الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الجزائر2

معهد الآثــار
قسم صيانة وترميم
الممتلكات الثقافية

رسالة لنيل شهادة دكتوراه في علم الآثـار تخصص صيانة وترميم

منهجية صيانة وترميم مجموعة من مستحثـات الديناصورات من حفرية حاسي مومن بعين صالح

إعدادالطالب :
سامركريم

تحت إشراف:
د بلعيبود بدرالدين
أ د محبوبي محمد

أعضاء اللجنة المناقشة

د بوخنوف أرزقي .....رئيسا (جامعة الجزائر 2)

د بلعيبود بدر الدين .....مقررا (جامعة الجزائر 2)

أ د محبوبي محمد .....مقررا (جامعة اوهران1)

د أوبراهم جوهر .....ممتحنا (جامعة الجزائر 2)

د ربعين اعمر .....ممتحنا (جامعة الجزائر 2)

د بوعويرة نبيل .....ممتحنا(جامعة قسنطينة2)

السنة الجامعية 2019 - 2020

الإهـــــداء

أهدي ثمرة جهدي إلى:

من قال فيهما الله سبحانه وتعالى (... **وبالوالدين إحسانا**....)

أهديها أولا إلى أمي ثم أمي ثم أمي(فـاطمة)

ثم إلى أبي (عــاشور)

إلى كل إخوتي وأخواتي أهدي هذا العمل

"عزالدين، يوسف، سمير، رضا، رمضان، لويزة، نصيرة، ليلى، سميرة"

إلى عائلتي الصغيرة: زوجتي دنيا ، إلى ولدي يونس، إلى ابنتي ذهبية

إلى روح الفقيد محمد قتال(رحمة الله عليه) الذي كان سببا في مشواري لما بعد التدرج

إلى كل الأصدقاء و الزملاء

إلى كــل من أعانني في دراستي و أخص بالذكر نائب المدير بالمديرية الفرعية للديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار بعين صالح الســيد حفــاوي عبد القــادر

إلى كل من علمني حرفا أهدي هذا العمل

كما أخص بالذكر كل عمال المديرية الفرعية بعين صالح لمؤسسة الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار إطارات، أعوان، عمال

إلى كل أهلنا بالصحــراء الجزائرية الكبرى أهدي هذا العمل

كما أهدي ثمرة جهدي إلى كل من أحب عملا وأتقنه

كلمـة شكر

بعد الحمد والشكر لله أتقدم بخالص شكري إلى أستاذي المشرفين: الدكتور **بلعيبود بدر الدين** الذي لم يبخل علي يوما بنصائحه وتوجيهاته في كل وقت وبدون كلل أو ملل، وكان النور الذي أنار لي طريق بحثي وشجعني على خوض هذه التجربة – فشكرا أستاذي الفاضل-، أما عن البروفيسور **محبوبي محمد** فقد كان مفتاح بحثي ولولاه ماكنت خضت هذه التجربة كونه من بين المختص القلائل في بلدنا الجزائر وبالرغم من بعد المسافة بيننا إلا أن تواضعه وحبه للعلم لم يثن عزيمته من تقديم لي كل المعلومات وكل النصائح وكل ما احتجته في مجال تخصصه في الباليونتولوجيا والمستحثات – جزاك الله عنا كل خير أستاذنا- .

ومن باب من لم يشكر العبد لم يشكر الله أتقدم بكل تشكراتي وامتناني ولولا الله ثم لولاه ما استطعت أن أصل إلى تجسيد هذا البحث بالرغم من تواضعه، جعله الله زادا وعونا لكل طالب وباحث، عن نائب المدير بالديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار بعين صالح أتكلم السيد **حفاوي عبد القادر**– شكر خاص سيدي المدير- .

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى الأستاذ **بن عبد الكريم موسى** من جامعة تمنراست الذي سخر نفسه في تقديم كل ما أحتاجه من أجل إتمام هذا البحث.

شكر خاص الى الأستاذ **عمروني توفيق** على ما قدمه لي من يد العون

شكري الخاص إلى الدكتورة والاخت **خليل وهيبة** التي لولا الله عز وجل ولولاها ماكنت لأواصل بحثي في مجال الاثار

كما أتقدم بشكري إلى كل ما ساعدني من قريب أو من بعيد طول مدة إنجاز هذا البحث

بسم الله الرحمان الرحيم

(وقالوا أئذا كنا عظاما ورفاتا أئنا لمبعوثون خلقا جديدا" **قل كونوا حجارة أو حديدا**)

الإسراء 49،50

قائمة المختصرات :

- **ASGA** : Agence du Service Géologique de l'Algerie.
- **BP**: British petroleum.
- **ANGCM :** Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier.
- **CNRPAH :**Centre National des Recherches Préhistoriques Anthropologiques et Historiques
- **CRDDF:** Centre de Recherche et de Restauration des Musées France.
- **CRMD:** Centre de Recherche sur la Matière Déversé.
- **INRAP:** Institut National des Recherches Archéologiques Préventives.
- **ONPCA:** Office National du Parc Culturel de l'Ahaggar.
- **ORGM** : Office National de Recherche Géologique et Minière

مقدمـــــــــة

مقدمـــــــــة:

إن للتراث مفهوم واسع يشمل كل ما ورث على وجه الأرض، سواء المخلفات البشرية كالفخار و المسكوكات و فنون جدارية وأدوات ما قبل التاريخ، أو مكونات الطبيعة المرتبطة بالفلزات و المعادن والصخور والمستحثات وغيرها، وما يندرج في مجال تخصص الصيانة والترميم من الجيولوجيا والكيمياء، هذه العلوم تعتبر إحدى الوسائل التي تساعد المختص في الآثار من أجل التعرف على اللقى و مكوناتها الأساسية ، وخصائصها الفيزيائية والكيميائية من أجل معالجة دقيقة وعلمية للمواد المراد معالجتها، لكن اليوم أصبح من الضروري النظر إلى بعض مكونات التراث الجيولوجي الذي يستوجب علينا تثمينه والمحافظة عليه باعتباره احد الركائز الأساسية لدراسة تاريخ الأرض التي تعود لملايين السنين، كما هو الحال بالنسبة إلى المستحثات باختلاف أنواعها، هذا ما دفعنا إلى التفكير في طريقة التعامل مع هذه المتحجرات العظمية على وجه الخصوص و في كيفية صيانتها والحفاظ عليها .

تتعرض المستحثات كغيرها من الحجارة الأثرية باعتبارها حجارة رسوبية لعدة أنواع من التلف، فتغير منمظهرها الفيزيائي وتركيبها الكيميائي ما يؤدي إلى تدهورها، ولعل من أبرز التغييرات الفيزيائية التي تطرأ على المادة الحجرية هو فقدان تماسك العناصر المشكلة لها.

إن توفير محيط ملائم للمستحثات سيجعلها في مأمن من أنواع التلف التي قد تصيبها كغيرها من الحجارة الرسوبية ويبعد إمكانية تعرضها إلى التلف بكل أنواعه .

إن وسائل التحليل المتاحة اليوم تسمح لنا بتحديد التركيبات الكيميائية و المكونات الفلزية للعظام المتحجرة ، وتعرفنا أيضا بخصائصها كمسامياتها وقساوتها وكثافتها...، وبالتالي فان معرفة خصائصها تعتبر أولى الخطوات في رسم منهج صيانة وترميم المستحثات العظمية ، نفسها كنفس خطوات باقي اللقى الأثرية، سواء ذات الأصل العضوي أو غير العضوي، حيث يفيدنا في اقتراح وضعها داخل وسط مناسب أو توجيهها إلى الصيانة العلاجية، كما أن معرفة التركيبة الفلزية يفيدنا في معرفة نوعية الصخر و خصائصه الكيميائية من أجل تحديد نوعية المحيط الملائم الذي يناسبه، وكذا اقتراح العلاج بالنسبة للمستحثات المتدهورة المشقوقة والمنكسرة منها أو التي هي معرضة إلى الكسور وهذا من

خلال الكشف الميكروسكوبي، ما يجرنا إلى التعرض إلى أهم الوسائل التي تساعد في التحليل الكيميائي والفلزي .

من بين أهم الأسباب الرئيسية التي دفعتنا لاختيار هذا الموضوع هو اهمية هذه المادة أي القطع العظمية المتحجرة والتفكير في رسم مناهج صحيحة سواء في الصيانة الوقائية أو العلاجية، وقد تم استرجاع عدد كبير من هذه المستحثات من موقع الاكتشاف حاسي مومن عبر عدة مراحل كان أولها عشوائيا، حيث جلب من طرف سائق الحفارة الذي بلغ عن هذا الاكتشاف إلى المصالح المعنية بحماية التراث بمنطقة عين صالح، وهي الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار فرع عين صالح، ليأتي دور هذه المؤسسة في استرجاع ما يقارب أربعة آلاف قطعة عظمية متحجرة بمختلف الطرق والوسائل وعن طريق الحفريات الإنقاذية والتدخلات الاستعجالية بالموقع، وهذا بعد إجراء أسبار أثرية لتحديد حيز الحفر، ولكن بالرغم من أن طريقة اقتناء القطع كانت سليمة وتم تسييرها ونقلها من موقع الحفرية إلى المخبر بشكل منهجي، الا ان هناك بعض العيوب والأخطاء خاصة كيفية تنظيفها (التنظيف الميكانيكي)، والذي أضر بها في بعض الأحيان، أما عن الحفظ و الترتيب فهو غير كاف لنقص المعدات لذلك وما ينقصنا سوى الوسائل الحديثة والطرق الصحيحة في الحفاظ عليها، ما اضطرنا إلى التفكير في كيفية الحفاظ عليها ، وعلاجها إن اقتضت الضرورة .

كما أن للأسباب الذاتية أيضا دورا في اختيار هذا الموضوع و هوشرف التدخل على هذه العظام منذ بداية الاكتشافات ما نمى لدي الغيرة وحب التطلع لمثل هكذا تراث ووجوب الحفاظ عليه مهما كان الثمن و وضع أسس ومناهج صيانة و ترميم التراث الجيولوجي بصفة عامة و الباليونتولوجي بصفة خاصة .

حاولنا في هذا البحث المساهمة في عملية الوقاية والعلاج لعظام الديناصورات المتحجرة والمستخرجة من حفرية حاسي مومن بمنطقة عين صالح، و التي تعرضت إلى مناخ مغاير لما كانت عليه تحت الأرض، ولهذا الغرض تطرقنا إلى المناهج التي تفيدنا في المحافظة على المستحثات العظمية ومحيط مكان التخزين، وكذا التدخل المباشر على القطعة المتحجرة سواء القيام بعملية اللصقأو التقوية أو التنظيف الميكانيكي أو الكيميائي ، لكن كل هذا بعد التشخيص الصحيح للقطع العظمية المتحجرة، بالاستعانة بأهم وسائل التحليل المتمثلة

بجهاز (DRX)، واقتراح وسائل أخرى لم يتسن لنا تطبيقها لصعوبة الوصول إليها وهي من بين معوقات البحث التي صادفتنا أثناء هذا العمل، كجهاز قياسالمسامات (Porosimetre)من أجل معرفة الهندسة المسامية وهو كل ما يتعلق بمسامية العظام المتحجرة : نسبة ونوع المسامية، أبعاد المسامات؛ أيضا التركيبة الفلزية للحجارة المعالجة عن طريق جهاز قياس انحناء الأشعة السينية.

