



MEMOIRE

Présenté

à



L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN
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

Pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER PROFESSIONNEL

Spécialité

Géo-Ressources

par

Ahmed Zakaria KHEMIES

**INTERET GEODIDACTIQUE ET MISE EN TOURISME DU
PATRIMOINE GEOLOGIQUE TLEMENIEN
(ALGERIE NORD OCCIDENTALE)**

Soutenu le juillet 2022 devant les membres du jury :

Salamet MAHBOUBI MC (A), Univ. Tlemcen
Abbas MAROK, Professeur, Univ. Tlemcen
Amine BOUDEFLA, Directeur de la culture, Tlemcen
Kamar Eddine BENSEFIA, MC (B), Univ. Tlemcen

Président
Encadreur
Co-Encadreur
Examineur

TABLE DES MATIERES

	P.
REMERCIEMENTS	4
RESUME	5
ABSTRACT	6

INTRODUCTION

I. PROBLEMATIQUE	7
II. OBJECTIFS	7
III. METHODOLOGIE ET OUTILS	7
A. Sur de terrain	8
B. Au laboratoire	8

Premier chapitre: GENERALITES SUR LE PATRIMOINE GEOLOGIQUE

I. INTRODUCTION	9
II. NOTION DE PATRIMOINE GEOLOGIQUE (= GEO-PATRIMOINE) ET TERMES ASSOCIES	9
A. Géosite	9
B. Géotope	9
C. Géomorphosite	10
D. Géodiversité	10
E. Géoconservation	10
F. Géotourisme	10
G. Géoarchéologie:	10
H. Géoparc (= Geopark)	10
III. HISTORIQUE SUR LE PATRIMOINE GEOLOGIQUE	10
IV. METHODES D'EVALUATION DES GEOSITES	11

V. TYPOLOGIE DES GEOSITES	12
----------------------------------	----

Deuxième chapitre: **INVENTAIRE, TYPOLOGIE ET EVALUATION DE L'INTERET PATRIMONIAL DES GEOSITES TLEMCENIENS**

I. INTRODUCTION	13
II. INVENTAIRE ET TYPOLOGIE DES GEOSITES	13
A. Géosites géomorphologiques	13
B. Géosites paléontologiques	13
C. Géosites minéralogiques et pétrographiques	15
D. Géosites structurologiques	15
E. Géosites hydrogéologiques	16
F. Géosites spéléologiques	16
G. Géosites géoarchéologiques	16
III. EVALUATION DE L'INTERET PATRIMONIAL DES GEOSITES	25
A. Géosites à intérêt international	25
B. Géosites à intérêt national	25
C. Géosites à intérêt régional/local	26
IV. CONCLUSION	26

Troisième chapitre: **APPLICATION DE LA PHOTOGRAMMETRIE**

I. INTRODUCTION	27
II. PHOTOGRAMMETRIE ET MODELISATION EN 3D: PRINCIPE ET METHODES	27
A. Principe	27
B. Méthodes	27
III. PHOTOGRAMMETRIE EN PLALEONTOLOGIE	28
A. Matériel et méthodes	28

Quatrième chapitre: **PRESENTATION DU SITE WEB**

I. INTRODUCTION	30
------------------------	----

II. ETAPES A SUIVRE POUR LA CONCEPTION DU SITE WEB	30
A. Etape 1	30
B. Etape 2	30
C. Etape 3	30
III. PRESENTATION DU SITE WEB « GEOPARK TLEMCEN »	31
A. Fenêtre Home page (accueil)	31
B. Fenêtre Geopark (Géoparc)	32
C. Modèle 3D	33
D. Carte des géosites	35
E. Géologie de la région	35
F. About us	36
G. Législation	37

CONCLUSION GENERALE & PERSPECTIVES

I. CONCLUSION GENERALE	38
II. PERSPECTIVES	39
REFERNCES BIBLIOGRAPHIQUES	40
LISTE DES FIGURES	41
LISTE DES TABLEAUX	42

REMERCIEMENTS

REMERCIEMENTS

Ce projet de fin d'études a été réalisé dans le cadre de la collaboration entre l'Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen et la Direction de la culture de la wilaya de Tlemcen. Au début, je remercie le BON DIEU, le TOUT PUISSANT de m'avoir donné la santé et la volonté de l'achever dans les meilleures conditions.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres de jury :

Monsieur **Abbas MAROK**, Professeur des Universités pour ses précieux conseils, pour son écoute active, sa disponibilité, son professionnalisme et son encouragement. Je tiens une fois encore à le remercier pour sa lecture du manuscrit et surtout pour avoir assuré la tâche difficile d'encadreur.

Monsieur **Amine BOUDEFLA**, Directeur de la culture de la wilaya de Tlemcen qui m'a accordé son aide pour la réalisation du site Web. Son savoir faire en matière d'informatique était pour moi «GEOLOGUE » de formation, un appui indispensable.

Mademoiselle **Salamet MAHBOUBI**, Maître de Conférences classe (A) qui m'a fait l'honneur de présider le jury.

Monsieur **Kamar Eddine BENSEFIA**, Maître de Conférences classe (B) d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Qu'il me soit permis de remercier très chaleureusement Monsieur **Benameur NEHAR**, Maître de Conférences classe (B) au Département d'Ecologie & Environnement pour l'aide efficace qu'il m'a apporté lors de la réalisation du Site Web.

Je ne saurais oublier de remercier mon cher ami **Youcef DJELLAS** pour son aide et patience malgré ses empêchements.

Mes remerciements vont aussi à mes amis (es) de la 7^{ème} promotion des Masterants en « Géo-Ressouces Professionnel » et à **Khaled BORAS** pour leur soutien moral.

Je remercie vivement les enseignants du Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, en particulier l'équipe de formation du « Master professionnel Géo-ressources » pour leur générosité scientifique et la grande patience dont ils ont su faire preuve malgré leurs tâches professionnelles.

Enfin, je ne peux finir cette page sans rendre un hommage tout particulier à mon père, mon exemple éternel, mon soutien moral et source de joie et de bonheur.

RESUME

RESUME

Dans ce travail réalisé en collaboration avec la direction de la culture de la wilaya de Tlemcen, nous proposons à la communauté universitaire (enseignants, étudiants) et aux excursionnistes un site web appelé «GeoPark Tlemcen». Ce site web est élaboré pour promouvoir le géotourisme dans une région connue par la variété dans son patrimoine géologique et géoarchéologique.

En plus de la vocation patrimoniale de ce site web, une place particulière est réservée à la

géodidactique. Cette fenêtre offre à son utilisateur des modèles en trois dimensions. Dans notre cas, la photogrammétrie est appliquée aux fossiles récoltés dans des gésosites paléontologiques de la région.

Le site web «GeoPark Tlemcen» offre également au public des informations sur la géographie et la géologie de la région et sur la législation concernant la protection du patrimoine naturel.

Mots-clés: Site web, Patrimoine, Géotourisme, Géodidactique, Photogrammétrie, GeoPark, Tlemcen.

ABSTRACT

ABSTRACT

In this work carried out in collaboration with the Directorate of Culture of the Wilaya of Tlemcen, we propose to the university community (teachers, students) and to the excursionists a website called «GeoPark Tlemcen». This website is designed to promote geotourism in a region known for the variety of its geological and geoarchaeological heritage.

In addition to the heritage vocation of this website, a special place is

reserved for geodidactics. This window offers its user three-dimensional models (3D). In our case, photogrammetry is applied to fossils collected in paleontological sites in the region

The «GeoPark Tlemcen» website also provides the public with information on the geography and geology of the region and on legislation concerning the protection of natural heritage.

Key-words: Website, Heritage, Geotourism, Geodidactics, Photogrammetry, GeoPark, Tlemcen.

INTRODUCTION

I. PROBLEMATIQUE

Vu leur nature fragile, le patrimoine géologique (ou le Géo-Patrimoine selon le vocabulaire de certains auteurs) et le patrimoine Géo-Archéologique sont souvent soumis à des phénomènes d'altération et d'érosion ou encore à des actions de destruction par l'homme.

Dans cette optique, un livre consacré au patrimoine géologique et géoarchéologique de la région de Tlemcen a été édité pour faire connaître à la communauté scientifique (Enseignants et étudiants), les élèves et les excursionnistes, la valeur aussi bien scientifique, géodidactique et géotouristique des sites de la wilaya (Marok, 2021). L'auteur de ce livre a également proposé aux autorités compétentes une nouvelle stratégie pour conserver, protéger et valoriser les géosites en se basant sur la législation internationale, à l'exemple de la convention sur la protection du patrimoine mondial culturel (UNESCO, 1972), les déclarations internationales sur les droits de la mémoire de la terre (Digne, 1991) et le patrimoine mondial (Budapest, 2002) et enfin sur législation locale (loi n°98-04 du 15 juin 1998 et le décret exécutif n°03-323 du 5 octobre 2003).

A partir de ce document de base, et pour sensibiliser les différents acteurs au développement de la culture du géotourisme et du géodidactique d'une part et pour protéger les géosites et les conserver aux générations futures d'autre part, nous allons développer un site web appelé **GeoPark Tlemcen (GPT Website)**. Ce dernier sera réalisé en collaboration avec la direction de la culture de la wilaya de Tlemcen.

