

MEMOIRE

Présenté

à

**L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA
TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**LABORATOIRE DE RECHERCHE N°25 : PROMOTION DES RESSOURCES HYDRIQUES,
PEDOLOGIQUES ET MINIERES : LEGISLATION ET CHOIX TECHNOLOGIQUE**

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER ACADEMIQUE

Domaine

Sciences de la Terre et l'Univers

Filière

Géologie

Option

Géologie des bassins sédimentaires

Présenté par

Nesrine CHIKH

**Élaboration d'un SIG dédié à l'analyse spatiale des sites
fossilifères des dépôts crétacés de la région de Béchar (Algérie).**

Soutenu le 01 Juillet 2026 devant les membres du jury :

Hakim HEBIB, Maître de Conférences (A), Univ. Tlemcen

Asma Fethia GHENIM Maître de Conférences (B), Univ. Tlemcen

Mustapha BENCHOUK, Maître assistant (A), Univ. Tlemcen

Président

Encadrante

Examineur

MEMOIRE DE MASTER

Type de Master : Académique

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Sciences de la Terre

Spécialité : Géodynamique des bassins sédimentaires

Titre du mémoire : Élaboration d'un SIG dédié à l'analyse spatiale des sites fossilifères des dépôts crétacés de la région de Béchar (Algérie).

Auteur : Nesrine CHIKH

Résumé

Dans ce travail, les données topographiques, lithostratigraphiques et paléontologiques du bassin du Guir (Algérie sud-occidentale) ont été interprétées. L'intervalle chronostratigraphique concerné se limite aux dépôts du Cénomane supérieur ; la formation des Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane, riche en bivalves (Huîtres et Vénéroïdes), montre à travers la zone d'étude une évolution spatio-temporelle dictée par un contrôle lithostratigraphique local et/ou régional.

Par ailleurs, ce mémoire a permis de structurer une base de données spatio-temporelle cohérente reliant la géométrie et l'altimétrie des dépôts aux espèces fossiles (25 espèces identifiées et illustrées, dominées par les *Costagrya*, *Ceratostreon* et *Rhynchostreon* (pour les Exogyrinae), ainsi que *Lucina*, *Arctica* et *Tenea* (pour les vénéroïdes) de chaque site étudié (Kénadsa, Djorf-Torb et Boukais). Les résultats de l'étude (carte toponymique, carte hydrographique, carte lithologique et carte de sites fossilifères) obtenus ont permis d'obtenir à partir du logiciel *ArcGIS 10.8* une carte synthétique. La base de données de ce SIG, nous a fourni de nouvelles analyses concernant les paramètres paléo-environnemental et surtout paléobiogéographique.

Loin d'être une finalité, ce SIG constitue la première pierre d'un projet plus ambitieux. Ses perspectives s'orientent vers l'enrichissement de la base de données par l'intégration d'autres groupes macrofossiles et microfossiles.

Mots-clés : SIG, Sites fossilifères, Huîtres, vénéroïdes, Bassin du Guir et Algérie.

Au nom d'Allah, le Clément et le Miséricordieux

Je dédie le fruit de ce modeste travail :

À mes chers parents, dont les prières ont été le secret de ma réussite.

À mes frères et sœurs pour leur soutien inconditionnel.

*À cette personne spéciale qui a toujours été là pour m'encourager et me motiver, merci de
partager ce succès avec moi.*

À tous ceux qui ont cru en moi et m'ont soutenu tout au long de mon parcours.

Nesrine

AVANT-PROPOS

Je remercie le Tout-Puissant de m'avoir donné la force et la volonté pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à M^{me} **GHENIM Asma Fethia**, pour son encadrement, ses conseils et sa patience inépuisable tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je présente mes remerciements à **M. HEBIB Hakim**, Enseignant à l'université de Tlemcen, qui me fait l'honneur de présider le jury de ce mémoire.

Je remercie **M. BENCHOUK Mustapha**, Enseignant à l'université de Tlemcen, d'avoir accepté d'être mon rapporteur de ce travail.

Mes remerciements s'adressent également à **tous les Enseignants** qui ont participé à ma formation tout au long de mon cursus universitaire, en particulier ceux du master *Géologie des Bassins Sédimentaires*, pour leur dévouement et pour avoir tout mis en œuvre afin de nous offrir un environnement d'apprentissage favorable.

Enfin, je remercie **ma famille, mes amis** et tous mes proches qui m'ont accompagnée tout au long de ce parcours.

Un grand merci à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

TABLE DES MATIERES

AVANT-PROPOS	p. 4
TABLE DES MATIERES	5
RESUME	7
ABSTRACT	8
ملخص	9

INTRODUCTION GENERALE

I. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDE	11
II. DEMARCHE.....	11

Premier chapitre : CADRE GENERAL DE L'ETUDE

INTRODUCTION	12
I. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE	12
1. Cadre géographique.....	12
2. Cadre géologique	13
2.1. Sur le plan stratigraphique	14
2.2. Sur le plan structural	15
II. DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODOLOGIE.....	16
1. Données utilisées	16
1.1. Données géographiques et lithostratigraphiques.....	16
1.2. Données paléontologiques.....	16
2. Logicielles utilisés.....	17
2.1. ArcGIS.....	17
2.2. Google Earth Pro.....	18
2.3. PCC.....	19
3. Méthodologie	19
3.1. Conversion des coordonnées	19
3.2. Géoréférencement	20
3.3. Digitalisation	20
3.4. Attribution des données.....	20
CONCLUSION	20

Deuxième chapitre : ELABORATION DU SYSTEME D'INFORMATION

GEOGRAPHIQUE

INTRODUCTION	22
I. NOTIONS DE BASE SUR LES SIG.....	22
1. Définition	22
2. Composantes des SIG.....	22
3. Fonctionnalités d'un SIG.....	23
4. Modes de présentation des données géographiques.....	23

4.1. Mode Raster	23
4.2. Mode Vecteur.....	24
II. ETAPES D'ELABORATION DU SIG	25
1. Acquisition (collecte des données)	25
1.1. Données topographiques.....	25
1.2. Données lithostratigraphiques.....	27
1.3. Données paléontologiques.....	28
2. Conception et structuration de la base de données SIG	34
2.1. Création des couches spatiales (Shapefiles)	34
2.2. Création des tables attributaires	34
CONCLUSION	36

Troisième chapitre : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS ---

INTRODUCTION	38
I. RESULTATS ET ANALYSES	38
1. Résultats (Cartes thématiques)	38
1.1. Cartographie des noms des lieux.....	38
1.2. Cartographie du réseau hydrographique.....	40
1.3. Cartographie des entités lithologiques.....	41
1.4. Cartographie des sites fossilifères.....	42
2. Carte synthétique	43
3. Analyses des cartes	44
3.1. Selon le plan topographique.....	44
3.2. Selon le plan géologique (lithostratigraphique)	44
II. DISCUSSION	45
CONCLUSION	46

CONCLUSION GENERALE ---

REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUES	50
LISTE DES FIGURES	52
LISTE DES TABLEAUX	55

RESUME

Dans ce travail, les données topographiques, lithostratigraphiques et paléontologiques du bassin du Guir (Algérie sud-occidental) ont été interprétées. L'intervalle chronostratigraphique concerné se limite aux dépôts du Cénomanién supérieur (la formation des Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane). Cette formation riche en bivalves (Huîtres et Vénéroïdes), montre à travers la zone d'étude une évolution spatio-temporelle dictée par un contrôle lithostratigraphique locale et/ou régionale.

Par ailleurs, ce mémoire a permis de structurer une base de données spatio-temporelle cohérente reliant la géométrie et l'altimétrie des dépôts aux espèces fossiles (25 espèces identifiées et illustrées, dominées par les *Costagryra*, *Ceratostreon* et *Rhynchostreon* (pour les Exogyrinae), ainsi que *Lucina*, *Arctica* et *Tenea* (pour les vénéroïdes) de chaque site étudié (Kénadsa, Djorf-Torb et Boukais). Les résultats de l'étude (carte toponymique, carte hydrographique, carte lithologique et carte de sites fossilifères) obtenus ont permis d'obtenir à partir du logiciel ArcGIS 10.8 une carte synthétique. La base de données de ce SIG, nous a fourni de nouvelles analyses concernant les paramètres paléo-environnemental et paléobiogéographique.

Loin d'être une finalité, ce SIG constitue la première pierre d'un projet plus ambitieux. Ses perspectives s'orientent vers l'enrichissement de la base de données par l'intégration d'autres groupes macrofossiles et microfossiles.

Mots-clés : SIG, Sites fossilifères, Huîtres, vénéroïdes, Bassin du Guir et Algérie.

ABSTRACT

In this work, topographic, lithostratigraphic, and paleontological data from the Guir Basin (South-Western Algeria) were interpreted. The chronostratigraphic interval is limited to the Upper Cenomanian deposits (Sidi Mohamed Ben Bouziane Limestone Formation). This bivalve-rich formation (Oysters and Veneroids) exhibits a spatio-temporal evolution driven by local and/or regional lithostratigraphic control.

Furthermore, this study successfully structured a coherent spatio-temporal database linking the geometry and altimetry of the deposits to the fossil species (25 identified and illustrated species, dominated by *Costagyra*, *Ceratostreon*, and *Rhynchostreon* for Exogyrinae, as well as *Lucina*, *Arctica*, and *Tenea* for Veneroids) of each studied site (Kénadsa, Djorf-Torba, and Boukaïs). The results, obtained using ArcGIS 10.8 software, yielded a synthetic map. This GIS database provided new insights regarding paleoenvironmental and paleobiogeographical parameters.

Far from being an end in itself, this GIS lays the foundation for a much broader research project. Its future prospects focus on enriching the database by integrating new macrofossil and microfossil groups.

Keywords: GIS, Fossil sites, Oysters, Veneroids, Guir Basin, Algeria.

تم في هذا العمل تفسير البيانات الطبوغرافية، الطبقة الصخرية، والأحافيرية لحوض قير (جنوب غرب الجزائر). يقتصر الفاصل الزمني-الزمني-الطبيقي على رواسب السينوماني العلوي (تكوين كلس سيدي محمد بن بوزيان). ويظهر هذا التكوين الغني بمزدوجات المصراع (المحار والفينيرويات) تطوراً مكانياً وزمانياً محكوماً بضوابط صخرية طبقية محلية و/أو إقليمية.

علاوة على ذلك، أتاح هذا العمل هيكل قاعدة بيانات مكانية وزمانية متناسقة تربط بين هندسة الرواسب وارتفاعاتها والأنواع الأحافيرية (25 نوعاً تم تحديدها وتوضيحها، تهيمن عليها أجناس *Costagrya* و *Ceratostreon* و *Rhynchostreon*، بالإضافة إلى *Lucina* و *Arctica* و *Tenea* لكل موقع مدروس (القنادسة، جرف التربة، وبوقايس). وقد مكنت نتائج الدراسة، التي تم الحصول عليها باستخدام البرمجيات المتخصصة، من إنتاج خارطة تركيبية شاملة. كما وفرت قاعدة البيانات الجغرافية هذه تحليلات جديدة تتعلق بالخصائص البيئية والجغرافية القديمة.

وبعيداً عن كونه غاية في حد ذاته، يشكل هذا العمل حجر الأساس لمشروع بحثي أكثر طموحاً، حيث تتوجه آفاقه المستقبلية نحو إثراء قاعدة البيانات من خلال دمج مجموعات جديدة من الأحافير الكبيرة والدقيقة.

الكلمات المفتاحية: نظم المعلومات الجغرافية، المواقع الأحافيرية، المحار، الفينيرويات، حوض قير، الجزائر.

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

La région de Béchar, située dans le Sud Ouest algérien, renferme de nombreux sites fossilifères de bivalves associés aux dépôts d'âge Crétacé supérieur, présentant un intérêt scientifique majeur pour la compréhension de l'évolution paléoenvironnementale et paléobiologique. Toutefois, ces sites restent mal géoréférencés et faiblement valorisés, avec des données souvent dispersées entre relevés de terrain, publications et archives non structurées.

I. PROBLEMATIQUE ET OBJECTIFS D'ETUDE

L'absence d'études comparatives et de synthèses portant sur les différents groupes fossilifères, précisément les bivalves, ainsi que le manque d'un outil géomatique intégré rend difficile l'analyse spatiale de ces sites fossilifères, notamment l'identification des zones à forte concentration ainsi que l'évaluation des liens entre la fossilisation et les unités lithostratigraphiques. Dès lors, **comment organiser et standardiser ces données fossilifères dans une base de données SIG ? Comment l'élaboration d'un SIG peut-elle contribuer à l'inventaire, l'analyse spatiale des sites fossilifères des dépôts d'âge Crétacé supérieur de la région de Béchar, tout en constituant un outil d'aide à la recherche scientifique ?**

II. DEMARCHE

Le mémoire s'articule autour de trois chapitres :

- Le **premier chapitre** présente le Crétacé dans la région d'étude, ainsi que les données et les différentes méthodes utilisées.
- Le **deuxième chapitre** est dédié à l'élaboration du SIG pour l'analyse spatiale des sites fossilifères au sein des dépôts crétacés de la région de Béchar.
- Le **troisième chapitre** est consacré à l'exposition des résultats et à leur interprétation.
- L'ensemble de ce travail est étoffé par une conclusion générale ouvrant sur des perspectives, des références bibliographiques, ainsi que des listes de figures et de tableaux.

INTRODUCTION

Les formations géologiques étudiées de l'Algérie sud-occidentale font partie de l'ensemble des terrains crétacés de la Téthys méridionale qui ont fait l'objet de nombreuses études pluridisciplinaires dont la plupart ont porté principalement sur la limite Cénomanién-Turonien.

I. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

1. Cadre géographique

Le bassin du Guir se situe dans la partie septentrionale du Sahara (Fig. 01) et à proximité de l'Atlas saharien, entre la latitude 31°,25' et 32°,15' Nord et la longitude 1°,15'et 3°,15 Est, dans la moitié nord de la feuille de Béchar, à l'échelle 1/200.000 (H-30-XXII). **La présente étude se concentre sur le flanc occidental du bassin du Guir.**

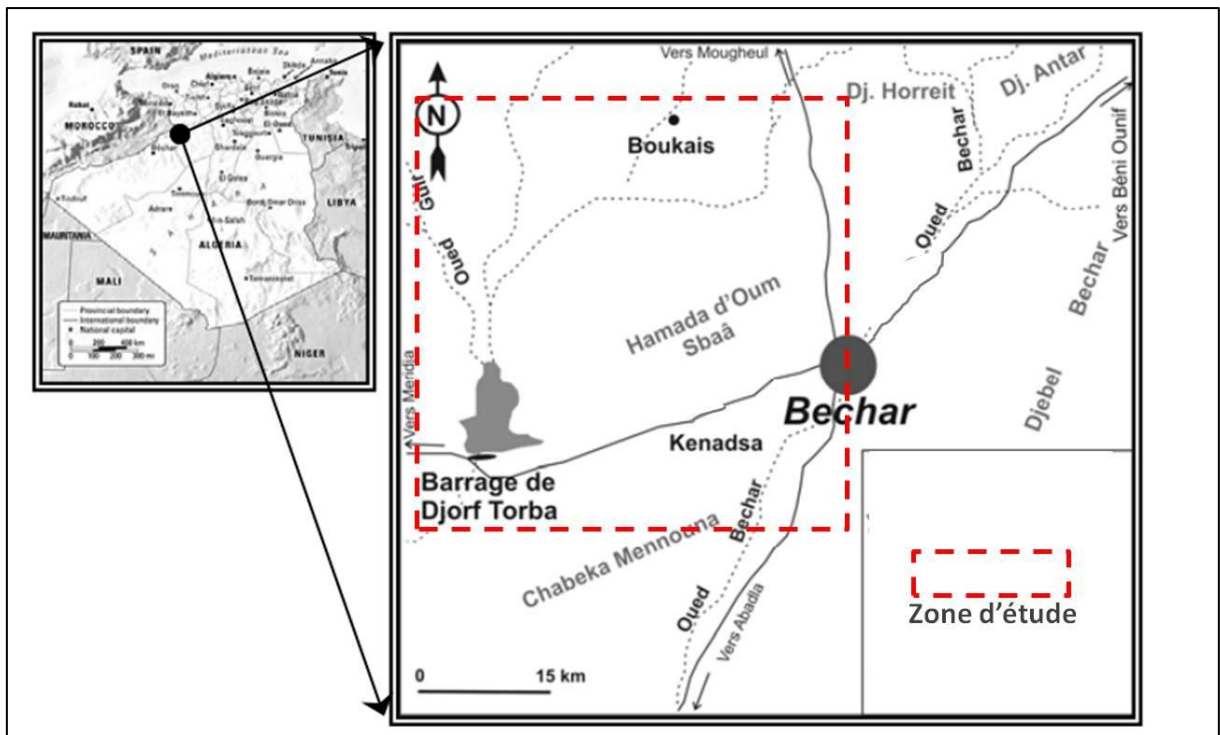


Fig. 01 : Situation géographique de la région d'étude.

2. Cadre géologique

Faisant partie de la plate-forme saharienne, le bassin du Guir est situé à la frontière algéro-marocaine (Fig. 02). Il est limité au Nord par l'anticlinal du Djebel Horreit - Antar et les massifs de Talzaza. Vers le Sud et le Sud-Est, il est limité par Djebel Béchar et le

massif carbonifère du Chebket Mennouna, et Chebket Djihani ; et à l'Est par la Hamada du Guir ; il se rétrécit aux environs de Ben Zireg (à environ 60 km à l'Est de la ville de Béchar).

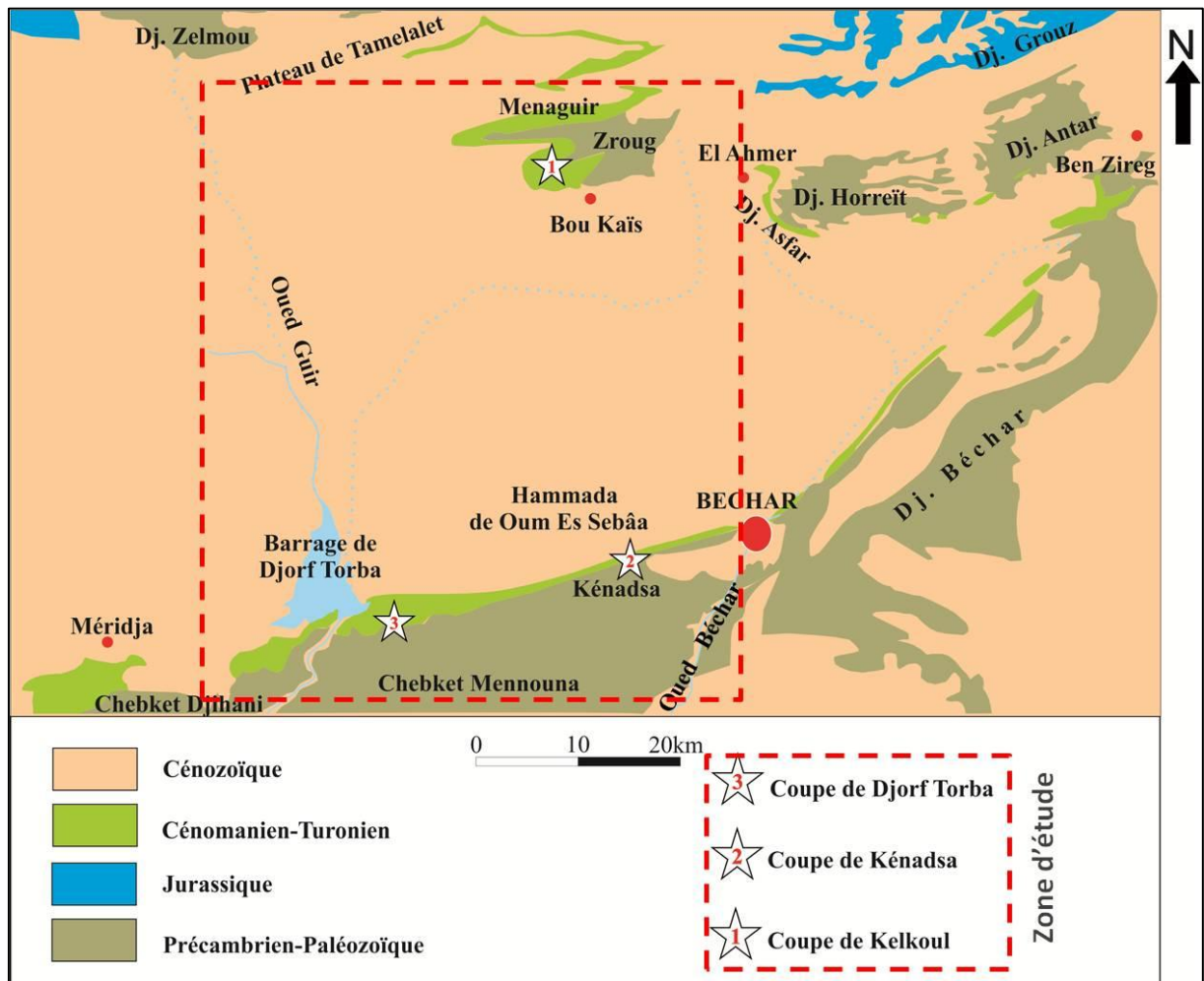


Fig. 02 : Carte géologique simplifiée du Bassin du Guir et localisation des coupes étudiées (Extrait de la carte géologique de la Hamada du Guir, à l'échelle 1/100.000, *in* Ghenim 2019).

2.1. Sur le plan stratigraphique

Essentiel à la localisation des niveaux fossilifères, le relevé des coupes lithostratigraphiques, préalablement réalisé dans le cadre d'une thèse de doctorat (Ghenim, 2020), a permis d'optimiser l'identification précise des bivalves récoltés dans nos secteurs d'étude et de dégager les observations suivantes :

- La Formation des Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane repose sur la Formation des Marnes à gypse inférieures (Fig. 03); elle est de nature marno-argileuse et d'âge Cénomaniens inférieur.

- L'épaisseur totale de la Formation des Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane diminue selon l'axe Nord-Sud ; Etant donné que l'unité des calcaires à *Caprinula* d'Orbigny est absente dans les secteurs de Kénadsa et Djorf Torba.

- Les différents faciès composant cette formation appartiennent à des environnements de dépôt allant de la rampe proximale à la rampe distale voire bassin.

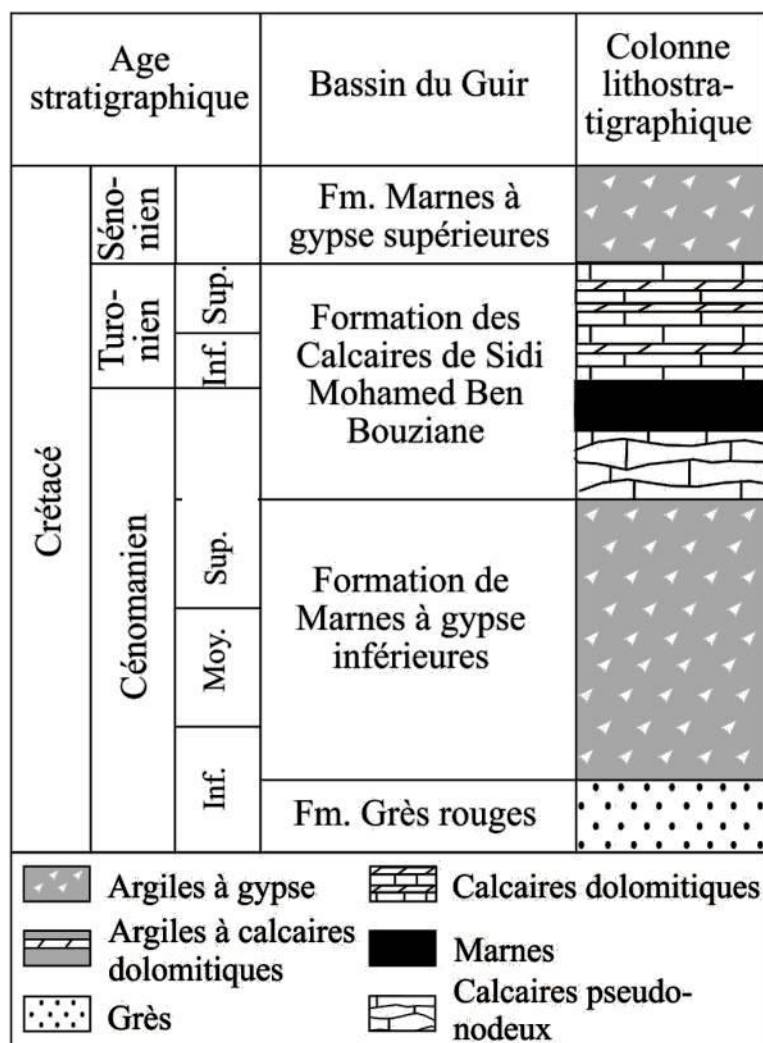


Fig. 03 : Colonne lithostratigraphique synthétique présentant la série crétacée du Bassin du Guir (échelle verticale non-respectée) (Benyoucef, 2016).

2.2. Sur le plan structural

Les bordures du bassin présentent une composition structurale très simple ; couches faiblement redressées, notamment au Sud tandis que sa structure intérieure est plus complexe due à la présence de nombreuses failles fortement redressées et orientées généralement NS ou NE-SO.

II. DONNÉES UTILISÉES ET MÉTHODOLOGIE

1. Données utilisées

1.1 Données topographiques:

- La carte topographique de Béchar au 200.000^{ème} (la feuille H-30-XXII) .
- Les images satellitaires sont un outil indispensable pour toutes les analyses géologiques et structurales. Nous avons utilisé pour la région étudiée la scène Landsat 9 (Fig.04) qui a été acquise le 11/10/2023 (Path: 199; Row: 38).
- Les images Copernicus et Landsat issues de Google Earth Pro de 04/2026 où figure la région d'étude.

1.2. Données lithostratigraphiques :

- La carte géologique de la Hammada du Guir, à l'échelle 1/100.000.

1.3. Données paléontologiques

- Les coordonnées GPS des sites fossilifères collectées lors de des sorties de terrain de l'encadrant.
- Les informations des sites fossilifères extraites de travaux scientifiques publiés dans des revues classe A (ces dernières sont catégorisées par la Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique (DGRSDT) ; Ghenim *et al.*, 2019, Ghenim, 2020 et Benyoucef *et al.*, 2021.

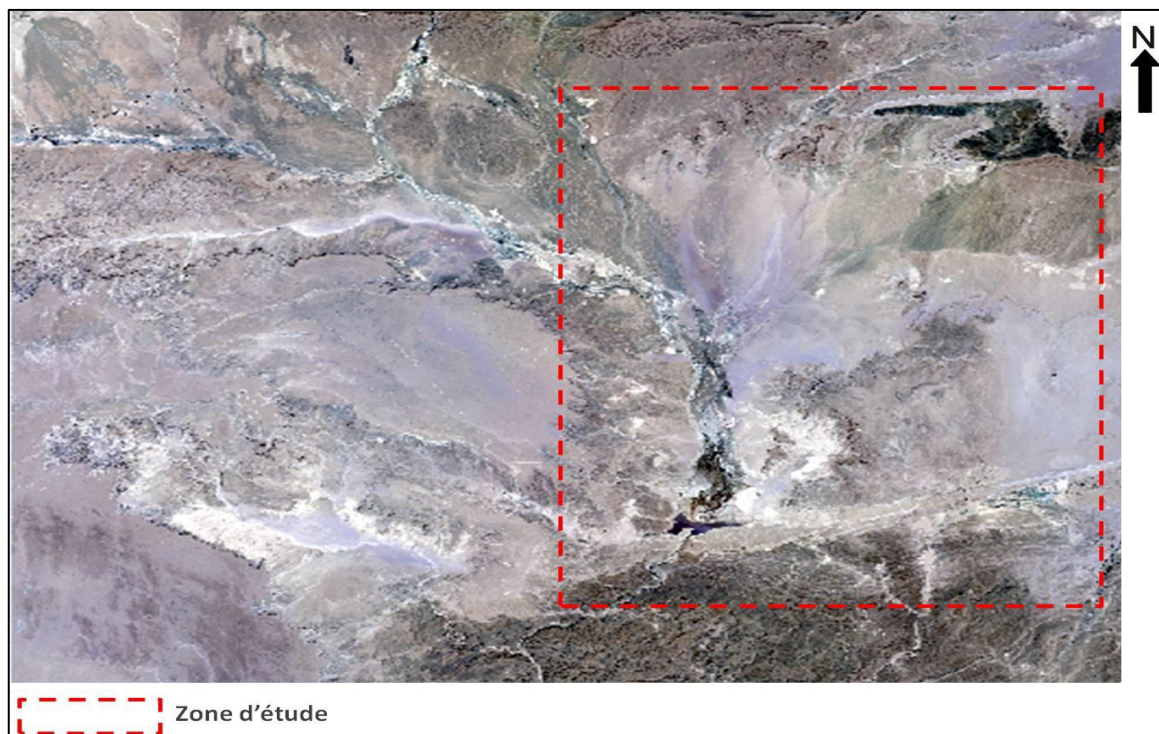


Fig. 04 : Image satellite Landsat 9 acquise le 11/10/2023 (Path: 199; Row: 38).

(Le cadre rouge délimite la zone d'étude).

2. Logicielles utilisés

Pour mener à bien cette étude, nous avons eu recours à divers logiciels.

2.1. ArcGIS

C'est une plateforme complète de Systèmes d'Information Géographique développée par Esri. Elle permet de collecter, organiser, gérer et analyser des données spatiales sous forme de cartes interactives. Ses outils avancés permettent de modéliser des phénomènes, d'analyser des relations spatiales et de prendre des décisions éclairées.