وتكمن أهمية هذا الموضوع أيضا في محاولة الوصول إلى وضعأسس ملائمة لمحيط يناسب المستحثات العظمية والطرق المتبعة التي تساعدنا في الحفاظ عليها، وكذا إلى تحسين ورفع من فعالية العظام المتحجرة و هذا من خلال تطبيق مناهج صحيحة للصيانة والترميم .

وعليه فإننا قد تناولنا في بحثنا هذا دراسة لبعض العظام المتحجرة للديناصورات كما سبق ذكره و التي عاشت في فترات وأزمنة قديمة جدا تعود إلى فترة الطباشيري (Crétacé)على أقل تقدير (ما بين 145 إلى 65 مليون سنة)، والتي جلبت من موقع حاسي مومن بعين صالح، وهي عبارة عن عظام في الأصل قد تحولت إلى متحجرات من نوع ال صخور الرسوبية، وقد اخترنا عينات للدراسة التطبيقية بحسب الشكل واللون و الوزن وحالة الحفظ ونوع العظم لكن العراقيل السالفة الذكر من عدم الوصول إلى إجراء كل التحاليل مع كل العينات لم تسمح لنا بتطبيق هذا المنهج على العينات واكتفينا فقط بوضع منهجا واحدا في التعامل مع هذه المستحثات.

تتعرض المستحثات بكل أنواعها البحرية النباتية والحيوانية إلى عدة عوامل التي تؤدي إلى تغير في بعض خصائصها مما ينجم عنها تلف تفقد من خلاله معطيات ومعلومات أساسية يمكن استخراجها من هذه المادة ، وتكمن إشكالية هذا البحثفي عرض الطرق والمناهج المتبعة في صيانة وترميم العظام المتحجرة بصفة عامة، و كدراسة تطبيقية أخذنا العظام المتحجرة للديناصورات المكتشفة بموقع حاسي مومن بعين صالح .

تتفرع عن هذه الإشكالية عدة تساؤلات فرعية هي :

- ماهية التراث الجيولوجي؟، و ما هي أنواع المستحثات بمنطقة عين صالح ؟
- ما هي خصائص العظام المتحجرة؟ و أهم طرق التحليل المخبري في تحديد الخصائص وتشخيص التلف ؟

- ما هي الوسائل والمواد المعالجة للعظام المتحجرة المتلفة؟
- ما هي طرق المحافظة على العظام المتحجرة ؟

لقد صادفتنا خلال قيامنا بهذا البحث صعوبات عديدة سواء من الجانب النظري كقلة المراجع في مثل هذه الأبحاث خاصة باللغة العربية، وأما التي باللغة الأجنبية فكان من الصعب علينا ترجمة بعض الكلمات العلمية التي لها معاني دقيقة ربما تختلف عن المعنى الدقيق والحقيقي، خاصة فيما يتعلق بالجيوكيمياء والجيولوجيا وغيرها من العلوم التي ساعدتنا في انجاز هذا البحث حيث توجب علينا فهم أساسيات في الكيمياء و الفيزياء و البيتروغرافيا و الباليونتولوجيا وغيرها من العلوم الدقيقة من أجل توظيفها في فهم منهجية التعامل مع العظام كحجارة .

أما الجانب التطبيقي فهو لا يقل صعوبة عن النظري، فعدم التوصل إلى إجراء التحاليل المسطرة من أول البحث والمتمثلة في المجهر الماسح (MEB) ، قياس المسامية وكذا قياس انحناء الأشعة السينية، للعينات المراد تحليلها وتشخيصها وعددها 15 عينة، حيث تعذر الوصول إليها بالرغم من توفرها في بلدنا، ولم يتسن لي سوى القيام بنوع واحد من التحاليل وهو قياس انحناء الاشعة السينية (DRX) على 3 عينات فقط .

اعتمدنا في هذه الدراسة على المنهج الوصفي و التحليلي حيث قمنا بتحليل نتائج التشخيص، التي تعددت فيه طرقه باستعمال مختلف وسائل التحليل و لعل أهمها جهاز DRX الذي كان متاح لنا، كل هذا مع وصف كل عينة وصفا دقيقا ماكروسكوبيا وميكروسكوبيا، بالإضافة إلى اعتمادنا المنهج المقارن، حيث أننا أوردنا فيما سبق ذكر تحليل 15 عينة مختلفة الأنواع و الألوان و باختلاف مصادرها، وهذا من أجل إجراء عملية مقارنة بين العينات ومصادرها.

ينقسم بحثنا هذا إلى قسمين، نظري وتطبيقي ، حيث نتج عنه أربعة فصول هي:

الفصل الأول: تطرقنا إلى عموميات حول التراث الجيولوجي بصفة عامة والمستحثات بشكل أخص، حيث ارتأينا تثمين الجيولوجيا كنوع من أهم أنواع التراث الذي يجب إدراجه كأحد مقوماتنا وما لدراستها من أهمية، كما تطرقنا أيضا إلى جزء مهم في تحديد بعض التعاريف والمفاهيم المتعلقة بأحد أنواع التراث الجيولوجي وهي المستحثات العظمية

للديناصورات، مع ذكر بعض التفاصيل المتعلقة بتاريخ نشأتها وانقراضها وكذا طرق تصنيفها، مع ذكر أهم مواقع الديناصورات في الجزائر عموما و منطقة عين صالح على وجه الخصوص بالاستدلال بالصور والخرائط .

الفصل الثاني:حيث ذكرنا طرق التشخيص ووسائل التحليل التي يجب الاعتماد عليها، مع ذكر أهم خصائص العظام قبل وبعد تحجرها، وأنواع ومظاهر التلف التي تصيب الحجارة بشكل عام و العظام المتحجرة على وجه الخصوص،وهذا يجرنا إلى ذكر وسائل التحليل التي سنعتمد عليها من اجل تحديد الخصائص الفيزيائية والكيميائية.

أما الجانب الثاني للدراسة فهو مخصص لدراسة تطبيقية محضة، قسمنا الجانب التطبيقي إلى فصلين ثالث و رابع.

ففيالفصل الثالثتحدثنا عن أولى خطوات الصيانة والترميم و مراحل تسيير العظام المتحجرة، حيث تطرقنا بالتفصيل إلى التدخلات الاستعجالية ومراحلها من موقع الاكتشافات العظمية بحاسي مومن.

أما الفصل الرابع فقد خصصناه للعمل المخبري وهو تشخيص العظام المتحجرة وتشخيص التلف الذي أصابها، ومن هنا قمنا بتحليل عينات جد محدودة 3 عينات فقط و نوع واحد فقط من التحاليل وهو قياس انحناء الاشعة السينية ، على عكس ما كنا نود القيام به وهو 15 عينة و ثلاث تحاليل على الأقل كقياس المسامية و المجهر الماسح MEB، من أجل المساعدة على التعرف أكثر على خصائص تلك الحجارة و أنواع التلف الدقيقة التي تصيبها والتي لا ترى بالعين المجردة، و كذا تحديد التراكيب الكيميائية والفلزية على العينات المختارة ، كما قمنا بمحاولة تطبيقات اللصق والتقوية على بعض العينات باستعمال مواد وطرق تطبيق مختلفة .

بالرغم من نقص الأعمال و الأبحاث التي تحدثت عن صيانة وترميم عظام الديناصورات وانعدامها في الجزائر إلا أننا اعتمدنا علىبعض الأعمال التي تساعدنا في موضوع بحثنا هذا، خاصة الجانب المنهجي ووسائل التحليل وكذا طرق العلاج التي تتلاءم مع عينات بحثنا، كأعمال متحف التاريخ الطبيعي الفرنسي للباحثة فيرونيك روشون (Véronique Rouchon)،وكذا رسائل الدكتوراه المفيدة جدا في موضوع بحثنا هذا كرسالة سيلفان بيرنارد (Sylvain Berbard) لصيانة المستحثات العضوية، وكذا رسالة الدكتور

بلعيبود بدر الدين في صيانة وترميم الحجارة الأثرية، هذه الأخيرة التي تعتبر كمرجع هام في صيانة و ترميم المواد الغير عضوية، خاصة الحجارة بكل أنواعها والتي اعتمدنا عليها بالدرجة الأولى في خطوات بحثنا هذا، هذا بالإضافة إلى المراجع المتعلقة بالمفاهيم العامة للتراث الجيولوجي والمستحثات، كمؤلفات ومقالات الاستاذة الدكتورة فطيمة شيخي عويمر، ودروس الباليونتولوجيا لـأدولف دارشياك (Adolphe D’archiac).

الفصل الأول

عموميات حول التراث الجيولوجي

I- التراث الجيولوجي

II- المستحثات

III- الديناصورات

تعتبرالمستحثات أحد أهم مميزات التراث الجيولوجي الذي يجب المحافظة عليه، حيث يجدر بنا الإلمام بهذا الموضوع من جميع جوانبه كون بحثنا هذا يرتكز عليه بالدرجة الأولى (طرقالمحافظة وعلاج العظام المتحجرة للديناصورات)،وبما أننا سندرس المستحثات المكتشفة بمنطقة عين صالح والتي تندرج ضمن حدود الحظيرة الثقافية للأهقار، والتي كان لها الفضل في التدخل لحماية هذا الموقع، وكذا باعتبارها أحد وسائل حماية وتثمين التراث فإننا أوردنا تعريف ومهام الديوان المسير لهذه الحظيرة، و كان تدرج عناصرنا في الفصل يعتمد على مبدأ الانتقال من عنصر عام إلى خاص، أي بدأنا من التراث الجيولوجي بصفة عامة، إلى أحد أنواعه وهي المستحثات بكل أنواعها، لننتقل بعدها إلى أحد أنواع هذه المستحثات وهي العظام المتحجرة للديناصورات، وقد كان تقسيم هذه العناصر بذكر تاريخ الأبحاث الجيولوجية بالجزائر معتمدين على كتاب تاريخ الجيولوجيا بالجزائر، و تطرقنا فيما بعد إلى أهمية التراث الجيولوجي وذكرنا طرق ووسائل الحفاظ عليه التي من بين أهمها الحظائر الوطنية والثقافية، مع ذكر إحدى هذه المؤسسات التي ساهمت بشكل كبير في الحفاظ على هذا النوع من التراث وهي الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار، وبما أننا في موضوع بحثنا هذا حاولنا التطرق إلى وسائل حماية وحفظ نوع مهم من التراث الجيولوجي وهي المستحثات، وعلى وجه الخصوص العظام المتحجرة للديناصورات، وكعينة أخذنا المتحجرات المكتشفة بموقع حاسي مومن بعين صالح، فانه من الضروري إعطاء وصف لهذا النوع من التراث الجيولوجي(المستحثات) بذكر مفاهيم و تعاريف ومصطلحات علمية تمكننا من فهم العينة المراد دراستها و حمايتها، وجعلها في إطارها الزماني والمكاني، محاولة منا إعطاء منظورا شاملا لأنواع الكائنات الحية ومحيطها السائد، دون إهمال الفترة الزمنية التي عاشت فيها، وقد حاولنا ذكر أهم أنواع الأحافير السائدة في حيز دراستنا أي في منطقة عين صالح كونها تمثل تراثا جيولوجيا هاما تغطي كل المنطقة من مستحثات بحرية، نباتية، وحيوانات فقارية أهمها التماسيح والديناصورات، هذه الأخيرة هي محور موضوعنا هذا، فارتأينا ذكر هذا النوع من الحيوانات المنقرضة بشيء من التفصيل، وأهم مواقع تواجدها بالجزائر و منطقة عين صالح .

