s'agit exhaustivement à des fragments et des dents de poissons sélaciens (voir planches).

Après traitement et tri répétitif et attentif en se référant à des travaux antérieurs des spécialiste ichtyologiques paléontologues (à l'instar, Henri CAPPETTA & Dirk NOLF, 1987) a été recensé toute une multitude de dents (identifiées en vue labiale, linguale, et en profil) au niveau d'espèces tel que ; *Brachycarcharias Lerichei*, *Otodus oblicus*, *Hypotodus verticalis*. *Jaekelotodus trigonalis...etc.*

#### 2. Répartition systématique de quelque types des dents récolté de Djebel Onk (Kef Essenoun)

Planche 01

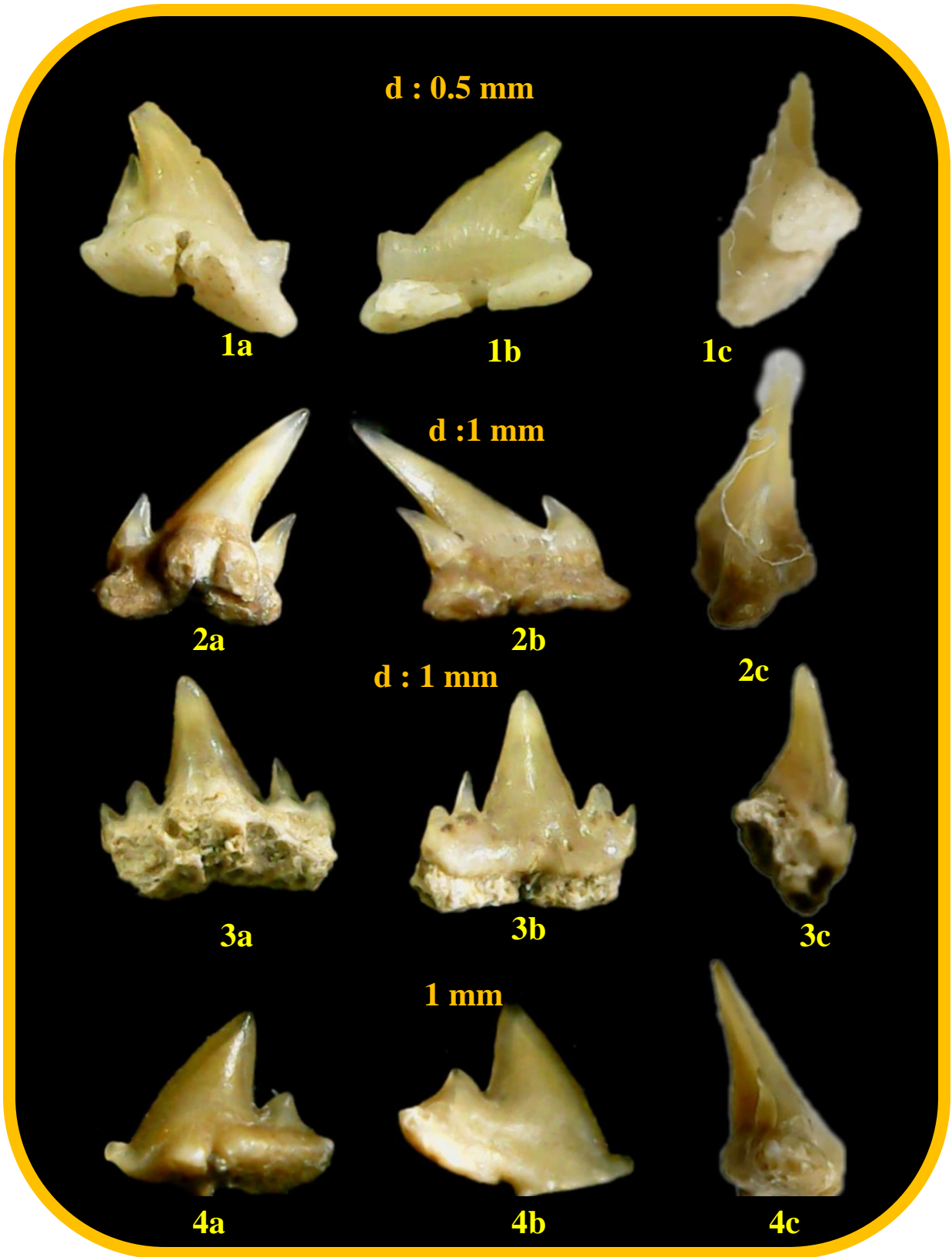


Planche 02

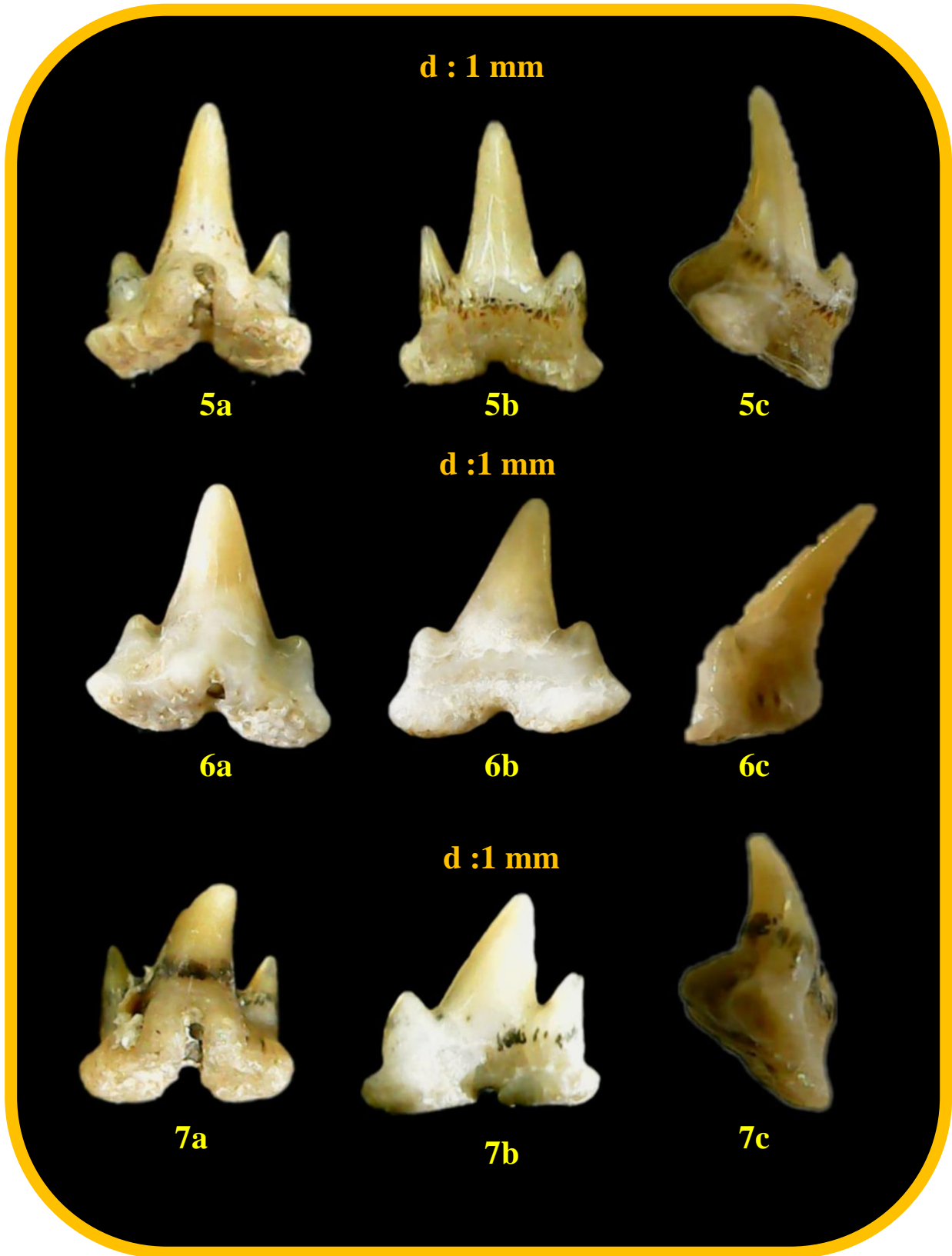


Planche 03

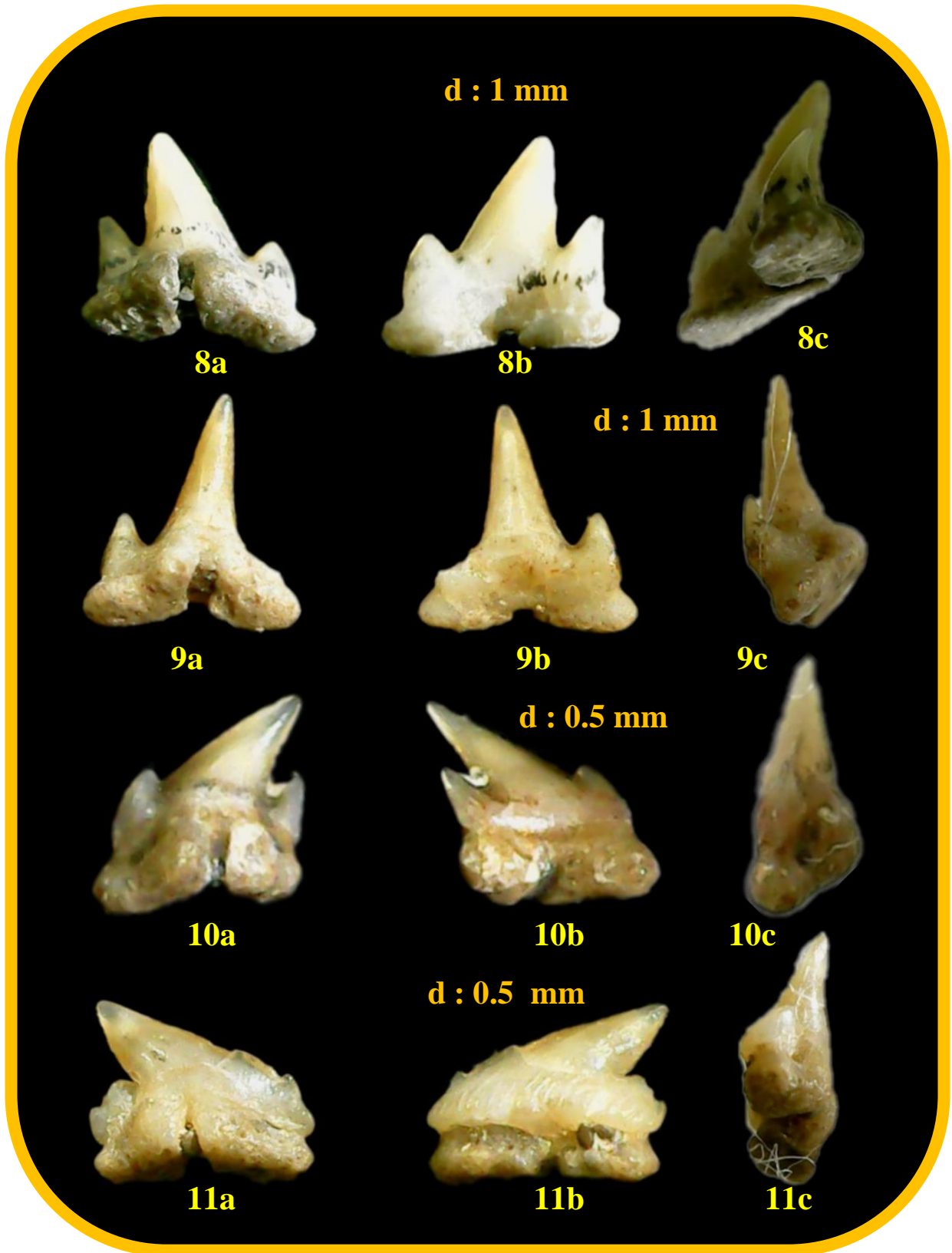
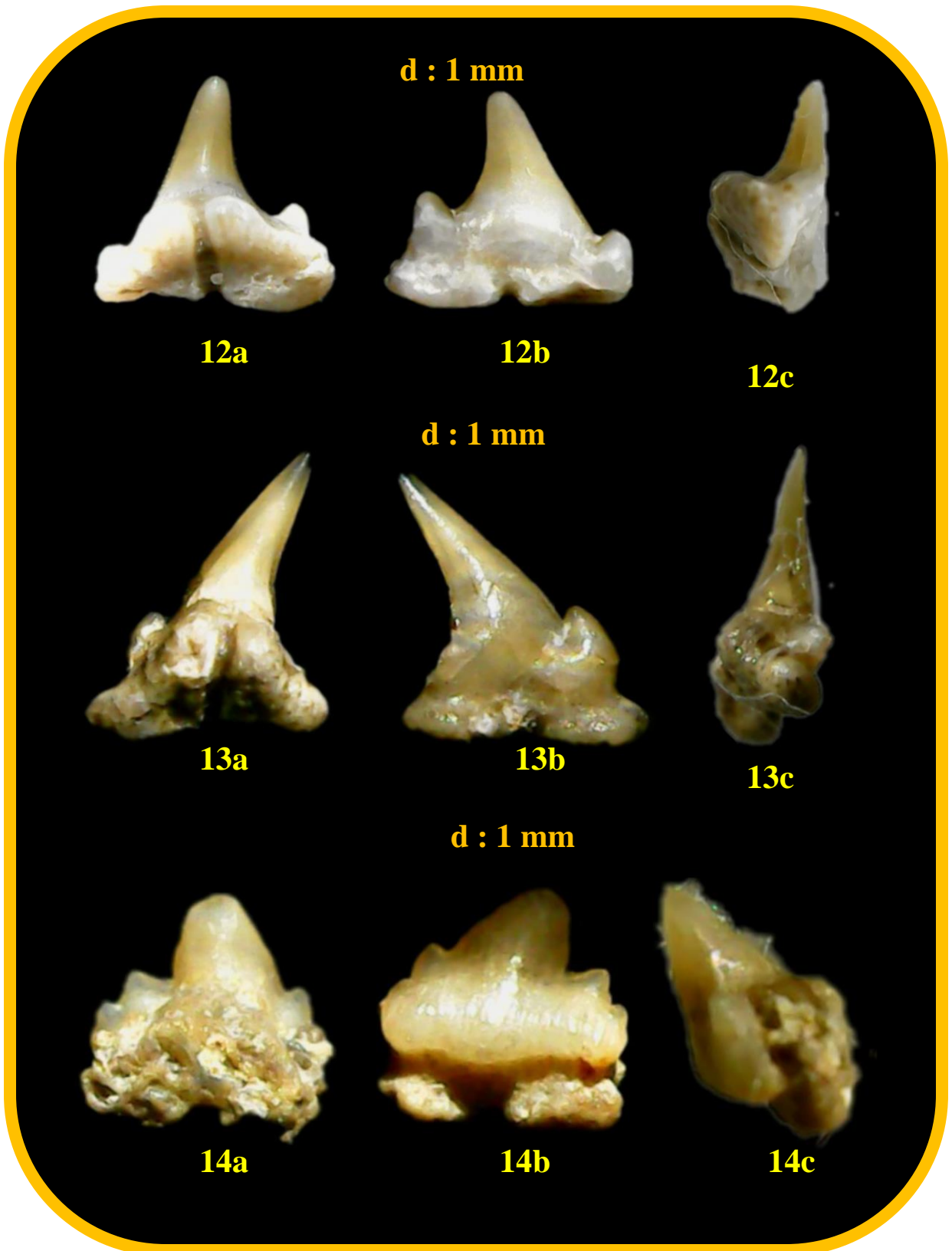




Planche 04



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Carchahinirformes (Comppagno,1973)

**Famille :** Carcharhinidae (Jordan et Evermann, 1890)

**Genre :** *Abdounia* (Arambourg, 1952)

**Espèce :** *Abdounia africana* (Arambourg, 1952)

### Planches N° (1.2.3 et 4)

#### Description :

Les dents antérieures sont plus hautes que larges avec une cuspide principale dressée inclinée lingualement, face linguale fortement convexe, et face labiale presque plate. Les talons sont obliques et portent un paire de cuspides triangulaires assez larges, n'atteignant pas les extrémités latérales des talons orientées lingualement, où une cuspide naissante peut être présente sur le bord mésial. Les cuspides sont divergentes et font légèrement saillie vestibulairement par rapport à la cuspide principale. ceux-ci sont bien séparés de la cuspide principale par une large concavité, bien que les deux soient largement unis à leur base. La base de la face de la couronne labiale surplombe légèrement la racine et est rectiligne à légèrement concave sous la cuspide principale. La racine est haute et bilobée avec un bord basal évasé de la face vestibulaire. Le lobe distal de la racine est plus étroit et plus allongé que le mésial. Un large mais court une protubérance médio-linguale est présente et divisée par un large sillon nutritif qui s'étend sur toute la face radiculaire basale. Deux foramens sont présents sur chaque face margino-linguale concave. Les dents antéro-latérales sont de morphologie similaire mais aussi hautes que larges et portent parfois un deuxième paire de cuspides. Les dents latérales sont plus allongées mésio-distalement avec des dents fortement distales cuspide principale inclinée et une paire de cuspides plus basses, plus larges et plus divergentes qui sont moins saillie labiale. Les dents latéro-postérieures ressemblent à des dents latérales mais sont plus basses et peuvent supporter des dents labiales et ornement lingual sur la partie inférieure de la couronne, qui se compose de fins plis verticaux. Les dents symphysaires sont petites, symétriques avec un talon court, une paire de cuspides triangulaires basses, et une racine à lobes courts évasés vestibulairement.