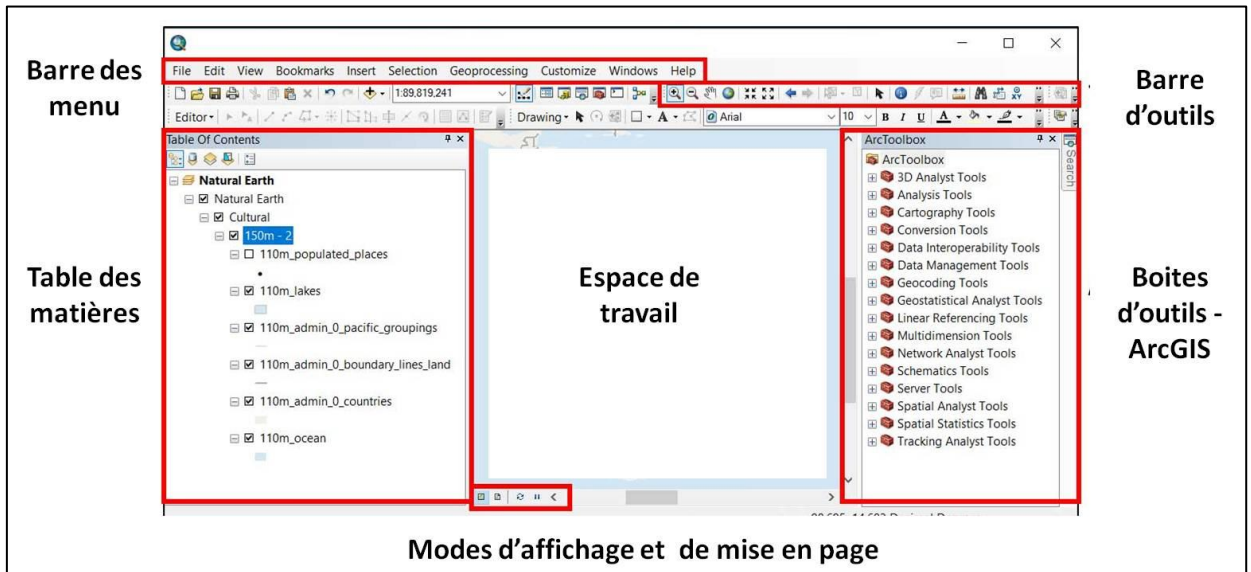


Fig. 05: Interface ArcGIS (version 10.8).

Il propose une interface utilisateur intuitive basée sur un ruban contextuel qui permet une prise en main rapide, avec un accès simplifié aux menus et options. Elle s'organise de la façon suivante (Fig. 05) :

- La barre de menu : situé en haut de l'écran, il permet d'accéder aux fonctionnalités du logiciel de manière contextuelle selon l'action en cours.
- Les barres d'outils d'accès rapide : contenant des outils fréquemment utilisés regroupés par famille de fonctionnalités, elles peuvent être personnalisées selon les besoins de l'utilisateur.
- Les différents volets (fenêtres) : le volet "Table des matières", le volet "Boîte d'outils ArcGIS", etc.
- La barre des modes d'affichage et de mise en page : située en bas de l'écran, elle permet de basculer instantanément entre le mode Données (Data View) dédié à la manipulation, à l'analyse et à la stylisation des données géographiques et le mode Mise en page (Layout View) qui affiche la carte telle qu'elle sera imprimée ou exportée.

2.2. Google Earth Pro

C'est un logiciel de cartographie et de visualisation spatiale 3D gratuit (www.google.fr/earth/about/versions/#earth-pro). On l'a utilisé pour l'extraction des linéaments qui ne figurent pas sur les cartes géologiques. Son interface utilisateur permet une prise en main très rapide, elle s'organise de la façon suivante (Fig. 06).

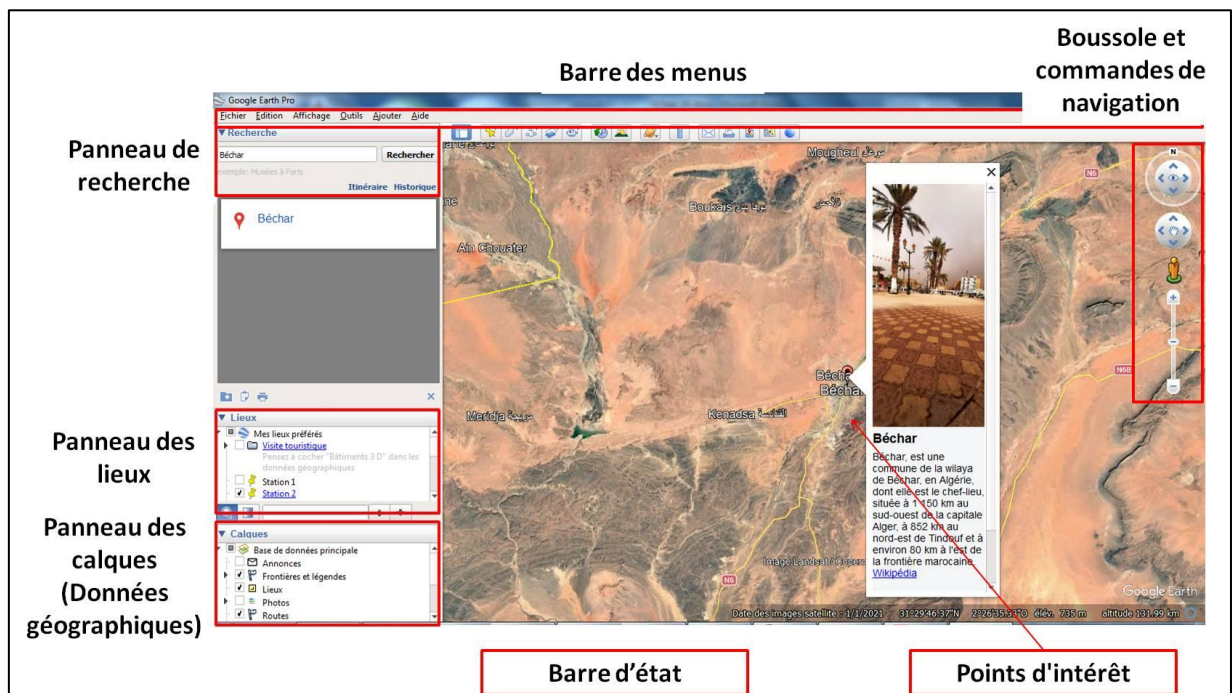


Fig. 06: Interface Google Earth Pro.

- La barre des menus : pour accéder à l'ensemble des fonctionnalités et paramètres de Google Earth Pro, située tout en haut de l'écran ;
- La barre d'outils : située juste sous les menus contenant des icônes de raccourcis essentiels (ajouter un repère, tracer un polygone, mesurer une distance, historique des images satellites).
- Les panneaux : "Panneau de recherche" (pour trouver un lieu), "Panneau des lieux" (gestionnaire de vos propres données et cartes) et "Panneau des calques" (la base de données intégrée de Google : bâtiments 3D, routes, relief, etc.) ;
- La barre d'état : située au bas de la fenêtre d'affichage 3D, donnant les coordonnées géographiques du curseur, altitude de l'œil, date des images satellites.

2.3. PCC

C'est un programme de conversion des coordonnées géographiques ; il a été utilisé pour la conversion des coordonnées géographiques des points de repère de géoréférencement du système de projection Lambert au système UTM.

Fig. 07 : Interface PCC

3. Méthodologie

Ce thème s'articule essentiellement autour d'un travail de bureau. La première phase a été dédiée à une analyse bibliographique approfondie afin de maîtriser le contexte géologique (lithostratigraphie, paléontologique) de la zone d'étude en s'appuyant sur les travaux antérieurs. Par la suite, l'apprentissage des outils de cartographie numérique a permis, en parallèle, de concevoir un Système d'Information Géographique (SIG) dédié aux sites fossilifères. La mise en œuvre de cet outil repose sur un processus qui vise à transformer les documents sources analogiques, tels que les cartes papier ou les images, en informations numériques exploitables et géolocalisées. Cette démarche s'articule autour de quatre étapes fondamentales :

3.1. Conversion des coordonnées

Elle consiste à transcrire la position d'un point d'un système de référence à un autre. Elle permet notamment de passer de coordonnées géographiques (exprimées en

Latitude/Longitude et basées sur un ellipsoïde de référence) à des coordonnées planes ou cartésiennes (X, Y), obtenues grâce à un système de projection spécifique (comme la projection UTM). Cette manipulation est indispensable pour assurer la superposition exacte de différentes couches de données et pour effectuer des calculs de distances ou de surfaces précis sur une carte.

3.2. Géoréférencement

Il associe l'image numérique brute à un système de coordonnées réelles ex : UTM, à l'aide de points de contrôle. Cette étape est essentielle afin que l'image ait une vraie dimension spatiale et peut être superposée correctement sur d'autres données géographiques dans un logiciel SIG.

Il est à noter que le calage consiste simplement à ajuster ou déformer une image pour qu'elle s'aligne parfaitement sur une autre, sans forcément utiliser de coordonnées absolues tandis que le géoréférencement attribue des coordonnées réelles à une image.

3.3. Digitalisation

Elle consiste à convertir l'image raster en données vectorielles : points, lignes, polygones (surfaces). Elle permet de dessiner et d'isoler manuellement les éléments géographiques dans des couches d'informations distinctes pour les analyser.

3.4. Attribution des données

Cette étape consiste à associer des informations textuelles ou numériques (les attributs) aux entités géométriques précédemment numérisées. Elle permet de renseigner les caractéristiques propres à chaque site fossilifère, telles que le nom de la formation, l'âge stratigraphique, les genres de fossiles récoltés, au sein de la table attributaire du SIG.

CONCLUSION

Ce chapitre présente le cadre indispensable de notre thématique, tant sur le plan contextuel que technique. Le cadre géographique et géologique a mis en évidence les caractéristiques stratigraphiques et structurales de la région d'étude. Par ailleurs, une méthodologie est mise en place allant du géoréférencement de la conversion des coordonnées à leur digitalisation sur ArcGIS.

Deuxième chapitre : **ELABORATION DU SYSTEME D'INFORMATION
GEOGRAPHIQUE**

Deuxième chapitre : ELABORATION DU SYSTEME D'INFORMATION
GEOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Le système d'information géographique est un outil indispensable dans de nombreux domaines. Son importance réside dans sa capacité à associer des données à des lieux géographiques, permettant ainsi de visualiser, d'analyser et de comprendre des phénomènes. Ce chapitre a pour objectif d'exposer les données topographiques, lithostratigraphiques et paléontologiques collectées dans notre zone d'étude (Bassin du Guir occidental), puis de détailler la démarche de structuration adoptée pour leur intégration dans la base de données du SIG.

I. NOTIONS DE BASE SUR LES SIG

1. Définition

Un Système d'Information Géographique (SIG) est un outil informatique permettant d'effectuer des tâches diverses sur des données à références spatiales (Catherine Satra, 2006 et 2008). Il consiste à organiser ou subdiviser en couche, par thématique (relief, les oueds, le faciès), un territoire donné. Les informations numérisées sont structurées et représentées vectoriellement et stockées dans une base de données ; donc il permet la collecte, la gestion, la manipulation, l'analyse, la modélisation et l'affichage de données à référence spatiale, afin de résoudre des problèmes complexes d'aménagement et de gestion.

2. Composantes des SIG

- Le matériel informatique (Ordinateur, Scanner, Accessoires).
- Les logiciels SIG (Programme informatique) : ArcGIS, QGIS, MapInfo...
- Les données géographiques ont une composante graphique (la description de la forme de l'objet géographique et sa localisation dans un référentiel cartographique) et une autre composante attributaire (alphanumérique) qui représente les caractéristiques décrivant l'objet (description géométriques, caractéristiques thématiques).
- Les utilisateurs : les ressources humaines.
- Les méthodes sont l'ensemble des procédures, normes et règles de gestion qui encadrent la collecte, le stockage et le traitement des données. Elles définissent les flux de travail techniques et organisationnels pour garantir la fiabilité des analyses spatiales et structurer efficacement l'aide à la décision.

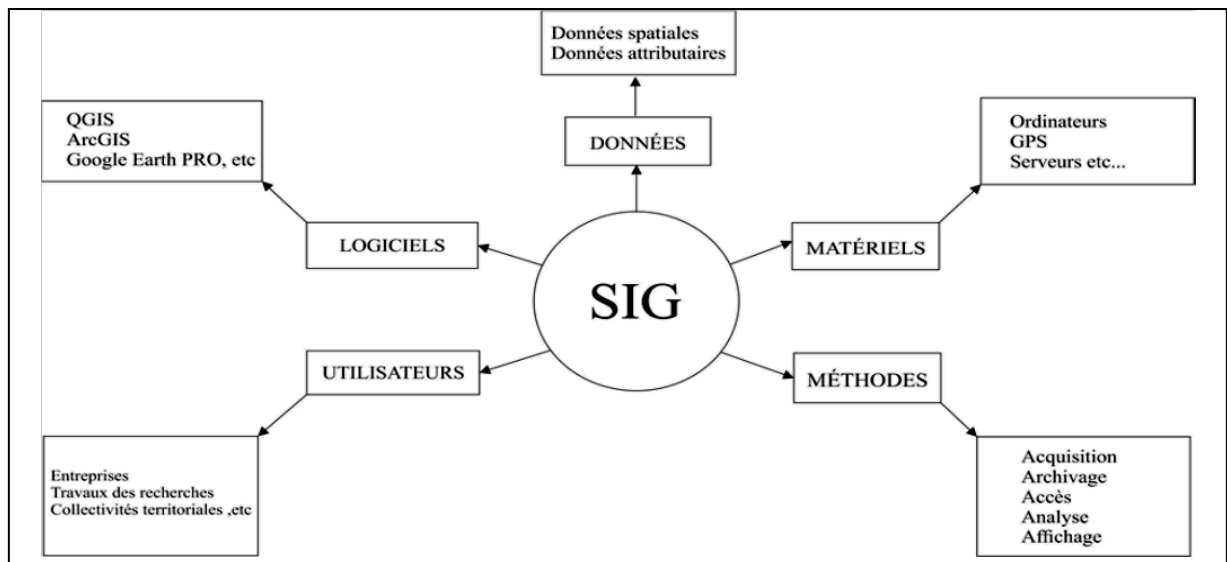


Fig. 08: Composantes principales d'un SIG.

3. Fonctionnalités d'un SIG

- Acquisition : Collecte de données provenant de différentes sources : les images satellitaires, de cartes géologiques, etc. afin d'alimenter le système en données.
- Archivage : intégration et stockage structuré des données géographiques.
- Accès : possibilité de modifier, de mettre à jour et de traiter les données stockées.
- Analyse : Réponses aux requêtes à l'aide du traitement thématique et manipulation des données.
- Affichage : Restitution graphique. qui correspond à la présentation des résultats de l'analyse des données géographiques précédentes.

4. Modes de présentation des données géographiques

. 4.1. Mode Raster : il représente l'espace étudié par une grille régulière de cellules pour former une image constituée de lignes et de colonnes. Les données de ce mode ont l'avantage d'être exhaustives, mais l'inconvénient est de générer des fichiers de taille importante.