I . التراث الجيولوجي :

1. تاريخ الأبحاث الجيولوجية في الجزائر :

قبل عرض أهم الأبحاث والباحثين الجيولوجيين الذين اهتموا بدراسة جيولوجيا الجزائر يجب التنبيه إلى أننا سنتحدث بالدرجة الأولى عن الباحثين الفرنسيين في الفترة الاستعمارية، مع العلم أن ميلاد الجيولوجيا واكبت فترة احتلال الجزائر أي من 1800م إلى 1825م بالرغم من أن مصطلح جيولوجيا استعمل في فرنسا لأول مرة عام 1778م[1] ولكننا لا نجد هذا التخصص عند الجزائريين في الفترة الاستعمارية وحتى بعد الاستقلال حيث منع الجزائريون من دراسة هذه المادة حتى يمنعوا من التعرف إلى تراثهم الجيولوجي وما هو موجود في باطن الأرض التي هي وطنهم ، حتى أن احتلال الجزائر كان لأهداف جيولوجية وما يمكن استغلاله من باطن الأرض بل وحتى اختيار الإنزال في منطقة سيدي فرج عند احتلال الجزائر كان لأسباب جيولوجية محضة أي سبب طبيعة الصخور والتي كانت قد درست من قبل عام 1808م من طرف القائد بوتان (Boutin)والذي وصف طبيعة الأرض المتحولة الصلبة المكونة من (Gneiss Porphyroïde)[2] وكذا وجود منطقة الإرساء مع منبع ماء، كل هذا مع انعزال المنطقة على أعين المقاومة [3].

إن الدراسات العلمية عن الجزائر و شمال إفريقيا ككل بدأت منذ الفترة القديمة أين درسوا الجغرافيا، والمناطق الطبيعية ، بدءا بأب التاريخ هيرودوت (Hérodote) منذ القرن الخامس قبل الميلاد و الذي اعتمد بالدرجة الأولى على الوصف الذي يشوبه الأساطير وقد وصف شمال إفريقيا من ليبيا حاليا إلى المحيط الأطلسي مرورا بالجزائر [4]، كما نجد في الفترة القديمة الجغرافي سترابون(Strabon)، أما في القرن الأول للميلاد نجد الوصف الدقيق لبلين القديم Pline)(l'ancien وكتابه التاريخ الطبيعيوابنه بلين الشاب (Pline le jeune)وكتابه تاريخ العالم، بالإضافة إلىوصف البحر المتوسط من طرف مارتان الصوري (Martin de Tyr) ونجد أيضا أبوليوس المادوري (Appulée de Madaure)و القديس اغسطين 354م-430م، وكذا ترتيليانوس (Tertullien).

---

[1]Belhai (D), Histoire de la géologie de l'Algérie, Edition,ANEP, Imprimerie ANEP,2012, p.57

[2]Gneiss Porphyroïde : هي صخرة متحولة الكوارتز، الميكا، والفيلدسبات.

[3]Ibid

[4]Ibid, p.27

كما نجد العلماء المسلمين قد اهتموا بجغرافية و أرض المغرب بما فيها الجزائر ، نذكر البعض منهم كالبكري 1028م - 1098م الذي يعتبر من بين أهم الجغرافيين الذين وضعوا وصفلدقيقا لجغرافية شمال إفريقيا من مصر و منطقة بسكرة إلى المغرب، و الإدريسي 1099م-1160م الذي وصف العديد من المدن الجزائرية كشرشال، دلس، تامنفوست، بجاية وغيرها، بالإضافة إلى العالم المشهور ابن خلدون، أما الحقبة الاستعمارية فقد شهدت أعمال كبيرة في مجال الجيولوجيا، سواء القيام بالجرد العام أوإنشاء الخرائط أو اكتشافات أماكن المعادن والنيازك و الثروات الباطنية الطاقوية كالبترول، لكن قبل هذا تميزت جل الأبحاث العلمية بطابع عسكري كأعمال القائدأنطوانريزي كلود(Claude Antoine Rezet)عام1830م وكذا الجرد الذي قام به الجيولوجي اميليان أنطوان (Emilien Antoine) عام 1839م مع البعثة العلمية المتمثلة في كل من (Texier)تيكسيي ، ديفونتان (Desfontaine) و آخرون، وهذا من أجل اكتشاف التكوينات الجيولوجية للعاصمة،كما قام تيكسيي في عام 1834م بجرد أهمم مقالع الرخام القديمة المستعملة من طرف الرومان في منطقة عنابة (B-S-G- Bone) (F, IV160 كما قام رونو(Renou) بجرد أهم مناطق الماس بمنطقة قسنطينة ، كما قام ساقات Saget عام 1839م بنشر أهم المواقع التي تحتوي على التراث الجيولوجي بمنطقة سطيف، أما المرحلة التالية فقد اهتم الباحثين أكثر بالتركيبات الجيولوجية للأرض و ما تحويه من مستحثات وهذا من 1840م إلى 1850م خاصة من طرف فورنال(Fournel) ، بيرتيي (Berthier) ، ليأتي دور بومال [1](A .Pomel) وأبحاثه العديدة، إذيعتبرمن بين أهم الباحثين في جيولوجيا الجزائر خاصة في مجال المستحثات الفقارية حيث قام بنشر أعماله الأولى حول التطورات الجيولوجية في الصحراء وبعدها شارك في الخرائط الجيولوجية للجزائر وهذا من عام 1867مإلى 1873م مع كل من تيسو (J .Tissot) ، فيل (L.Ville) ، بوايونPouyanne. J) (في هذه المرحلة برزت أهم أعمال بومال في مجال الباليونتولوجيا في الزمن الجيولوجي الثالث في الجزائر، مع إنشاء فهرس المستحثات بمنطقة قسنطينة ، كما

[1] **نيكولا بومال** Nicolas Auguste Pomel : مختص في الجيولوجيا والباليونتولوجيا ولد في عام 1821م اختير ليكون سيناتورا عام 1876م للجمهورية الثالثة ، وهو أول مدير للمدرسة الجزائرية للعلوم وهذا في 1879م التي أصبحت فيما بعد جامعة العلوم ،عمل كمهندس في المناجم وأصبح مختصا في المستحثات الفقارية بشمال إفريقيا ، ولديه الكثير من المؤلفات ليس في مجال المستحثات فقط بل في المعادن ، والستراتسغرافيا والخرائط أيضا توفي عام 1898م .

عرض فيل الحجارة والمعادن المستغلة في بناءات الجزائر وذكر النيزك الذي سقط بمنطقة سطيف عام 1867م، كما أصدر نيكاز (Nicaise) فهرس من 136صفحة حول المستحثات الحيوانية لمنطقةالجزائر منذ الأزمنة الجيولوجية القديمة.

2.أهمية التراث الجيولوجي:

إن الباحثين اليوم ينبهون العالم على ضرورة البحث والقراءة في ماضيهم، ومظاهر الحياة في يومنا هذا هي عبارة عن لحظة من تطور واختفاء، ونستطيع فهمه عندما نرجعه إلى مكانه الأصلي عبر التاريخ الطويل له ، ففهم تاريخ التنوع البيولوجي وتحليله يجبرنا على استدعاء المستحثات وفحصها لأنها مفتاح تطور الحياة البيولوجية المتنوعة [1] بما فيها المنقرضة منها كالديناصورات، إن قيمة التراث الجيولوجي يتماشى مع قيمة التراث الطبيعي اللذان يتقاسمان مواد الطبيعة كالثروات الجيولوجية، المعدنية، والباليونتولوجية إذ تعتبر كلها تراث طبيعي مشترك بين الإنسانية، ما يتوجب علينا تبليغه للأجيال اللاحقة [2]، وتعد إدارة التراث الباليونتولوجي واحدة من أكبر التحديات التي تواجهنا في الحفاظ على الطبيعة، حيث يمكن خلق توازن بين استخدام هذه الموارد الطبيعية (الجيولوجية والباليونتولوجية) كمواد خام في مجالات العلوم والتعليم وبين إعطائها قيمة جوهرية كتراث بيئي طبيعي كما صرح به المشرع الجزائري في مواد حماية التراث من قانون 04/98 بما فيها المادة 38 المتعلقة بالحظائر الثقافية وكذا المادة الثانية من المرسوم التنفيذي 12-292 المحدد لقانون الحظائر الثقافية[3]،و على الرغم من أن العديد من الدول قد وضعت الإجراءات والأطر القانونية لحماية التراث الطبيعي هي مماثلة لتلك التي تطبق على الآثار وهذا عن طريق تعريف مورد محدود كالموارد الأحفورية باعتبارها نظيرا للموارد البيولوجية[4]، ومن هنا يمكن استخلاص تعريف للتراث الجيولوجي فنقول بأنه عبارة عن علامات تحتويعالم الفلزات الذي يعتبر المرجعية لتطور تاريخ الأرض، هذا العلم(الفلزات) بتطوره يعطي لنا علامات جديدة تعرفنا

[1]Saint Martin(JP)et al, « Le patrimoine paléontologique des trésors du fond des temps » ,Géo Eco Mar, Romanie , 23-25 Rue Dimitrie oncuil 024053 Bucarest publication ,2010 , p .7

[2] Merle (D), Dewever(P) , « Stratotype lutétien » ,in Muséum National d'Histoire Naturel, département histoire de terre ,UMR 7207 CNRS , centre de recherche sur la paléo biodiversité et les paléo environnements, CP.38 , 8 Rue Buffon 75005 , Paris , France , pp.140-143 .

[3] د/ خوادجية سميحة حنان، "حماية الممتلكات الاثرية في ظل قانون التراث الثقافي"، مجلة دفاتر السياسة القانونية، العدد15، كلية الحقوق، جامعة منتوري، قسنطينة، 2015، ص،74.

[4] Kevin(N), « Geoheritage, Assesment, Protection, and management, Fossils, Heritage and conservation » , Management demands on a precious Resource, 2018, pp 107.128.