#### Discussion :

Cette espèce était jusqu'à présent limitée au Paléocène du Maroc (Arambourg, 1952 ; Noubhani et Cappetta, 1997). *Abdounia beaugei* (Arambourg, 1935) est connu du



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

Thanétien supérieur/Yprésien inférieur (Case, 1994) à l'Éocène supérieur (Leder, 2013). Il est représenté par des dents de morphologie générale comparable, qui diffèrent de celles d'*A. africana* par leur plus grande taille et la présence plus fréquente de deux et souvent trois cuspidés. D'autres mentions du Paléocène *Abdounia* incluent un taxon signalé comme *A. minutissima* (Winkler, 1874) du Thanétien de France (Baut et Genault, 1995). Cependant, la morphologie des dents illustrée par Baut et Genault (1995) ne concorde pas avec le type matériel de Belgique et une dent ressemble à des dents d'*A. africana*. *Abdounia biauriculata* (Casier, 1946) a été signalée dans le Thanétien de France (Moreau et Mathis, 2000), mais le matériel n'était pas illustré, et cette espèce semble se limiter à l'Yprésien (Casier, 1946) et au Lutétien (Cappetta et Case, 2016).

### Identification des planches N° (1, 2, 3 et 4)

*Abdounia africana* (Arambourg, 1952)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**



Planche 05

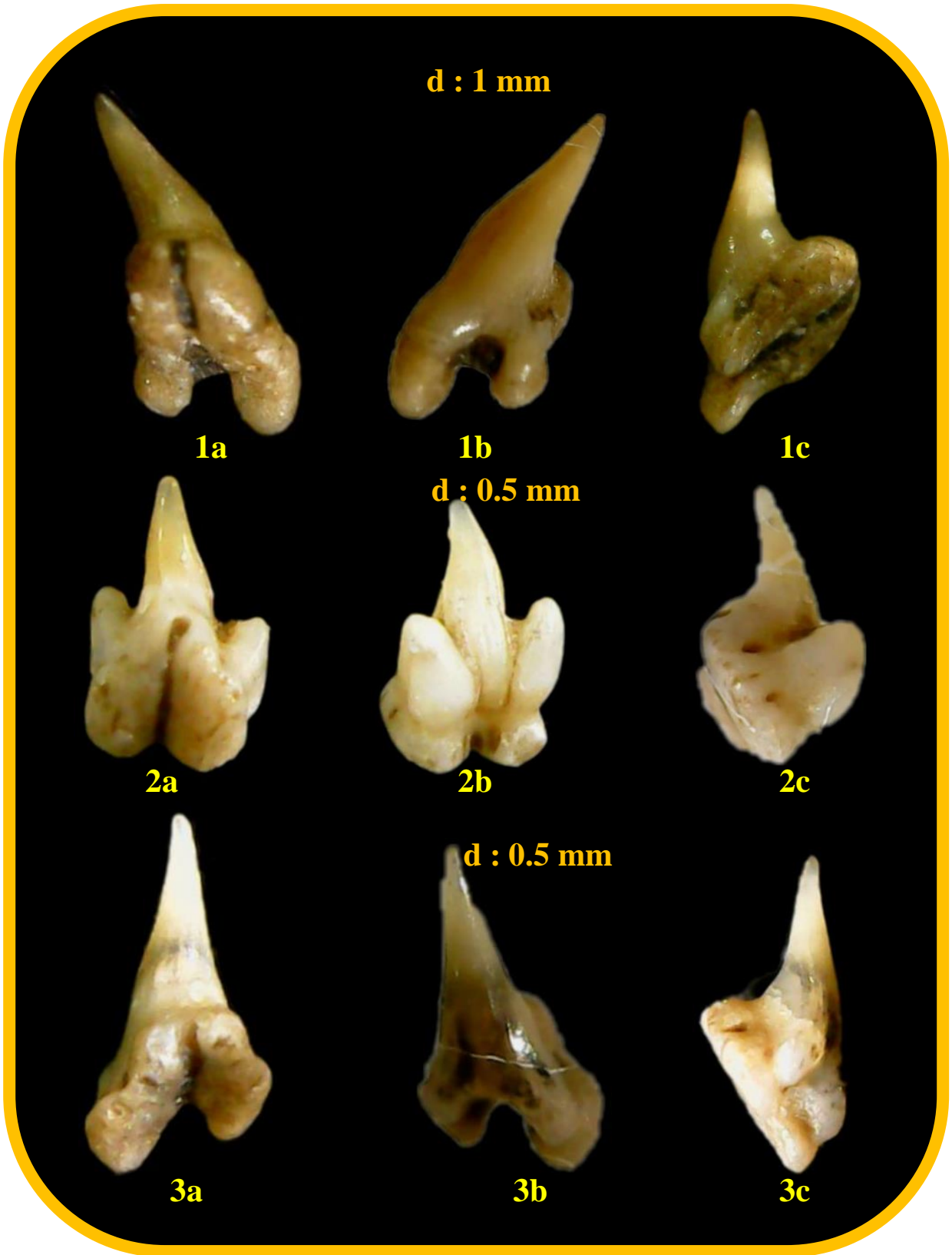
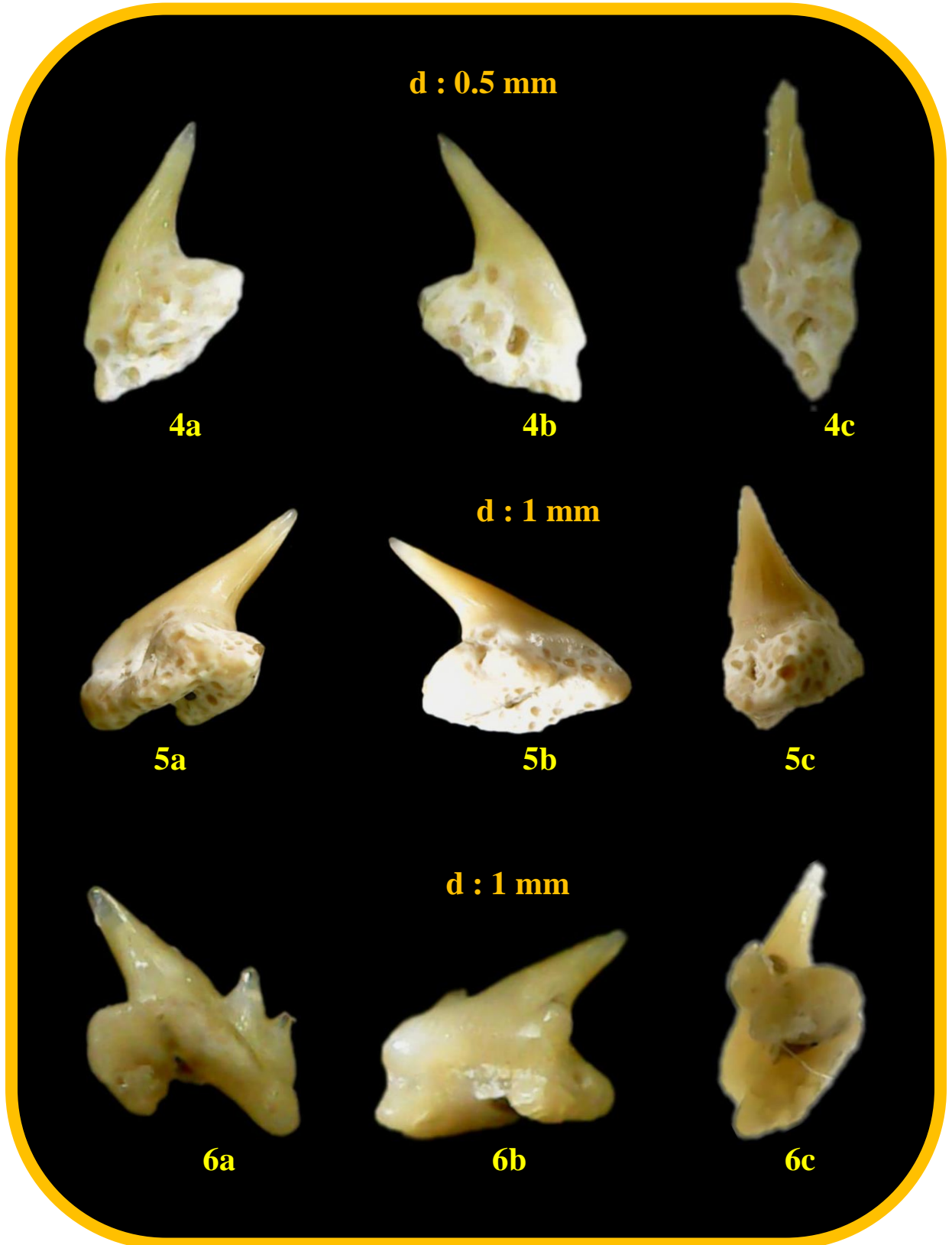


Planche 06



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Squatiniformes (Buen, 1926)

**Famille :** Squatinidae (Bonaparte, 1838)

**Genre :** *Squatinia* (Duméril, 1806)

**Espèce :** *Squatinia prima* (Winkler, 1874)

### Planches N° (5 et 6)

#### Description :

Les dents sont petites (moins de 1,5 mm de haut) et généralement aussi larges que hautes. Le couronne comprend une cuspide principale triangulaire et dressée flanquée d'une paire de talons latéraux qui sont légèrement inclinés vers la base et faiblement orientés lingualement. Les arêtes de coupe sont modérément développées et couru en continu d'un talon à l'autre. Un tablier est présent à la base de la face de la racine labiale, sous la cuspide principale. Cela peut varier en taille et en forme, étant généralement étroit et légèrement décalé par rapport à l'axe de la cuspide principale des dents antérieures ou étant large et court dans les latéraux. Le tablier s'étend toujours sous le bord de la racine basale en vue vestibulaire. La racine a une face basale concave percée d'un grand foramen central. La face radiculaire linguale présente une protubérance linguale marquée, qui est percée d'un foramen central.

#### Discussion :

La morphologie de ces dents est typique du genre *Squatinia*. Dents de l'espèce *S. prima* (Winkler, 1876a), décrite du Sélandien de Belgique (voir aussi Herman, 1977).

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

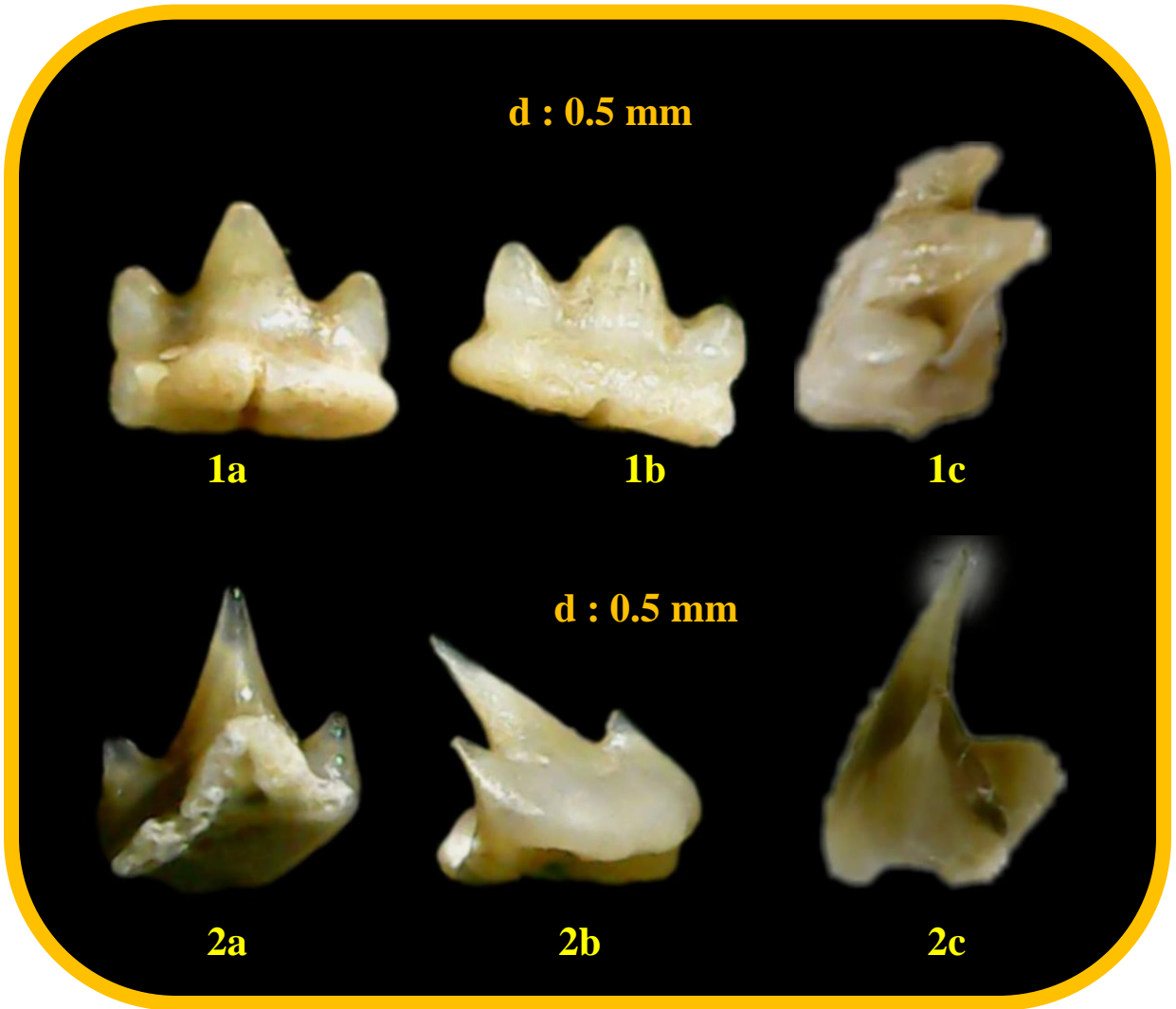
### Identification des planches N° (5 et 6)

*Squatina prima* (Winkler, 1874)

a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil



Planche 07





## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Orectolobiformes (Applegate, 1972)