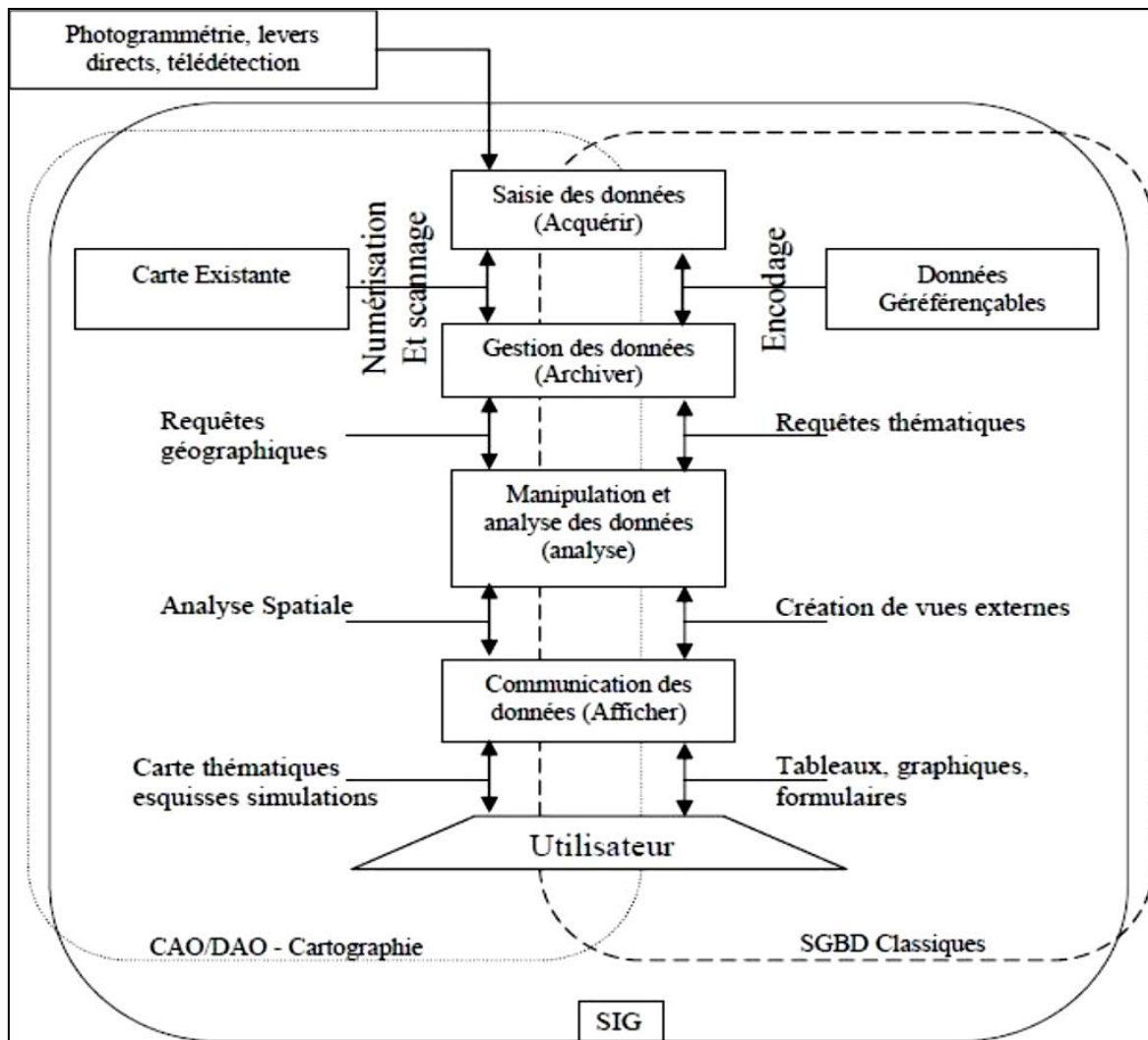


Fig. 09: Fonctionnalités d'un SIG.

4.2. Mode Vecteur : Des objets géométriques, points, lignes, polygones, définis par des coordonnées mathématiques (Fig. 10). Il conserve une netteté parfaite peu importe l'échelle et permet d'ajouter des bases de données attributaires détaillées.

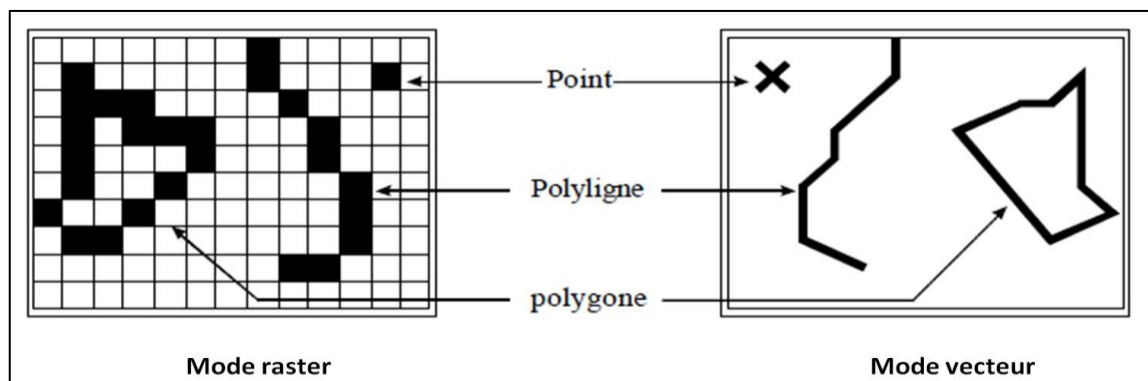


Fig. 10 : Présentation du mode raster et vecteur.

II. ETAPES D'ELABORATION DU SIG

1. Acquisition (collecte des données) :

Un SIG ne vaut que par la qualité des données qu'on y injecte ; Celles-ci sont collectées et introduites sous format numérique et classées dans le SIG. Elles se divisent en trois types : les données topographiques, lithostratigraphiques et paléontologiques issues du terrain et de la littérature.

1.1. Données topographiques:

a. Profils topographiques : l'utilisation des données géographiques à travers l'outil Google Earth Pro est indispensable afin de réaliser des profils topographiques selon les étapes illustrées dans la figure ci-dessous.

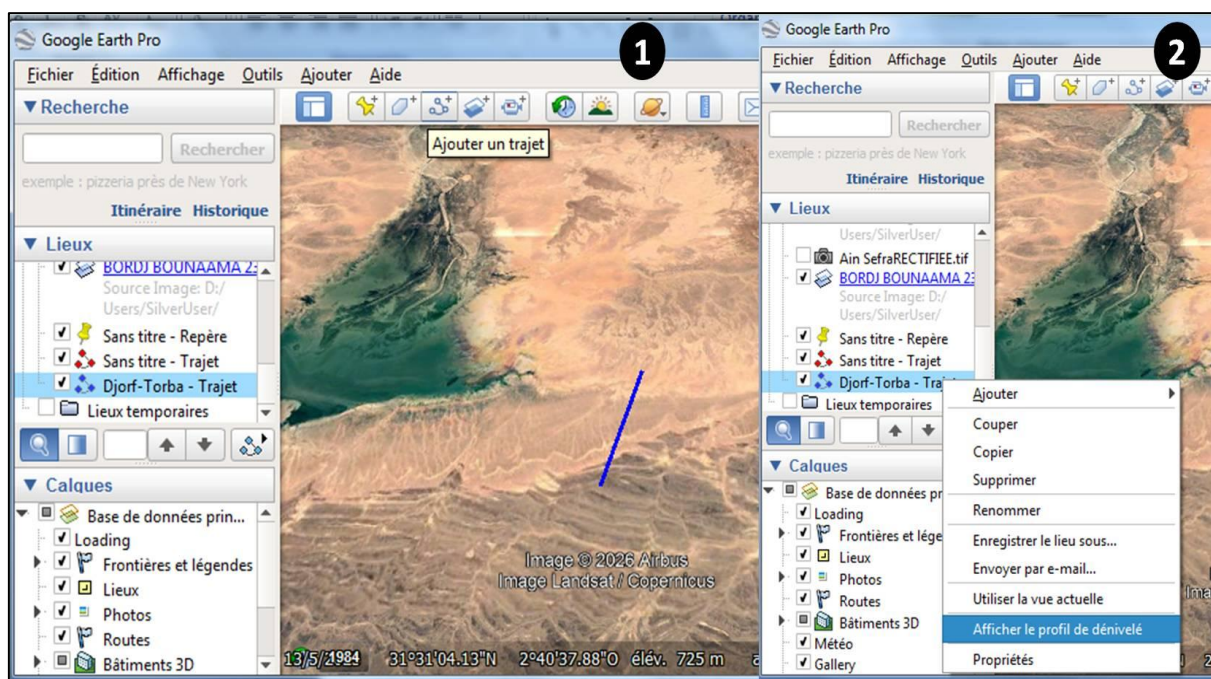


Fig. 11 : Etapes de la réalisation des profils topographiques sous Google Earth Pro

- Le profil topographique (Fig. 12) met en évidence une dépression au pied du relief (à gauche), une montée douce vers une ligne de crête culminant à 749m, suivie d'une rupture de pente nette menant à une surface tabulaire plus stable. Ce profil correspondant au tracé d'une distance de 4,03 km.

- Alors que le profil topographique (profil d'élévation) commence au sud (en bas du tracé) dans une zone relativement plane (Fig. 13), progresse vers le nord-est, puis effectue un virage serré vers l'ouest pour gravir et longer une crête rocheuse bien visible en relief. Ce profil correspondant au tracé d'une distance totale de 7,84 km.

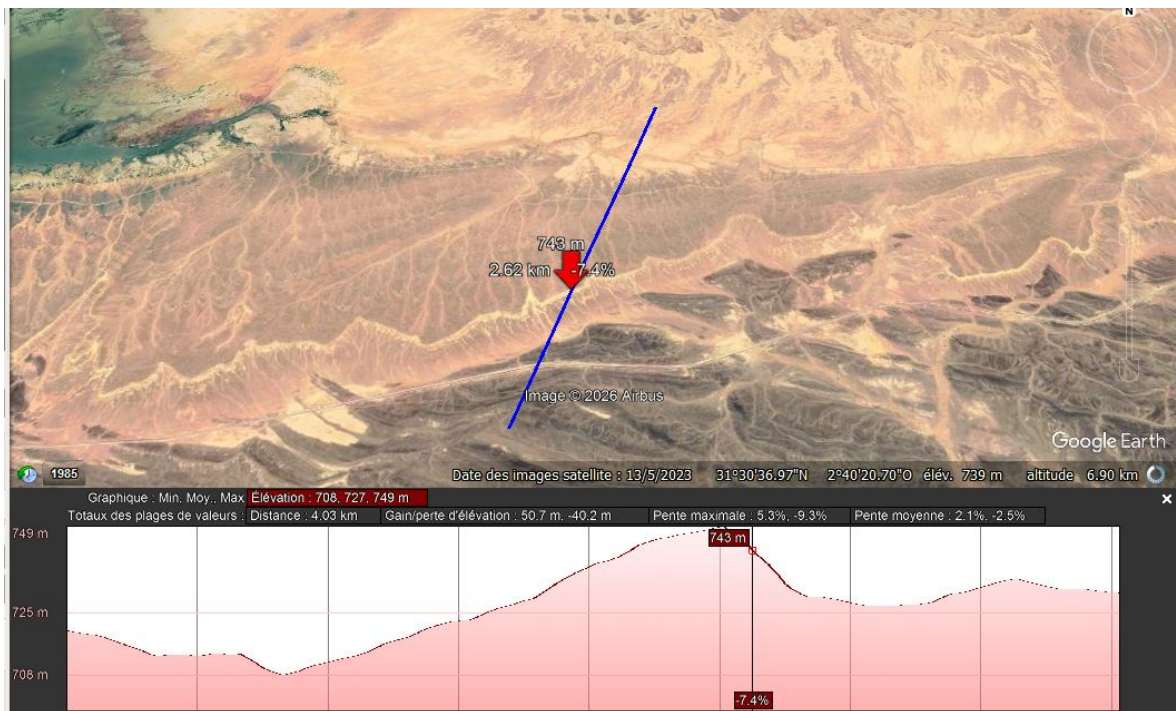


Fig. 12 : Profil topographique et localisation du tracé de coupe de Djorf-Torba, sous Google Earth Pro.



Fig. 13 : Profil topographique et localisation du tracé de coupe de Boukaïs, sous Google Earth Pro.

b. Données toponymiques :

Eléments	Toponymie
Villes et communes	Ville de Béchar, commune de Kénadsa et commune de Kénadsa
Plateaux	Plateau de Tamelalet
Djebels	Djebel Béchar, Djebel Asfar, Djebel El Ahmer et Djebel Horreït
Hamada	Hamada de Oum Es Sebaa
Oueds	Oued Guir et Oued Béchar
Barrage	Barrage de Djorf-Torba

Tab .01 : Eléments toponymiques de la région d'étude.

1.2. Données lithostratigraphiques :

Le bassin du Guir est structuré en quatre grands ensembles chronostratigraphiques : On retrouve le Précambrien-Paléozoïque au niveau des grands reliefs topographiques comme Djebel Béchar et Djebel Horreït. Le Jurassique est localisé au nord (Djebel Grouz) alors que les dépôts d'âge Cénomanién-Turonien (Crétacé supérieur) affleurent en bandes allongées au pied des reliefs paléozoïques ou le long de structures plissées, notamment à Menaguir, Zroug (près de Boukaïs), Kénadsa et Méridja. Le Cénozoïque correspond aux dépôts tertiaires et quaternaires qui colmatent les grandes dépressions, les plaines et forment les surfaces planes comme le Plateau de Tamelalet au nord-ouest ou la Hammada de Oum Es Sebâa.

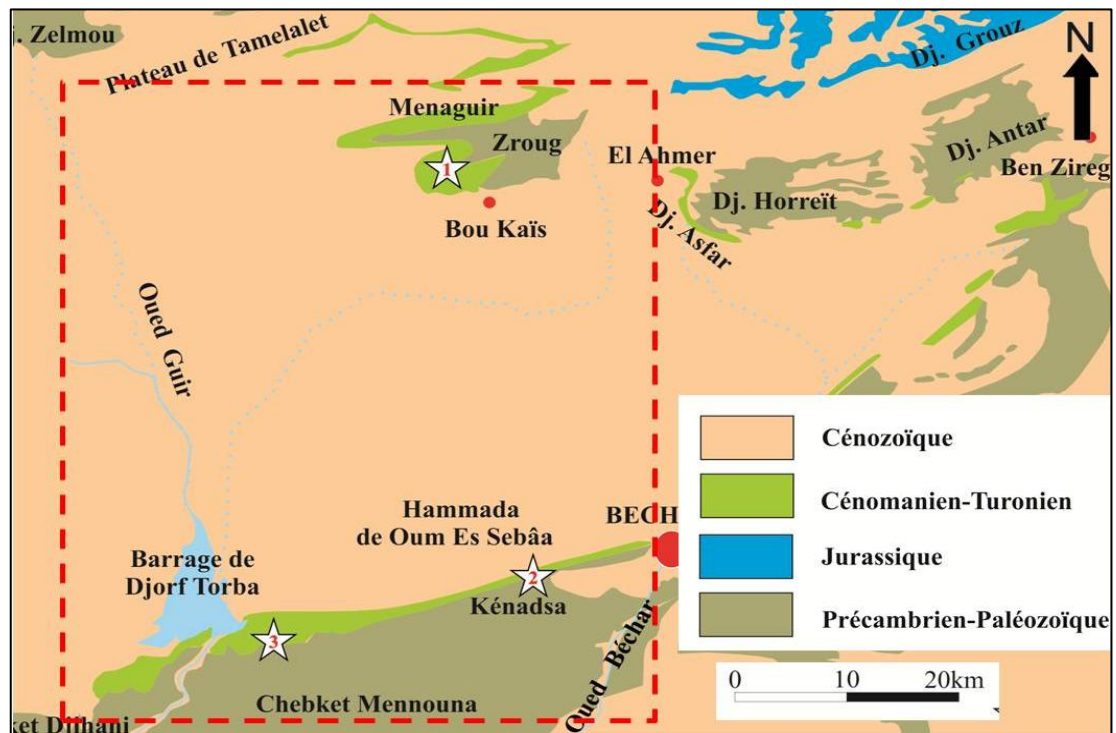


Fig. 14 : Extrait de la carte géologique du bassin du Guir (in Ghenim, 2019).