II. OBJECTIFS

A partir d'une base de données publiée sous forme d'un livre « intitulé: Patrimoine géologique et géoarchéologique tlemcénien, intérêt scientifique et visée socio-économique » (Marok, 2021), nous avons essayé avec l'auteur qui assure en même temps le rôle d'encadreur de compléter ce travail par:

- la création d'un site-web des géosites de la région de Tlemcen;
- l'application de la photogrammétrie, en particulier sur les fossiles des géosites paléontologiques et la réalisation des modèles en 3D;
- la cartographie des différents géosites;
- l'évaluation de l'intérêt patrimonial des géosites.

III. METHODOLOGIE ET OUTILS

Les résultats exposés dans ce mémoire découlent de nombreux travaux effectués en plusieurs étapes.

A. Sur de terrain

En plus des données fournies par mon encadreur, auteur du livre, le travail de terrain a été axé sur la récolte des échantillons (roches, minéraux, fossiles) et la visite des géosites (prise de photos, vidéos, géoréférencement, etc.).

B. Au laboratoire

Le travail de laboratoire avait pour but de:

- élaborer une carte des géosites à l'aide d'un géoréférencement des coordonnées UTM;
- proposer une description scientifique et à large public des différents géosites ;
- réaliser des modèles 3D numériques des fossiles;
- réaliser un montage du documentaire vidéo conçu pour le site web;
- faire la conception et l'édition du site **GeoPark Tlemcen** dans les trois langues (Arabe, Français et Anglais).

A noter qu'une bonne partie de ce travail destiné à la promotion du géotourisme lucratif à travers la création d'un premier site web à l'échelle nationale a été réalisé grâce à l'utilisation des outils informatiques suivants:

- langages de programmation HTML.CSS.PHP.JAVA-SCRIPT;
- logiciels de programmation VISUAL STUDIO, NOTEPAD++ et XAMPP;
- Google Earth et Google Maps pour localiser les géosites;
- Corel Draw pour réaliser certaines cartes;
- logiciels de photogrammétrie pour les modelés 3D (Zephyr premium et Meshroom (by Alice Project) et Blender 3D;
- logiciel de conception et de montage : Adobe Illustrator, Photoshop, Première pro, After Effect (2020).

Premier chapitre: **GENERALITES SUR LE PATRIMOINE GEOLOGIQUE**

« Il y a deux choses dans un édifice : son usage et sa beauté. Son usage appartient au propriétaire, sa beauté à tout le monde, à vous, à moi, à nous tous. Donc, le détruire c'est dépasser son droit ».
(Hugo, 1832, p. 621).

I. INTRODUCTION

Avant d'entamer ce modeste travail, nous avons jugé utile de consacrer ce premier chapitre aux définitions relatives à la notion du patrimoine géologique. Ce patrimoine géologique (= Géo-Patrimoine) est un héritage qui appartient au patrimoine naturel selon les conventions et les déclarations internationales. Il renferme une diversité d'objets (roches, minéraux, fossiles, etc.) qui peuvent être aujourd'hui menacés par les facteurs naturels (e.g. altération et érosion) et anthropiques. D'après Jonin & Graviou (2008), le patrimoine dit géologique est le parent pauvre du patrimoine naturel, comparant au patrimoine biologique.

II. NOTION DE PATRIMOINE GEOLOGIQUE (= GEO-PATRIMOINE) ET TERMES ASSOCIES

Tiré du latin « *Patrimonium* », le mot patrimoine signifie « héritage du père ». Il correspond ainsi à la définition suivante: *tous les témoins de l'histoire de la terre, qui participent de la connaissance des événements physiques et biologiques qui ont marqué notre planète* » (Billet, 2002). En plus des affleurements géologiques (e.g. leur contenu et leur forme), le patrimoine géologique s'étend aux objets *ex-site* exposés généralement dans les musées.

A. Géosite

Selon Reynard (2005), un géosite est perçu comme une entité multifonctionnelle. Mais pour l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture (U.N.E.S.C.O.) (2000), un géosite est un site ponctuel ou une aire de quelques m² à quelques km² qui peut s'étendre au niveau du paysage et qui possède une importance d'un point de vue géologique. Chaque site géologique répond à un ou plusieurs critères d'exception, soit précieux, rare, vulnérable ou menacé.

B. Géotope

Adopté par l'école allemande et suisse, le terme de géotope désigne en particulier toutes parties de paysages contenant un patrimoine géologique ou géomorphologique précieux et sensible.

C. Géomorphosite

Synonyme de site géomorphologique, géotope géomorphologique ou encore site d'intérêt géomorphologique, le géomorphosite est défini comme une portion de la surface terrestre d'une importance particulière pour la compréhension de l'histoire de la terre (Panizza, 2001).

D. Géodiversité

Reconnu au même titre que la biodiversité, le terme de géodiversité décrit la pluralité et la diversité des environnements géologiques (roches, minéraux, fossiles, structures tectoniques, etc.)(Marok, 2021).

E. Géoconservation

Il s'agit tout simplement de la conservation de la géodiversité par la mise en place d'une stratégie de protection et de valorisation.

F. Géotourisme

Introduit récemment dans le vocabulaire des sciences de la terre, ce terme désigne un nouveau type de tourisme qui permet rendre public la valeur du géosite. Ainsi, un intérêt lucratif s'impose.

G. Géoarchéologie:

En 1970, les archéologues introduisent ce terme pour désigner une nouvelle discipline utilisant à la fois la géologie et l'archéologie.

H. Géoparc (= Geopark)

Dans le cadre du mouvement de reconnaissance du Géo-Patrimoine, l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (U.N.E.S.C.O.) a créée un label appelé Géoparc (= Geopark) qui peut être défini comme étant un espace territorial présentant un héritage géologique d'importance internationale.

Depuis, 1998, la division des sciences écologiques et sciences de la terre et sous l'Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture (U.N.E.S.C.O.), un réseau mondial des Géoparcs (GGN) s'engage à promouvoir et à conserver le patrimoine géologique dans 169 géoparcs mondiaux, répartis sur 44 pays.

III. HISTORIQUE SUR LE PATRIMOINE GEOLOGIQUE

Dans le tableau ci-dessous, nous avons essayé de résumer la chronologie des principaux événements internationaux ayant contribué à la protection et la valorisation du patrimoine géologique. Nous citerons en particulier la déclaration de 1991 à Digne-les-Bains, chef lieu du département des Alpes-de-Haute-Provence (France) où les participants issus de trente nations demandent officiellement aux autorités nationales et internationales de prendre en considération et de protéger le patrimoine géologique.

Par ailleurs, la deuxième déclaration de 2002, connue sous le nom de «la déclaration de Budapest sur le patrimoine mondial», a fortement plaidé pour la reconnaissance de l'universalité de la convention de 1972.

Date	Evénement
1972	Organisation de la conférence générale de l'U.N.E.S.C.O à Paris et qui adopte la convention concernant la protection du patrimoine mondial culturel et naturel. Dans la convention, une définition claire et précise est donnée au patrimoine..
1988	Naissance de "European working group on earth science conservation.
1991	Signature à Digne-les-Bains, chef lieu du département des Alpes-de-Haute-Provence (France) de la déclaration internationale des droits de la mémoire de la terre.
1993	Tenue de la conférence de Malvern (UK). Les participants proposent de rédiger une convention internationale pour la préservation du patrimoine géologique.
1994	Lancement de la revue « Earth heritage ».
1996	Lancement du projet Géosites par l'IUSG (Union internationale des Sciences Géologiques).
2000	Fondation du réseau des géoparcs européens.
2001	Signature d'une convention qui précise clairement les modalités de la collaboration entre l'U.N.E.S.C.O et les géoparcs européens
2002	Signature à Budapest de la déclaration sur le patrimoine mondial.
2003	Création du label « Européen Géopark » en partenariat avec l'U.N.E.S.C.O. Ce label participe activement dans les décisions concernant les choix et les orientations à venir des territoires labellisés.
2004	Naissance du réseau des « world Geopark ». Il s'agit d'un réseau regroupant 8 géoparcs chinois et 17 géoparcs européens.
2004	L'adoption du projet de recommandation sur la conservation du patrimoine géologique par le comité pour les activités du conseil de l'Europe en matière de diversité biologique et paysagère (CO-DBP)
2004	Tenue de la 1 ^{ère} conférence internationale du réseau des « world Geopark ».
2008	Lancement l'année internationale de la Planète Terre à l'U.N.E.S.C.O.

Tableau 1- Chronologie de reconnaissance du patrimoine géologique.

IV. METHODES D'EVALUATION DES GEOSITES

Il existe dans la littérature plusieurs méthodes d'évaluation des géosites. Ainsi, nous pouvons citer les méthodes chiffrées, à l'exemple de la méthode de De Wever & al., (2014). Cette dernière est basée sur une notation (de 0 à 3 points) et sur un coefficient pondérateur (de 2 à 4) attribué à chaque géosite (tableau 2).

Intérêts	Notation	Coefficient
Intérêt géologique principal	de pas d'intérêt (0) à remarquable (3)	4
Intérêt géologique secondaire	de pas d'intérêt (0) à remarquable (3)	3
Intérêt pédagogique	de pas d'intérêt (0) à remarquable (3)	3
Intérêt pour l'histoire de la géologie	de pas d'intérêt (0) à remarquable (3)	2
Rareté	de commun (0) à rare (3)	2
Etat de consevation	de mal conservé (0) à bon état (3)	2

Tableau 2- Notation et coefficients utilisés pour évaluer l'intérêt patrimonial d'un géosite (d'après De Wever & al., 2014).