**Famille :** Ginglymostomatidae (Gill, 1862)

**Genre :** *Ginglymostoma*(Muller & Henle, 1837)

**Espèce :** *Delpitoscyllium africanum* (Leriche, 1927)

**Planche N° (07)**

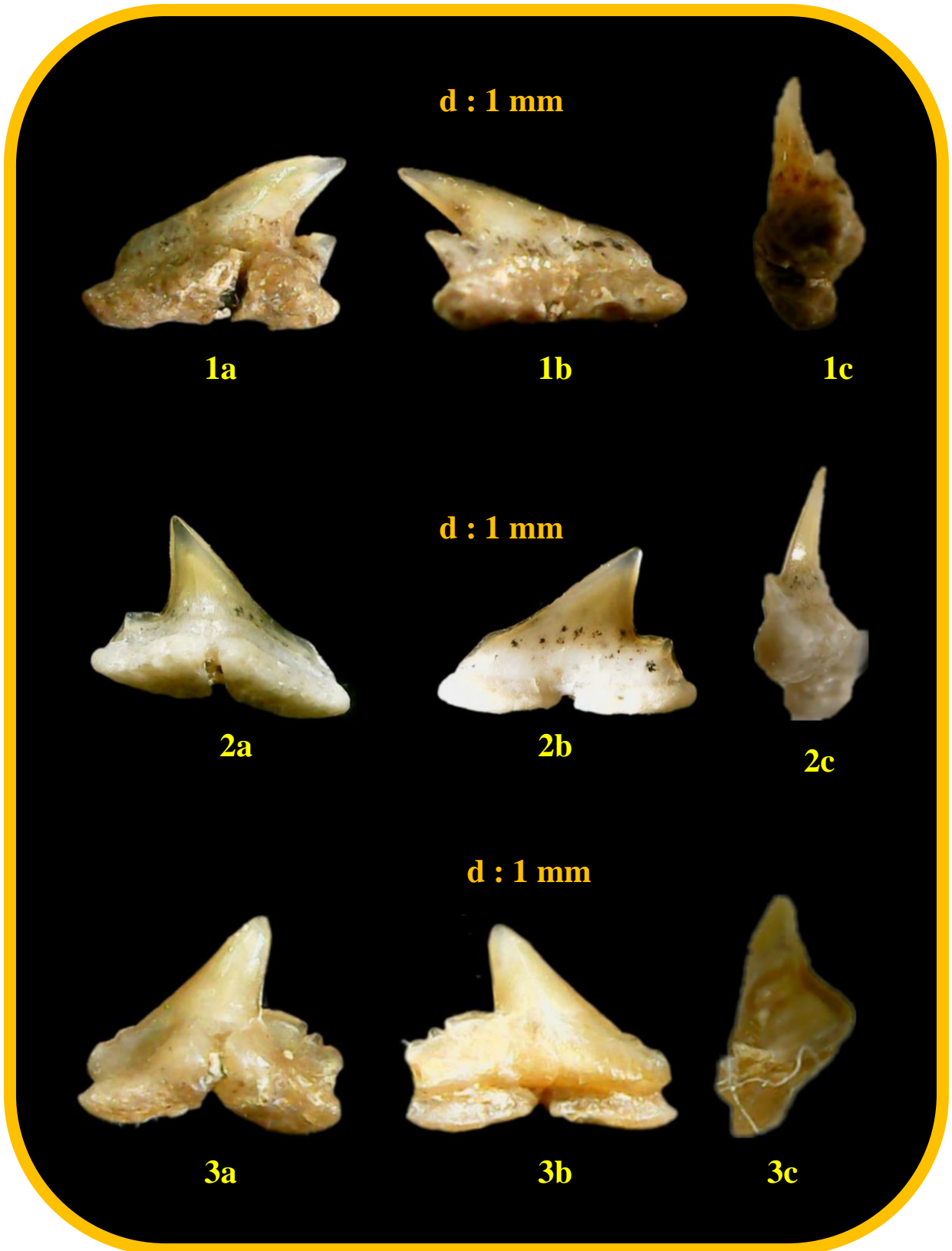
**Identification de planche N° (07)**

*Delpitoscyllium africanum* (Leriche, 1927)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**



Planche : 08





## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Carcharhiniformes (Compagno, 1973)

**Famille :** Triakidae (Gray, 1851)

**Genre :** *Palaeogaleus* (Gurr, 1962)

**Espèce :** *Palaeogaleus larachei* (Noubhani & Cappetta ,1997)

### Planches N° (8)

#### Description

*Palaeogaleus* est un genre éteint de requins triakides, qui aurait eu une dentition semblable à celle de *Galeorhinus* et de *Triakis* (hétérodonie dignathique) et des dents, y compris les caractéristiques de chacune. Les dents paléogales sont petites 4mm et ont une cuspide distalement dirigée flanquée d'un ou de plusieurs cusplets latéraux. Contrairement au cusplet distal, qui a tendance à rester bien individualisé, les mésial fusionnent souvent ne laissant qu'une épaule crénelée. De fortes crêtes énaméloïdes (plis, rides) courent souvent longitudinalement sur la face labiale de la couronne et la face linguale des cusplets/épaules. Labialement, la couronne surplombe la racine avec un renflement proéminent ou bourrelet. Les racines sont larges, plates et hautes, ont une profonde rainure nutritive, un pore central et de nombreux foramines marginolinguaux. Ils peuvent être mieux différenciés des autres triakids par l'épaisseur de la cuspide, la hauteur des racines et la force (et la longueur) des plis.

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

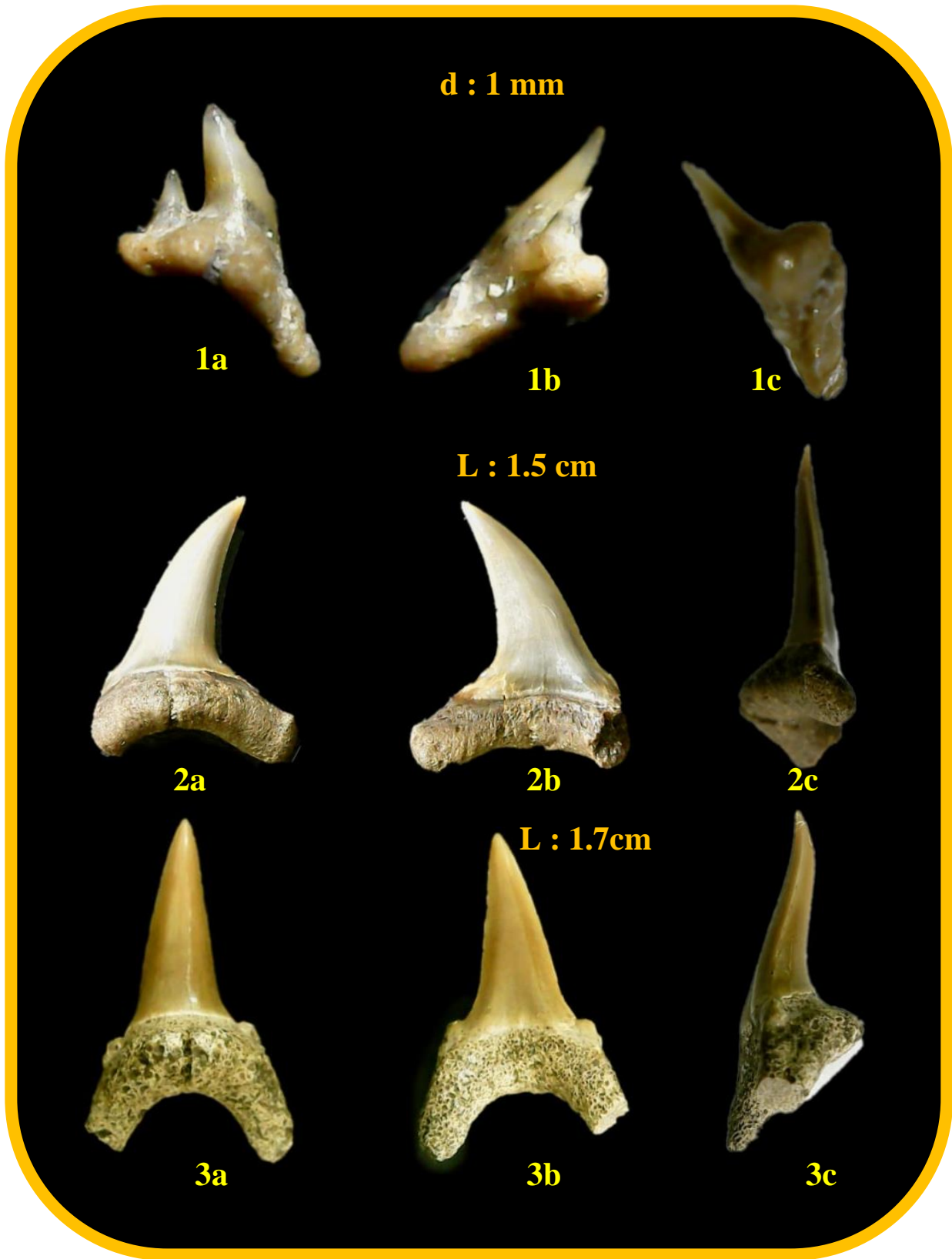
---

### Identification de planche N° (8)

*Palaeogaleus larachei* (Noubhani & Cappetta ,1997)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**

Planche 09



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Order :** Lamniformes (Berg, 1958)

**Famille :** Odontaspididae (Muller Et Henle, 1839)

**Genre :** *Trigonalis* (Cappetta, 1980)

**Espèce :** *Jaekelotodus trigonalis* (Jaekel, 1895)

### Planches N° (9)

#### Description :

Les dents antérieures ont une cuspide triangulaire à face labiale assez plate, légèrement déprimée à sa base et surplombant nettement la racine. En vue labiale, la limite inférieure de la couronne est fortement échancrée médianement. Les tranchants sont rectilignes et atteignent la base de la cuspide. La face linguale est transversalement très convexe. En vue de profil, la cuspide est à peine inclinée lingualement. Il y a deux paires de denticules dont les principaux sont hauts et acérés, les secondaires étant beaucoup plus réduits. La racine est haute et massive avec des lobes assez longs et rapprochés. Une dent latéro-antérieure inférieure présente une cuspide un peu plus large et une racine à lobes plus écartés, le mésial étant un peu plus étroit que le distal. En vue de profil, le profil labial de la cuspide est rectiligne.

Une dent plus latérale est de morphologie voisine, avec une cuspide très légèrement inclinée distalement et une racine à lobes plus écartés, séparés par une échancrure radiculaire très concave. Sur une dent très latérale supérieure, la cuspide s'incline nettement distalement, avec un tranchant mésial très convexe près de l'apex et un tranchant distal très concave.

Les denticules latéraux sont relativement plus développés que dans les files antérieures, ceux de la paire principale convergeant vers la base de la cuspide. En vue de profil, la face labiale est très plate et même légèrement concave; la protubérance linguale est très prononcée. Sur toutes les dents, le sillon radiculaire est bien marqué mais assez superficiel.

#### Discussion:

Le type de l'espèce *trigonalis* provient du Priabonien de Dniepropetrovsk (Ekaterinoslav) (Ukraine). D'abord attribuée au genre *Hypotodus* par JAEKEL, cette espèce a ultérieurement été placée par MANNER dans un genre nouveau particulier, *Jaekelotodus*. L'espèce avait été réaffectée par WOODWARD dans le genre *Otodus* (1899). *J. trigonalis* se sépare de *J. robustus* par ses dents antérieures à deux paires de denticules latéraux, et par ses dents latérales à denticules plus

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

hauts et plus acérés. Au niveau de la racine, le sillon est également moins marqué que chez *J. robustus*.

### Identification de planche N° (9)

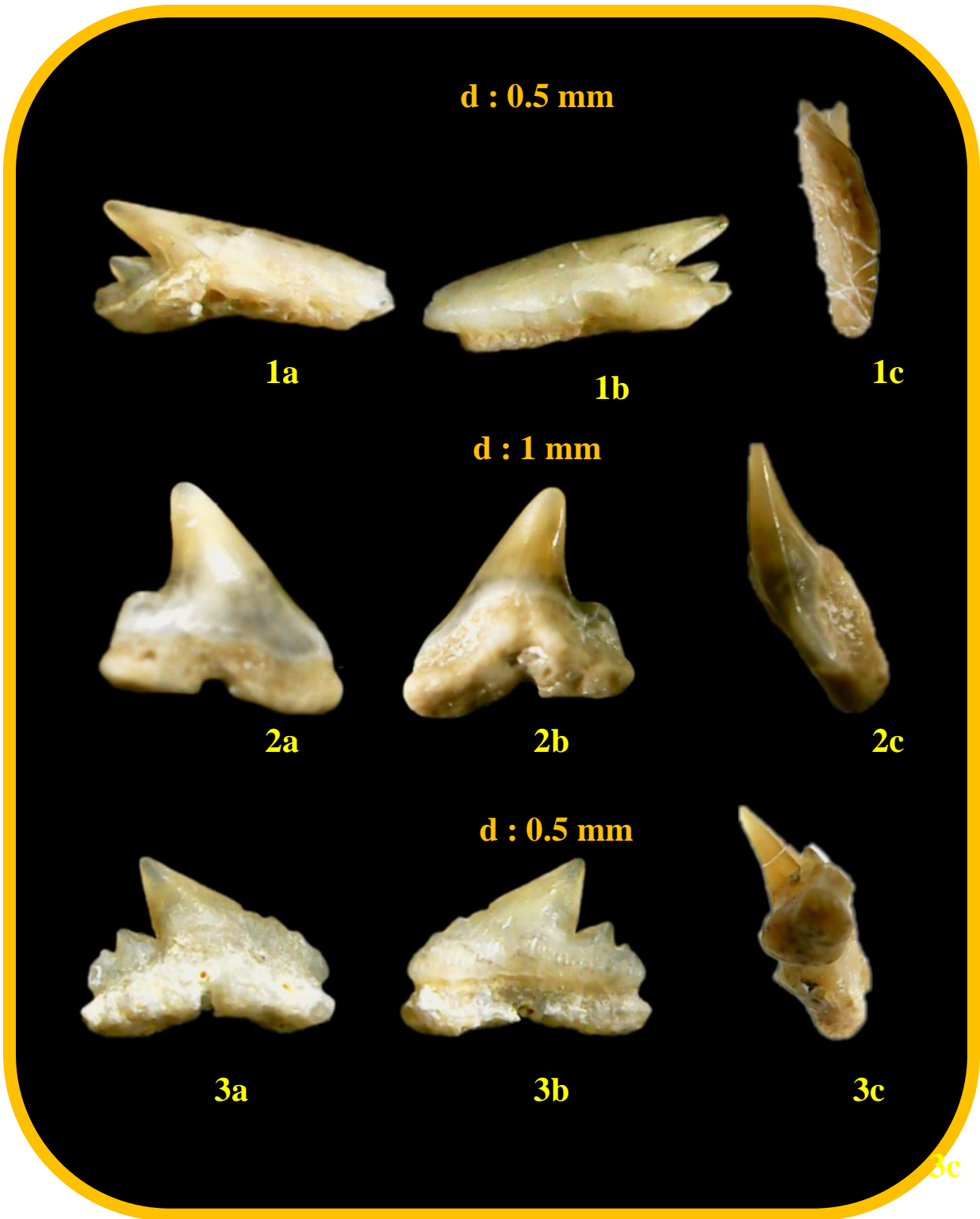
*Jaekelotodus trigonalis* (Jaekel, 1895)