1.3. Données paléontologiques :

Basée sur les travaux Ghenim *et al.*, 2019 et Benyoucef *et al.*, 2021, du laboratoire n°25 de l'Université de Tlemcen à Kénadsa, Djorf-Torba et Boukais, la base des données paléontologiques du bassin du Guir recense 09 espèces d'huitres et 15 espèces de vénéroïdes. Elle constitue un outil d'analyse clé pour l'élaboration de cartes thématiques régionales.

a. Huîtres :

Espèces huîtres	Coupe de Kénadsa	Coupe de D.-Torba	Coupe de Boukais
<i>Exogyra conica</i> (J. Sowerby, 1813)	9	3	4
<i>Costagyra olisiponensis</i> (Sharpe, 1850)	37	34	138
<i>Ceratostreon flabellatum</i> (Goldfuss, 1833)	85	127	101
<i>Ilymatogyra africana</i> (Lamarck, 1801)	1	2	-
<i>Rhynchostreon suborbiculatum</i> (Lamarck, 1801)	132	30	83
<i>Gyrostrea delectrei</i> (Coquand, 1862)	1	-	-
<i>Plicatula auressensis</i> Coquand, 1862	6	1	13
<i>Plicatula batnensis</i> Coquand, 1880	5	1	70
<i>Plicatula</i> sp.	-	5	1

Tab .02 : Répartition des espèces huîtres et nombre d'individus dans les coupes étudiées du Cénomanién du Bassin du Guir.

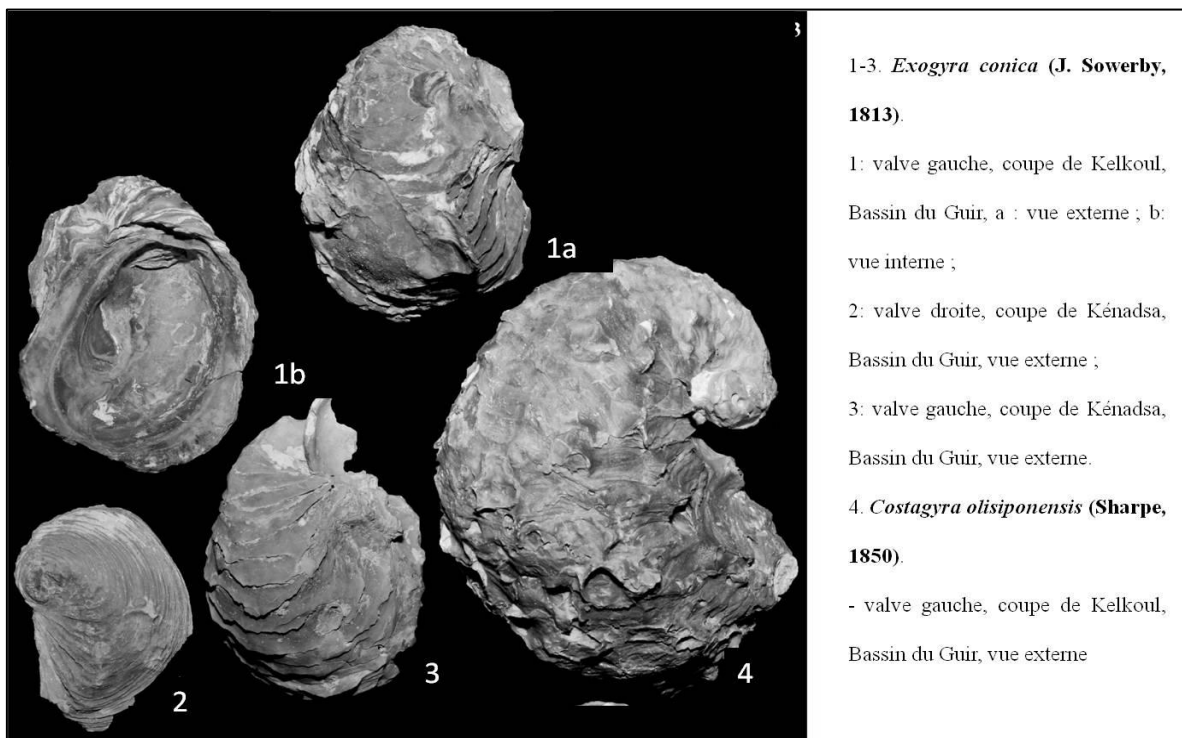


Fig. 15 : Illustrations des espèces huîtres : *Exogyra conica* (J. Sowerby, 1813) et *Costagyra olisiponensis* (Sharpe, 1850).

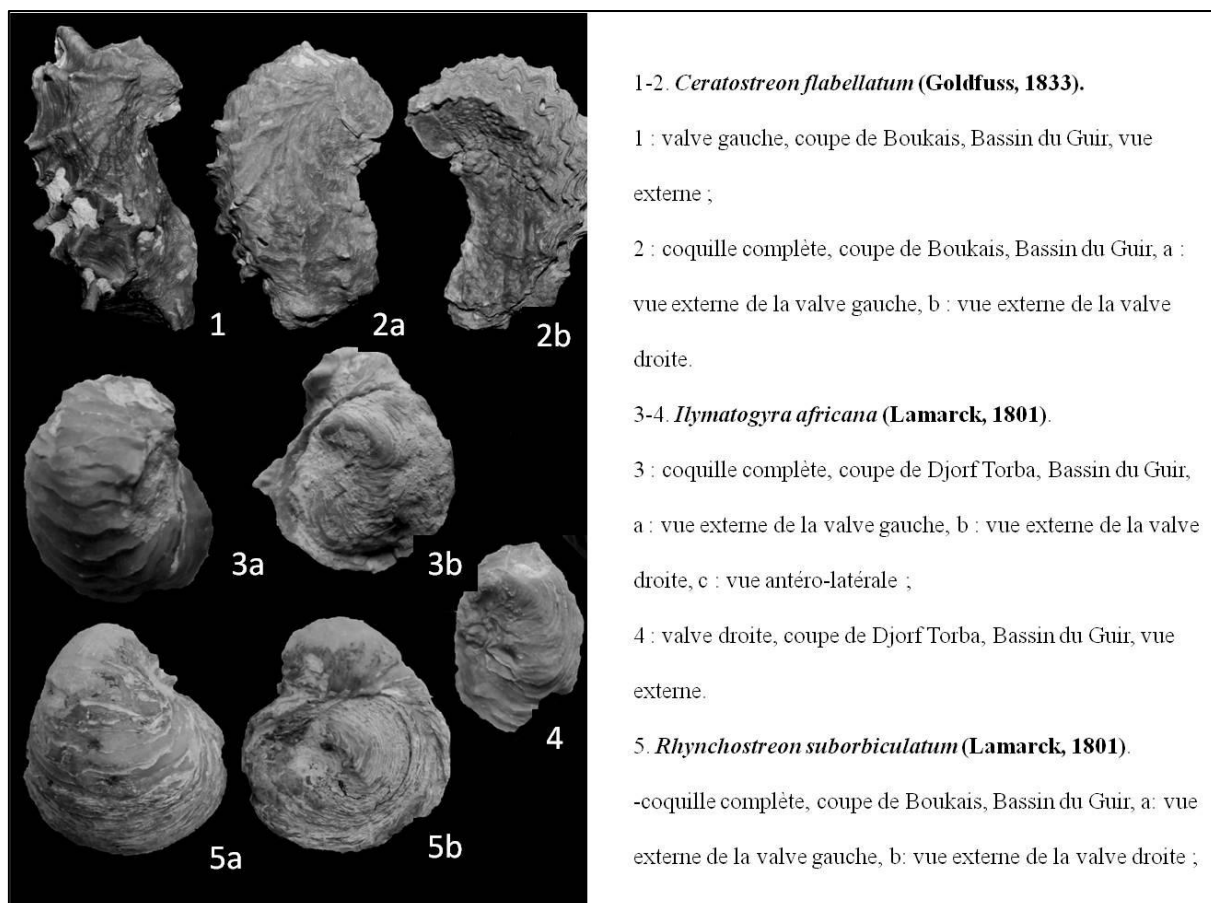


Fig. 16 : Illustrations des espèces huîtres : *Ceratostreon flabellatum* (Goldfuss, 1833), *Ilymatogyra africana* (Lamarck, 1801) et *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lamarck, 1801).

b. Vénéroïdes :

Espèces vénéroïdes	Coupe de Kénadsa	Coupe de D.-Torba	Coupe de Boukais
<i>Lucina fallax</i> Forbes, 1846	4	7	8
<i>Sphaera</i> cf. <i>corrugata</i> Sowerby, 1822	-	-	2
<i>Maghrebellia</i> cf. <i>forgemoli</i> (Coquand, 1862)	-	-	1
<i>Maghrebellia</i> sp.	1	-	-
<i>Crassatella</i> (<i>Rochella</i>) <i>tenuicostata</i> (Seguenza, 1882)	-	-	1
<i>Granocardium desvauxi</i> (Coquand, 1862)	-	-	1
<i>Granocardium productum</i> (Sowerby, 1832)	1	5	12
<i>G. productum</i> (Sowerby, 1832) var. <i>byzacenica</i> (Pervinquière, 1912)	-	1	1
<i>Protocardia hillana</i> (Sowerby, 1813)	1	2	6
<i>Protocardia</i> sp.	2	-	-
<i>Arctica cordata</i> (Sharpe, 1850)	-	9	1
<i>Arctica humei</i> (Cox)	1	2	6
<i>Arctica inornata</i> (d'Orbigny, 1844)	2	2	-
<i>Arctica picteti</i> (Coquand, 1862)	6	6	7
<i>Arctica</i> cf. <i>picteti</i> (Coquand, 1862)	-	2	3
<i>Tenea delettrei</i> (Coquand, 1862)	4	2	16
<i>Glossus aquilinus</i> (Coquand, 1862)	2	3	3
<i>Paraesa faba</i> (J. De C. Sowerby, 1827)	5	4	33

<i>Meretrix desvauxi</i> (Coquand, 1862)	-	-	2
<i>Meretrix orientalis</i> (Douvillé, 1916)	1	-	2
<i>Meretrix</i> sp.	-	-	2

Tab .03 : Répartition des espèces vénéroïdes et nombre d'individus dans les coupes étudiées du Cénomaniens du Bassin du Guir.

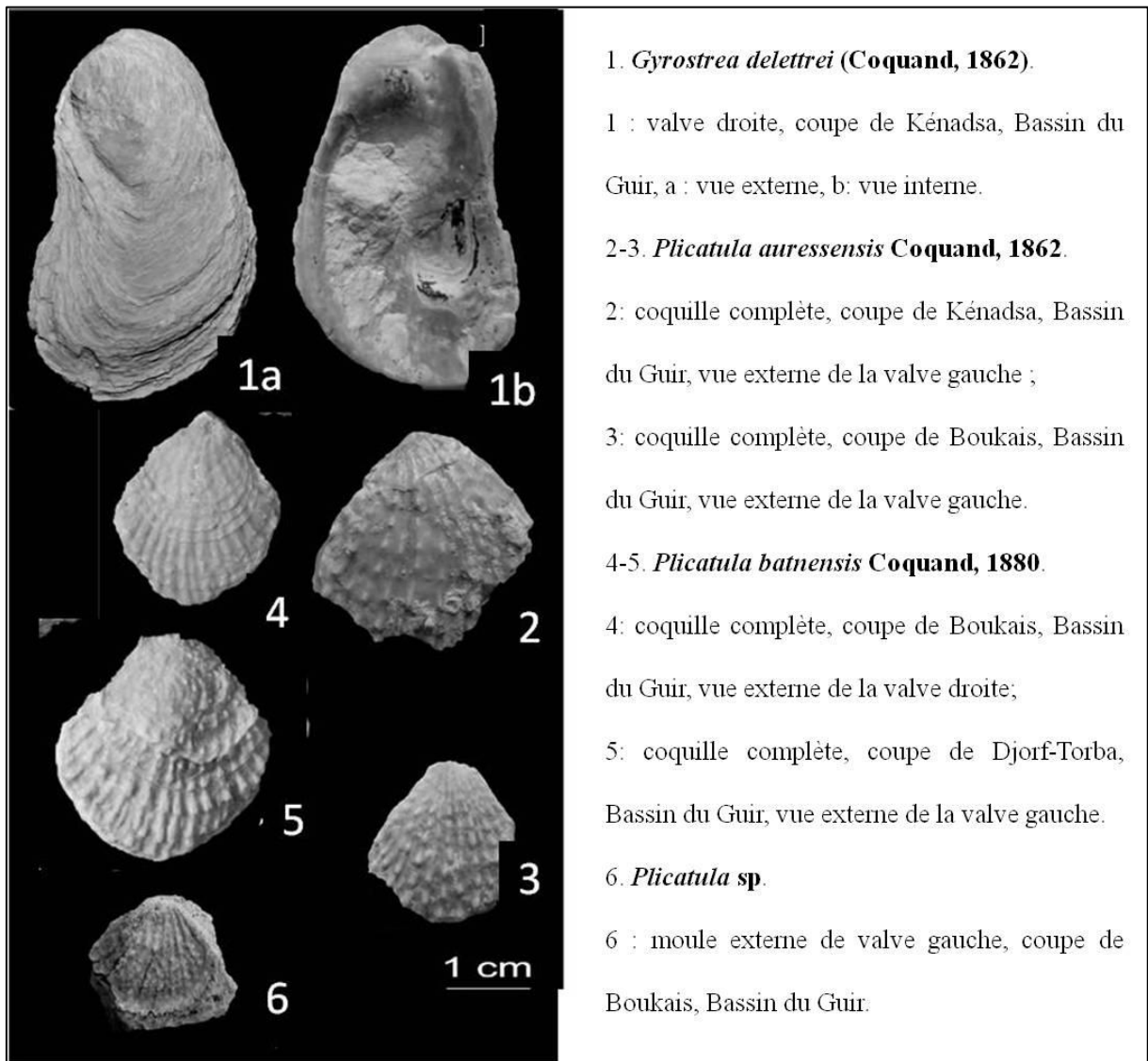


Fig. 17 : Illustrations des espèces huîtres : *Gyrostrea delettei* (Coquand, 1862), *Plicatula auressensis* Coquand, 1862, *Plicatula batnensis* Coquand, 1880 et *Plicatula* sp.