Notons que la somme des notes des intérêts multipliés par le coefficient → la valeur de l'intérêt patrimonial qui varie entre 0 et 48. Elle est convertie en nombre d'étoiles.

Par contre, la méthode proposée par Iosif (2014) consiste à faire une évaluation sur la base d'une fiche technique d'inventaire comportant sept points (tableau 3).

Parties et critères	Sous-critères
1- Données générales	Code, localisation, forme, propriété, etc.
2. Description	
3. Morphogénèse/Histoire	
4. Evaluation des valeurs	Valeur scientifique Valeurs additionnelles: A. Valeur culturelle B. Valeur écologique C. Valeur esthétique D. Valeur économique
5. Synthèse	
6. Recueil photographique	
7. Notes référentielles	

Tableau 3- Champs et critères de la fiche d'inventaire.

V. TYPOLOGIE DES GEOSITES

Selon la typologie proposée par **Global Indicative List for Geological Sites (G.I.L.G.E.S)**, il existe 13 catégories de géosites: A. Paleobiological, B- Geomorphic, C- Paléoenvironmental, D- Petrology, E- Stratigraphic, F- Mineralogical, G- Structural, H- Economic of all types, I- Other historic for develop. of sciences, J- Relationship, tectonic plates, K- Astroblems, L- Continental/Oceanic scales features, M- Submarine-oceanic and continental shelf. Cette typologie peut être adaptée à d'autres typologies utilisées par Wimbledon & *al.*, 1996, Radulescu & *al.*, (2016), Marok (2021)(tableau 4).

Type de géosite	Caractéristiques
Structuraux	-Faille, Plis, Anticlinaux et Nappes de charriage.
Sédimentologiques	-Structures et figures sédimentaires, modèles sédimentaires, séquences et cycles sédimentaires, géométrie des corps et environnements de dépôts.
Paléontologiques	-Objets fossiles et fossilisation.
Stratigraphiques	-Limites stratigraphiques, géométrie, stratotypes et formations géologiques.
Péetrographiques & Minéralogiques	-Roches et minéraux, carrières et mines.
Géomorphologiques	-Reliefs et paysages (les cascades, les gorges, falaise, etc.).
Hydrogéologiques	-Eaux de surface et souterraines.
Spéléologiques	- Grottes.
Géoarchéologiques	-Stations archéologiques (pierres de taille, ossements, vestiges, etc.)
Géoculturels	-Géographie et culture d'une région.

Tableau 4- Typologie des géosites.

Deuxième chapitre: **INVENTAIRE, TYPOLOGIE ET EVALUATION DE
L'INTERET PATRIMONIAL DES GEOSITES TLEMCENIENS**

Deuxième chapitre: **INVENTAIRE, TYPOLOGIE ET EVALUATION DE L'INTERET PATRIMONIAL DES GEOSITES TLEMCENIENS**

«La Terre, une mémoire inscrite dans les profondeurs et sur la surface, dans les roches, les fossiles et les paysages, une mémoire qui peut être lue et traduite»

(Extrait de la déclaration de Digne, 1991)

I. INTRODUCTION

Connue pour son art et son histoire, la wilaya de Tlemcen est également une région d'histoire géologique et d'archéologie. Dans cette optique, et sur la base d'un travail publié récemment par Marok (2021) d'une part et sur notre propre recherche d'autre part, nous avons pu inventorier 43 géosites qui seront classés dans 7 catégories, à savoir: géomorphologiques, paléontologiques, minéralogiques et pétrographiques, structurologiques, hydrogéologiques, spéléologiques et géoarchéologiques. Ainsi, ces différents géosites seront présentés dans le site web GeoPark pour promouvoir le géotourisme.

II. INVENTAIRE ET TYPOLOGIE DES GEOSITES

Selon la typologie GILGES (Global Indicative List for Geological Sites) utilisée par l'U.N.E.S.C.O. (1993), nous avons recensé sept (7) types de géosites.

A. Géosites géomorphologiques

Dans un premier temps, nous avons validé 13 géosites géomorphologiques (tableau 5): le plateau de Lalla Setti (figure 1A), El Ouri (figure 1B), les falaises de Beni Snous (figure 1C), le Poljé de Terni (figure 1D), Dayet El Ferd (figure 1E), les gorges de la Tafna (figure 1F), le volcan des Mnasseb (figure 1G), la muraille d'Amina Bou Djellil (figure 1H), la Baie de Sidna Youchaa (figure 1I) et de Moscarda (figure 1J), Marsat Honaine (figure 1K), la plage de Barbadjani (figure 1L) et les rochers Ad Fratres (figure 1M).

B. Géosites paléontologiques

Ce sont à la fois des géosites pour la promotion du tourisme géologiques et pour la géodidactique. Nous avons retenu pour ce site web huit (08) géosites (tableau 6): les gisements d'ammonites et de brachiopodes de Beni Bahdel (figure 2A,B), les gisements d'ammonites de Dar Benzerka et d'Aïn Killoun (Traras septentrionaux)(figure 2C,D), le célèbre gisement fossilifère du Berriasien d'Ouled Mimoun (figure 2E), les récifs à *porites lobatosepta* de Sebaa Chioukh (figure 2F), les gastéropodes de Mekaidou (figure 2G) et de la Pierre du Chat (figure 2H) et enfin les brachiopodes, les ammonites et les bivalves de Sidi el Abed (figure 2I).

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Plateau de Lalla Setti	Tlemcen	30S 653692mE 3859728mN	34.86831060254899	- 1.3185005523842606
El Ourit	Tlemcen	30S 658393mE 3859176mN	34.86260624536615	-1.2671968572533
Falaises	Beni Snous	30S 635932mE 3840793mN	34.700145082259645	-1.515805843261474
Poljé de Terni	Terni	30S 649433mE 3850296mN	34.7839185490507	- 1.3667674940852839
Dayet El Ferd	El Aricha	30S 661083mE 3818751mN	34.497813904755134	- 1.2454893650958534
Gorges de la Tafna	Remchi	30s 639768.0482 E 3880949.033N	35.061605273403934	- 1.4672366412237217
Volcan des Mnasseb	Bou kanoun	582053.70m E 3870679.37 mN	34.97535486640812	-2.101087538504821
M. Amina Bou Djallil	Bordj Arima	30S631424.42mE 3883051.98 mN	35.08167536053077	- 1.5583811723706977
Baie de Sidna Youchaa	Sidna Youchaa	30S 611208mE 3886844mN	35.11830763528064	- 1.7795740472492456
Marsat Honaïne	Honaïne	30S 622224mE 3893511mN	35.177132940175206	- 1.6577181980579276
Plage de Barbadjani	Ziatene	30S 616289mE 3890657mN	35.15210872915803	-1.723287114931415
Baie de Moscarda	M. Ben M'hidi	30S 602811mE 3885123mN	35.10368103016508	- 1.8719152094849405
Les rochers « Ad Fratres »	Ghazaouet	30S 602811mE 3885123mN	35.10368103016508	- 1.8719152094849405

Tableau 5- Localisation des géosites géomorphologiques.

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Ammonites Brachiopodes Bivalves	Beni Bahdel	30S 635932mE 3840793mN	34.7001450822596 45	-1.515805843261474
Ammonites	Dar Benzerka	30S604789.290E3 882772.851N	35.0822812394090 35	-1.85052273997937
Ammonites	Aïn Killoun	30S616749.6529E 3880296.814N	35.0586455096682 46	-1.71970449351044
Gisement fossilifère du Berriasien	Ouled Mimoun	30S 680675mE 3864026mN	34.9026037170944	-1.0225079940013406
Récifs	Sebaa Chioukh	30S 648800mE 3892397mN	35.1635044538563 3	-1.3661591952066285
Gastéropodes de Djebel Mekaidou	Aricha	30s 660420.40 m E3817026.88 m N	34.489922	-1.259536
Gastéropodes de chenkar el ghorab	Pierre du Chat	30S 641136.97 m E3891219.30 m N	35.154375°	-1.449778°
Brachiopodes Ammonites Bivalves	Sidi el Abed	30s 622958.04 m E3815877.86 m N	34.476569	-1.661044

Tableau 6- Localisation des géosites paléontologiques.

C. Géosites minéralogiques et pétrographiques

Ce sont huit (08) géosites validés (tableau 7): la Barytine de Beni Bahdel (figure 3A), la Bentonite de Hammam Boughrara (figure 3B), les marbres onyx de Takbalet (figure 3C), le granite et les roches métamorphiques de Nedroma (figure 3D), les roches volcaniques de Koudiat el Mellah datés du Trias (figure 3E), les roches volcaniques de Souahlia (Miocène supérieur à Quaternaire) (figure 3F) et de M'Sirda Fouaga (Miocène et Plio-quaternaire) (figure 3G) et enfin la mine de Zn-Pb d'El Abed aujourd'hui transformée en école de mine) (figure 3H).

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées Géographiques	
Gisement de Barytine	Beni Bahdel	30S 635932mE 3840793mN	34.70014508 2259645	-1.515805843261474
Gisement de Bentonite	Hammam Boughrara	30S616638.77 m E 3856440.74 m N	34.70014040 971663	-1.5158143793322791
Marbres onyx	Takbalet	30S64032.4324E38905 75.2109N	35.14470928 100835	-1.1993464479222584
Granite et auréole de métamorphisme	Nedroma	30S 612684mE 3877083mN	35.03014391 669084	-1.764707946704036
Roches volcaniques de Koudiat el Mellah	Tafessera	30S 632639.63 m E 3834837.46 m N	34.64687940 6942006	-1.5526934853405345
Roches volcaniques Souahlia	Souahlia	30S598356.507495445 2E3882864.855538622 N	35.08375900 369828	-1.9210667775645063
Roche volcanique de M'Sirda	M'Sirda Fouage	30S 585810mE 3874982mN	35.01384456 524092	-2.059486131225549
Mine de Zn-Pb	El Abed	30S 622499mE 3815764mN	34.47618836 094951	-1.6660520865676376

Tableau 7- Localisation des géosites minéralogiques et pétrographiques.