a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil



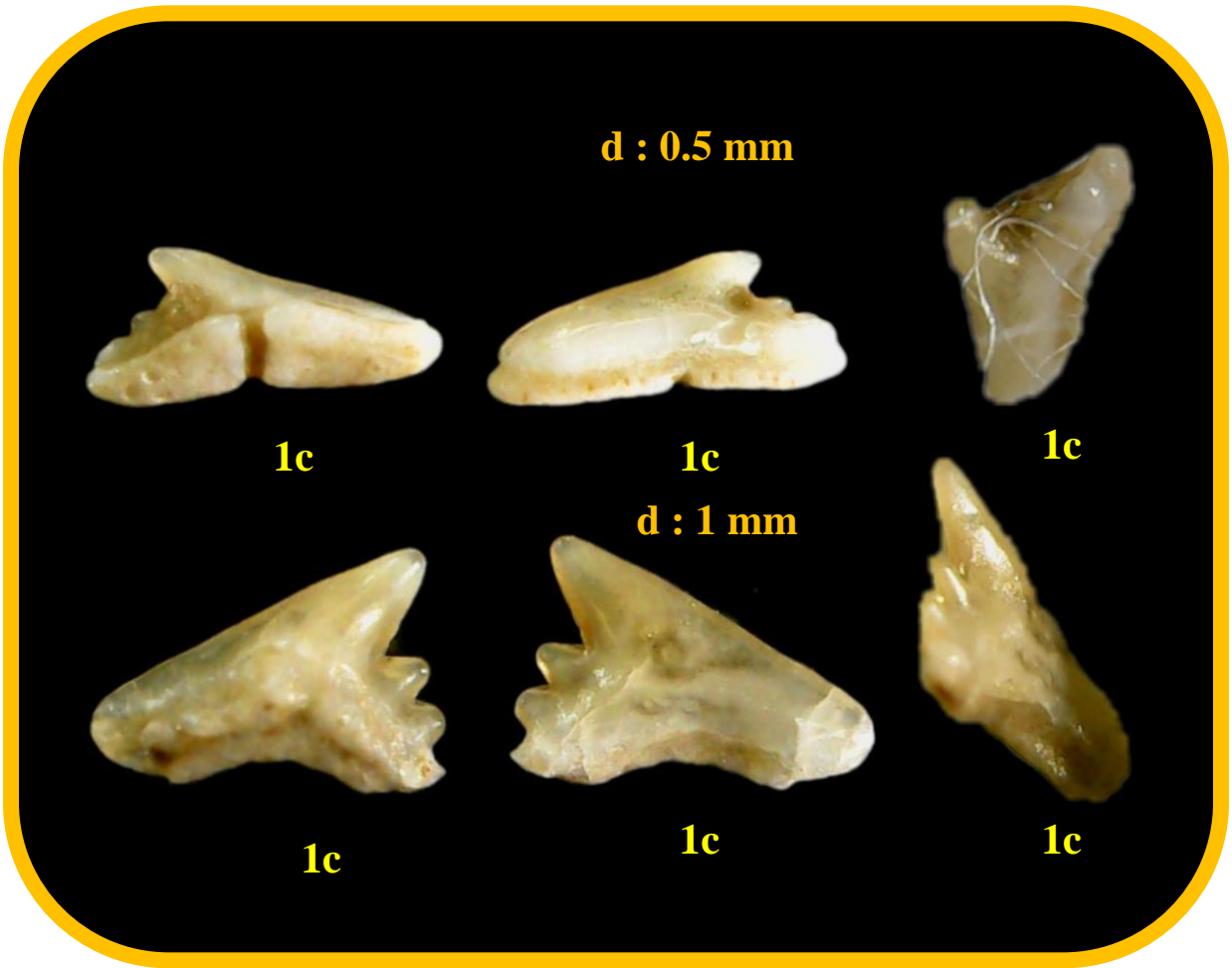
# Chapitre 4 : Analyse paléontologique

## Planche 10



# Chapitre 4 : Analyse paléontologique

## Planche 11



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Carcharhiniformes (Compagno, 1973)

**Famille :** Carcharhinidae (Jordan Et Evermann, 1890)

**Genre :** *Physogaleus* (Cappetta, 1980)

**Espèce :** *Physogaleus secundus* (Winkler 1876)

**planche N° (10 et 11)**

**Identification de planche N° (10 et 11)**

*Physogaleus secundus* (Winkler 1876)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**

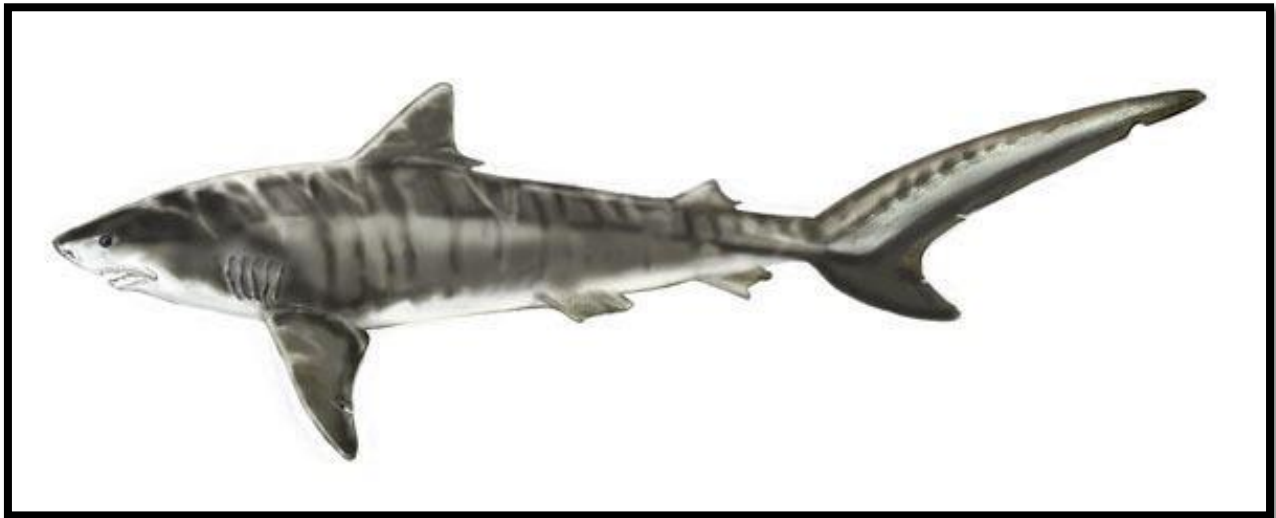
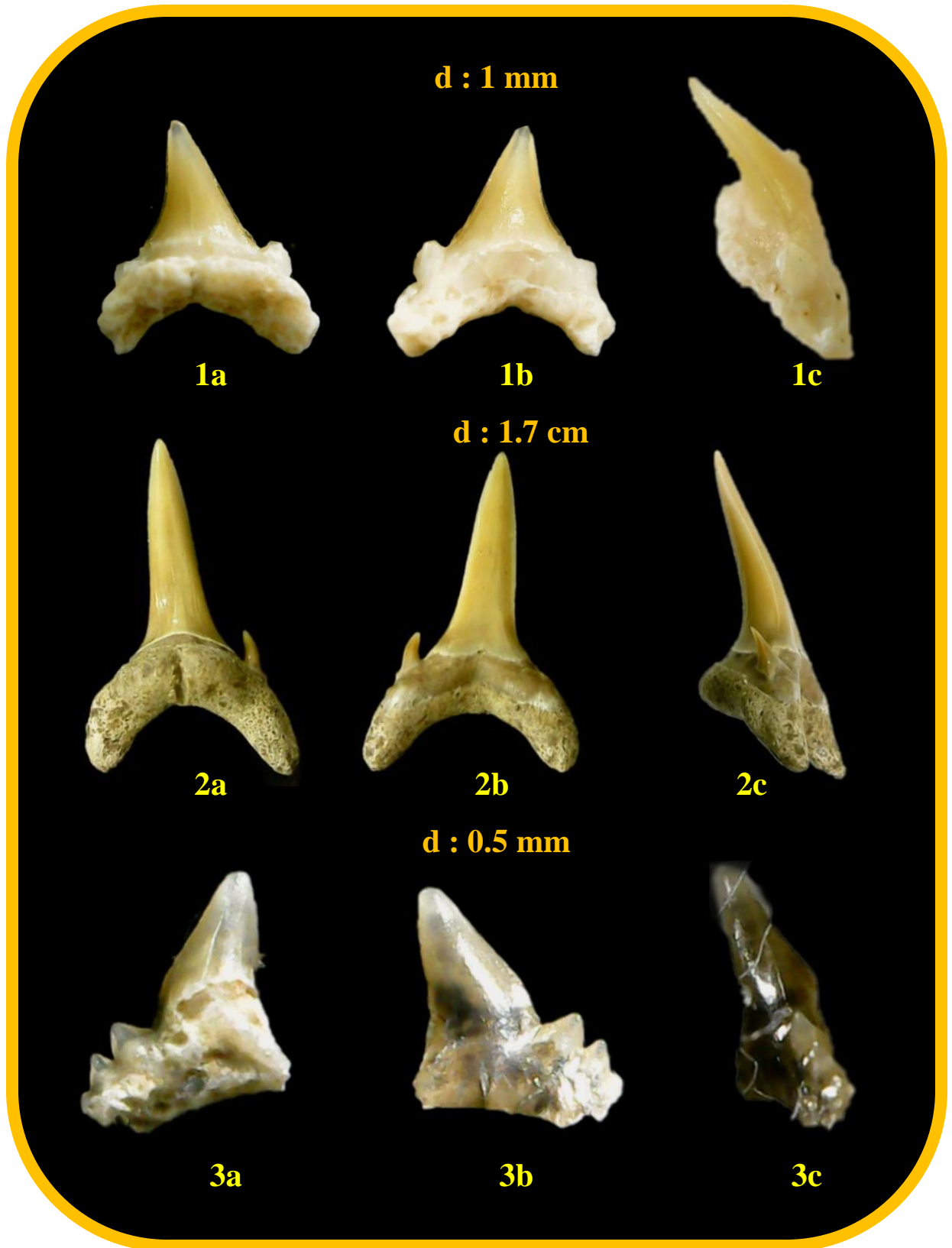


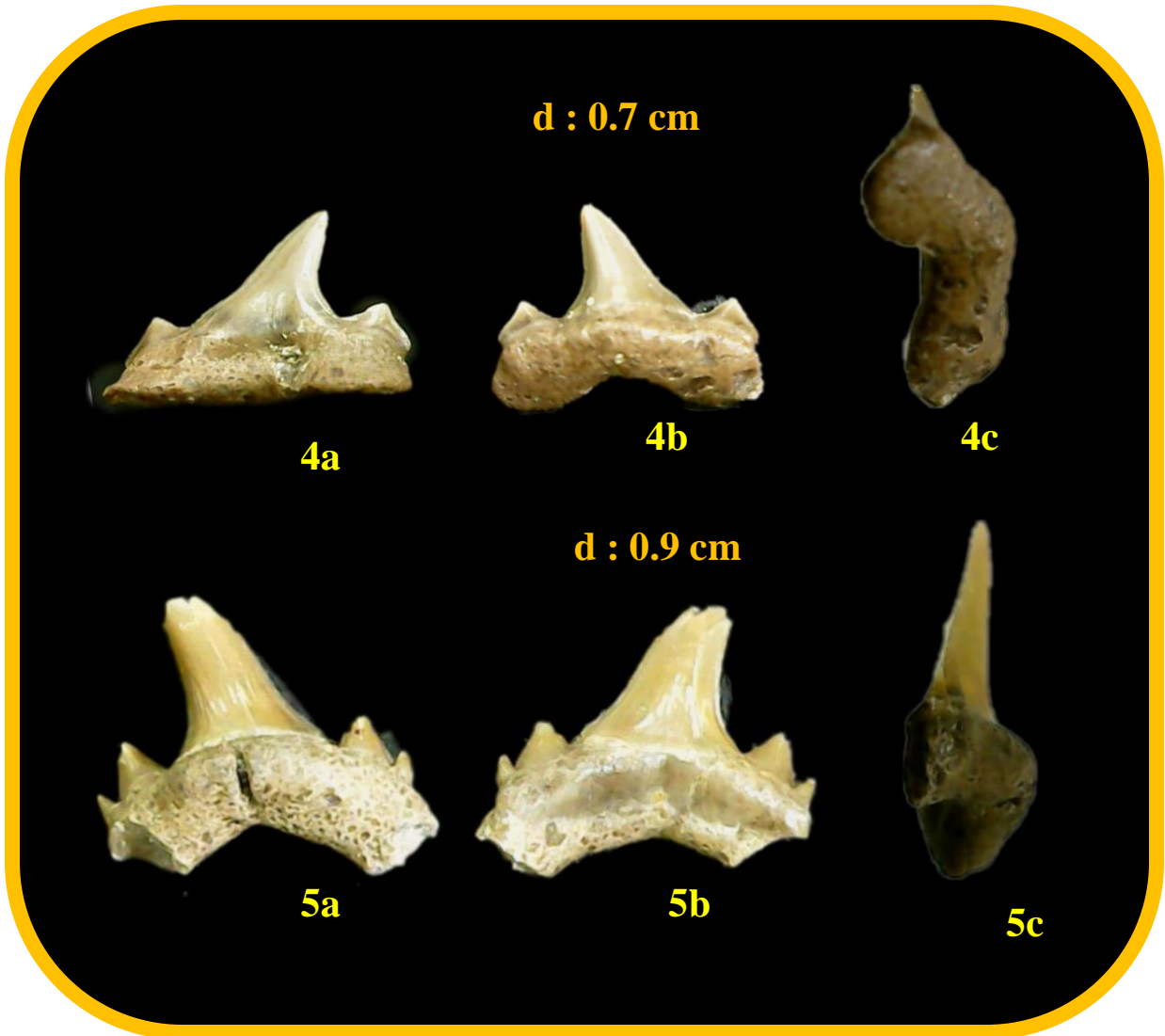


Planche 12



# Chapitre 4 : Analyse paléontologique

## Planche 13



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre** : Lamniformes (Berg, 1958)

**Famille** : Odontaspidae (Muller Et Henle, 1839)

**Genre** : *Brachycarcharias* (Cappetta Et Nolf, 2005)

**Espèce** : *Brachycarcharias lerichei* (Casier, 1946)

### Planches N° (12 et 13)

#### Description :

Les dents antérieures ont une cuspide droite, assez effilée, de profil subrectiligne. Les tranchants s'interrompent souvent à la base de la cuspide. Sa face linguale est transversalement bombée et porte des plis ténus surtout nets à sa base. Des plis très fins et peu flexueux peuvent monter sur les deux-tiers de la face. La face labiale surplombe la racine par un bourrelet peu saillant. Il y a une paire de denticules latéraux bien détachés de la cuspide, assez hauts et droits. La racine est peu élevée avec des lobes assez écartés, peu longs et à extrémités arrondies. La protubérance linguale est bien marquée avec un sillon net. Le bord basilaire de la racine est régulièrement arrondi en vue linguale (ou labiale).

Une dent probablement de la première file latérale supérieure est dissymétrique, avec une cuspide large et légèrement inclinée distalement; le tranchant mésial est oblique et rectiligne; le distal est plus vertical et de contour plus sigmoïde. La racine est également dissymétrique, avec un lobe mésial plus long que le distal. Il n'y a qu'une paire de denticules larges et triangulaires.

#### Discussion:

Si l'on considère la denture des Odontaspidae actuels, il est évident que l'espèce *lerichei* ne correspond parfaitement à aucun des deux genres *Carcharias* et *Odontaspis*.

Bien qu'elle se rapproche davantage du premier, elle s'en écarte toutefois par la morphologie de ses dents Antérieurs à cuspide relativement plus courte, de profil non sigmoïde, et à racine relativement moins importante et à lobes toujours plus courts et plus écartés. Cette lignée est répandue dans la plupart des gisements éocènes et même paléocènes d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Afrique du Nord.

Certaines dents latérales de *Brachycarcharias lerichei*, en particulier supérieures, peuvent ressembler à des dents d'*Hypotodus verticalis*. Elles s'en distinguent cependant par leurs

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

denticules latéraux plus larges, souvent dédoublés et surtout divergents, alors qu'ils sont généralement convergents chez *H. verticalis*, ainsi que par un profil beaucoup plus rectiligne.