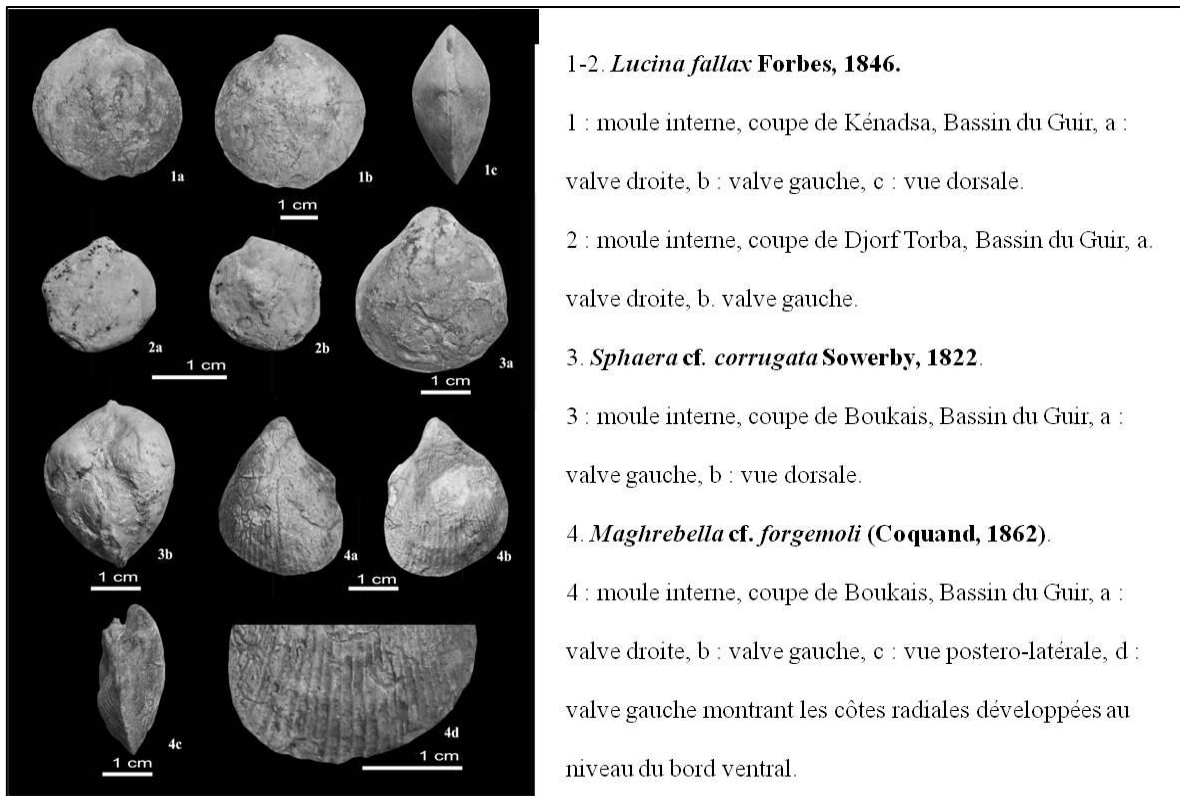


Fig. 18 : Illustrations des espèces vénéroïdes : *Lucina fallax* Forbes, 1846, *Sphaera* cf. *corrugata* Sowerby, 1822 et *Maghrebella* cf. *forgemoli* (Coquand, 1862).

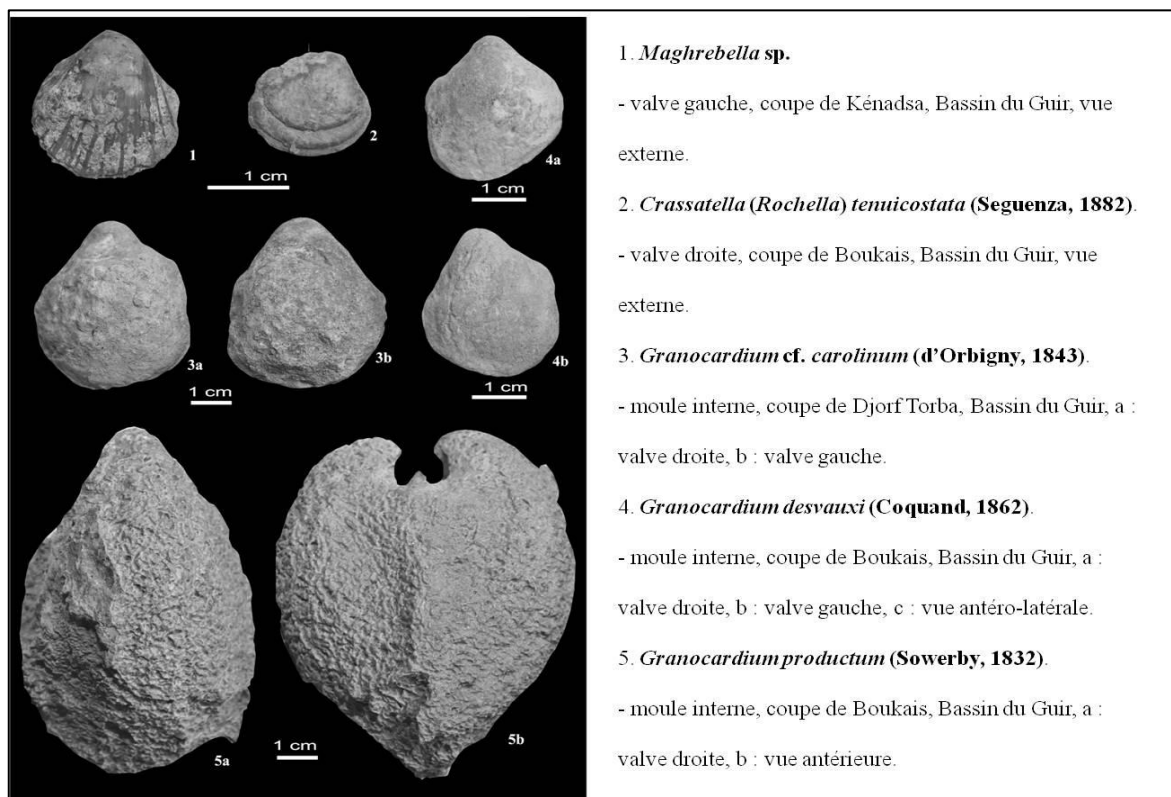


Fig. 19 : Illustrations des espèces vénéroïdes : *Maghrebella* cf. *forgemoli* (Coquand, 1862), *Maghrebella* sp., *Crassatella* (*Rochella*) *tenuicostata* (Seguenza, 1882), *Granocardium desvauxi* (Coquand, 1862), *Granocardium productum* (Sowerby, 1832).

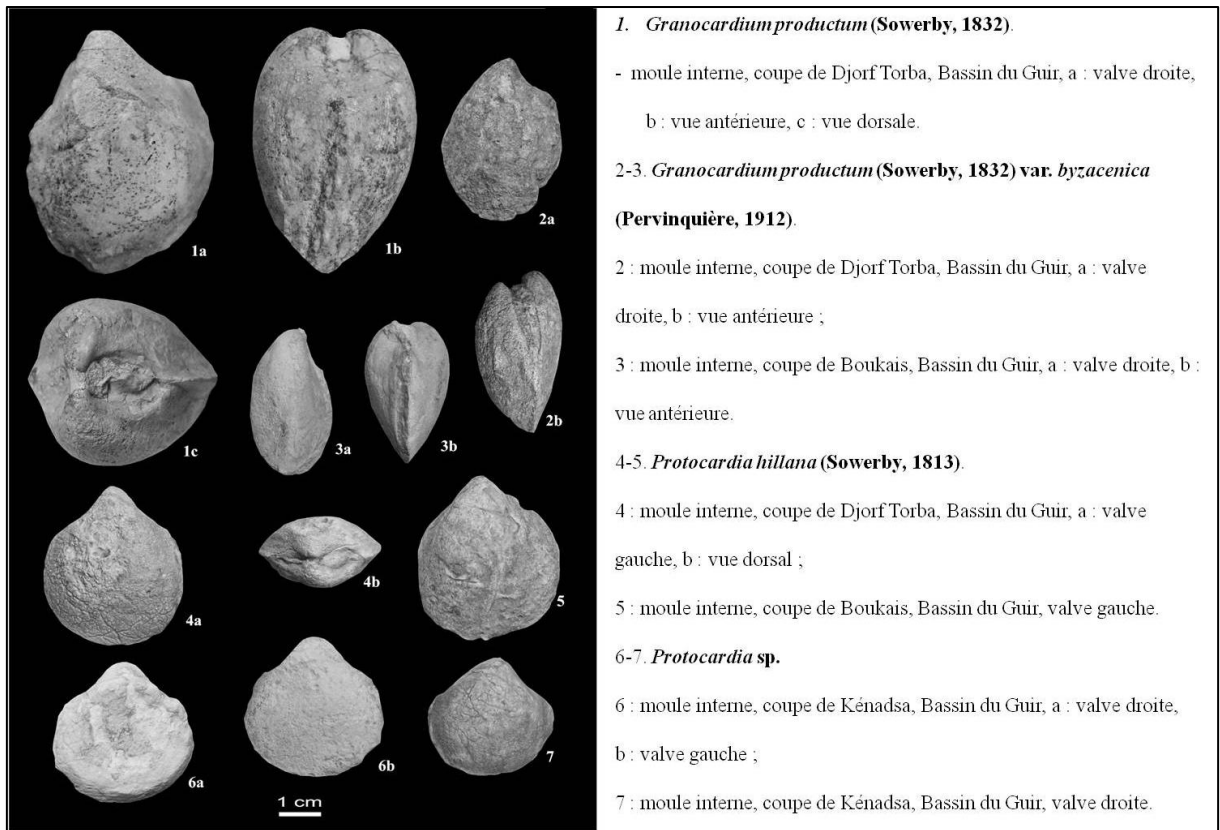


Fig. 20: Illustrations des espèces vénéroïdes : *G. productum* (Sowerby, 1832) var. *byzacenica* (Pervinquière, 1912), *Protocardia hillana* (Sowerby, 1813) et *Protocardia* sp.

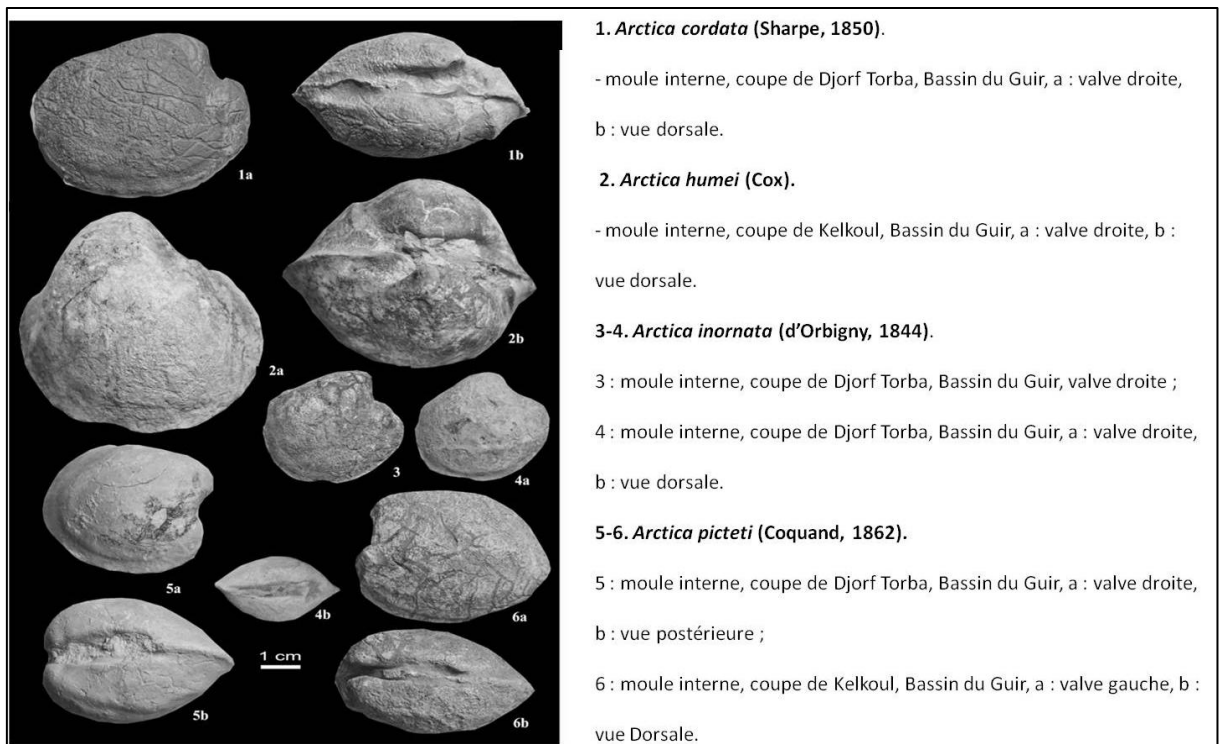


Fig. 21: Illustrations des espèces vénéroïdes: *Arctica cordata* (Sharpe, 1850), *Arctica humei* (Cox), *Arctica inornata* (d'Orbigny, 1844) et *Arctica picteti* (Coquand, 1862)

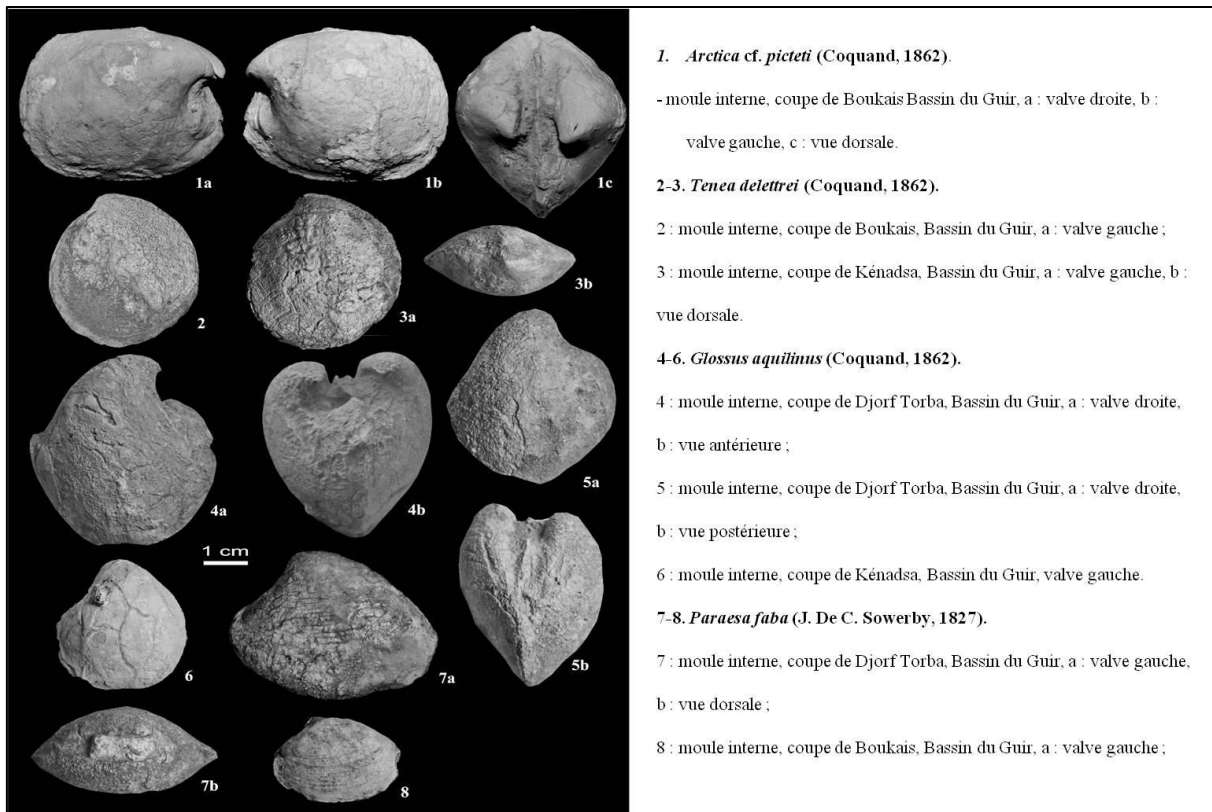


Fig. 22: Illustrations des espèces vénéroïdes : *Arctica cf. picteti* (Coquand, 1862), *Tenea delettrei* (Coquand, 1862), *Glossus aquilinus* (Coquand, 1862) et *Paraesa faba* (J. De C. Sowerby, 1827).