بالأرض ويزودنا بمعطيات في مجالات عديدة ليس الجانب الجيولوجي فحسب بل وحتى في مجالات أخرى كالتاريخ و الآثار و المختصين في المتاحف، وهذا من خلال ما تقدمه وما تحمله القطعة أو التحفة من معلومات ، بدون إهمال الجانب الجمالي نفسها كالقطع الأثرية والأدوات الحجرية وقطع الفخار التي تحمل معلومات فريدة، بالإضافة إلى جمالية المواقع التي تحمل خصائص سياحية، علمية وحتى تاريخية كمنجم قديم [1]، ويمكن تقسيم التراث الجيولوجي إلى قسمين هما:

أ - **تراث جيولوجي داخل الموقع(In situ):**

وهو التراث الجيولوجي الذي يجمع بين المواقع التي تحفظ ذاكرة الأرض من صخور وفلزات ومستحثات وعلامات للمناخ وشواهد تطور الأرض وتحت الأرض وكذا المناظر الطبيعية السابقة أو الموجودة حاليا وكذا المقاطع الجيولوجية (Coupe Géologique) ومناجم وغيرها التي تعبر عن تراث في الموقع ذاته[2]كما نذكر منها أيضا الرواسب المعدنية وحقول المستحثات والتكوينات التكتونية و أثر النيازك والبراكين والشعاب المرجانية[3]، بدأ تطوير المواقعفي فرنسا منذ أواخر القرن الماضي فقط حيث كانت متأخرة مقارنة بدول أخرى كأمريكا التي كان للرئيس روزفلت الفضل في حماية الكثير من المواقع منها الغابات المتحجرة بأريزونا التي صنفت كمعالم وطنية في 1906م وكحظيرة وطنية سنة 1962م[4]، لكن في عام 1991م في المؤتمر العالمي لذاكرة الأرض قام الجيولوجيين عبر كل أنحاء العالم بالتحسيس لقيمة التراث الجيولوجي وأخرجوا بيان عالمي لحقوق ذاكرة الأرض[5].

ب -**التراث الجيولوجي خارج الموقع(Ex situ)** :

وهي الموارد الجيوليوجية التي تعتبو جزءا من محيطها الذي يتوافق مع المجموعات المعروضةللجمهور، أو مع النخبة المثقفة أو المنشورات أو الخرائط والوثائق و

[1]Aouimeur (FC)« Aménagement et développement durable : Quelle place pour le patrimoine géologique » , in Mémoire du service géologique de l'Algérie N 19 , ministère de l'industrie et des mines (ASGA) ,Alger 2016 , recueil de notes sélectionnée au 4eme semaine national de stratigraphie Khenchla du 4 au 6 octobre 2011, ISBN 978-2-87791-018-7. PP. 123-134

[2] Saint Martin(J P)et al, op cit , pp. 7-20

[3]Aouimeur (FC), « Aménagement et développement durable… », op cit.

[4] « Petrified foreste nationl park », Service US departement of the interior, Arizona, Février 2012

[5] Merle (D), Dewever(P), « Stratotype lutétien », op cit, pp.140-143.

المخططات كل هذا يكون تراث ا خارج الموقع شريطة أن تعرض بالمتاحف أو بالمؤسسات العمومية التي تحمي التراث [1]، كالمجموعات الفلزية والصخور الطبيعية والمستحثات، مع العلم أنها تعرض جانب من جماليتها من حيث النذرة والقيمة البيداغوجية مع الجانب التثقيفي والتعليمي الذي تقوم به المؤسسة المتحفية [2].

إذا قمنا بعملية مقارنة بسيطة بين المواقع التي تزخر بثروات و تحمل دلائل وشهادات تاريخية، وجمالية مناظرها الطبيعية الخلابة وصخورها في مختلف صورها التي تعبر عن وجهها الحقيقي وانتماءها للقارات والمحيطات المتحركة منذ 3مليار سنة فان الجزائر عبر كل مناطقها الساحلية، الداخلية والصحراوية تحمل دلائل وشهادات خاصة محفوظة جيدا ، تسمح لنا باكتشافعالم الفلزات، وحركة البحار والمحيطات، والتحركات الجليدية منذ العصور الأولى للباليوزويك) [3](Paléozoïqueكمنطقة الاهقار وسقوط النيازك بشمال شرق منطقة عين صالح بموقع العرق الأصفر وفوهة"تيمبندرت"، والانفجارات البركانية ، ومناظر الوديان، والأنهارمع مستحثات الأسماك و آثار الديناصورات والفقاريات، وكذا الغابات التي أعطت ولادة الفحم بمنطقة العبادلةبشار والمواد العضوية التي أنتجت البترول في صحرائنا والبصمات التي لا تمح عبر الصخور ، و مصادر الملح والياقوت واليورانيوم وحتى زهرة الرمال، فإننا نجد ب أن التاريخ مكتوب في المورفولوجية الخاصة للطبيعة وفي تركيبة الصخور وتركيبة الفلزات،أو التراكيب البيولوجية للمستحثات بما فيها الديناصورات التي سيكون موضوع بحثنا هذا ، وعن طريقة الحفاظ عليها من أجل إعادة بناء الأحداث، فالأبحاث تجمع الشواهد وتقاربها يبعضها لتجد الإجابات المناسبة لتاريخ الجزائر ومكانها في الإطار العام للقارات، فالعينات الجيولوجية تجمع بين الصخور و الفلزات والمستحثات تفيدنا في تحديد عمر ها ومحيطها الطبيعي والتنوع البيولوجي قديما [4] (Paléo Biodiversité) لكن هناك عدة عوائق تحول دون القيام بعملة الحفاظ الصحيح على هذا التراث الخاص فتنامي أشغال التهيئة للمواقع من أجل التعمير أو الاستغلال العشوائي بالنسبة للمصادر المنجمية

[1] Merle (D), Dewever(P), « Stratotype lutétien », op cit, pp.140-143.

[2]Aouimeur (FC),« Aménagement et développement durable… », op cit, pp.123-139

[3]**الباليوزويك :** هي أقدم المراحل التي مرت بها الأرض بدءا بما قبل الكمبري précambrien في حدود 4.6 مليار سنة إلى 542 مليون سنة وينتهي في فترة البارميان permien في حدود 299 إلى 251 مليون سنة

[4]Aouimeur(FC) , Les collections de fossiles de l'université d'Alger , un patrimoine scientifique et Historique, Impression : Sarl el Hacene , Alger 2011, pp .13-15.

تدفع إلى تخريب وتغيير الطبيعة إلى صفة كارثية أين نفقد شواهدنا التي تساعد في فهم مراحل تكوين الأرض وننسى في بعض الأحيان بأنهاالمصدرالوحيد في التأريخ، وهي تشبه ذلك الموقع القديم أو الأدوات الحجرية لإنسان ما قبل التاريخ التي تحطم بواسطة المقالع والتي تشكل تراثا لا يمكن استرجاعه من اجل فهم الماضي بالرغم من أن القانون في هذا المجال صريح في حمايته للمعطيات الجيولوجية الهامة وما تحويه، ليس في الجزائر فقط بل في كل إنحاء العالم ، ولكن يجب أن تكون التشريعات والقوانين لحماية التراث الجيولوجي صارمة مع العلم أن فكرة التراث الجيولجي بالجزائر هي حديثة النشأة بالرغم من أن المواقع الطبيعية كانت من قبل محمية من أجل خاصيتها الجمالية، ففي 1906م طبق نفس القانون الفرنسي الذي يحمي المعالم الطبيعية ذات المشاهد الحيوية والخلابة على الجزائر بصفتها مستعمرة، وفي 2 ماي 1930م صدر قانون يضع فيه قوائم للمعالم الطبيعية في كل قسم(ناحية) مع وجوب حمايتها والمحافظة عليها ، وعلى جانبها التاريخي والعلمي والأسطوري والفني، كما وصف كل من غيشارد وغرافاري بارباس (Gravaris Barbas) و (Guichard) في2003م بأن أغلبية المواقع الطبيعية قد صنفت في فترة الاستعمار ما يقارب 57 بالمائة ولا نجد بعد الاستقلال سوى 8 بالمائة من المواقع المصنفة.

تحدثنا فيما سبق عن أهمية التراث الجيولوجي، وهذا من عدة جوانب ثقافيا، تاريخيا، علميا، وحتى من الناحية الجمالية ولقد أولت الدول الغربية المتقدمة اهتماما كبيرا في المحافظة على مواردها الجيولوجية والبيئية بكل الطرق والوسائل، ومن بين الوسائل الناجعة في المحافظة على كل أنواع التراث هي الحظائر الوطنية الطبيعية منها والثقافية، فما هي يا ترى هذه الحظائر؟ وهل كان لإنشاء مثل هذه الحظائر في الجزائر دورا في الحفاظ على التراث؟

3. الحظائر الطبيعية والثقافية وسيلة للحفاظ على التراث الجيولوجي:

كان لإنشاء الحظائر الوطنية بأوروبا اقتداء بالحظائر الأمريكية التي كانت السباقة في ذلك ، حيث يسجل أول ظهور لها في عام 1872م في شمال غرب أمريكا بـمدينة يولستن لتحذو

البلدان الأخرى حذوها، ففي فرنسا مثلا وضع مرسوما للمجلس الوطني للحفاظ على الطبيعة يحدد فيه حالة الحظائر الوطنية وهذا في 27نوفمبر 1946م[1] .

والجزائر كغيرها من الدول في العالم المهتمة بمخزونها الطبيعي و الثقافي أنشأت العديد من الحظائر[2] وسنت لها القوانين ، وسخرت لها الإمكانيات لتسييرها ، وتبقى الحظائر الوطنية بالجزائر المؤسسات الفعالة التي تحمي التراث الطبيعي بما فيه الجيولوجي أين كانت فكرة التأسيس تعود لسنة1912م ليطرح عدة مرات في عدة مناسبات أسفرت آخرها عن مشروع الحظائر الوطنية بلغت 10 حظائر طبيعية في 1929م وكانت أولها بثنية الحد[3] بتيسمسيلت، وكانت أول حظيرة تهتم بالتراث الطبيعي والثقافي في الجزائرهي الحظيرة الوطنية للتاسيلي في 27جويلية 1972م بمساحة تقدر بـ 138000كم[2] لتليها الحظيرة الوطنية للاهقار في 3 نوفمبر 1987م، ثم بقية الحظائر في عام 2008م وهي حظيرة الأطلس الصحراوي ومقرها في ولاية الاغواط ، حظيرة تيندوف، وحظيرة تواتقورارة تيديكلت ومقرها ولاية أدرار[4](خارطة1)،و تعتبر كلها متاحف مفتوحة على الهواء الطلق [5] تحمي التراث البيئي بما فيه الجيولوجي والثقافي عن طريق آليات علمية وتقنية أهمها الجرد والمراقبات الدورية ضد التخريب، حتى المعارض الثابتة والمنقولة (الحقيبة المتحفية)في المدارس والتدخلات الناجعة لإيقاف التخريب والتكسير كما هو الحال لموضوع بحثنا هذا أين أوقفت الحظيرة القافية الأهقار تخريب وتكسير العظام المتحجرة من طرف أحد المؤسسات البترولية بمنطقة عين صالح وكذا إيقاف مشاريع المقالع بموقع يحتوي على المستحثات البحرية (تاغيد و تاغيدت 70كم جنوب شرق عين صالح) (الصورة 1، 2) .