### Identification des planches N° (12 et 13)

*Brachycarcharias lerichei* (Casier, 1946)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**

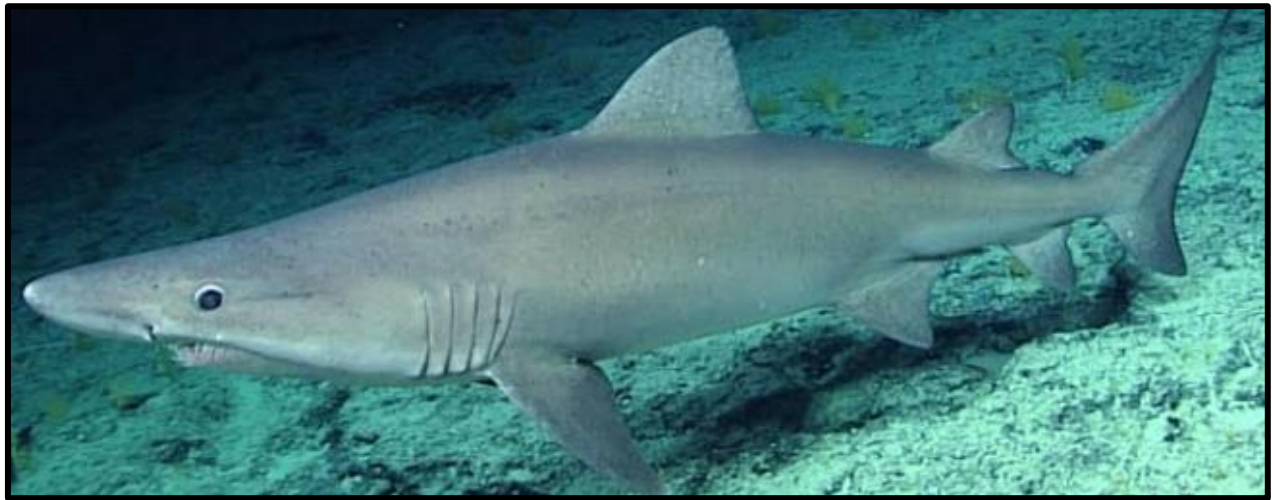
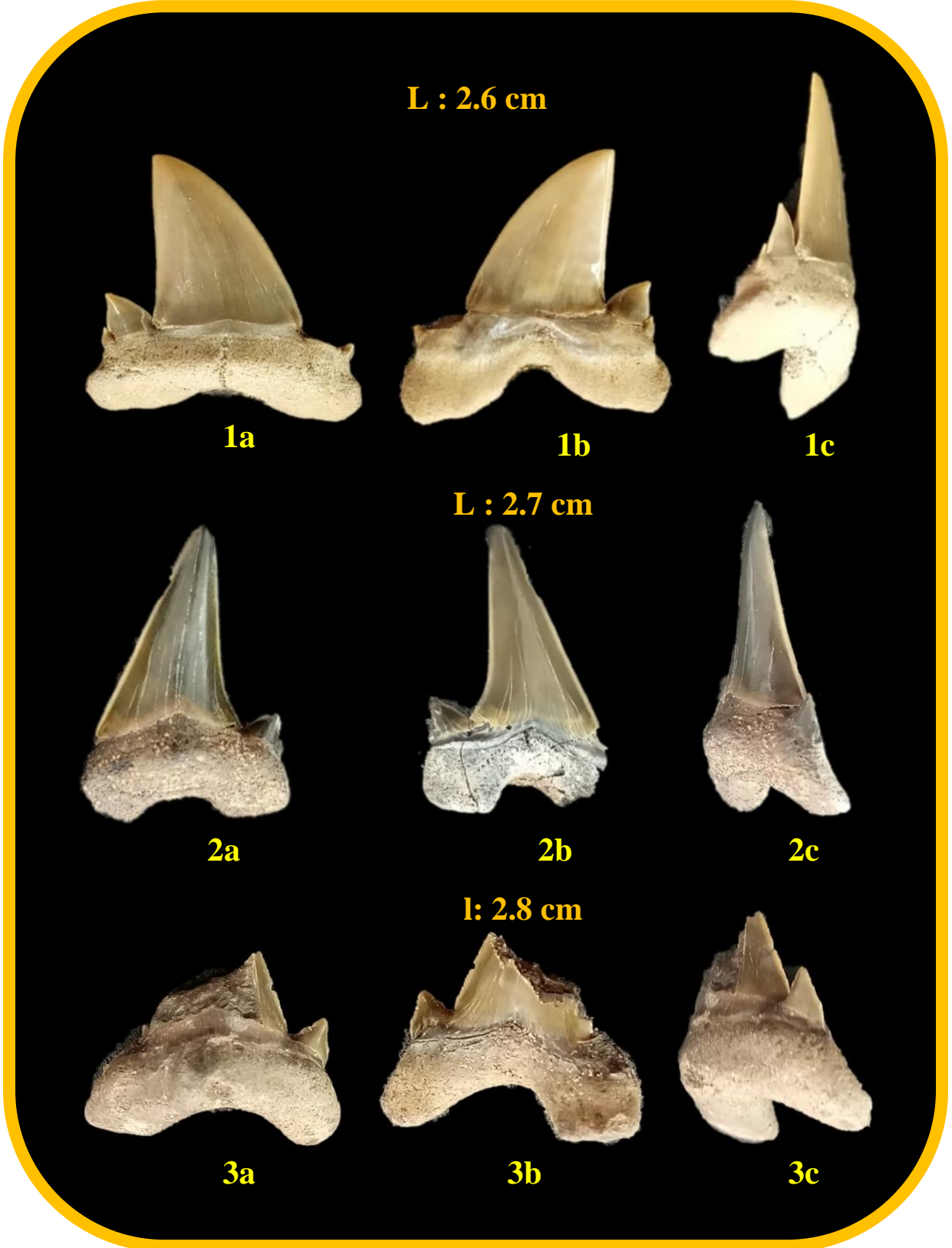


Planche 14



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Lamniformes (Berg, 1958)

**Famille :** Otodontidae (Glukman, 1958)

**Genre :** *Otodus* (Agassiz, 1843)

**Espèce :** *Otodus obliquus* (Agassiz, 1843)

### Planche N° (13)

#### Description :

Une dent probablement de la première file latérale supérieure, est dissymétrique, avec une cuspside large et légèrement inclinée distalement; le tranchant mésial est oblique et rectiligne le distal est plus vertical et de contour plus sigmoïde. La racine est également dissymétrique, avec un lobe mésial plus long que le distal. Il n'y a qu'une paire de denticules larges et triangulaires.

Les dents latérales supérieures de position plutôt antérieure), ont une cuspside triangulaire assez large et légèrement inclinée distalement. La cuspside est très aplatie labio-linguale ment avec une légère dépression médio labiale. Les denticules latéraux sont au nombre de deux paires avec une paire principale triangulaire.

#### Identification de planche N° 13

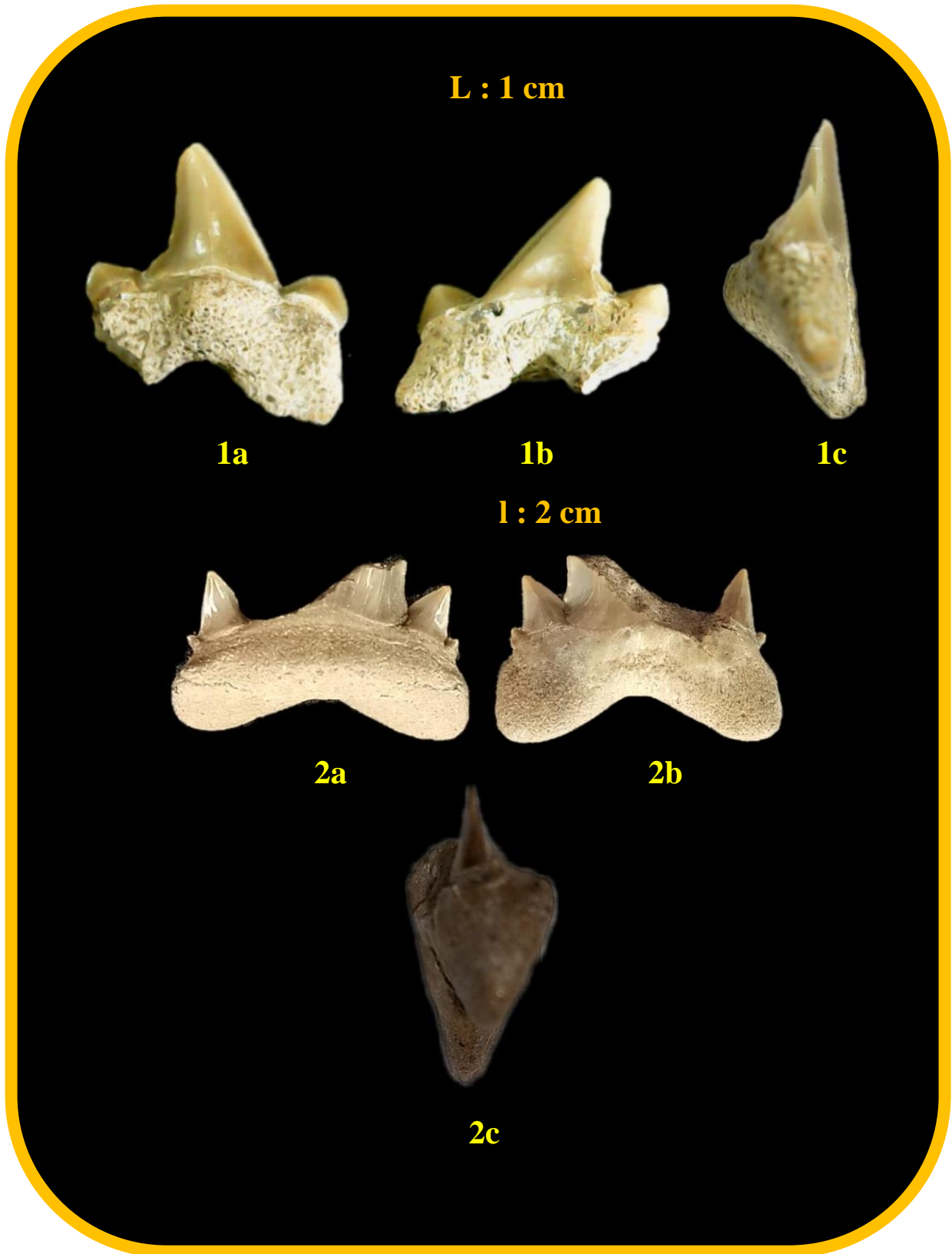
*Otodus obliquus* (Agassiz, 1843)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**





Planche 15



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Lamniformes (Berg, 1958)

**Famille :** Odontaspididae (Muller Et Henle, 1839)

**Genre :** *Carcharias* (Rafinesque, 1810)

**Espèce :** *Carcharias hopei* (Agassiz 1843)

**Planche N° (15)**

**Identification de planche N° (15)**

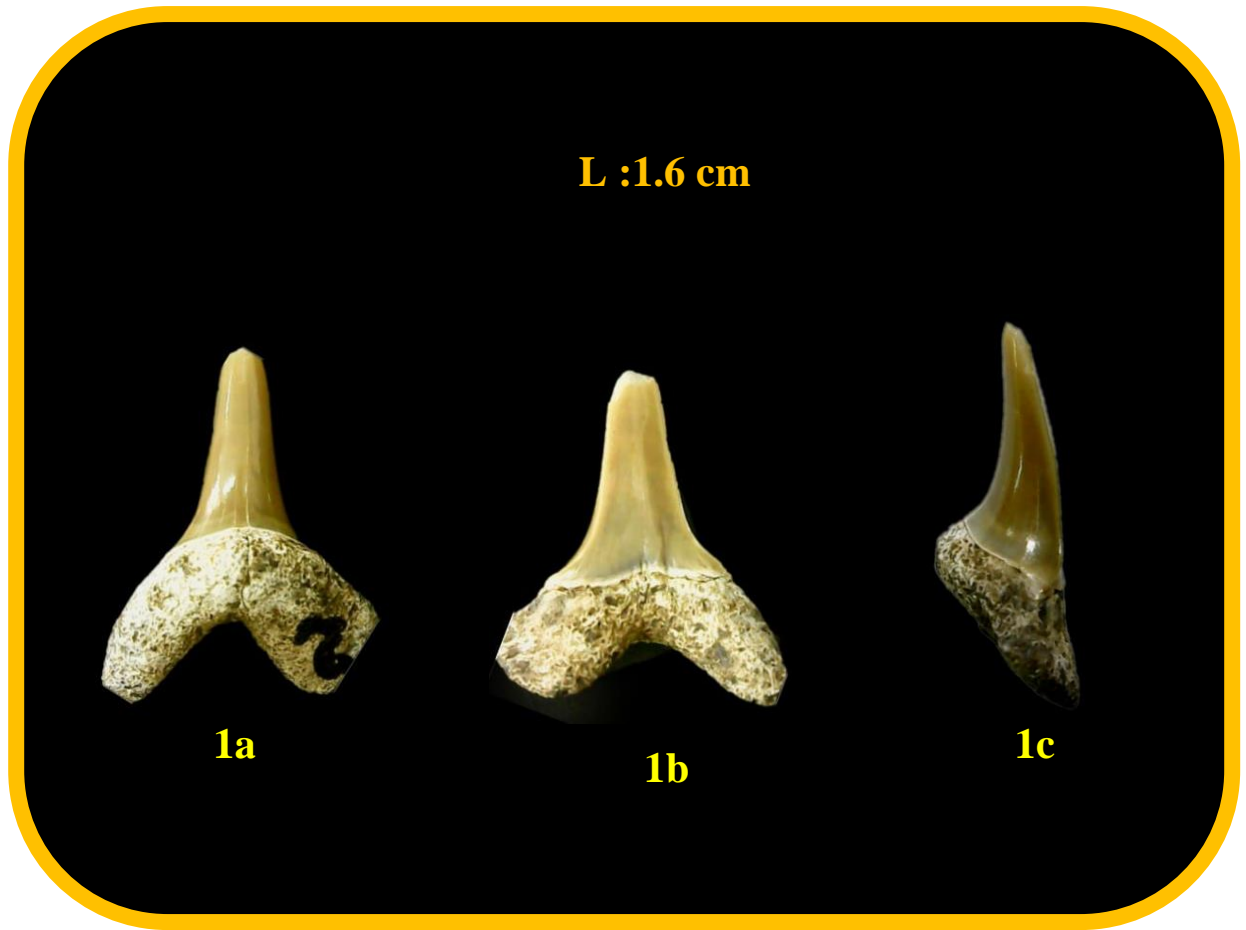
*Carcharias hopei* (Agassiz 1843)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**





Planche 16



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Lamniformes (Berg, 1958)

**Famille :** Odontaspididae (Muller Et Henle, 1839)

**Genre :** *Glueckmanotodus* (Zhelezko, 1999)

**Espèce :** *Glueckmanotodus heinzeli* (Casier, 1967)

### Planche N° (16)

#### Description :

Les dents supérieures montrent une cuspide nettement inclinée distalement, avec une racine à lobes plus écartés et moins longs que sur les dents inférieures. Sur certaines dents très latérales, on peut observer de petits plis verticaux dans la région médiane de la base de la cuspide. Les dents postérieures sont de petite taille, avec une couronne basse à cuspide triangulaire, large, déjetée distalement. Le tranchant mésial est généralement entier, très oblique, légèrement convexe ou rectiligne, sans denticule latéral à sa base. Le distal est beaucoup plus court et séparé par une encoche profonde du denticule distal qui est bas, large et dissymétrique ; il peut exister un deuxième denticule distal très réduit. La racine est relativement haute, avec des lobes assez effilés et un bord basilaire fortement concave. La protubérance linguale est bien marquée avec un sillon axial net.

#### Discussion :

En 1995, BAUT & GENAULT ont figuré un certain nombre de dents de cette espèce en provenance du Thanétien du Bassin de Paris (France). Certaines ont été décrites sous le nom de *Jaekelotodus heinzeli*, une autre sous le nom de *Palaeohypotodus rutoti*, les dernières enfin comme *Carcharias hopei* (voir la synonymie pour le détail de la figuration), ce seul exemple suffisant à démontrer la confusion qui règne encore au sein des Odontaspididae paléogènes.

Bien que souvent considérée comme synonyme d'*Hypotodus verticalis. hopei* sensu WARD, 1988), l'espèce *G. heinzeli* présente des caractères dentaires qui permettent de la distinguer sans problème. C'est surtout au niveau des files antérieures que les dents des deux Espèces présentent les différences les plus marquées:

Chez *G. heinzeli* :

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

- sur les dents des files antérieures, les tranchants de la cuspside atteignent sa base, alors que c en' est jamais le cas chez *H. verticalis*.
- sur ces mêmes dents, la base de la face labiale de la couronne est nettement déprimée alors qu'elle est assez fortement convexe chez *H. verticalis*.
- de plus, au niveau des files latérales, les dents supérieures de *G. heinzelini* sont plus épaisses, avec des denticules relativement plus petits et une racine à bord basilaire plus nettement concave.