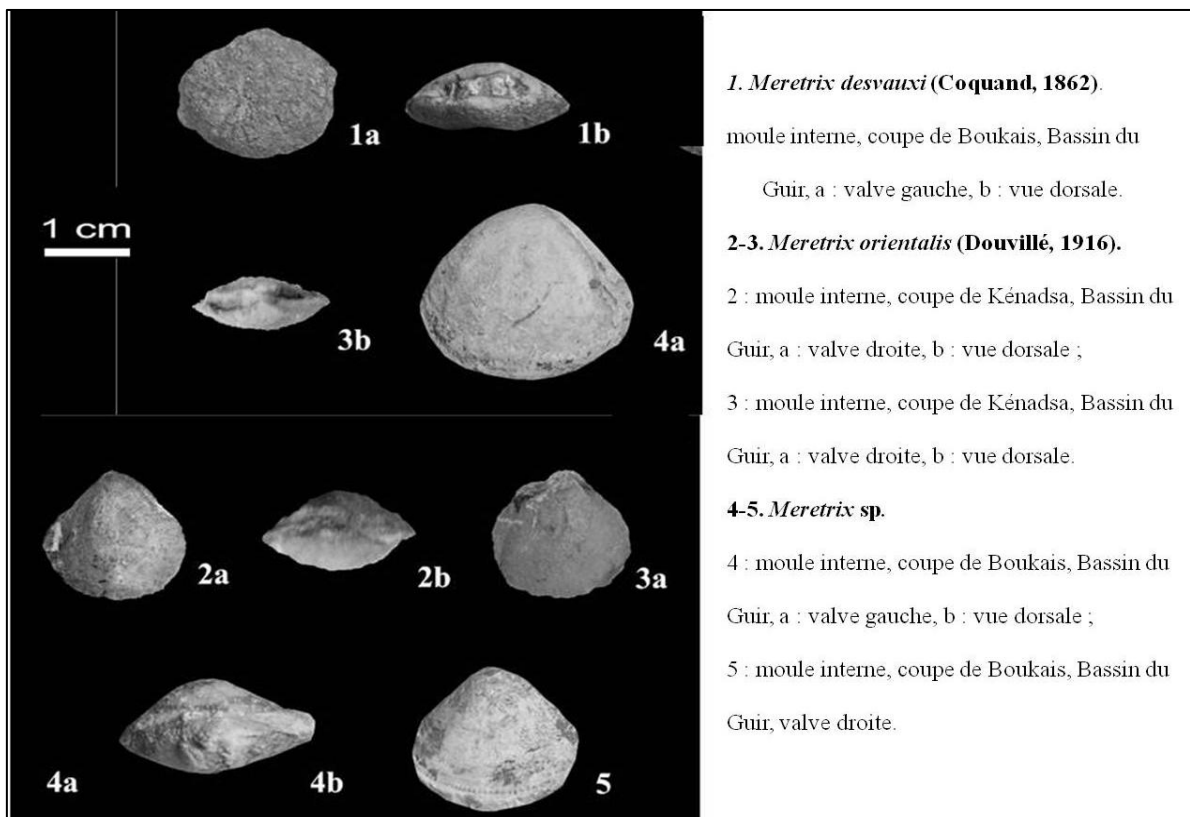


Fig. 23: Illustrations des espèces vénéroïdes : *Meretrix desvauxi* (Coquand, 1862), *Meretrix orientalis* (Douvillé, 1916) et *Meretrix* sp.

2. Conception et structuration de la base de données SIG

L'intégration des données demande la conception et la structuration de la base de données SIG. Avant l'ouverture du logiciel ArcGIS 10.8, l'architecture de la base de données (modèle conceptuel) est conçue. Le projet a été configuré dans le système de coordonnées adapté à l'Algérie et à la région de Béchar WGS_1984_UTM_Zone_30N.

2.1. Création des couches spatiales (Shapefiles) :

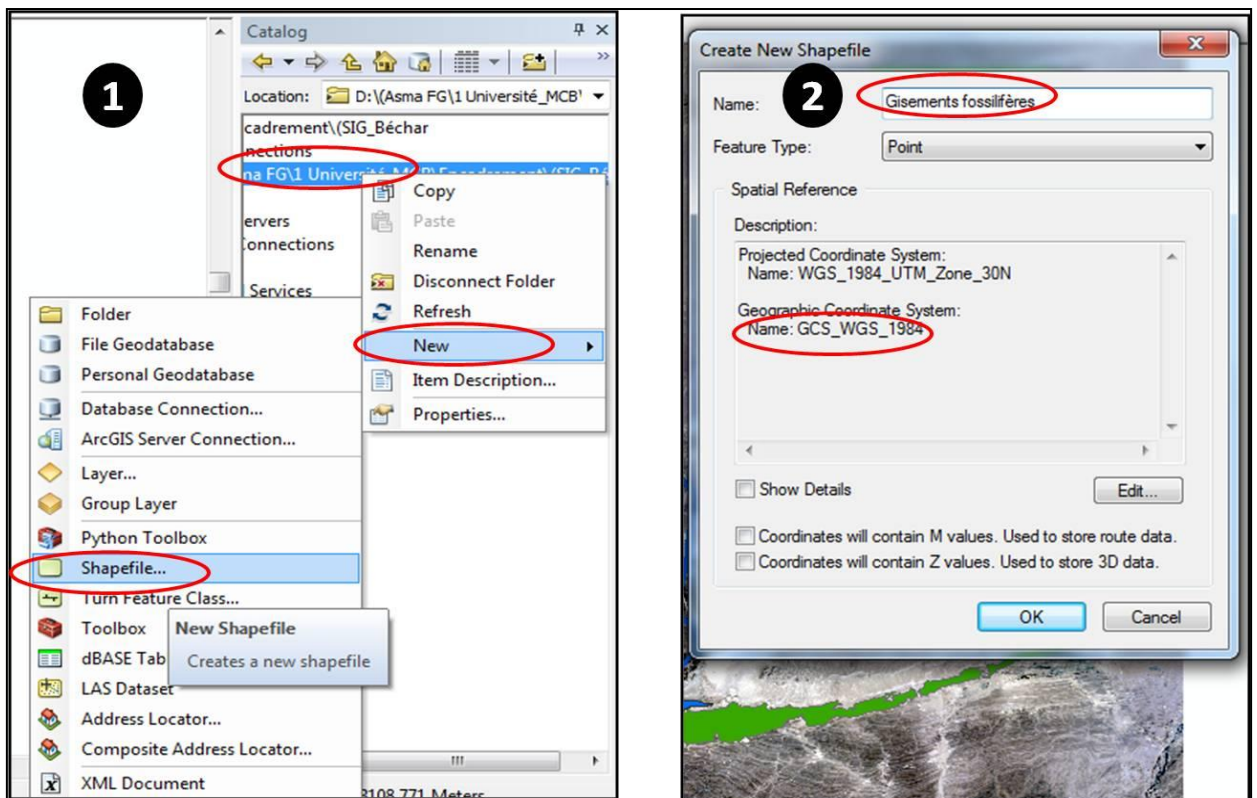
La création des 'shapefiles' est indispensable avant de les rassembler dans une 'Geodatabase'. Les couches en mode vecteur permettent de représenter le monde réel sous forme de **points** (emplacement des sites fossilifères), **lignes** (routes, réseau hydrographique et failles tectoniques) ou **surfaces 'polygones'** (limites administratives, barrage de Djorf-Torba, formations géologiques du Crétacé).

Pour la création d'une nouvelle classe d'entités 'Shapefile' (Fig. 15), un clic droit est effectué sur le dossier SIG récemment créé afin de sélectionner l'option *New > Shapefile*. Dans l'assistant, le nom de la couche est introduit, puis le type de la couche est choisi. Enfin, le système géographique de projection est déterminé pour finaliser la configuration.

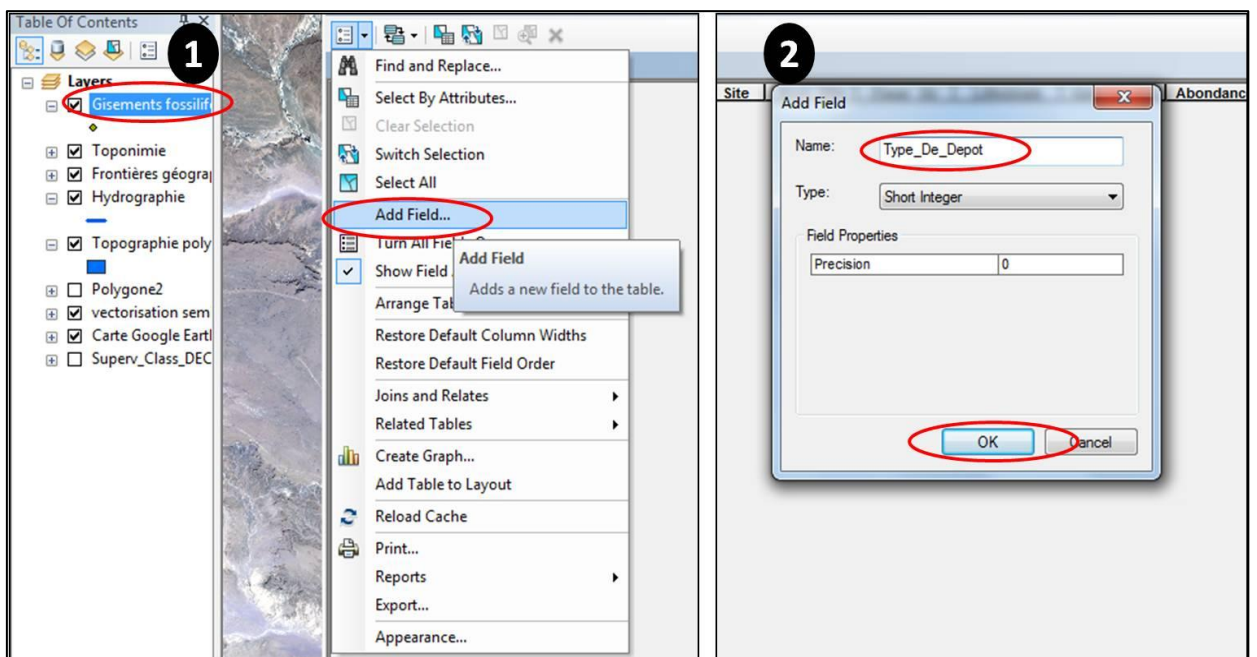
2.2. Création des tables attributaires :

Il s'agit de la création de nouveaux champs dans la table attributaire de la couche concernée afin d'y associer les données alphanumériques (Fig. 16).

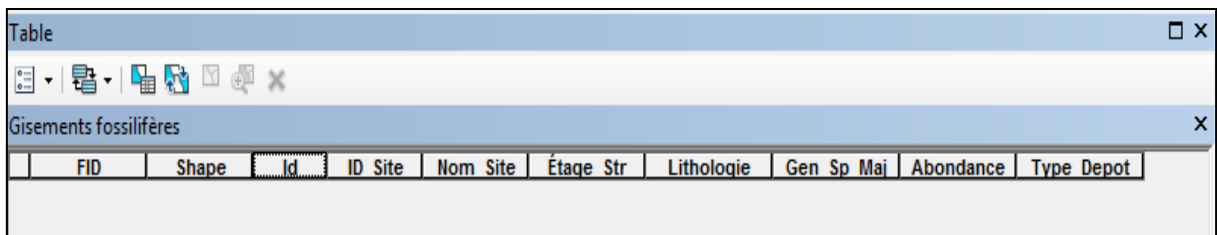
L'intégration de ces données constitue le cœur de l'analyse SIG. Elle se traduit par l'ajout des nouveaux champs à chaque couche en question. Par exemple, la couche de type 'point' représentant les sites fossilifères 'point' (Fig. 17) a été associée à une table contenant : ID_Site, Nom_Site, Étage_Stratigraphique, Lithologie, Genre_Espèce_Majoritaire, Abondance et Type_De_Depot (marin, saumâtre, continental).



. Fig. 24: Etapes de création d'une couche « point » (Exemple : sites fossilifères).



. Fig. 25: Etapes d'ajout des nouveaux champs dans la table attributaire sous ArcGIS.



FID	Shape	Id	ID Site	Nom Site	Étage Str	Lithologie	Gen Sp Maj	Abondance	Type Depot

Fig. 26 : Structure de la table attributaire de couche SIG des sites fossilifères.

CONCLUSION

L'élaboration d'un SIG appliqué à la paléontologie se résume à une transition méthodique du terrain vers le numérique, articulée autour de deux axes :

- L'acquisition des données topographiques, lithostratigraphique et paléontologiques.
- La structuration de la base de données : digitalisation de ces données en entités géographiques exploitables, par le biais de couches spatiales associées à leurs tables attributaires.

Troisième chapitre : RÉSULTATS ET INTERPRÉTATIONS

INTRODUCTION

Ce chapitre consiste sur l'analyse de la répartition spatiale des sites fossilifères à travers les cartes thématiques générées par le SIG, ouvrant la voie aux interprétations paléoécologiques et paléogéographiques de la région.

I. RESULTATS ET ANALYSES

1. Résultats (Cartes thématiques) :

1.1. Cartographie des noms des lieux

Afin de faciliter le repérage géographique des entités lithologiques et des sites fossilifères dans la zone d'étude, on procède à l'affichage des étiquettes (labels) des localités à partir de la table d'attributs de la couche vectorielle 'toponymie' selon les étapes illustrées dans la figure 18. Le résultat est illustré dans la figure 19.