---

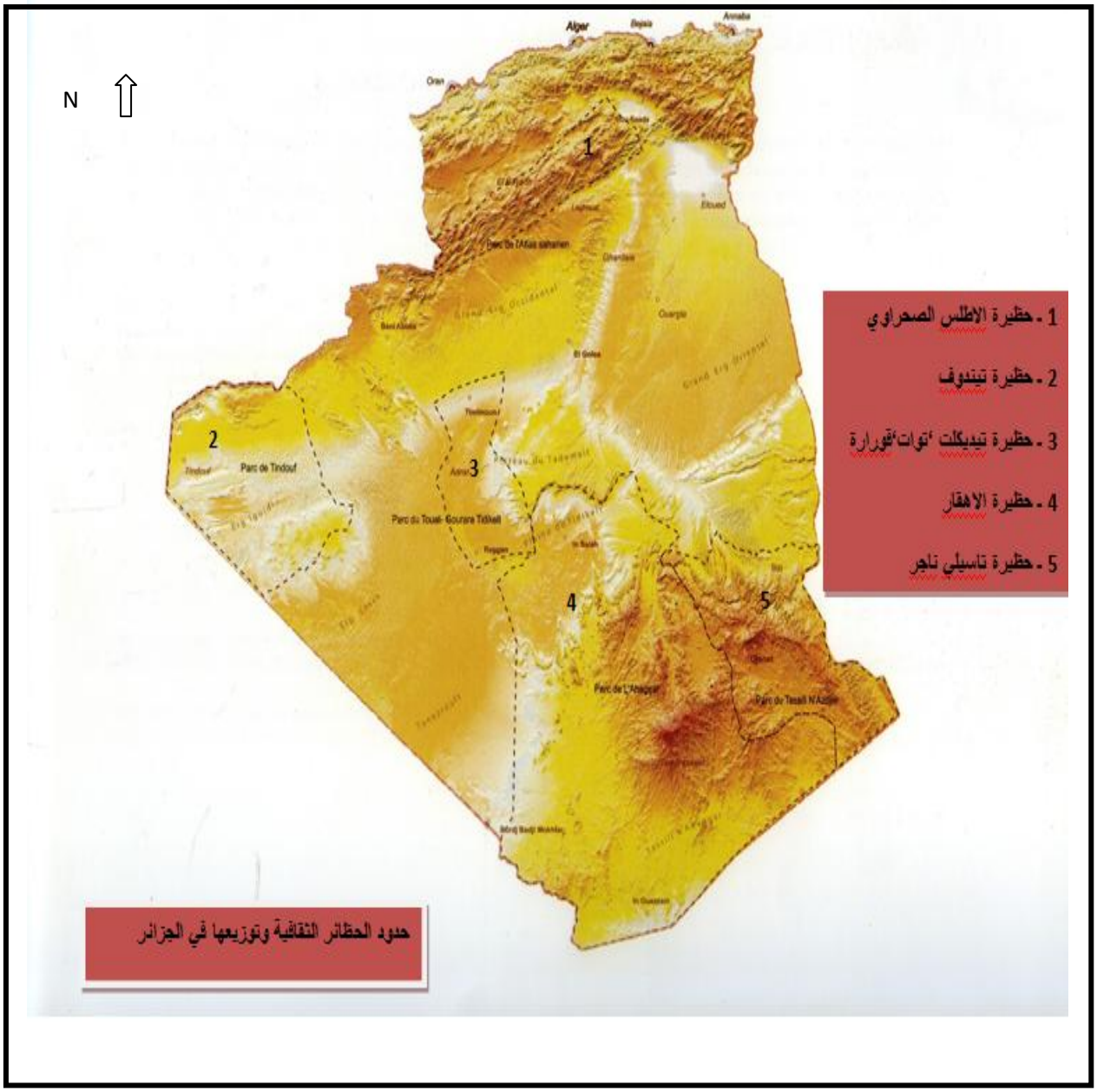
[1]Amokrane(S), « Un model de gestion adaptée aux réalités patrimoniales et culturelles de notre territoire » ,in RACINES ,Revue annuelle de l'Office du Parc National de Tassili ,N1 , 2009, pp. 15 - 16 .

[2]لقد تغير تسميات الحظائر في 2011 من الحظائر الوطنية إلى الحظائر الثقافية والتي تهتم بالحفاظ على التراث بكل أنواعه بما فيه الجيولوجي ، ويتغير مفهوم ومهام الحظائر الثقافية مع مهام الحظائر الطبيعية التي يكون حماية التراث الثقافي فيها محدود ، أين توكل إليها حماية التراث الطبيعي فقط.

[3]Aouimeur(FC) ,« Aménagement et développement durable : Quelle place pour le patrimoine géologique » , op cit, pp.128-133

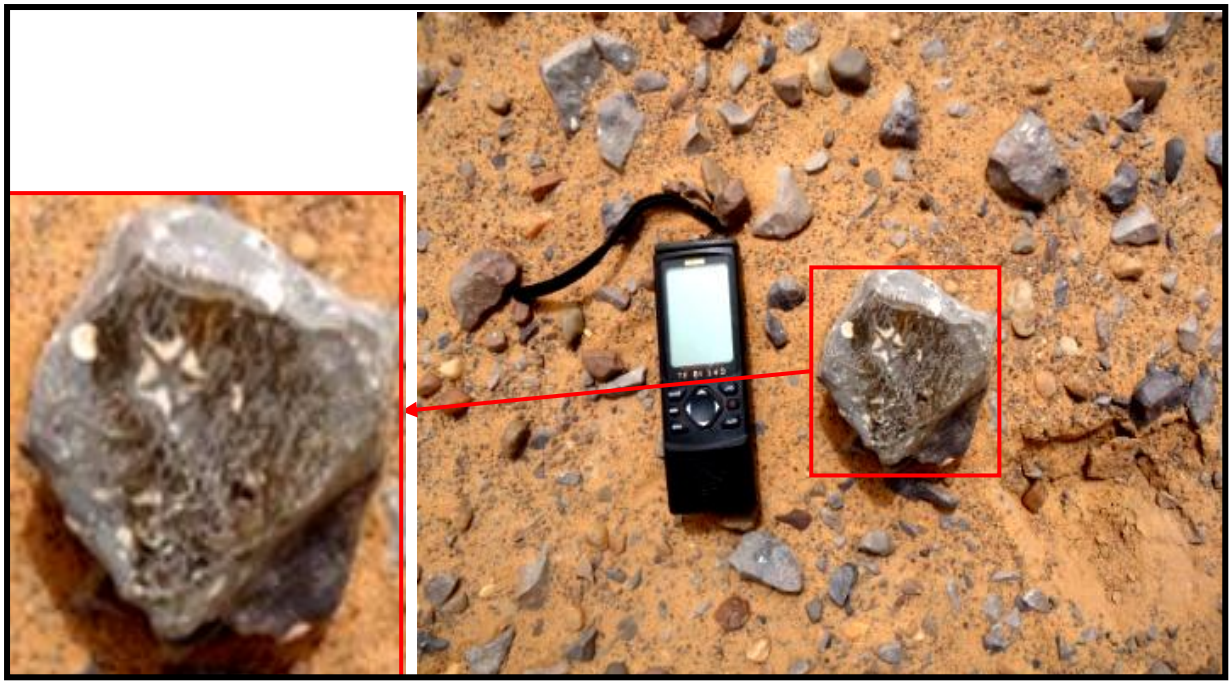
[4] ONPCA , CNRPAH, Sahara, Patrimoine, Art et Mémoire , Ministère de la Culture, p 159

[5]كريم سامر، « ماهية المتحف المفتوح على الهواء الطلق من خلال الحظيرة الثقافية للأهقار »، مجلة الايكوم العربي ، (المنظمة العربية للمتاحف)، أغسطس 2017 ، ص ص .74 -80 .



خارطة رقم 1: توزع الحظائر الثقافية في الجزائرCNRPAH بتصرف من الطالب

الصورة 1 : مقالع استغلال الحجارة من موقع" تاغيد وتاغيديت " للمستحثات البحرية (عن الطالب)



الصورة 2 : مستحثة بحرية من منطقة المقالع موقعتاغيد وتاغيديت (عن الطالب)

وبما أننا في موضوع بحثنا هذا سنقوم بعرض تجربة الحظيرة الثقافية للاهقارفي حماية التراث الجيولوجي أو الباليونتولوجي على وجه الخصوص والمتمثل في عظام الديناصورات المتحجرة بمنطقة حاسي مومن بعين صالح باعتبارها المؤسسة المخولة في ذلك ، ارتأينا ذكر بعض التعاريف والمفاهيم حول هذه المؤسسة على أن نذكر مراحل التدخلات على

الموقع من اجل إنقاذ المستحثات العظمية في الفصل الثالث، وذكر أهم نقاط البروتوكول في الملحق الممضى من طرف الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار والمؤسسات البترولية العالمية من اجل حماية التراث البيئي، الجيولوجي والثقافي خاصة عند عمليات الحفر.

4.تعريف الحظيرة الثقافية :

الحظائر الوطنية أو الثقافية هي عبارة عن مساحة محمية تخضع لقوانين خاصة بالبيئة ومحيطها البيولوجي الطبيعي والثقافي وقد جاء تعريفها في المادة 38 من قانون 98\04 بأنها المساحات التي تتسم بغلبة الممتلكات الثقافية الموجودة عليها أو بأهميتها والتي لا تنفصل عن محيطها الطبيعي [1].

أما مفهوم الحظيرة الثقافية حسب المادة الثانية من المرسوم التنفيذي 12\291 فهو فضاء لايميز بين الثقافي والطبيعي يلاحظ و يدرك من منظور بيئي وثقافي كأداة ثقافية، ومنجز جماعي في إعادة تشكيل مستمر ، ومنتج تاريخي للعلاقات المشتركة بين السكان ونشاطاتهم وتصوراتهم الذهنية والبيئية التي يتقاسمونها ، فهي إذا مكان تتراكب وتتواجه فيه الأقاليم الإدارية والتاريخية التي تديم التقاليد الثقافية السالفة [2]، تسند حماية الأراضي المشمولة ضمن حدود الحظيرة و المحافظة عليها، و استصلاحها إلى مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تحت وصاية وزارة الثقافة[3].

5.الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار:

ومختصرها باللغة الفرنسية ، (ONPCA) هي مؤسسة عمومية ذات طابع إداري تتمتع بالشخصية المعنوية والاستقلال المالي ، موضوعة تحت وصاية الوزير المكلف بالثقافة، نشأت في 03 نوفمبر 1987 م بمرسوم رئاسي 87\231، يقع مقر الديوان بولاية تمنغست أين تتفرع أقسام في كل من مدينة تمنغست ، بلدية ادلس ، وبلدية عين صالح، ولتسهيلعملية المراقبة أنشئت 50 مركزموزعة على كل حدود الحظيرة [4]، كما تعد الحظيرة الثقافية للاهقار فضاء جد شاسع تقدر مساحته بـ633887 كم^2 يحدها من الشمال بلدية المنيعة

[1] عبد الحميد مرسلي ، التراث الثقافي الجزائري والنصوص المتعلقة به (قوانين ونصوص تنظيمية) ، دار الكتاب العربي ، 2009، ص.32 .

[2] الجريدة الرسمية ، العدد 44، 2012، ص 5.

[3] عبد الحميد مرسلي ، نفسه.

[4] Sahara ,Patrimoine ,Art et Mémoire , op cit , p159

بغرداية وبلدية الرويسات بولاية ورقلة ، ومن الشمال الشرقي بلدية برج عمر إدريس بولاية اليزي، ومن الشمال الغربي بلديتي أولف و رقان بولاية ادرار ، أما شرقا بلدية برج الحواس بولاية اليزي أما من الغرب بلدية برج باجي مختار بولاية ادرار ، أما جنوبا جمهوريتي النيجر بشريط حدودي يقدر بحوالي 844كم، والمالي بشريط حدودي يقدر بحوالي 338كم[1] (خارطة رقم 2).