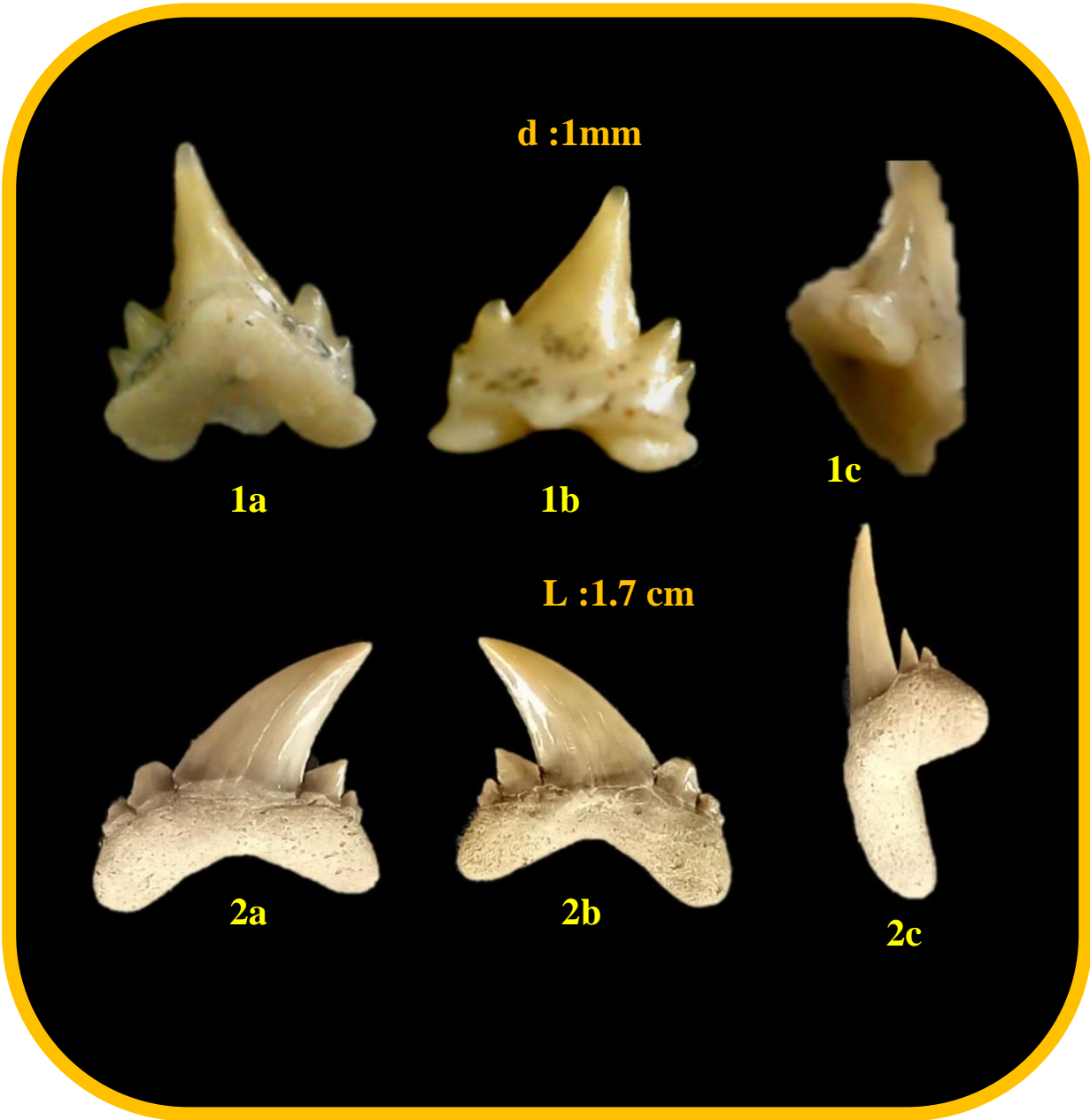
### Identification de planche N° 16

*Glueckmanotodus heinzelini* (Casier, 1967)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**



Planche 17



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Orectolobiformes (Applegate, 1972)

**Famille :** Ginglymostomatidae (T.N. Gill, 1862)

**Genre :** *Ginglymostoma* (Muller et Henle, 1837)

**Espèce :** *Ginglymostoma subafricanum* (Arambourg 1952)

**Planche N° (17) (1)**

**Identification de planche N° (17) (1)**

*Ginglymostoma subafricanum* (Arambourg 1952)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Lamniforme (Berg, 1958)

**Famille :** Otodontidae (Glückman 1964)

**Genre :** *Cretalamna* (Glückman, 1958)

**Espèce :** *Cretalamna appendiculata* (Agassiz, 1835)

**Planche N° (17) (2)**

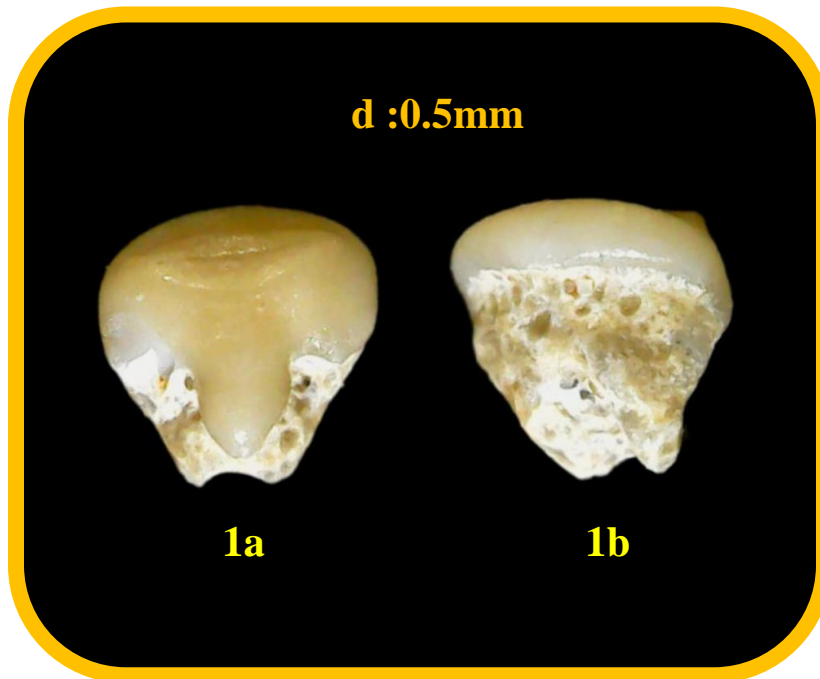
**Identification de planche N° (17) (2)**

*Cretalamna appendiculata* (Agassiz, 1835)

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profil**



Planche 18



**Ordre :** Rajiformes (Berg ,1940)

**Famille :** Rhinobatidae (Muller & Henle ,1862)

**Genre :** *Rhinobatos* (Linck,1790)

**Espèce :** *Rhinobatos matzensis* (Baut & Genault , 1995)

**Planche N° (18)**



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

### Description

Cette espèce fossile est décrite sur la base de dents isolées. Le profil de sa couronne en vue mésio-distale est légèrement convexe. Racine peu développée mésiodistalement et ne dépassant pas en vue linguale la lèvre médiane, lèvres latérales peu développées. La racine est haute et excentrée lingualement. Elle est composée de deux expansions radiculaires de taille inégale, séparées par un sillon médian dans lequel un foramen antérieur est bien visible.

### Identification : planche N° (18)

*Rhinobatos matzensis* (Baut & Genault, 1995)

**a : vue linguale, b : vue labiale**

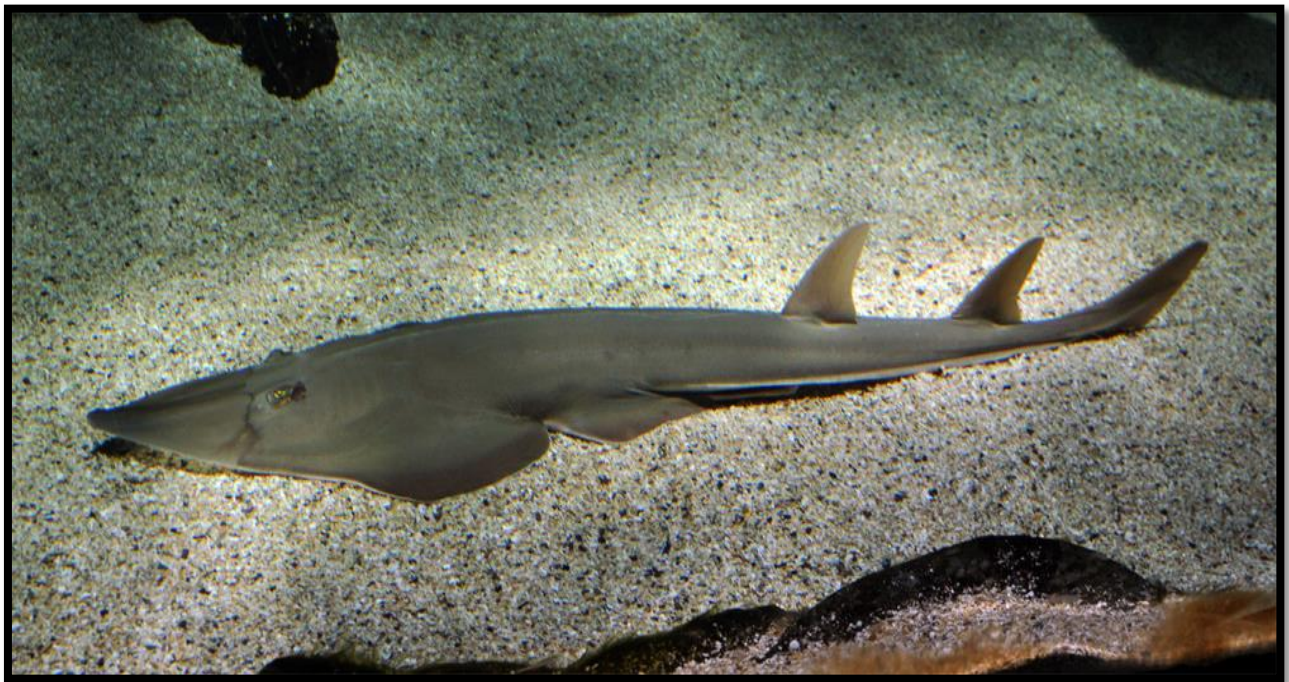
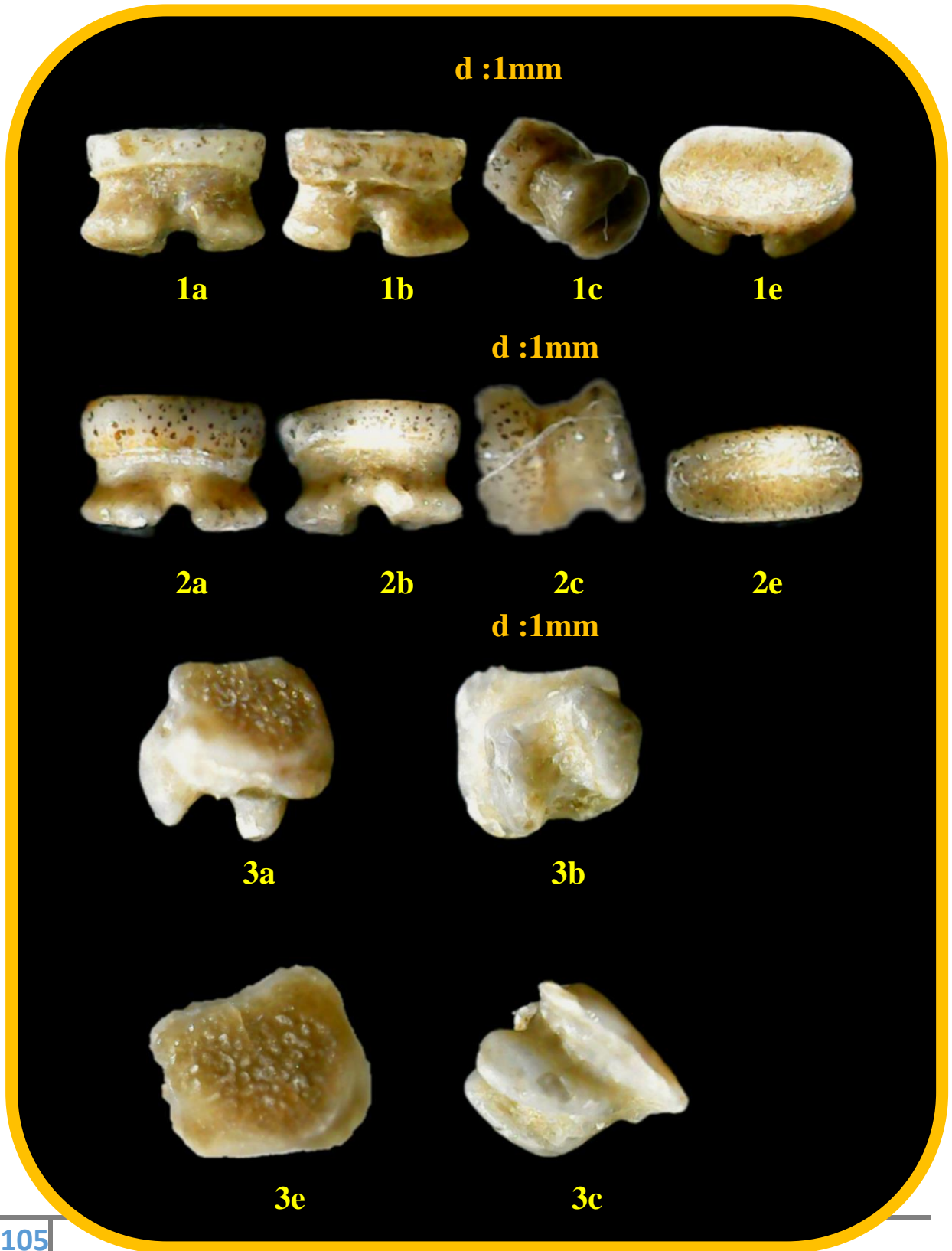




Planche 19



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Myliobatiforme (Compagno, 1973)

**Famille :** Dastatidae (Jordan 1888)

**Genre :** *Dasyatis* (Arambourg 1952)

**Espèce :** *Dasyatis hexagonalis* (Arambourg 1952)

**Planche N° (19)**

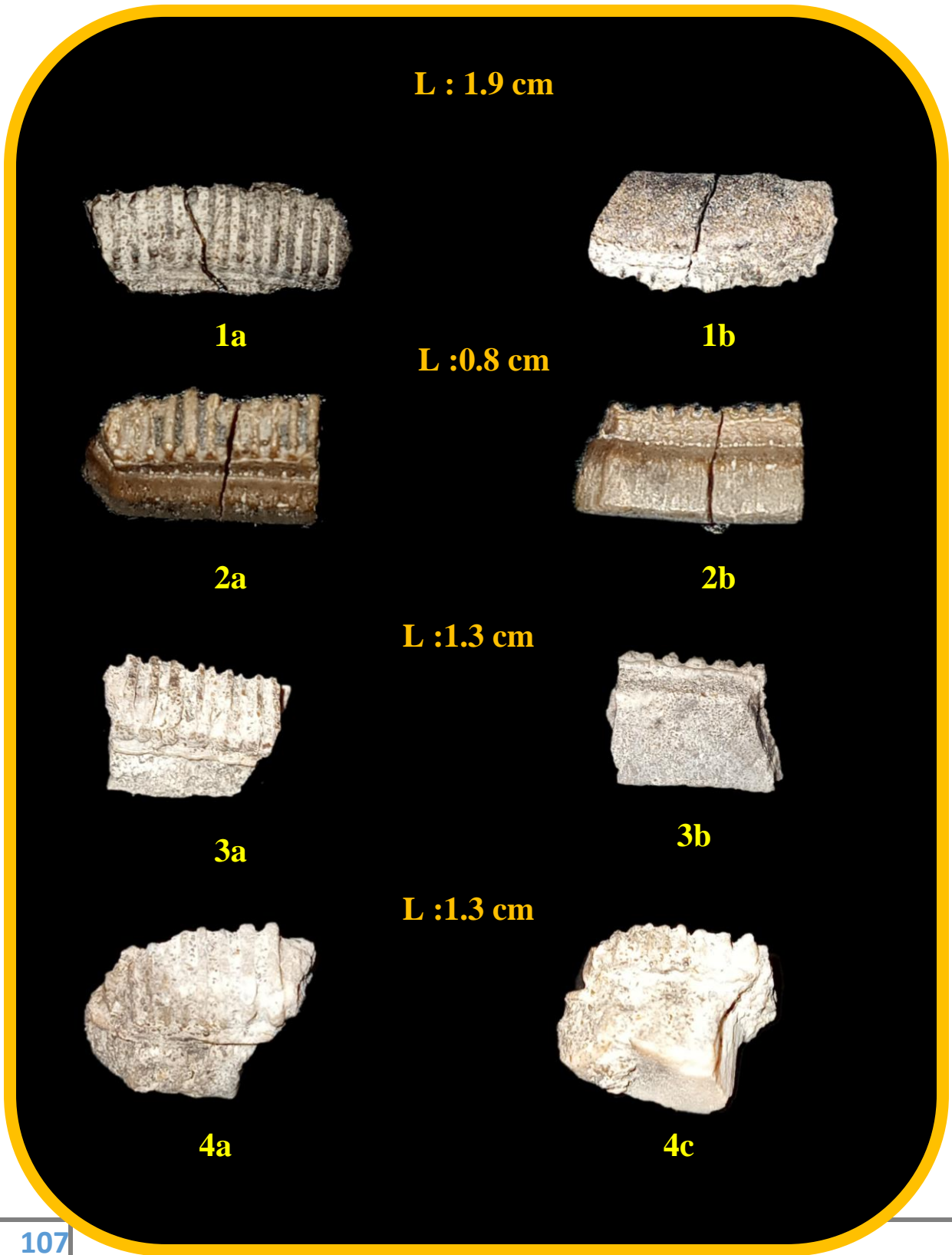
**Identification :** planche N° (19)