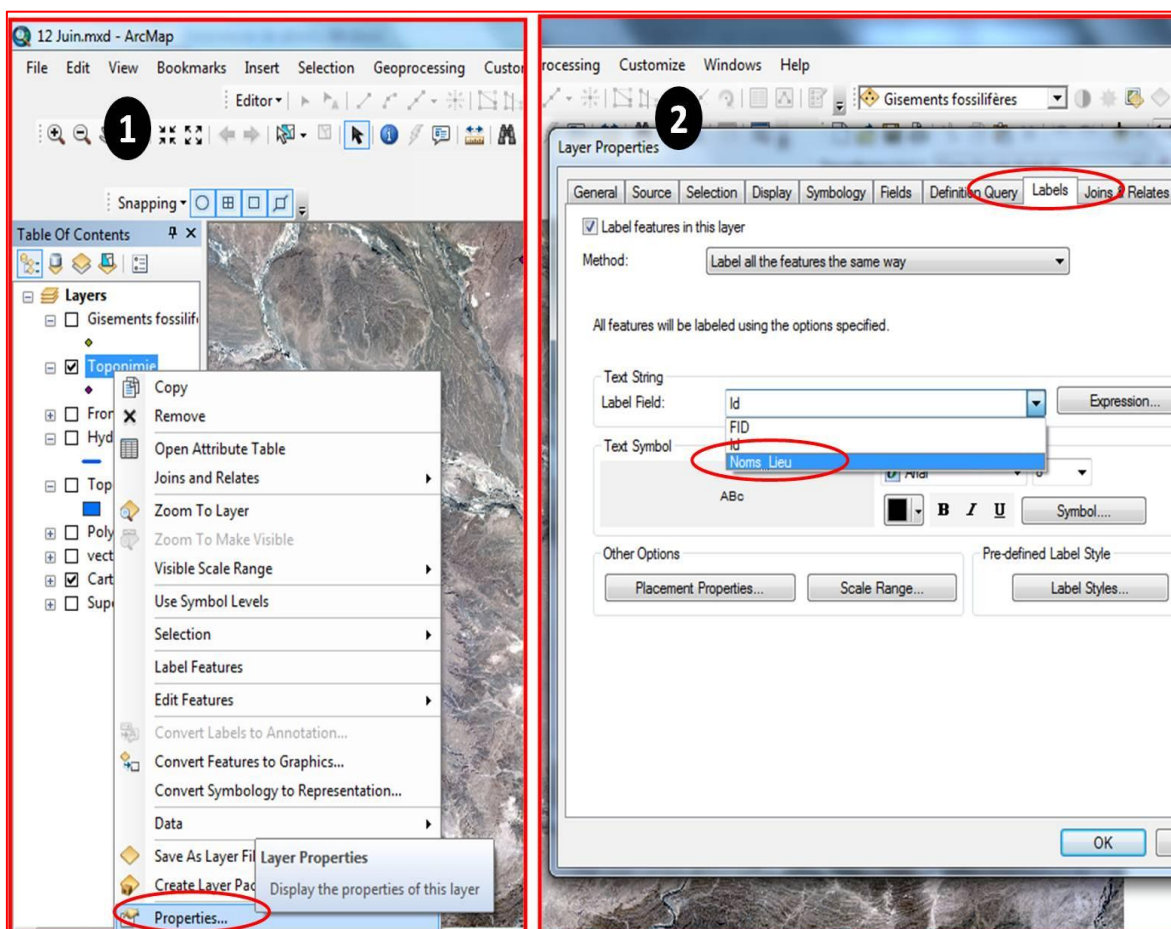


Fig. 27 : Etapes de configuration et affichage des étiquettes toponymiques sous ArcGIS.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de ce mémoire de Master était de répondre à une problématique majeure : Comment l'élaboration d'un SIG peut-elle contribuer à l'inventaire, l'analyse spatiale et la valorisation des sites fossilifères des dépôts d'âge Crétacé supérieur de la région de Béchar, tout en constituant un outil d'aide à la recherche scientifique. Face à ce constat, l'élaboration d'un Système d'Information Géographique (SIG) a permis de jeter des ponts indispensables entre la rigueur de l'analyse taxonomique textuelle et l'exactitude de la cartographie spatio-temporelle numérique.

La démarche s'est structurée comme suit : la première phase essentielle a consisté à harmoniser les systèmes de coordonnées par la conversion des anciennes projections (système Lambert) vers le système global standardisé WGS_1984_UTM_Zone_30N, garantissant ainsi une superposition spatiale parfaite de toutes les données géographiques, en utilisant le PCC. Grâce aux techniques de géoréférencement, de calage d'images satellitaires (notamment la scène récente de Landsat 9 (acquise en octobre 2023) et de digitalisation vectorielle, le territoire d'étude a pu être subdivisé en couches thématiques superposées. Les entités vectorielles géométriques (points pour les sites fossilifères, lignes pour le réseau hydrographique et les polygones pour les ensembles lithostratigraphiques) ont été liées par des tables attributaires. Pour chaque site (Kénadsa, Djorf-Torba et Boukaïs), des champs spécifiques ont été intégrés à la table attributaire, renseignant l'étage stratigraphique, la lithologie, la taxonomie (25 espèces identifiées au total, réparties entre 10 espèces d'huîtres et 15 espèces de vénéroïdes), l'abondance d'individus et les types de dépôts associés.

Les analyses spatiales des cartes thématiques générées sous ArcGIS ont révélé une cohérence stratigraphique absolue à l'échelle du Bassin du Guir. La cartographie démontre que tous les sites paléontologiques se corrèlent avec la Formation des Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane, d'âge Cénomaniens supérieur. L'approche spatiale a également mis en évidence l'importance des facteurs géomorphologiques et hydrographiques actuels dans la mise au jour du patrimoine paléontologique.

L'abondance des associations benthiques dominées par les genres *Costagyra*, *Ceratostreon* et *Rhynchostreon* (pour les Exogyrinae), ainsi que *Lucina*, *Arctica* et *Tenea* (pour les vénéroïdes), confirme la présence d'une vaste plateforme marine carbonatée peu profonde, chaude et bien oxygénée. La coexistence locale de ces bivalves avec des faunes

de mer ouverte (ammonites, échinides) matérialise une phase d'approfondissement du bassin.

L'analyse spatio-temporelle soutient l'hypothèse selon laquelle ces faunes benthiques ont utilisé la voie maritime épicontinentale transsaharienne comme un véritable corridor migratoire reliant l'Afrique du Nord à l'Atlantique Sud dès le Crétacé supérieur.

PERSPECTIVES

L'élaboration d'un SIG dédié à l'analyse spatiale des sites fossilifères des dépôts crétacés de la région de Béchar (Algérie) n'est pas une finalité en soi, mais la première pierre d'un projet de plus grande envergure. Plusieurs perspectives de recherche se dégagent :

- **Enrichissement de la base de données** : Il serait pertinent d'intégrer d'autres groupes macro-fossilifères clés comme les ammonites, les échinodermes et les microfossiles (ostracodes et foraminifères) afin d'obtenir un modèle de biodiversité tridimensionnel complet.

- **Modélisation 3D** : L'intégration de données altimétriques précises (MNT à haute résolution) permettrait de modéliser la géométrie souterraine des strates carbonatées du bassin de Guir en 3D.

- **Protection et valorisation du Patrimoine (Géotourisme)** : Ce SIG constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités locales. Il peut servir à cartographier la vulnérabilité des sites face à l'érosion ou aux aménagements urbains, facilitant la création de circuits géo-touristiques (géo-parcs) pour valoriser la richesse naturelle de la région de Béchar.

- **Mise en ligne d'un WebSIG.**

En somme, ce travail démontre que l'alliance entre la géomatique et la géologie fondamentale est devenue indispensable. Le SIG développé au cours de ce mémoire s'affirme désormais comme un outil scientifique structuré et évolutif, prêt à accompagner les futures chercheurs dans l'exploration des bassins sédimentaires algériens.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Ahmad, F., Farouk, S., El-Kahtany, K., Al-Zubi, H., Diabat, A., 2015. Late Cenomanian oysters from Egypt and Jordan. *Journal of African Earth Sciences* 109, pp.

283-295. **Benyoucef, M., Meister, C., Bensalah, M., Malti, F.Z., 2012.** La plateforme pré-africaine (Cénomanien supérieur–Turonien inférieur) dans la région de Béchar (Algérie): stratigraphie, paléoenvironnements et signification paléobiogéographique. *Revue de Paléobiologie* 31 (1), 205–218.

Benyoucef, M., Meister, C., Mebarki, K., Läng, É., Adaci, M., Cavin, L., Malti, F.Z., Zaoui, D., Cherif, A., Bensalah, M., 2016. Évolution lithostratigraphique, paléoenvironnementale et séquentielle du Cénomanien-Turonien inférieur dans la région du Guir (Ouest algérien). *Carnets de Géologie* 16 (9), pp. 271-296.

Benyoucef, M., Ghenim, A-F., Ferré, B., Ayoub-Hannaa, W., Kočí, T., Adaci, M. Guendouz, M.L., Zaoui, D., Bendella, M., Bensalah, M. 2021. Taxonomy, palaeoecology and palaeobiogeography of upper Cenomanian (Upper Cretaceous) oysters and plicatulids from southern Algeria. *Historical Biology*, 1- 30.

Dhondt, A.V., 1992. Palaeogeographic distribution of Cretaceous Tethyan non-rudist bivalves. In New aspects on Tethyan Cretaceous fossil assemblages (eds Kollmann, H. A. & Zapfe, H.), *Schriftenreihe der Erdwissenschaftlichen Kommissionen der Österreichischen Akademie der Wissenschaften* 9, pp. 75-94.

Dhondt, A.V., Malchus, N., Boumaza, L., Jaillard, E., 1999. Cretaceous oysters from North Africa: origin and distribution. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 170 (1), pp. 67-76.

El Qot, G.M., 2006. Late Cretaceous macrofossils from Sinai, Egypt. *Beringeria*, 36, 3–163.

Ghenim, A-F., 2020. Les bivalves du céno-manien supérieur de l'Algérie sud-occidentale (Atlas Saharien et Bassin du Guir). *Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen*, 222 p.

Ghenim, A-F., Benyoucef, M., El Qot, G., Adaci, M., Bensalah, M., 2019. Upper Cenomanian bivalves from the Guir Basin (southwestern Algericé (souvent des nuances de vert) afin que les cartes finales soient lisibles par tous les géologues): order Veneroida. *Annales de Paléontologie* 105, 21–38.

Seeling, J., Bengtson, P., 1999. Cenomanian oysters from the Sergipe Basin, Brazil. *Cretaceous Research* 20, pp. 747-765.

www.google.fr/earth/about/versions/#earth-pro

www.usgs.gov/

LISTE DES FIGURES

Figures	P.
Fig. 01 : Situation géographique de la région d'étude.	13
Fig. 02 : Carte géologique simplifiée du Bassin du Guir et localisation des coupes étudiées (Extrait de la carte géologique de la Hamada du Guir, à l'échelle 1/100.000, in Ghenim 2020).	14
Fig. 03 : Colonne lithostratigraphique synthétique présentant la série crétacée du Bassin du Guir (échelle verticale non-respectée) (Benyoucef, 2016).	15
Fig. 04 : Image satellite Landsat 9 acquise le 11/10/2023 (Path: 199; Row: 38). (Le cadre rouge délimite la zone d'étude).	16
Fig. 05 : Interface ArcGIS (version 10.8).	17
Fig. 06 : Interface Google Earth Pro.	18
Fig. 07 : Interface PCC.	19
Fig. 08 : Composantes principales d'un SIG.	23
Fig. 09 : Fonctionnalités d'un SIG.	24
Fig. 10 : Présentation du mode raster et vecteur.	24
Fig. 11 : Etapes de la réalisation des profils topographiques sous Google Earth Pro.	25
Fig. 12 : Profil topographique et localisation du tracé de coupe Djorf-Torba, sous Google Earth Pro.	26
Fig. 13 : Profil topographique et localisation du tracé de coupe de Boukaïs, sous Google Earth Pro.	26
Fig. 14 : Extrait de la carte géologique du bassin du Guir (in Ghenim, 2019).	27
Fig. 15 : Illustrations des espèces huîtres : <i>Exogyra conica</i> (J. Sowerby, 1813) et <i>Costagyra olisiponensis</i> (Sharpe, 1850).	28
Fig. 16 : Illustrations des espèces huîtres : <i>Ceratostreon flabellatum</i> (Goldfuss, 1833), <i>Ilymatogyra africana</i> (Lamarck, 1801) et <i>Rhynchostreon suborbiculatum</i> (Lamarck, 1801).	29
Fig. 17 : Illustrations des espèces huîtres : <i>Gyrostrea delectrei</i> (Coquand, 1862), <i>Plicatula auressensis</i> Coquand, 1862, <i>Plicatula batnensis</i> Coquand, 1880 et <i>Plicatula</i> sp.	30
Fig. 18 : Illustrations des espèces vénéroïdes : <i>Lucina fallax</i> Forbes, 1846, <i>Sphaera</i> cf. <i>corrugata</i> Sowerby, 1822 et <i>Maghrebellia</i> cf. <i>forgemoli</i> (Coquand, 1862)	31
Fig. 20 : Illustrations des espèces vénéroïdes : <i>G. productum</i> (Sowerby, 1832) var. <i>byzacenica</i> (Pervinquière, 1912), <i>Protocardia hillana</i> (Sowerby, 1813) et <i>Protocardia</i> sp.	31
Fig. 21 : Illustrations des espèces vénéroïdes: <i>Arctica cordata</i> (Sharpe, 1850), <i>Arctica humei</i> (Cox), <i>Arctica inornata</i> (d'Orbigny, 1844) et <i>Arctica picteti</i> (Coquand, 1862)	32

Fig. 22 : Illustrations des espèces vénéroïdes : <i>Arctica</i> cf. <i>picteti</i> (Coquand, 1862), <i>Tenea delectrei</i> (Coquand, 1862), <i>Glossus aquilinus</i> (Coquand, 1862) et <i>Paraesa faba</i> (J. De C. Sowerby, 1827).	33
Fig. 23 : Illustrations des espèces vénéroïdes : <i>Meretrix desvauxi</i> (Coquand, 1862), <i>Meretrix orientalis</i> (Douvillé, 1916) et <i>Meretrix</i> sp.	33
Fig. 24 : Etapes de création d'une couche « point » (Exemple : sites fossilifères).	35
Fig. 25 : Etapes d'ajout des nouveaux champs dans la table attributaire sous ArcGIS.	35
Fig. 26 : Structure de la table attributaire de couche SIG des sites fossilifères.	36
Fig. 27 : Etapes de configuration et affichage des étiquettes toponymiques sous ArcGIS.	38
Fig. 28 : Carte toponymique de la zone d'étude superposée à l'image satellitaire.	39
Fig. 29 : Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude superposée à l'image satellitaire.	40
Fig. 30 : Carte lithologique de la zone d'étude.	41
Fig. 31 : Carte des sites fossilifères de la zone d'étude.	42
Fig. 32 : Table attributaire de la couche vectorielle sites fossilifères	42
Fig. 33 : Carte synthétique de la zone d'étude.	43
Fig. 34 : Légende de la carte synthétique de la zone d'étude.	44

LISTE DES TABLEAUX

Tableaux	P.
Tab. 01: Eléments toponymiques de la région d'étude.	27
Tab. 02: Répartition des espèces huîtres et nombre d'individus dans les coupes étudiées du Cénomanién du Bassin du Guir.	28
Tab. 03: Répartition des espèces vénéroïdes et nombre d'individus dans les coupes étudiées du Cénomanién du Bassin du Guir.	29