6.مهام الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار :

يمكن تلخيص مهام الحظيرة في النقاط التالية :

ـ الحماية والمحافظة وتثمين التراث الطبيعي والثقافي للأقاليم الموجودة داخل حدود الحظيرة.

ـ الجرد العام للموروث الثقافي والطبيعي ودراسته.

ـالقيام بدراسات حول الحماية والمحافظة على التراث الطبيعي والثقافي .

ـالتنسيق مع القطاعات الناشطة داخل حدود الحظيرة في مجال التراث.

ـ حماية الحظيرة من كل تدخل قد يفسد مظهرها أو يعيق مظهرها الطبيعي.

ـ تطبيق التنظيم المتعلق باستعمال التراث الطبيعي والثقافي .

ـ اتخاذ كل إجراء ضروري لتهيئة التراث للحظيرة وتأمينه وتثمينه

- ضمان مهام الاتصال بنشر المعلومات بواسطة مختلف وسائل الإعلام حول حماية الحظيرة الثقافية وحفظها وتثمينها .

ـ المشاركة في التظاهرات العلمية و الثقافية الوطنية والدولية التي تهدف إلى تثمين التراث الطبيعي والثقافي.

ـ إعداد المخطط العام للتهيئة والذي يتمثل في :

ـ تحديد المناطق المحمية .

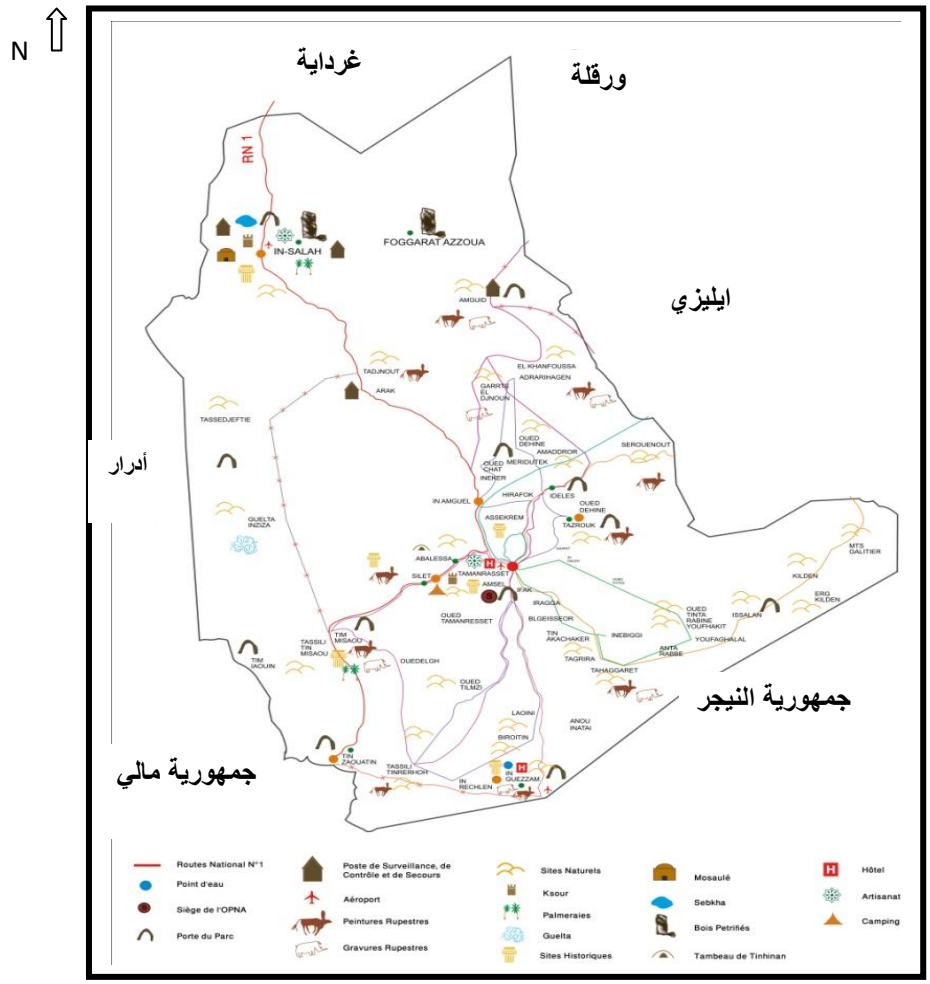
ـ تعيين المواقع التي تفتح للزيارة .

ـ وضع مراكز الحراسة و الرقابة .

ـ تهيئة الدروب والسبل التي تؤدي إلى المواقع المفتوحة للزيارة ووضع معالمها [2].

[1] الجريدة الرسمية ، العدد 44، 2012،ص ص 5-6 .

[2] الجريدة الرسمية، العدد السابق .



خارطة رقم 2 : حدود الحظيرة الثقافية للاهقار حسب الجريدة الرسمية بتصرف من الطالب

II . المستحثات :

1.تعريفات ومفاهيم حول المستحثات:

بما أننا سنخوض في موضوع بحثنا هذا دراسة حول هذا النوع من التراث لابد من إعطاء مفهوم دقيق لكل ما يتعلق بهذه الظاهرة التي تعتبر نادرة جدا في الطبيعة .

-**المستحاثة (Fossile)أو الاحفورة**: هي كلمة لاتينية (Fossilis)[1]، والتي تعني الحفر والتنقيبأو الاستخراج من الأرض [2]،نفس المعنى الذيأتى به بلين القديم (Pline le grand)أي الأجسام المستخرجة من الأرض[1] .

[1]D'Archiac (A) , Cours de paléontologie stratigraphique , 2 éme partie, F.Savy éditeur, librairie des sociétés géologiques et météorologiques de France , 24 rue haute feuille , Paris ,1862-1864, pp,470.472.
[2] Tortosa(T), Principes de paléontologie,Donod, Paris 2013,p.11.

والأسماء (fossilia , fossilum) تعني أيضا باللاتينية الأملاح والمواد الفلزية (الفلزات)التي توجد في الأرض وهي متعلقة بالدرجة الأولى بالحيوانات والنباتات[2].

كل هذه المعاني تنصب في اتجاه واحد وهو ما يستخرج في باطن الأرض، لكن منذ القرن 19م وبظهور علم التشريح والباليونتولوجيا [3] تغير مفهومه ليشمل البقايا أو البصمات أو اثر نشاط الكائنات الحية نباتات أو حيوانات [4] أو أجزاء منها والتي عاشت في الماضي البعيد وطرأت على تركيبتها مجموعة من التغيرات الفيزيائية والكيميائية حيث تستبدل المادة العضوية بالمواد الفلزية فتفلز[5].

من خلال ما تقدم يمكن استنتاج تعريف المستحثة بشيء من البساطة فنقول ب أن المستحثة أو الأحفورة كما هو في بعض المراجع[6] هي عبارة عن صخرة رسوبية[7] متحولةأخذت شكل من الأشكال الحيوانية أو النباتية بعد ترسبها عليها ، أين احتلت ا لفلزات مكانها وسط البقايا الحيوانية والنباتية بعد تغلغلها و تحلل المواد العضوية[8] .

-الاستحاثة:

هي ظاهرة طبيعية نادرة [9] لكائنات حية (نبات أو حيوان)، أثر سيرها أو نشاطها، أو بصماتها، بحيث تحدث عدة تطورات في باطن الأرض وهذا بعد توفير محيط ملائم خالي من الأكسجين والماء ،ويعتبر الدفن السريع وتجنب التلف الفوري أحد أهم العوامل الطبيعية الاستثنائية التي تهيئ عملية الاستحاثة[10]، فتتحلل الأجزاء الناعمة (العضوية) وتبقى الأجزاء

---

[1] D'Archiac (A) ,op-cit .

[2] Ibid.

[3] **الباليونتولوجيا :** هو العلم الذي يدرس الحياة القديمة للكائنات الحية وهو يجمع بين علمين، الجيولوجيا والبيولوجيا أي الكائنات المتحجرة (المستحثات)

[4] Tortosa (T), Principes de paléontologie, op- cit .

[5] Musée national d'histoire naturel , Parcours de visite de la galerie de paléontologie, galerie d'anatomie comparée et de paléontologie, Paris V, p 4 .

[6] د ميشيل كامل عطاالله ، أساسيات الجيولوجيا ، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان، 200، ص،267.

[7] Bour(I), TP initiation aux fossiles , licence 1 stu – géosciences 2 , pétrographie , laboratoire de géologie de lyon , université Claude Bernard , Lyon 1.

[8] ليون موريه، الوجيز في الجيولوجيا ، ترجمة د يوسف خوري، عبد الرحمن حميدة ، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر ، دمشق، الطبعة الأولى ، 1987 ، ص.379

[9] Aouimeur(FC) , les collections de fossiles de l'université d'alger , un patrimoine scientifique et historique , op cit , p19.

[10] Musée national d'histoire naturel, Parcours de visite de la galerie de paléontologie, op cit,p. 4.

الصلبة كالعظم والأسنان والقواقع[1]بفضل تركيبتها الفلزية المقاومة حيث تطرأ عليها مجموعة من التغيرات الفيزيائية والكيميائة وهذا خلال أزمنة طويلة [2].

- **كيفية الاستحاثة وطرقها:**

إن الكائن الحي مهما كانت تركيبته الكيميائية، ومهما كان أصله وتصنيفه الذي ينتمي إليه فانه معرض للتحلل السريع بمجرد موته، وهذا راجع لعدة عوامل كالجو، الهواء، الضوء، الحرارة،والرطوبة، فيفقدمن خلالها مركباته الأساسية من الهيدروجينH والأكسجينO و الكربونCو الازوتN، وبالتالي فانه يعوض مكوناته الترابية بمواد جديدة تحيط به من الرسوبيات، وبالتالي فان الكائنات الحية بعد موتها تخضع إلى حتمية قانون الطبيعة[3].

يتبين فيما سبق ذكره بأن الاستحاثة هي ظاهرة استثنائية لان الكائن الحي معرض للتحلل إلا إذا طرأت عليه ظروف وعوامل تساعده في البقاء، ولعل أهم عامل يساعد على الاستحاثة هو الدفن السريع وانعدام الهواء [4]، أين يغطى الكائن العضوي بالرسوبيات فيخضع لعاملي الحرارة والضغط، ومع مرور بعض السوائل التي تحتوي على تركيبات كيميائية تؤثر على المستحثة بحسب تقارب التركيبات، فإذا كانت هذه السوائل حامضة فان عنصر الكلس Ca Co_3 داخل القواقع مثلا معرض للتحلل مما يؤدي إلى ضياع في التركيبة الداخلية وبالتالي ذهاب الجسم وبقاء القالب بعد تحلل للقوقعة ويطلق على هذه العملية

بـالإستبدال (Epigénie) وهي ظاهرة بطيئة تستبدل المادة الأصلية بمادة أخرى أو جزيء بجزيء آخر مما يحفظ التركيبة المجهرية فنتحصلعلى ما يسمى بالمستحاثة الجسدية)Fossile)Corporel[5].