*Dasyatis hexagonalis* (Arambourg 1952)

**a : vue linguale, b : vue labiale, c : en profile, e : vue occlusale**



Planche 20





## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Myliobatiformes (Compagno,1973)

**Famille :** Myliobatidae (Bonaparte,1838)

**Genre :** *Myliobatis* (Agassiz, 1843)

**Espèce :** *Myliobatis sulcidens* (Casier, 1943)

### Planche N° (20)

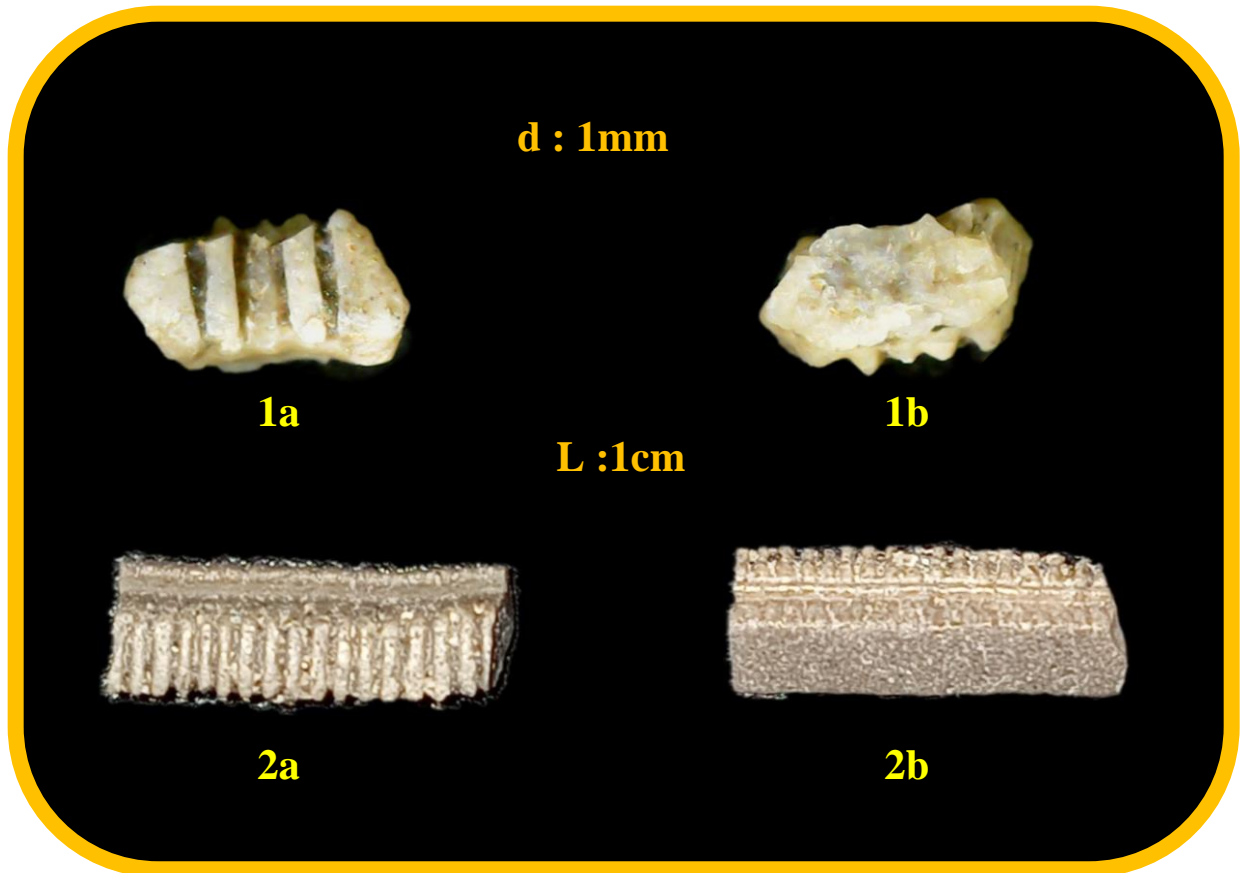
#### Identification de planche N° (20)

*Myliobatis sulcidens* (Casier, 1943)

**a : vue linguale, b : vue labiale**



Planche 21



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** *Myliobatiformes* (Compagno,1973)

**Famille :** *Myliobatidae* (Bonaparte,1838)

**Genre :** *Myliobatis* (Agassiz, 1843)

**Espèce :** *Myliobatis sp* (Agassiz, 1843)

### Planche N° (21)

#### Description

Des fragments de chevrons dentaires existent dans les 2 gisements. Certains devaient appartenir à des individus de grande taille.

L'on sait qu'il n'est, en général, pas possible de déterminer spécifiquement des chevrons isolés de Myliobatidés et à plus forte raison, des fragments. Il n'est pas impossible que quelques fragments dentaires soient à rapporter à *Pteromylaeus*.

Les espèces de *Myliobatis* peuvent atteindre une largeur allant jusqu'à environ 1,8 m. Leur corps est constitué d'un disque rhomboïdal, plus large que long, avec une nageoire dorsale. La tête est large et courte, avec des yeux et des spiracles sur les côtés. La queue est élancée, avec une ou deux grandes épines à la base, sans nageoire caudale.

Les dents sont disposées dans les mâchoires inférieure et supérieure dans des plaques à dents plates appelées dents de chaussée, chacune composée d'environ sept séries de plaques, qui sont utilisées pour écraser les coquilles de palourdes et les crustacés.

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

### Identification de planche N° (21)

*Myliobatis sp* (Agassiz, 1843)

**a : vue linguale, b : vue labial**

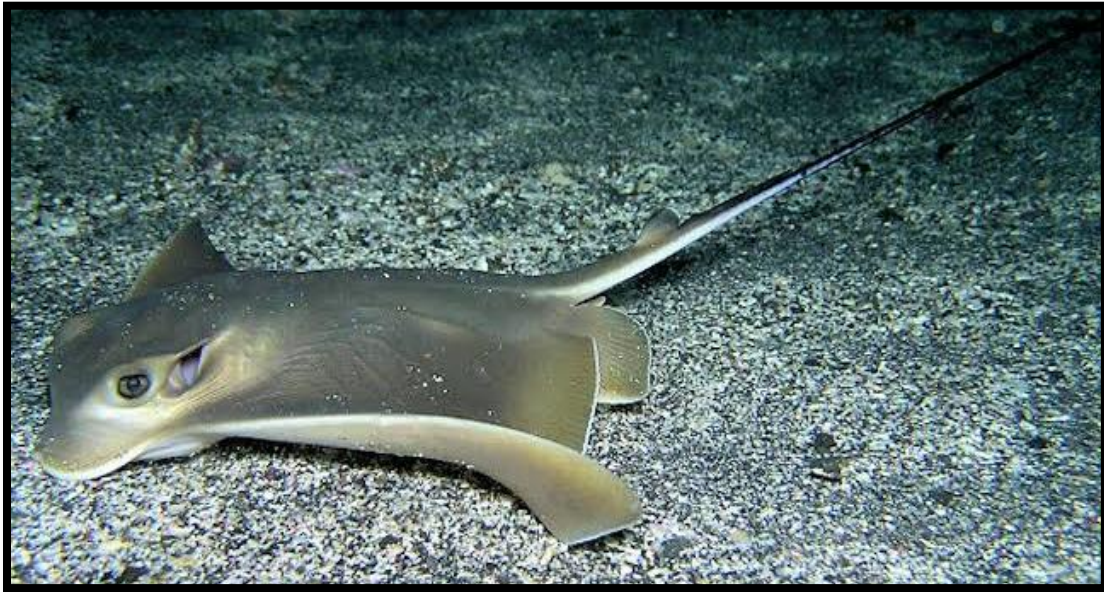
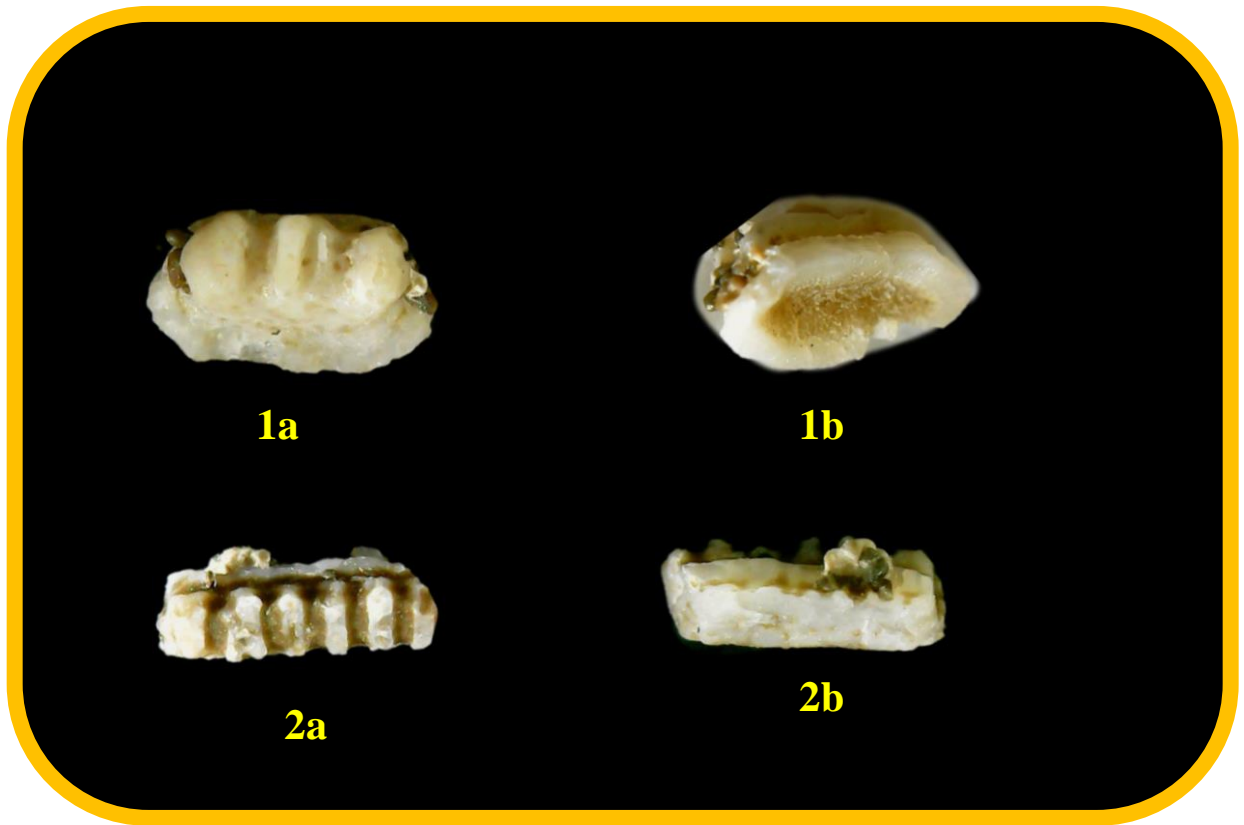




Planche 22





## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre** : Heterodontiformes (L.S Berg, 1940)

**Famille** : Heterodontidae (J. E Gray, 1851)

**Genre** : *Heterodontus* (Blainville, 1816)

**Espèce** : *Heterodontus sp* (Blainville, 1816)

**Planche N° (22) (1)**

**Identification de planche N° (22) (1)**

*Heterodontus Sp* (Blainville, 1816)

**a : vue linguale, b : vue labial**



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Ordre :** Myliobatiformes (Compagno, 1873)

**Famille :** Mobulidae (Gill, 1893)

**Genre :** *Burnhamia* (Cappetta, 1976)

**Espèce :** *Burnhamia daviesi* (Woodward, 1889)

**Planche N° (22) (2)**

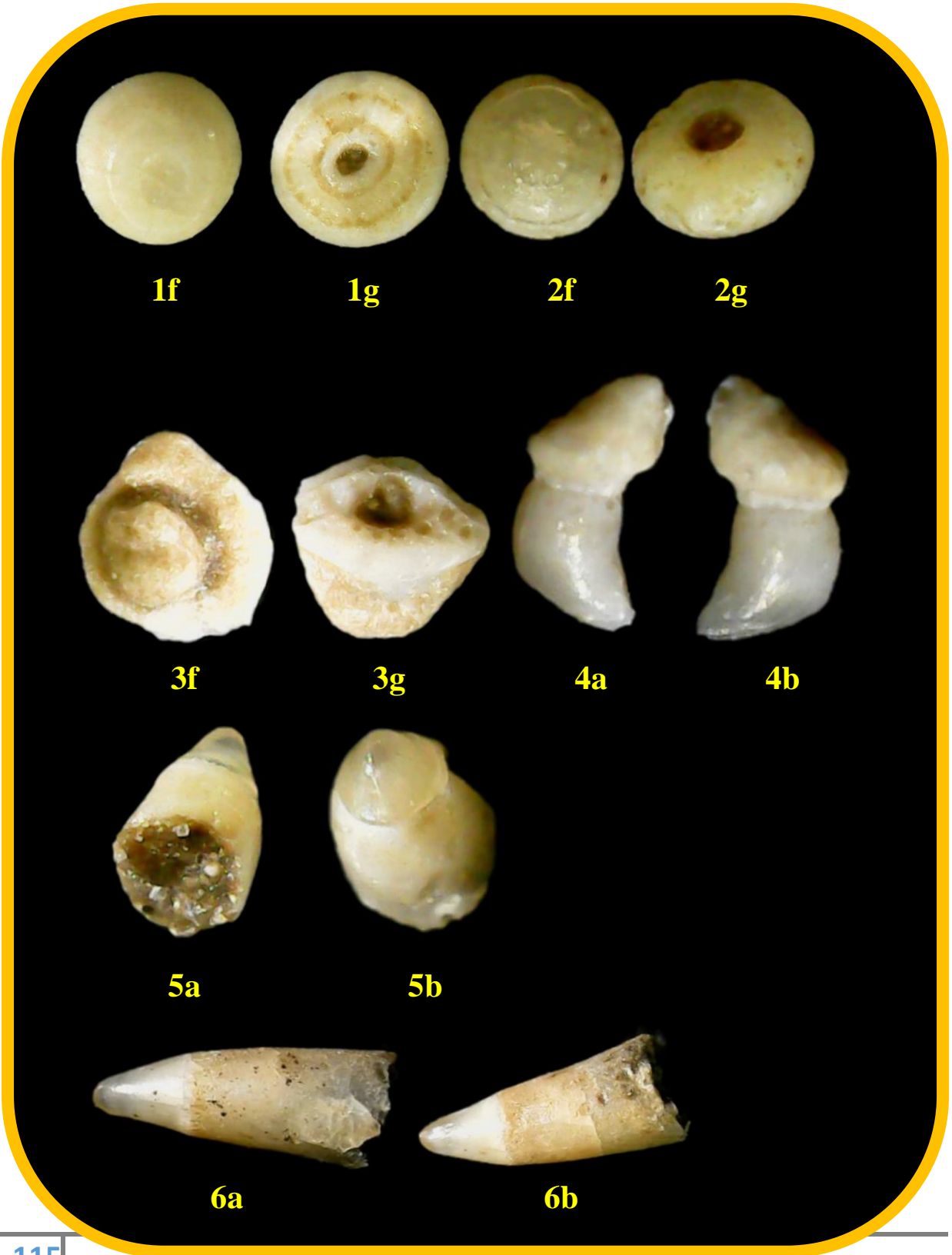
**Identification de planche N° (22) (2)**

*Burnhamia daviesi* (Woodward, 1889)

**a : vue linguale, b : vue labial**



Planche 23



## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

**Embranchement :** Chordata

**Sous-embranchement :** Vertebrata

**Super classe :** Osteichthyes

**Classe :** Actinopterygii

**Sous-classe :** Neopterygii

**Planche N° (23 et 24)**

**a : vue linguale, b : vue labial, c : en profile, f :face oral, g : face basilaire**

Le groupe des Téléostéens, par sa diversité morphologique, biologique, écologique, représente un remarquable succès évolutif. Avec environ vingt-cinq mille espèces, non seulement il est le groupe de Poissons de beaucoup le plus nombreux, mais, en outre, il compte à peu près autant d'espèces que tous les autres Vertébrés réunis. On trouve des Téléostéens dans tous les milieux aquatiques, marins ou dulçaquicoles, dans les zones abyssales comme dans les torrents de montagnes, sous les tropiques comme dans les régions polaires. Plusieurs espèces, sans être véritablement terrestres, sont capables de quitter, pour un temps, le milieu aquatique et de se déplacer sur la terre ferme. La grande diversité du groupe rend difficile une définition qui englobe toutes les formes connues. Il faut situer les Téléostéens parmi les autres Actinoptérygiens, et en particulier par rapport aux formes fossiles et actuelles autrefois classées dans le groupe des Holostéens, ensemble artificiel qui n'a aucune valeur phylétique. Les premiers Téléostéens sont connus dans le Trias moyen.