D. Géosites structurologiques

Pour cette catégorie, nous avons retenu quelques géosites les plus didactiques (tableau 8). Il s'agit principalement des plis et des failles de M'Dig (figure 4A), le pli couché et faille de Honaine (figure 4B), le fossé d'effondrement de Sebdou (figure 4C) et enfin l'Olistolithe de Beni Boussaïd (figure 4D).

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Plis et failles	M'Dig	30S658730.9963614E3 862778.98943101N	34.89501901 6033	-1.2628333043907
Pli couché et faille	Honaine	30S 622224mE 3893511mN	35.17713294 0175206	-1.6577181980579276
Fossé d'effondrement	Sebdou	30S 652723.10mE 3834000.8mN	34.63653714 932789	-1.3337720019043982
Olistolithe	Beni Boussaïd-	30S 614467.56 m E 3831444.51 m N	34.61848074 359253	-1.7513930288253186

Tableau 8- Localisation des géosites structurologiques.

E. Géosites hydrogéologiques

Pour ces géosites, nous nous sommes contentés de l'inventaire des sources thermales connues par leurs vertus curatives (tableau 9). Ce sont les sources d'Aïn Tahamamite (figure 5A), Aïn El Hammam (figure 5B), Hammam Sidi Abdelli (figure 5C), Hammam Boughrara (figure 5D) et Hammam Chiguer (figure 5E),

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Aïn Tahamamite	Ouzidane	30S 654232mE 3868442mN	34.94677283 719288	-310992460146038
Aïn El Hammam	Sebdou	30s652145.992587897 E 3838084.2322181N	34.67343694 385319	-1.339341422520476
Hammam Sidi Abdelli	Sidi Abdelli	30S 668443mE 3883079mN	35.07642374 298654	-1.152462035661306
Hammam Boughrara	Hammam Boughrara	30S 623754mE 3861832mN	34.89135863 489924	-1.64564099580321
Hammam Chiguer	Maghnia	30S 614479mE 3860605mN	34.88139289 5675624	-1.747287244806291

Tableau 9- Géosites hydrogéologiques.

F. Géosites spéléologiques

Nous avons validé ici deux (02) géosites (tableau 10). Le premier correspond aux grottes de Yebdar (Aïn Fezza) considérées par les spéléologues comme étant les plus belles grottes du monde. Elles se distinguent par des merveilles géologiques, à l'exemple des stalactites et les stalagmites (figure 6A). Par contre, le deuxième géosite est l'un des plus grands réseaux caverneux souterrains en Algérie. Il s'agit là de Rhar Boumâaza, classé zone humide Ramsar (2003)(figure 6B).

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Grotte de Yebdar	Ain Fezza	30S663991.27mE3858 198.4mN	34.67343694 385319	-1.339341422520473
Rhar Boumâaza	Sebdou	30S654660mE 3841089mN	34.70015041 392765	-1.3113413659753348

Tableau 10- Géosites spéléologiques.

G. Géosites géoarchéologiques

Dans cette catégorie, trois (03) géosites ont été retenus (tableau 11). A commencer par le Lac Karâr près de Remchi et son importance paléontologique (figure 7A), les grottes de Rhar Lehman de Tafessera (figure 7B) et enfin les Abris sous roches de la Mouilah dans la daïra de Maghnia (figure 7C).

Site	Lieu	Coordonnées UTM	Coordonnées géographiques	
Lac Karâr	Remchi	30S643489.6E3881280 .29mN	34.67343694 385319	-1.339341422520473
Grottes de Ghar Lehman	Tafessera	30S642647.97E 3838113.4N	34.67506645 777845	-1.442971958671815
Abris sous roches de la Mouilah	Maghnia	30S 616117.18E 3856724.6 N	34.84621016 96804	-1.729916212086606

Tableau 11- Géosites géoarchéologiques.





Figure 1- Géosites géomorphologiques.





Figure 2- Géosites paléontologiques.





Figure 3- Géosites minéralogiques et pétrographiques.

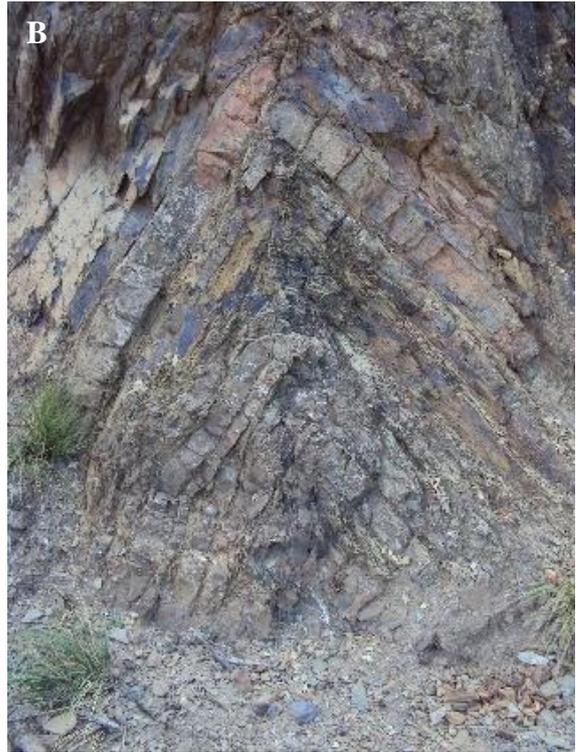


Figure 4- Géosites structurologiques.





Figure 5- Géosites hydrogéologiques.



Figure 6- Géosites spéléologiques.



Figure 7- Géosites géoarchéologiques.

III. EVALUATION DE L'INTERET PATRIMONIAL DES GEOSITES

Sur la base de l'évaluation chiffrée (De Wever & al. 2014; Marok, 2021), nous avons hiérarchisé les géosites inventoriés en quatre catégories. Il s'agit des géosites à intérêt international, avec trois étoiles (***), à intérêt national, avec deux étoiles (***) et à intérêt régional et/ou local, avec une étoile (*).

A. Géosites à intérêt international

Dans ce travail préliminaire sur les géosites de la région de Tlemcen, nous avons hiérarchisé au total, onze (10) géosites à intérêt international (tableau 12).

Typologie	Géosites	Lieu	Nb d'étoiles
Géomorphologiques	Dayet el Ferd	El Aricha	***
Paléontologiques	Ammonites, Brachiopodes, Bivalves	Beni Bahdel	***
	Ammonites	Dar Benzerka	***
	Gisement fossilifère du Berriasien	Ouled Mimoun	***
	Brachiopodes, Ammonites, Bivalves	Sidi el Abed	***
Spéléologiques	Grotte de Yebdar	Ain Fezza	***
	Ghar Boumaâza	Sebdou	***
Géoarchéologiques	Lac Karâr	Remchi	***
	Les grottes de Ghar Lehmam	Tafessera	***
	Abris sous roches de la Mouilah	Maghnia	***

Tableau 12- Géosites tlemcéniens à intérêt international.

B. Géosites à intérêt national

Avec un total de dix sept (17) géosites répartis comme suit (tableau 13): quatre (04) géomorphologiques, six (06) minéralogiques et pétrographiques, quatre (04) paléontologiques et trois (03) hydrogéologiques.

Typologie	Géosites	Lieu	Nb d'étoiles
Géomorphologiques	Cascades d'El Ourit	Tlemcen	**
	Marsat Honaine	Honaine	**
	Volcans des Mnasseb	Bou kanoun	**
	Baie de Moscarda	M .Ben M'hidi	**
Minéralogiques et Pétrographiques	Mine d Zn-Pb	El Abed	**
	Marbres onyx	Takbalet	**
	Roches volcaniques de Koudiat el Mellah	Tafessera	**
	Granite et auréole de métamorphisme	Nedroma	**
Pétrographiques	Roches volcaniques de Souahlia	Souahlia	**
	Roches volcaniques de M'sirda	M'Sirda Fouaga	**
Paléontologie	Ammonites	Ain Killoun	**
	Récifs à madréporaires	Sebaa Chioukh	**
	Gastéropodes Chenkar el Ghorab	Pierre du Chat	**
Hydrogéologiques	Gastéropodes de Djebel Mekaïdou	Aricha	**
	Hamam Boughrara	Hamam Boughraa	**
	Hamam Chiguer	Maghnia	**
	Hamam de Sidi Abdelli	Sidi Abdelli	**

Tableau 13- Géosites tlemcéniens à intérêt national.

C. Géosites à intérêt régional/local

Pour cette dernière catégorie d'hierarchisation, nous avons classé seize (16) géosites à intérêt patrimonial régional/local (tableau 14).