يعتبر عامل الوقت مهم جدا في عملية الاستحاثة فبعد تحلل الأعضاء العضوية الناعمة تأتي بعدها الأعضاء الصلبة التي تحتوي على عنصر الكلس كعظم الفقرات و الأنياب التي تفقد

[1] D'Archiac (A), Cours de paléontologie stratigraphique , op-cit .p 470.
[2] Musée National d'Histoire Naturel , Parcours de visite de la galerie de paléontologie, op-cit
[3] D'archiac(A) , op-cit , p 473.
[4]ليون موريه ، المرجع السابق ص.ص، 370.373.
[5] **المستحاثة الجسدية**: يطلق هذا المصطلح على المستحثات التي تحفظ تركيبتها المجهرية داخل تركيبة أصلية، وفي بعض الحالات تكون متبلورة اي يحدث تغير في الهيكل وليس في التركيبة ، وهذا ما يفسر بان هناك هياكل structures اكثر استقرارا من الأخرى كالاراغونيت التي تعطي لنا الكالسيت او الاوبال التي تعطي لنا الكوارتزمن مقال
Dubois(L), Initiation a la paléontologie et aux fossiles ,p2) (

مع الوقت مادتها العضوية أيأن العملية تحدث داخل نسيجها الشبكي حيث تملا الفراغات بتغلغل الصخور الرسوبية المحيطة أو ما تجلبه التحللات الكلسية السيليكونية، حجر الحديد (Ferrugineuse) بهذه الطريقة تصبح الأجسام اخف وزنا وأكثر مسامية بفقدانها للمادة العضوية التي تصبح فيما بعدها أكثر تفاعلا مع السوائلالمعدنية(Lapidifique) التي تعوضها، حيث يحدث تبادل المواد بأخرى داخل الشبكات العظمية أو داخل المواد الكلسية (Testes Calcaires) وهذا أحد النتائج العامة للاستحاثة [1].

تختلف المستحثات باختلاف نوع المادة العضوية أو الكائن العضوي الحي ومكوناتها وتركيباتها الفلزية وكذلك الحال بالنسبة لعامل المناخ والمحيط السائد ونوع الرسوبيات التي تلعب دورا هاما في نوع الاستحاثة التي تطرأ على الكائن كل هذه العوامل تساعد في تنوع طرق الاستحاثات كما سنبينه :

- التفلز(perminéralisation):هيالأكثر شيوعا في الحفظ - وقد سبق شرح كيفية الاستحاثة - أين تتحلل المادة العضوية الناعمة و تبقى الأجزاء الصلبة التي تتحول عن طريق تغلغل الفلزات داخل الخلايا فتحفظ المادة الأصلية (نبات أو حيوان) في شكل صخر.
- الترصيع (Incrustation): حيث تغطى المادة العضوية (حيوان أو نبات) بطبقة رسوبية رقيقة بصفة سريعة مما ينجم عليه تكوين قالب خارجي رقيق جدا كبصمات الحيوان أو الزواحف .
- الحفظ الكلي**:** وهي على غير العادة تحفظ فيها الجثة بما فيها الأجزاء العضوية الناعمة حيث تحفظ في إحدى العاملين التاليين :

1 -التجمد: وهو أحسن طريقة للحفظ وهي جد نادرة أين يكون الحيوان في حالة تجمد بشكل دائم منذ وفاته مثل ماموث ووحيد القرن في ألاسكا وسيبيريا.

2 -الحفظ داخل الكهرمان:الكهرمان (Ambre) هو راتنج من الأشجار الصنوبرية غير معدني يقوم بحفظ الحشرات التي تقترب منه أين تبقى مغطاة لملايين السنين بعد تصلبها (صورة3).

[1]D’archiac(A) , op-cit , p 474.

- التحنيط الطبيعي (Momification naturelle): ويحدث هذا في المناطق الجافة عبر العالم أين تحفظ كل الأعضاء بما فيها الناعمة كالجلد لآلاف السنين، وهذا راجع إلى غياب عنصر الماء والرطوبة بصفة عامة مما يساهم في إيقاف عملية التحلل .
- التفحم(Carbonisation) : هي عملية تتحلل الأوراق و الأجزاء الناعمة للأسماك و الزواحف تاركة وراءها المادة الفحمية التي تطبع على الصخر ، كما هو الحالل نبات السرخس المتواجد بمنطقة عين صالح (صورة4).

الصورة 3 : حشرة محفوظة داخل كهرمان أصفر

الصورة 4 :آثار التفحم لنبتة السرخس من منطقة عين صالح(أرشيف حظيرة الاهقار بعين صالح)

- القولبة:هي نتيجة ملأ فراغ داخلي للجسم العضوي بمواد أخرى غيرعضوية كا لغضار، الكلس، الرمل، السيليكا ... ، والتي تقوم بتقوية القالب (Moule) (من الجهة الداخلية والخارجية [1].
- البصمة: وهي الأثر الذي يتركه الجسم الصلب أو الناعم من خلال الاحتكاك بالمحيط الخارجي[2]فتترك طابع على الصخر تشبه إلى حد بعيد البصمة الحقيقية (Empreinte)، هذا بالإضافة إلى البصمة المضادة (Contre empreinte) التي تتشكل عندما تملأ بالرمل فتتحول إلى قالب مع مرور الزمن فتظهر على شكل ناتئ أو بارز[3](en relief)
- التحجر: وهي تطلق على الأشجار والغابات المتحجرة باسم (Pétrification) أو (Silicification)[4] هذه الأخيرة أي السيليكات هي الغالبة والمناسبة التي تعوض المادة العضوية سيأتي التفصيل في هذا النوع من المتحجرات و الذي يميز منطقة عين صالح.

-عوامل الاستحاثة:

هناك عدة عوامل تؤدي إلى تلف الكائن الحي ولعل أهمها العامل البيولوجي كالحيوانات والكائنات المجهرية كالبكتيريا وكذا العوامل الجوية كالأمطار و الأكسجين وحتى نحصل على استحاثة لكائن عضوي يجب أن تتوفر الشروط التالية :

- الدفن السريع للجثة: هذا يحمي الجثة من عوامل التلف السالفة الذكر خاصة إذا ترسبت عليها رسوبيات دقيقة كالغضار، ولعل أهم مسببات الدفن الجيد هي الكوارث الطبيعية كالفياضنات، التسونامي، الانهيارات الجليدية و انجرافات التربة كلها تجلب معها كميات كبيرة من الرسوبيات[5].
- طبيعة الكائن الحي: نعني به الطبيعة الكيميائة مع وجود الهيكل العظمي الذي يلعب دور مهم في طريقة الحفظ ما يسمى بفخ الاستحاثة [6](Piège de la Fossilisation).

[1] D'Archiac (A) ,op-cit , pp. 474-475.
[2] Ibid ,p.476.
[3] Encyclopédie des dinosaures , copyright 2012 Gallimard jeunesse , ,N d'édition , Paris , Octobre 2012, p.165
[4] فريدة ابراهيم حسني و حسين امام علي، مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التي أقرها المجتمع ، الهيئة العامة لهيئة لشؤون المطابع الاميرية، القاهرة، 1975،المجلد7،ص.89.
[5] Dubois(L), op-cit
[6] Ibid.

- حالة الحفظ: نعني به الطبيعة الفلزية للعظم كـ : (Feldspath de Calcium –calcique) (Silice), (Chitine)[1] .
- مورفولوجية الكائن وحجمه: حيث انه كلما كان حجمه اصغر كان حفظه أسهل وأفضل[2].
- طبيعة الرسوبيات ومحيط الدفن والتي تحيط بالبقايا العضوية [3]:إذ انه كلما كانت الرسوبيات دقيقة كالغضار و الرماد ، كان الحفظ جيدا والتفاصيل أدق [4] .

-مكونات فلزات الأجزاء الصلبة :

- الكالسيت$CaCO_3$: وهو الفلزالأساسي في تكوين أجزاء الهيكل العظمي للفقاريات
- معدن الاراجونيت : وهو الذي يكون الأصداف الصلبة لمعظم الرخويات .
- البقايا الفوسفاتية : تحتوي عليها بعض المفصليات وعظام الفقاريات على كمية كبيرة من فوسفات الكالسيوم $Ca_3(PO_4)_2$ ويمتاز هذا المركب بمقاومته الكيميائية العالية
- البقايا السيليكاتية و الكاتينية[5] .

من خلال ما ذكرناه نستنتج أن الاستحاثة مهما كان نوعها وطريقتها ما هي إلا نتيجة لتفاعل كيميائي وفيزيائي داخل محيط الطبيعة، وتكون للمعادن الفلزية والترابية الدور الأساسي في هذه العملية، إذ أن هناك بعض الظواهر الاستثنائية في الطبيعة تتعرض للاستحاثة إذا ما توفرت الشروط السالفة الذكر، ونقصد هنا أثر مشي الحيوانات والزواحف أو قطرات الأمطار و التي هي معرضة للاستحاثة.

- فوائد دراسة المستحثات:

من المعروف عند المختصين في مجال الباليونتولوجيا أن الكائنات العضوية المتحجرة حيوانية كانت أم نباتية تكون إما لديها مثيل في يومنا هذا أو منقرضة، أي ذهبت وانقرضت

[1]Dubois(L), op-cit
[2] Ibid.
[3] Aouimeur (F C), op-cit , pp.19.20.
[4] Cheylan(G) et al, « Minéraux ,Roches , Fossiles de méditerranée »,in Museum d'Histoire Naturelle d'Aix – Emprovence Companie des Editions de la Lesse.
[5] ميشل عطاالله ، أساسيات الجيولوجيا ، المرجع السابق، ص.ص، 270،269.

كالديناصورات الذي هو موضوع دراستنا [1]،ما يبين أن عمل الباليونتولوجيا مازال ليومنا هذا لم يحل الكثير من الألغاز عن الكثير من الأصناف

والأنواع المتحجرة[2]، لكن تبقى دراسة هذه المستحثات ذا فائدة كبيرة من أجل فهم الطبيعة وتاريخها [3]، ويمكن تلخيص أهم هذه الفوائد فيما يلي :

- المستحاثة هي شاهد على تطور العديد من الأنواع الحيوانية و النباتية التي عاشت في الزمن البعيد، وهي ما يعرف بقانون تعاقب المجموعات الحيوانية والنباتية (مبد أ تتابع الحياة)[4].
- التعرف على المحيط المعيشي للحيوان والمناخ السائد وأنواع النباتات المتأقلمة معه .
- المستحاثة وسيلة من وسائل التأريخ : حيث انه بواسطتها نستطيع معرفة عمر وتاريخ منطقة ما بمعرفة خصائص وعمر كل صنف من الأصناف النباتية والحيوانية المتحجرة أو مما تبقى من آثارها[5].
- يساهم في وضع مخطط المحيط السائد بالمنطقة كأن تكون غابة استوائية تحوي أشجار صنوبرية كما هو الحال بالنسبة لـلغابات المتحجرة بصحراء الجزائر أو منطقة بحرية بل وتفيدنا هذه المستحثات بمعرفة عمق البحار السائدة كما هو الحال بالنسبة إلى خصائص عيش المرجان الذي يستلزم البحار غير العميقة والدافئة.
- تعطينا نظرة عن الأصناف والأنواع النباتية والحيوانية المتتالية والتي بقيت إلى يومنا [6].
- من خلال البصمات والقوالب نستطيع التعرف على الأنواع الأصناف و الخصائص الخارجية والداخلية للجسم الصلب ذو الأصل العضوي وحتىلمحة عن طريقة تصرفاتها وطريقة سيرها .
- المضاهاة: وهي عملية ربط ومقارنة الطبقات والتكوينات الصخرية المختلفة مع بعضها لإثبات علاقة التماثل بينها ودرجة التساوي في العمر الجيولوجي، وتلعب الأحافير

[1] Aouimeur (F C) ,op-cit, p 24.
[2] D'Archiac (A), op-cit , pp. 476.477 .
[3] Aouimeur (FC), op-cit , p.19.
[4] ميشيل عطاالله ، المرجع السابق ، ص 129 .
[5] D'Archiac (A), op-cit , P. 473
[6] Ibid.