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

### 3. Préférences environnementales de l'assemblage ichthyologique récupéré des phosphorites de la localité de Kef Essenoun

Ordre	Famille	Espèce	Climat			environnement			habitat	
			Tropical/ Subtropical	Tempéré	froid	Littoral / Néritique	Semi nélagione	Bathyale	nectonique	benthique
Lamniformes (Berg, 1958)	Odontaspidae (Müller & Henle, 1839)	<i>Glueckmanotodus heinzeleni</i> (Casier, 1967) <i>carcharias hopei</i> (Agassiz 1843) <i>Brachycarcharias lerichei</i> (Casier, 1946) <i>Jaekelotodus trigonalis</i> (Jaekel, 1895)	+	-		+				-
	Otodontidae (Glückman 1964)	<i>Cretalamna appendiculata</i> (Agassiz, 1843) <i>Otodus obliquus</i> (Agassiz, 1843)	+			+	-		-	+
Charcharniformes Compagno, 1973	Carcharnidae (Jordan & Evermann, 1896)	<i>Abdounia africana</i> (Arambourg, 1952) <i>Physogaleus secundus</i> (Winkler 1876)	-	+		+	-		+	-
	Triakidae (Gray, 1851)	<i>Palaeogaleus larachei</i> (Noubhani & Cappetta, 1997)	-	+		+			+	-
Heterodontiformes Berg,	Heterodontidae (Gray 1851)	<i>Heterodontus sp</i> (Blainville, 1816)	-	+		-	+			+

## Chapitre 4 : Analyse paléontologique

Orectolobiformes Applegate, 1972	Ginglymostomatidae (T.N. Gill, 1862)	<i>Delpitoscyllum africanum</i> (Leriché, 1927)	+	-		+	-			+
		<i>Ginglymostoma subafricanum</i> (Arambourg, 1952)	+	-		+	-			+
Rajiformes(BERG, 1940)	Rhinobatidae (Muller & Henle, 1862)	<i>Rhinobatos matzensis</i> (Baut & Genault, 1995)	+	-		-	+			+
Myliobatiformes Compagnon, 1973	<i>Myliobatidae</i> (Bonaparte, 1838)	<i>Myliobatis sulcidens</i> Casier, 1943)	+	-		+				+
	<i>Dasyatidae</i> (Jordan 1888)	<i>Dasyatis hexagonalis</i> (Arambourg 1952)	+			+	-		-	+
	<i>Mobulidae</i> (Gill, 1893)	<i>Burnhamia daviesi</i> (Woodward 1889)	+	-		+	-			+

**Tableau 02 : Préférences environnementales de l'assemblage ichthyologique récupéré des phosphorites de la localité de Kef Essnoun**

(+) **Caractéristique**

(-) **Moins caractéristique**

---

**CONCLUSION  
GENERALE**

---

# Conclusion générale

## Conclusion générale

Le gisement de Kef Essnoun fait partie du bassin phosphaté de Djebel Onk, situé à environ 100 Km au Sud de la ville de Tébessa et à 20 km de la frontière algéro-tunisienne, sur la route nationale reliant Tébessa à El Oued. Le massif de Djebel Onk constitue l'extrémité orientale des monts de Nememcha faisant prolonger vers l'Est la chaîne des Aurès.

L'analyse paléontologique des séries de phosphorites friables de la couche principale (productive) de la localité de Kef Essenoun a révélé une richesse de dents de poissons fossiles représentant 20 taxons d'Euselachii et de Batoidea, qui se reportent plusieurs familles : Odontaspidae, Otodontidae, Carcharidae, Triakidae, Heterodontidae, Ginglymostomatidae, Rhinobatidae, Myliobatidae, Dasyatidae, Mobulidae.

Ces espèces de poissons cartilagineux caractérisent principalement les formes benthiques et nectoniques et sont dominées par les grands requins. Cette association d'Elasmobranches indique un environnement marin, côtier, d'eau peu profonde, de plus, les espèces de raies ne suggèrent un fond sableux avec une salinité normale. Le climat qui prévalait durant cette période était subtropical à tempéré. Cette ichthyofaune préférait habiter les environnements zonaux néritiques, ce qui donnait aux prédateurs hautement opportunistes, la capacité de s'attaquer à divers groupes d'animaux. La richesse du biote sur le plateau continental et le talus supérieur contraste fortement avec les zones pélagiques ou bathyales, où la nourriture potentielle est moins abondante, plus dispersée et moins variée. Apparemment, l'assemblage de poissons de la région de Tébessa occupait pendant le passage paléo-éocène une mer relativement peu profonde. En d'autres termes, il semble que les dents se soient accumulées dans ce parcours de golf dans la mer chaude et peu profonde riche en matière organique (nutriments).



---

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

---

## Références bibliographiques

**Arambourg, C (1952).** Les vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc-Algérie-Tunisie). *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.*

**Baji, S A., (2002).** Les phosphates dans bassins paléogènes de la partie méridionale de l'Axe Nord-Sud. *Thèse de doctorat.univ.de Tunis II.*

**Ben Hassen A., et al (2011).** Pétrographie et géochimie comparées des pellets phosphatés et de leur gangue dans le gisement phosphaté de Ras-Draa (Tunisie). *Implications sur la genèse des pellets phosphatés. Swiss Journal Géoscience.*

**Ben Hassen, A (2007).** Données nouvelles sur la matière organique associée aux séries du bassin phosphaté du Sud tunisien (gisement de Ras-Draa) et sur la phosphatogenèse. *Thèse, doctorat. Univ. Orléan, France.*

**Bles J & Fleury J (1970).** Notice explicative de la carte géologique du Morsot (178). *Publication du Service géologique de l'Algérie.*

**Boulemia S (2015):** Analyses des phosphates d'origine marine; cas des localités de Dj. Dyr et El Kouf (Confins Algéro-tunisiens). *Thèse Doctorat Sci Univ Tébessa Algérie .*

**Boulemia S, et al., (2015)** PetroMineralogical Analysis of Sedimentary Phosphate of Marine Origin, Case of the Locality of El Kouif (Algerian-Tunisian Confines). *Open Journal of Geology.*

**Brisswalter, G (2008)** Inventaire des Élasmobranches (requins, raies, chimères) des dépôts molassiques du Sud-Luberon (Miocène supérieur), Cabrières-d'Aigues (Vaucluse) France.

**Cappetta H & G.R. Case (1975).** Sélaciens nouveaux du Crétacé du Texas. *Géobios.*

**Cappetta H & Nolf D (2005).** Revision of some Odontaspidae (Neoselachii: Lamniformes) from the Paleocene and Eocene of the North Sea Basin). *Bulletin de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique.*

**Cappetta H (1975).** Sélaciens et Holocéphale du Gargasien de la région de Gargas (Vaucluse). *Géol. Méditerranée/me, T. 2 .*

**Cappetta H (1980).** Les Sélaciens du Crétacé supérieur du Liban. II. *BatoIdes. Palaeolltographica, Abt. A, Vol. 168.*

**Cappetta H (1987).** Chondrichthyes II. (Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii). In: *Handbook of Paleoichthyology, Vol. 3B.*

## Références bibliographiques

**Cappetta H (2012).** Handbook of Paleoichthyology, Vol. 3E: Chondrichthyes. Mesozoic and Cenozoic Elasmobranchii: Teeth. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, .

**Cappetta , Ar (1972).** Les poissons crétacés et tertiaires du Bassin des Iullemmeden (République du Niger). *Palae overtebrata*, Vol. 5.

**Casier, E (1966).** Faune ichthyologique du London Clay. British Museum Natural History.

**Chaabani, F (1995).** Dynamique de la partie orientale du bassin de Gafsa au Crétacé et au paléocène. Etude minéralogique et géochimique de la série phosphatée éocène. Tunisie méridionale. *Thèse Doctorat. Es –Sci . Univ. Tunis II.*

**Chabou, M.S (1987).** Etude de la série stratigraphique tertiaire du Djebel Onk (Algérie).

**Cielensky., Benchernine. (1987).** Travaux de prospection et d'évaluation des phosphates.

**Cyril G et al (2009).** Le gisement de vertébrés Thanétiens (paléocène supérieur, MP6) du petit Patis près Creil (Oise, France). *Bulletin Inf géol Bass Paris.*

**Daas-amiour, M. (2012).** Eléments en trace et valorisation des minerais de phosphate du dans la région de Bir El Ater. *Rapport interne, EREM.*

**Dass-Amiour et al.,. (2011).** The use of three physico-chemical methods in the study of the organic matter associated with the sedimentary phosphorites.

**Dass-Amiour, M. (2012).** Eléments en trace et valorisation des minerais de phosphate du gisement de Kef Essennoun - Dj. Onk (Algérie Orientale), *Thèse docotorat, Univ. Annaba .*

**Dubourdiou G (1956).** Etude géologique de la région de L'Ouenza (Confins algéro-tunisiens). *Thèse Sci. Paris.*

**Dutheil et al., (2006).** Les ichthyofaunes du gisement à ambre de Le Quesnoy (Paléocène et Éocène du bassin de Paris, France) *Cossmanniana.*

**Flandrin J (1948).** Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. Publ. Serv. Carte géol. Alg., 19(2) Géologie – Université Louis-Pasteugisement de Bled El Hadba–Djebel Onk (Algérie Orientale). *mém.mag.* gisement de Kef Essennoun - Dj. Onk (Algérie Orientale). *Thèse de science doctorat.*

## Références bibliographiques

**Föllmi KB.** (1996). The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits, *Earth Science Reviews*.

**Guillaume Guinot, et al.,** (2020). Elasmobranchs from the upper Paleocene of Togo. *Geobios*, Elsevier Masson.

**Herman A (1977).** Les Sélaciens des terrains néo crétacés & paléocènes de Belgique & des contrées limitrophes. *Eléments d'une bio stratigraphie intercontinentale. Mém. Explic. Cart. Géol. Min. Belge* 15:1-401 in Djebel Onk Basin, Algeria. *Arab. J. Geosci.*

**Jarvis I., (2006):** The Santonian-Campanien phosphatic chalks of England and France. *Proceedings of the geologists Association* .

**Jean-Claude GALL,** (1976) . Environnements sédimentaires anciens et milieux de vie. Introduction à la paléoécologie , Strasbourg : *Institut de Géologie – Université Louis-Pasteur* .

**Kechiched Rabah (2017).** Les phosphates du Nord de Tébessa, Etude sédimentologique, gîtologique et géochimique *Thèse doctorate s Science, Univ- annaba.*

**Moreau F & Mathis S (2000).** Les élasmobranches du Thanétien (Paléocène) du Nord de la France, des carrières de Templeuve et Leforest. *Cossmanniana* .

**Moss SA (1977).** Feeding mechanism in sharks. *American Zool* .

**Nelson GJ, et al., (2010)** Paleooceanographic constraints on Precambrian phosphorite accumulations, Baraga Group, Michigan, USA. *Sedimentary Geology* .

**Nolf D (1988)** Dents de requins et de raies du Tertiaire de la Belgique, *Fossiles de Belgique. Bull Inst Royal Sci Nal Belg* .

**Nolf D (1988).** Dents de requins et de raies du Tertiaire de la Belgique, *Fossiles de Belgique. Bull Institut Royal Sciences Naturelles Belgique.*

**Noubhani A & Cappetta H (1993).** Les selaciens des bassins aphosphate du Maroc (Maastrichtien-Lutetien). *Systematique, biostratigraphie, evolution et dynamique des faunes. Dipl. Doc. Univ. Montpellier.*

**Noubhani A & Cappetta H (1997).** Les Orectolobiformes, Carcharhiniformes et Myliobatiformes (Elasmobranchii, Neo-selachii) des bassins a phosphate du Maroc

## Références bibliographiques

(Maastrichtien-Lutetien basal). Systematique, biostratigraphie, evolution et dynamique des faunes. *Palaeo Ichthyologica*.

**Noubhani A. & Cappetta H.** (1993). Les selaciens des bassins phosphatés du Maroc (Maastrichtien-Lutetien). Systematique, biostratigraphie, evolution et dynamique des faunes, *Thèse Doctorat Université de Montpellier*.

**Noubhani A., & Cappetta H.** (1997). Les Orectolobiformes, Carcharhiniformes et Myliobatiformes (Elasmobranchii, Neo-selachii) des bassins a phosphate du Maroc (Maastrichtien-Lutetien basal). Systematique, biostratigraphie, evolution et dynamique des faunes. *Palaeo Ichthyologica*.

**Sassi S (1974).** La sédimentation phosphatée au Paléocène dans le Sud et le Centre Ouest de la Tunisie. *Thèse Doct. Ès-Sci. Univ Paris-Sud Orsay, France*

**Slansky M.** (1986). *Geology of Sedimentary Phosphates*, North Oxford Academic.

**Smith R, et al., (1999)** Les élasmobranches de la transition Paléocène-Eocène de Dormaal (Belgique): implications biostratigraphiques et paléobiogéographiques. *Bul Soc Géol France*.

**Smith T& Smith R (1995)** Synthèse des données actuelles sur les vertébrés de la transition Paléocène-Éocène de Dormaal. *Bulletin de la Société belge de Géologie*.

**Villa JM (1980).** La chaine alpine d'Algérie nord orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doct. Etat Univ. P. et M. Curie, Paris IV*.

**Zaier A., (1999).** Evolution Tectono-sédimentaire du bassin phosphate du centre-Ouest de la Tunisie. Minéralogie, pétrographie, géochimie et genèse des phosphorites. *Thèse doctorat. univ.de Tunis II*.

---

# ANNEXE

---



# Annexe

## Front d'exploitation actuelle (gisement de Kef Essenoun)





# Annexe

## Site d'échantillonnage



## Dents au sein de phosphate





## Annexe

### Collection des dents de la fraction supérieure à 1mm





## Annexe

Collection des dents de la fraction comprise entre 1 mm et 0.5mm.