Typologie	Géosite	Lieu	Nb d'étoiles
Géomorphologiques	Plateau de Lalla Setti	Tlemcen	*
	Falaises de Beni Snous	BeniSnous	*
	Poljé de Terni	Terni	*
	Gorges de la Tafna	Remchi	*
	La muraille d'Amina Bou Djellil	BordjArima	*
	Baie de Sidna Youchaa	Sidna Youchaa	*
	Plage de Barbadjani	Ziatene	*
	Les roches Ad Fratres	Ghazaouet	*
Minéralogiques et Péetrographiques	Barytine de Beni Bahdel	Beni Bahdel	*
	Bentonite	Hammam Boughrara	*
Structuraux	Plis et Failles	M'Dig	*
	Pli couché et faillé	Honaïne	*
	Fossé d'effondrement	Sebdou	*
	Olistolithe	Beni Boussaid	*
Hydrogéologiques	Source thermale de Tahamamite	Ouzidane	*
	Source thermale d'Ain El Hammam	Sebdou	*

Tableau 14- Géosites tlemcéniens à intérêt régional/local.

IV. CONCLUSION

Dans la présente étude consacrée au patrimoine géologique et géoarchéologique de la région de Tlemcen, nous avons pu inventorier 43 géosites qui ont pu être classés dans sept catégories typologiques: géomorphologiques, paléontologiques, minéralogiques et péetrographiques, structurologiques, hydrogéologiques, spéléologiques et géoarchéologiques.

Par ailleurs, l'évaluation de leur intérêt patrimonial a permis de distinguer l'existence de 10 géosites à intérêt international, 17 national et 16 régional/local. Cette évaluation préliminaire constitue un ajout pour la promotion du géotourisme à travers le site web « GeoPark Tlemcen ».

Troisième chapitre: **APPLICATION DE LA PHOTOGRAMMETRIE**

«La photogrammétrie est l'art, la science et la technologie permettant d'obtenir des informations fiables sur l'espace naturel ou sur les objets physiques par l'enregistrement, la mesure et l'interprétation d'images photographiques ou produites par rayonnements électromagnétiques ou autres phénomènes».
(Slama, 1980)

I. INTRODUCTION

Dans le but de mettre en valeur l'aspect géodidactique de notre site web « GeoPark Tlemcen », nous avons réservé un chapitre pour la photogrammétrie et son application dans le domaine des sciences de la terre. Avec la crise de la Covid-19, l'instauration de l'enseignement à distance a montré ses limites sur le plan du produit pédagogique fourni à l'apprenant. A titre d'exemple, l'enseignement de certaines matières à distance, comme la paléontologie, la cristallographie, la structurologie ou encore la cartographie doivent être enseignées autrement.

Dans cette optique, et compte tenu des avantages de la photogrammétrie numérique, nous avons jugé opportun de l'appliquer ici sur des fossiles provenant des géosites tlemcéniens.

II. PHOTOGRAMMETRIE ET MODELISATION EN 3D: PRINCIPE ET METHODES

A. Principe

Considérée comme une méthode numérique de cartographie des objets en trois dimensions, la photogrammétrie permet de déduire de l'information quantitative et qualitative sans avoir recours à l'imagination. L'objet est pris en photo est manipulé, mesuré et étudié via un support numérique. Une telle modélisation photogramétrique permet dès lors de préserver l'information colorimétrique des objets.

B. Méthodes

La modélisation photogramétrique consiste à l'utilisation d'un logiciel afin de créer un modèle en trois dimensions (3D) selon les axes X, Y, Z). Dans le cas de notre étude, nous avons utilisé un logiciel en libre accès. Il permet de visualiser tous les objets géologiques d'une manière innovante pour les utilisateurs amateurs ou professionnels.

III. PHOTOGRAMMETRIE EN PLALEONTOLOGIE

L'application de la photogrammétrie en paléontologie est une technique informatique récente. Elle permet de visualiser les structures externes des fossiles ainsi que leurs formes et leurs dimensions. Une fois l'objet numérique réalisé en 3D, il peut être observé-étudié-comparé et avoir même une copie numérique en 3D pour réaliser des moulages.

Notons que cette nouvelle approche numérique d'étude des fossiles permet de créer un réseau numérique mondial entre les paléontologues afin d'échanger les informations utiles sur une espèce donnée.

A. Matériel et méthodes

Afin d'arriver à la réalisation finale du fossile en 3D, il est nécessaire d'avoir certains outils et de suivre étapes par étapes (step by step) la méthode. Ainsi, et après le nettoyage du fossile (figure 8), ce dernier sera photographié dans un petit studio aménagé pour cette opération (figure 9).



Figure 8- Nettoyage et préparation du fossile pour la prise des photos.

Pour une meilleure présentation du produit, il est nécessaire de prendre plusieurs photos autour du fossile (50 photos au minimum), en essayant de garder la même luminosité pour conserver tous les détails. Ensuite, nous passerons au traitement des photos par un logiciel de photogrammétrie. Dans le cas des fossiles hébergés au niveau du site web, nous avons utilisé deux logiciels, à savoir Zephyr premium et Meshroom (by Alice Project).

Nous pouvons également utiliser un logiciel de retouche (Blender3D) qui va servir à traiter et perfectionner le modèle 3D final (figure 10).



Figure 9- Studio dédié à la prise des photos.

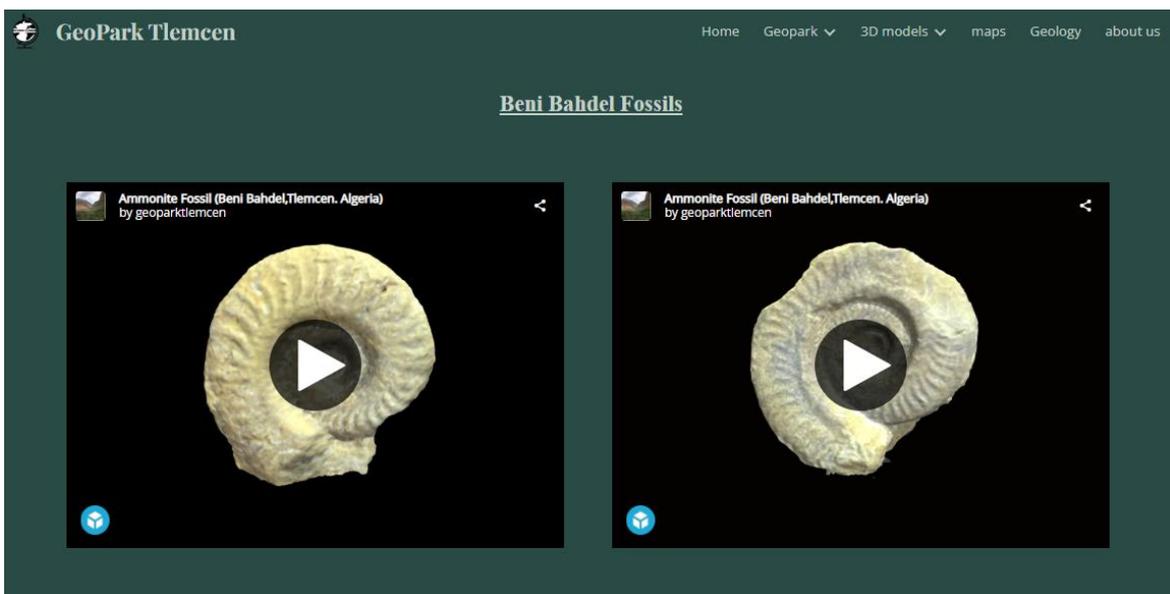


Figure 10- Modèle en 3D d'une ammonite du Toarcien (Beni Bahdel, Monts de Rhar Roubane).

Quatrième chapitre: **PRESENTATION DU SITE WEB**

«Le visage de la Terre, sa forme, sont l'environnement de l'homme. Cet environnement est différent de celui de demain. L'homme est l'un des moments de la Terre; il n'est pas finalité, il est passage»

(Article 5 de la déclaration internationale des droits de la mémoire de la terre)

I. INTRODUCTION

Ce présent chapitre est réservé à la conception et la présentation du site web appelé «GeoPark Tlemcen». Une fois finalisé et hébergé, ce site web va permettre à son utilisateur un accès facile et rapide à toutes les informations concernant la région de Tlemcen. En plus de la géographie, la climatologie et la géologie, un nombre important de géosites est inventorié et géoréférencié. Nous citerons les sites: géomorphologiques, minéralogiques, hydrogéologiques, paléontologiques, spéléologiques, géoarchéologiques et structurologiques qui sont bien décrits.

II. ETAPES A SUIVRE POUR LA CONCEPTION DU SITE WEB

La conception du site en question passe par trois étapes:

A. Etape 1

Cette première étape consiste à mettre au point la nomenclature, la faisabilité et la désignation du responsable du projet. Dans notre cas, cette première étape du projet «GeoPark Tlemcen» a été validée par mes deux tuteurs, à savoir: le tuteur représentant l'Université Abou Bekr Belkaïd et le tuteur représentant la Direction de la culture.

B. Etape 2

Il s'agit de l'étape de la collecte de l'information et la création du DATA. Ce DATA est composé des informations du terrain et du laboratoire en plus du contenu du livre édité sur le patrimoine géologique et géoarchéologique de la région de Tlemcen.

C. Etape 3

Avant la conception finale de notre site «GeoPark Tlemcen» et de le mettre à la disposition du client ou du public, nous avons jugé utile de commencer cette dernière étape par des questions-réponses, à l'exemple de:

-question: *quel est le but de la réalisation de ce site web ?*

-réponse: *le site web «GeoPark Tlemcen» a pour objectif principal, la promotion du géotourisme lucratif à travers la valorisation du patrimoine géologique et*

géoarchéologique. Une place particulière sera réservée également à l'intérêt scientifique et géodidactique des géosites;

-question: quelles sont les types de données qui alimentent le site web?

-réponse: le site web est alimenté par des documents géologiques (e.g. photos des géosites, cartes, modèles 3D, vidéos, etc.);

-question: comment intégrer et ordonner les données dans ce site web?

-réponse: l'arborescence du site web « GeoPark Tlemcen » est faite d'une manière professionnelle pour faciliter la réception des informations à l'utilisateur;

-question: à qui s'adresse le site web « GeoPark Tlemcen »?

-réponse: le site web s'adresse aux chercheurs géologues, aux élèves et tous les amateurs de la nature;

-question: y'aura-t-elle une mise à jour du site web?

-réponse: une fois hébergé, le site web sera fréquemment actualisé par des nouveaux géosites et des vidéos.

III. PRESENTATION DU SITE WEB « GEOPARK TLEMCCEN »

Le site web « GeoPark Tlemcen » est le premier portail d'information et de vulgarisation sur le patrimoine géologique et archéologique de la wilaya de Tlemcen. Il peut être consulté dans les trois langues (Français, Anglais et Arabe).

A. Fenêtre Home page (accueil)

Cette page d'accueil du site web contient des informations géographiques, climatologiques ainsi une vidéo des différents géosites tlemceniens (figure 11).



Figure 11- Page d'accueil du site web.

B. Fenêtre Geopark (Géoparc)

La fenêtre « Geopark » comporte les définitions des géosites étudiés (figure 12) ainsi qu'une carte interactive (figure 13).

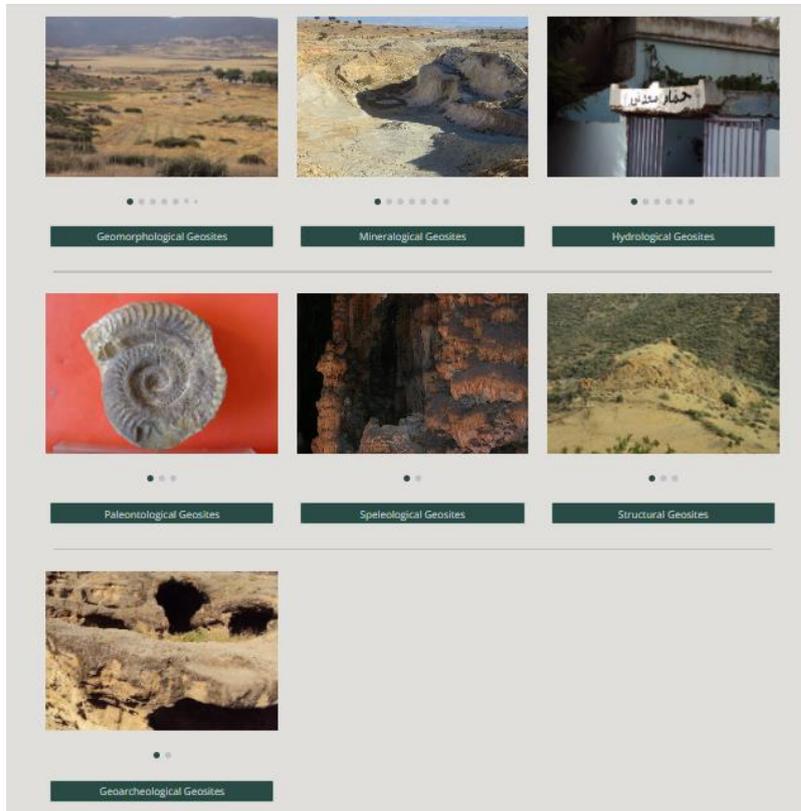


Figure 12- Principaux géosites de la région de Tlemcen.



Figure 13- Carte interactive des géosites.

C. Modèle 3D

En plus de la définition exhaustive de la photogrammétrie numérique en 3D (figures 14), renforcée par une vidéo explicative et pédagogique, cette fenêtre offre à son utilisateur, étudiants en particulier quelques exemples de fossiles récoltés dans les géosites paléontologiques tlemcéniens (figures 15-18).

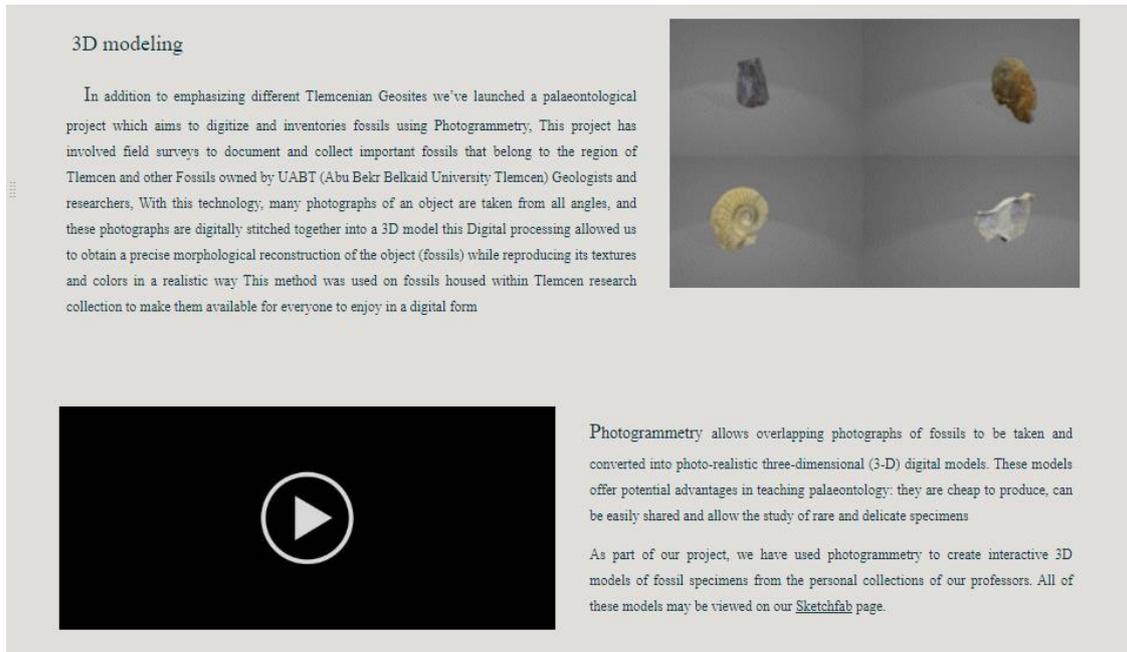


Figure 14 - Page réservée à la photogrammétrie numérique en 3D.

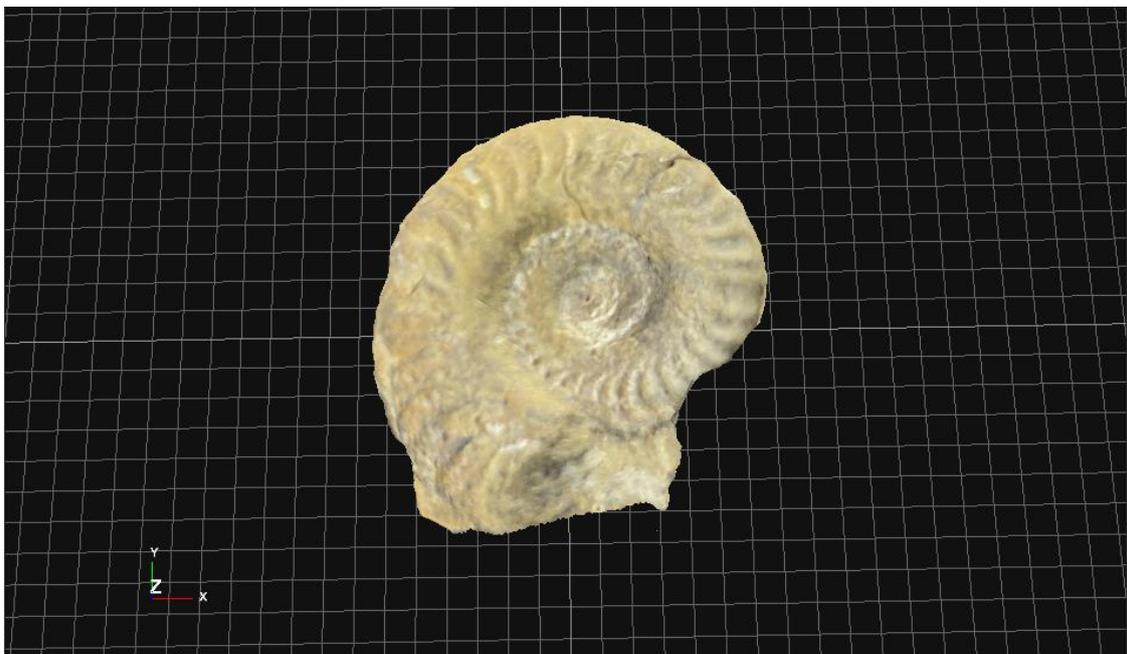


Figure 15 – Exemple d’illustration d’une ammonite du Toarcien.



Figure 16 – Exemple d’illustration d’un oursin (*Clypeaster*) du Miocène.

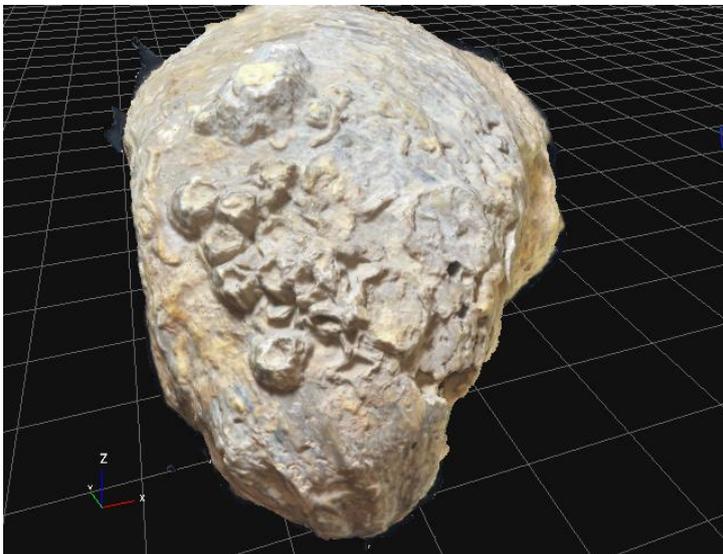


Figure 17 – Exemple d’illustration d’une huître du Miocène.



Figure 18- Exemple d’illustration d’une trace d’organisme (*Zoophycos*).

D. Carte des géosites

Cette carte englobe 43 géosites répartis sur l'ensemble de la wilaya de Tlemcen. Elle vient compléter la carte interactive (figure 19).

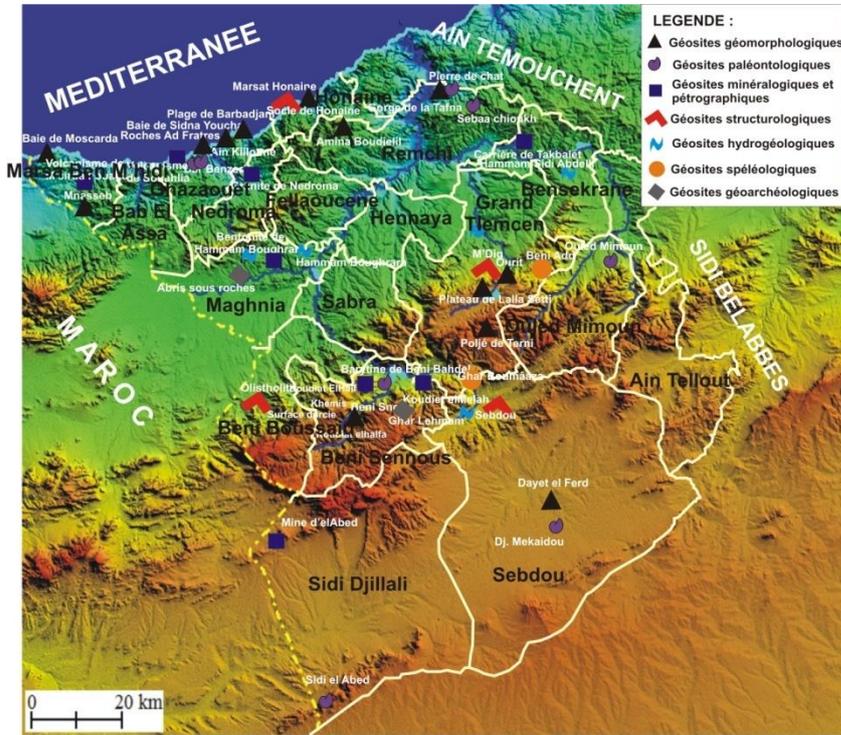


Figure 19- Carte de situation des géosites tlemcénien.

E. Géologie de la région

Dans cette fenêtre, nous proposons à l'utilisateur du « GeoPark Tlemcen » une description sommaire de la géologie de la région de Tlemcen (figure 20).

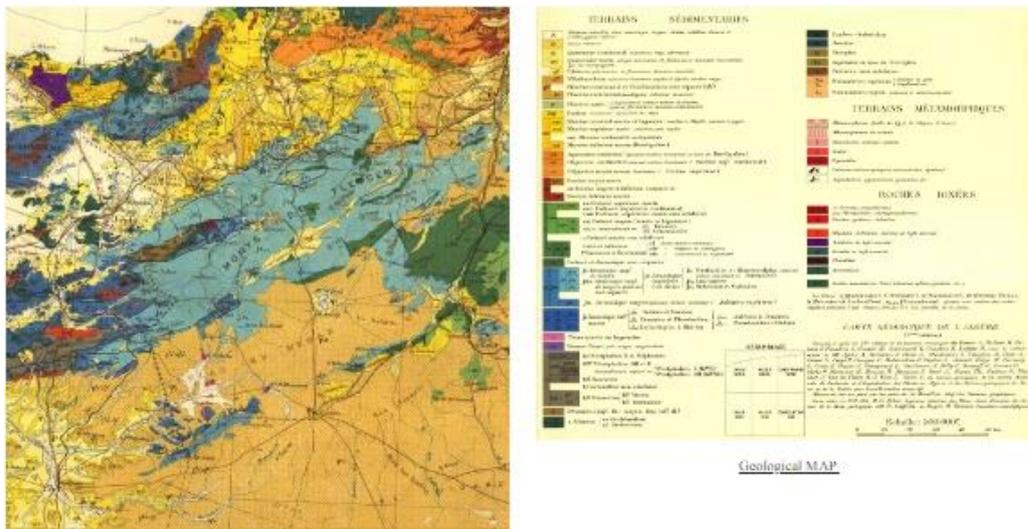


Figure 20- Géologie de la région de Tlemcen.

F. About us

‘About us’ (A-Propos) est une page qui contient les missions du «GeoPark Tlemcen» (figure 21) et les concepteurs du site web (figure 22).

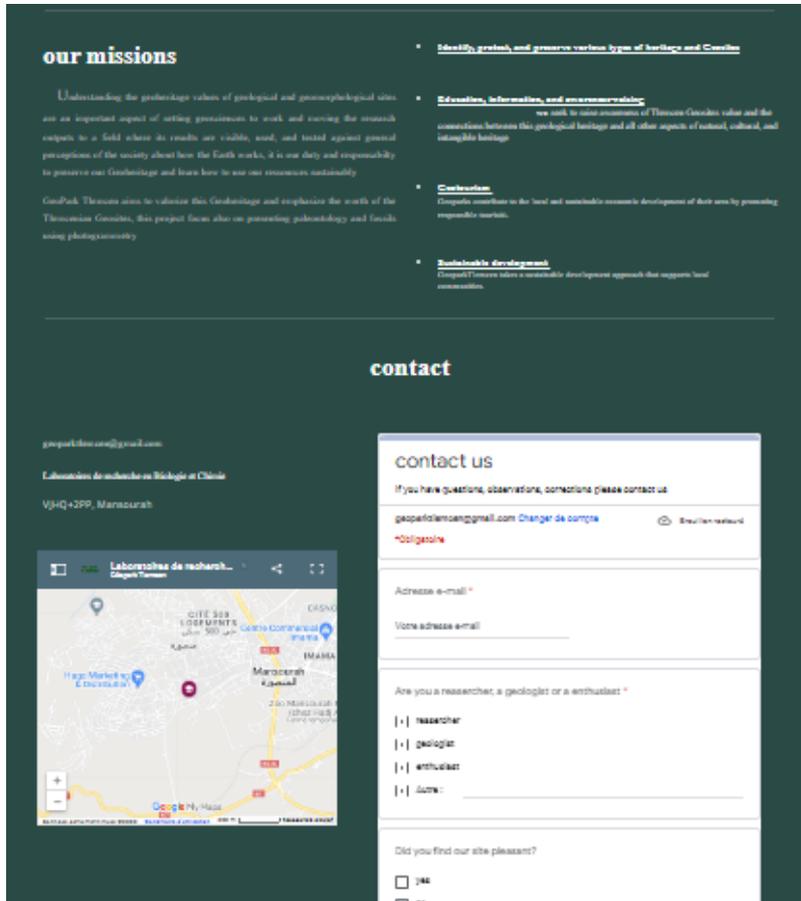


Figure 21- Mission du site web «GeoPatk Tlemcen».

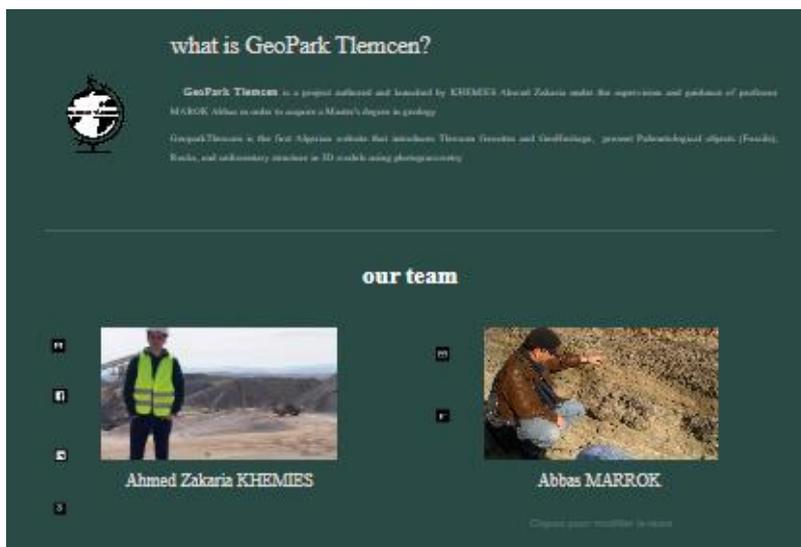


Figure 22- Concepteurs du GeoPatk Tlemcen et leurs coordonnées.

G. Législation

Cette fenêtre a été insérée dans le site web « GeoPatk Tlemcen » pour faire connaître aux scientifiques et au public les textes relatifs à la protection du patrimoine naturel. Il s'agit en réalité d'une législation à la fois nationale et internationale.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE & PERSPECTIVES

*«La patrimonialisation de la Nature est considérée comme un moyen efficace de redynamiser l'activité économique»
(Héritier & al., 2009)*

I. CONCLUSION GENERALE

Ce modeste travail avait comme objectif principal la promotion du géotourisme lucratif dans la wilaya de Tlemcen à travers la conception d'un site web dédié au patrimoine géologique et géoarchéologique.

Après l'inventaire et le choix de 43 géosites appartenant à des typologies différentes: géomorphologiques (plateau de Lalla Setti, El Ourit, falaises de Beni Snous, Poljé de Terni, Dayet El Ferd, gorges de la Tafna, volcan des Mnasseb, muraille d'Amina Bou Djellil, baie de Sidna Youchaa et de Moscarda, marsat Honaïne, plage de Barbadjani et les rochers Ad Fratres), paléontologiques (Ammonites et brachiopodes de Beni Bahdel, ammonites de Dar Benzerka et d'Aïn Killoun, gisement fossilifère du Berriasien d'Ouled Mimoun, les récifs de Sebaa Chioukh, gastéropodes de la Pierre du Chat, brachiopodes, ammonites et bivalves de Sidi el Abed, et gastéropodes de Mekaïdou), minéralogiques et pétrographiques (barytine de Beni Bahdel, bentonite de Hammam Boughrara, marbres onyx de Takbalet, granite et roches métamorphiques de Nedroma, roches volcaniques de Koudiat el Mellah, de Souahlia et de M'Sirda et enfin la mine de Zn-Pb), structurologiques (Plis et failles de M'Dig, Pli couché et faillé de Honaïne, fossé d'effondrement de Sebdu et l'Olistolithe de Beni Boussaïd), hydrogéologiques (Aïn Tahamamite, Aïn El Hammam, Hammam Sidi Abdeli, Hammam Boughrara et Hammam Chiguer), spéléologiques (Grotte de Yebdar et Rhar Boumâaza) et géoarchéologiques (Lac Karâr, Grottes de Rhar Lehman et Abris sous roches de la Mouilah), une évaluation de leur intérêt patrimonial s'est imposée. Ainsi, et à partir de la méthode chiffrée (De Wever & al., 2014), nous avons hiérarchisé 10 géosites qui sont considérés comme étant des géosites à intérêt patrimonial international, 17 à intérêt national et 16 à intérêt régional/local.

En plus du cachet géotouristique du site web appelé «GeoPark Tlemcen», un second intérêt a été donné à la géodidactique par la conception des fenêtres réservées à l'application de la photogrammétrie et à la modélisation en trois dimensions des fossiles (notion de e-fossile). Cette dernière vient appuyer la nouvelle stratégie du ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique en matière d'enseignement à distance et d'innovation pédagogique.

Enfin, le site web «GeoPark Tlemcen» propose à son utilisateur des informations sur la géographie et à la géologie de la région, et sur la législation algérienne et internationale pour la protection du patrimoine naturel.

II. PERSPECTIVES

En guise de perspectives, nous avons jugé utile de formuler les propositions suivantes:

- **Compléter l'inventaire des géosites tlemcéniens:** il s'agit d'une mission ayant pour objectif principal d'abord l'intégration d'autres géosites encore non connus d'une part et l'élaboration des fiches techniques d'inventaires et la classification des géosites selon leur intérêt patrimonial d'autre part.
- **Etablir des cartes de protection des géosites menacés:** afin de sauvegarder les géosites menacés par la dégradation naturelle et /ou anthropique, l'établissement des périmètres de protection deviennent nécessaires.
- **Créer une application informatique sur Smartphone:** une telle application devient nécessaire pour promouvoir le géotourisme local et pourquoi international concernant la visite des géosites à intérêt scientifique.
- **Enrichir le site web «GeoPark Tlemcen» par des documents géodidactiques:** mettre à la disposition des enseignants et des étudiants des vidéos scientifiques, des modèles 3D des fossiles, cristaux, des structures géologiques, etc.
- **Promouvoir le métier de Géologue:** par manque d'information sur l'apport des sciences de la terre dans le développement durable de la société, le métier de **Géologue** reste à ce jour mal connu. Ainsi, et à travers le site web proposé, une fenêtre «**Devenir Géologue**» sera ajoutée pour promouvoir les compétences du **Géologue** dans le domaine des géosciences (e.g. la transition énergétique, etc.).
- **Créer une réserve géologique:** en collaboration avec l'Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA) et le Parc National de Tlemcen, nous proposons la création de la première réserve géologique en Algérie et pourquoi pas l'habilitation du GeoPark Tlemcen par le service chargé du patrimoine au niveau de l'**U.N.E.S.C.O.**

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Billet Ph.** (2002)- « Protection du patrimoine géologique », guide juridique. *Cahiers techniques de l'ATEN* 76, 148 p.
- Déclaration internationale de Digne sur les droits de la mémoire de la Terre** (1991).
- Déclaration de Budapest sur le patrimoine mondial** (2002).
- De Wever P., Egoroff G., Cornée A. & Lalanne A. (Ed.)**(2014)- Géopatrimoine en France. *Mémoire H.S. Société géologique de France* 14, 180 p.
- Iosif D.** (2014)- la fiche d'évaluation des géosites. un exemple exhaustif utilisé sur des sites roumains. *Cinq continents* (4) 10, pp. 158-180.
- Jonin M. & Graviou P.** (2008)- Découvrir le patrimoine géologique de la France. *Revue du BRGM, Géosciences* 7/8, 8 p.
- Marok A.** (2021)- Patrimoine Géologique et Géoarchéologique tlemcénien : intérêt scientifique et visée socio-économique. *Ed. Kounouz*, 279 p.
- Panizza M.** (2001)- Geomorphosites: Concepts, methods and example of geomorphological survey. *Chinese Science Bulletin* 46, Suppl. Bd, pp. 4-6.
- Rădulescu C.C., Grecu F. & Dobre R.** (2016)- Sur le concept de géosite, des préliminaires au plateau de Dobroudja du Sud. *Analele Universitatii Bucuresti Geografie*, pp. 147-166.
- Reynard E.** (2005)- Géomorphosites et paysages, *Géomorphologie: relief, processus, environnement* 3, pp. 181-188.
- U.N.E.S.C.O.** (1972)- Convention sur la protection du patrimoine mondial culturel et naturel.
- Wimbledon W.A.P. (1996)**- GEOSITES- A new IUGS initiative to compile a global comparative site inventory, an aid to international and national conservation activity. *Episodes*, 19; pp. 87-88.

LISTE DES FIGURES

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Géosites géomorphologiques	18
Figure 2	Géosites paléontologiques	20
Figure 3	Géosites minéralogiques et pétrographiques	21
Figure 4	Géosites structurologiques	22
Figure 5	Géosites hydrogéologiques	23
Figure 6	Géosites spéléologiques	24
Figure 7	Géosites géoarchéologiques	24
Figure 8	Nettoyage et préparation du fossile pour la prise des photos	28
Figure 9	Studio dédié à la prise des photos	29
Figure 10	Modèle en 3D d'une ammonite du Toarcien (Beni Bahdel, Monts de Rhar Roubane)	29
Figure 11	Page d'accueil du site web	31
Figure 12	Principaux géosites de la région de Tlemcen	32
Figure 13	Carte interactive des géosites	32
Figure 14	Page réservée à la photogrammétrie numérique en 3D	33
Figure 15	Exemple d'illustration d'une ammonite du Toarcien	33
Figure 16	Exemple d'illustration d'un oursin (<i>Clypeaster</i>) du Miocène	34
Figure 17	Exemple d'illustration d'une huître du Miocène	34
Figure 18	Exemple d'illustration d'une trace d'organisme (<i>Zoophycos</i>)	34
Figure 19	Carte de situation des géosites tlemcéniens	35
Figure 20	Géologie de la région de Tlemcen	35
Figure 21	Mission du site web «GeoPatk Tlemcen»	36
Figure 22	Concepteurs du GeoPatk Tlemcen et leurs coordonnées	36

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Chronologie de reconnaissance du patrimoine géologique	11
Tableau 2	Notation et coefficients utilisés pour évaluer l'intérêt patrimonial d'un géosite (d'après De Wever & <i>al.</i> , 2014)	11
Tableau 3	Champs et critères de la fiche d'inventaire	12
Tableau 4	Typologie des géosites	12
Tableau 5	Localisation des géosites géomorphologiques	14
Tableau 6	Localisation des géosites paléontologiques	14
Tableau 7	Localisation des géosites minéralogiques et pétrographiques	15
Tableau 8	Localisation des géosites structurologiques	15
Tableau 9	Géosites hydrogéologiques	16
Tableau 10	Géosites spéléologiques	16
Tableau 11	Géosites géoarchéologiques	16
Tableau 12	Géosites tlemcéniens à intérêt international	25
Tableau 13	Géosites tlemcéniens à intérêt national	25
Tableau 14	Géosites tlemcéniens à intérêt régional/local	26