المرشدة دورا مهما في مضاهاة الأعمدة الجيولوجية لمناطق مختلفة وتسمى هذه العملية بالمضاهاة بالأحافير[1].

- تساعد المستحاثة في تصنيف تعاقب الطبقات وبالتالي فانه يساهم في إعطاء المقياس التاريخي الدقيق لعلم طبقات الأرض [2]، وكذا الدليل على العمر النسبي لهذه الطبقات و التقسيم الجيولوجي [3].
- تفيد في تحديد نوع المياه السائدة (شرائط التوضع) كمي اه بحرية ، نهرية ... ، وكذا عمقها[4] .
- هي دليل على الأحوال الجغرافية والمناخية والبيئية القديمة [5].

من خلال ما سبق ذكره يتبين لنا أن نوع المستحثة مرتبط بنوع النبات أو الحيوان الذي عاش قديما وفي محيط و أزمنة جيولوجية قديمة، ما يعطي لنا فكرة عن تقس يم هذهالمستحثات بحسب طبيعتها العضوية ومحيطها البري أو المائي البحري ، وسنقوم نحن بهذا التقسيم بحسب ما تزخر به منطقة عين صالح باعتبارها الإطار المكاني لموضوع بحثنا مع ذكر أهم مواقع التراث الجيولوجي بالمنطقة .

2. أنواع المستحثات بمنطقة عين صالح:

اعتمدنا في هذا العنصر على العمل الميداني و التقارير الخاصة بالديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار، حيث تنوعت الخرجات الميدانية بين دوريات المراقبة و الجرد العام للتراث، وكذا مسح الأراضي والمواقع المراد استغلالها من قبل المؤسسات والشركات العامة والخاصة، حيث يمنع منعا باتا إعطاء أي موافقة لانجاز أي مشروع بالقرب من موقع طبيعي بما فيه المناطق الرطبة والأودية والأشجار والحيوانات و المستحثات بكل أنواعها وغيرها من أنواع التراث البيئي والجيولوجي، وكذا مواقع التراث الثقافي الثابت والمنقول، وتطبق الحماية القانونية استنادا إلى قانون 98/ 04 حتى ما هو في باطن الأرض، كما هو الحال بالنسبة لموقع حاسي مومن، وترفق هذه المهمات الميدانية بتقارير مفصلة تحمل

[1] ليون موريه ، الوجيز في الجيولوجيا ، المرجع السابق ص،ص 427-430.
[2] د ميشيل عطاالله ، اساسيات الجيولوجيا ، المرجع السابق ، ص ص ،272-273.
[3] ليون موريه ، المرجع السابق.
[4] ميشيل عطاالله ، المرجع السابق
[5] نفسه.

وصف دقيق لأي حالة أو اكتشاف و تكون مزودة بإحداثيات جغرافية للموقع بصفة عامة و كذا إحداثيات القطع أو المعلم في حالة الاكتشاف،مستعينين بذلك بجهاز (GPS) ، بالإضافة إلى صور متنوعة حول الموقع، ويمكن استخلاص مجمل هذه الأعمال الميدانية في مجال بحثنا هذا حول المستحثات المنتشرة بمنطقة عين صالح فيما يلي:

-المستحثات المائية والبحرية:

إذ أنها متنوعة ومتعددة بمنطقة عين صالح أين تحتل عدة مناطق من الشمال كمنطقة عين الحجاج[1] 100كم وكذا الجهة الجنوبية كموقع تاغيد وتاغيديت التي تبعد بحوالي 70كم على مدينة عين صالح [2]، بالإضافة إلى الموقع المعروف بالظهر الأحمر حوالي 230كم جنوب غرب ع ين صالح كل هذه المواقع تحوي مستحثات بحريةمن قواقع رخوياترأسيات الأرجل (Mollusques Céphalopodes) وما يعرف بمستقيمة القرن (Orthocére)(صورة 6)، وكذا الحلزونيات(Gastéropodes) (صورة 7) والتي تعيش في البر أيضا، و كما هو معلوم أن القارات في فترة البانجي (Pangée) تكونت خلال فترة الكاربوني (Carbonifére) 358,9 - 298,4مليون سنة[3] بعدها انقسمت في فترة الترياس 252 الى201,3 مليون سنة إلى الجوراسيكي أي إلى غاية 145 مليون سنة [4] و بالتالي فان هذه القارة بدأت بنظام الصدع[5] (Système de rift) يحدها المحيط وتغطيها الغابات الخضراء وداخل هذه المحيطات نشأت القواقع الرخوية و الامونيت (Ammonite)والتي سبقت ظهور الديناصورات[6]، ومن خلال الزيارات الميدانية لهذه المواقع تبين شساعة مساحتها و غنى ثرواتها الجيولوجية من أنواع هذه المستحثات.

---

[1] Fabre (J) et al, Introduction a la géologie du Sahara Algérien et des régions voisine , 1.la couverture phanérozoïque , SNED, Alger 1976, pp.266-298.

[2] Samer (K), Rapport Technique ONPCA In Salah, Mission d'intervention et prospection a Taghid et Taghidit / Igoston 15/16AVRIL2013 .

[3] Steyer (S), « *voyage au centre de la pangée* », sur pourlascience.fr, 15 avril 2009

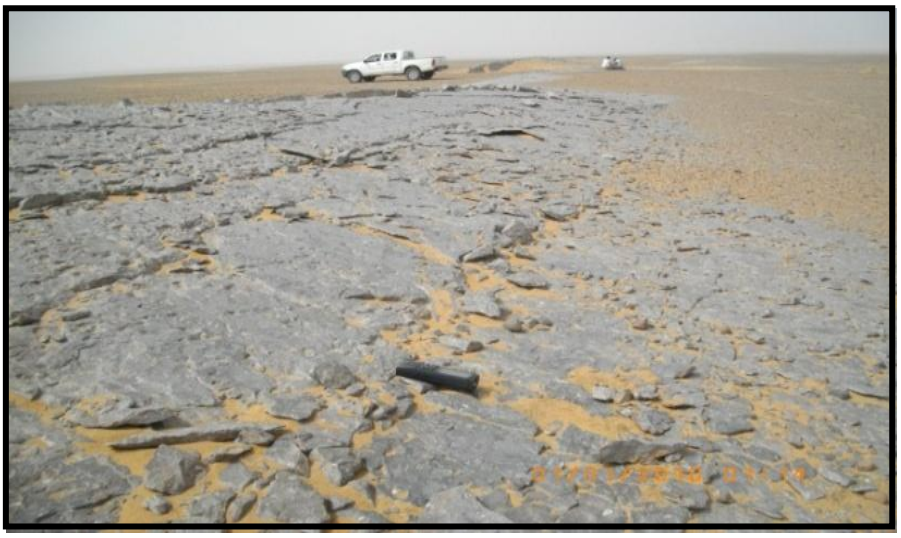
[4]للمزيد أنظر جدول International chronostratigraphic chart

[5]Foucault(A), *Dictionnaire de Géologie - 7e édition*, Dunod, 2010,p.31

- **نظام الصدع** : هو عبارة عن مساحات مستقيمة تتحرك عندها القشرة الأرضية باتجاهين متعاكسين وهي مثال للحركة التكتونية ، كالتصدعات والانهيارات الأرضية أو ما يسمى بالصدع ، للمزيد أنظر:

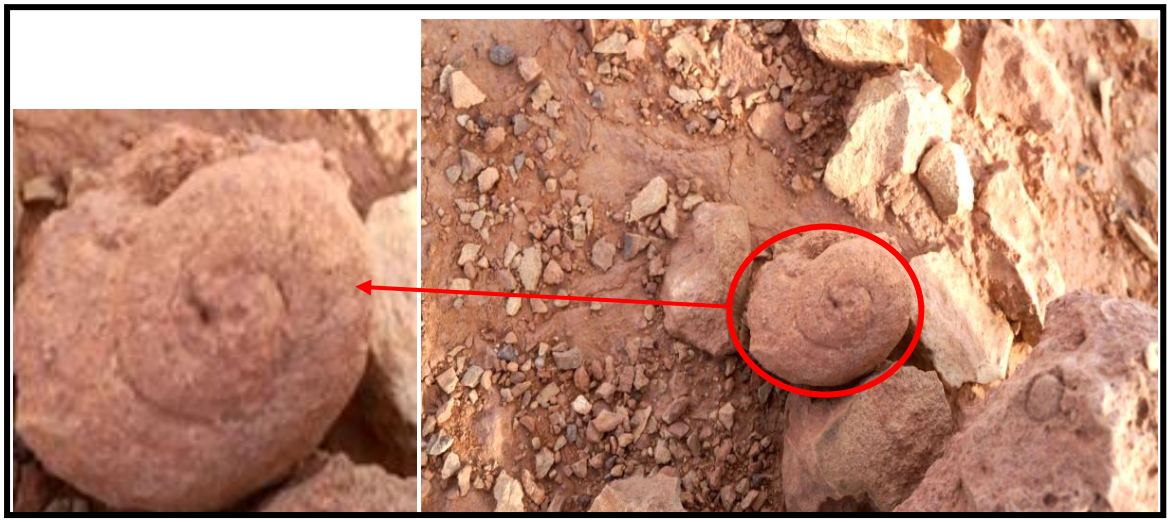
Debelmas (J)et al, *Les grandes structures géologiques*, Dunod, 2008

[6]Autour des dinosaures, un voyage du jurassique au crétacé, Musée d'Histoire naturel , département éducation formation , Paris 2015, pp .16-17.



الصورة 5: موقع تاغيد وتاغيدت لقواقع الرخويات المتحجرة (عن الطالب)

الصورة 6 : مستحثات بحرية لمستقيمة القرن من موقع تاغيد وتاغيدت (عن الطالب)



الصورة 7:حلزونيات متحجرة من موقع عين الحجاج (أرشيف الحظيرة)ا

-المستحثات النباتية (الغابات المتحجرة):

كانت منطقة عين صالح في فترة من الفتراتتغطيها غابات استوائية مطرية، ما يدل على تنوع الحيات البيولوجية في المنطقة والدليل على ذلك وجود بقايا نبات السرخس التي عثر عليها بالقرب من مدينة عين صالح (صورة 3و8)بالإضافة إلى كون المنطقة معروفة بثراء غاباتها المتحجرة التي تتربع على كل مساحة المنطقة فمن الجهة الشمالية الشرقية نجد منطقة فقارة الزوى 30 كم وكذا موقع مليانة 10كم شمال شرق المدينة، بالإضافة إلى الجذوع الضخمة التي تتعدى 30م طولا و 80سم عرضا بموقع مجرى سوف 40كم غرب عين صالح (صورة 9)ودائما من الجهة الغربية نجد منطقة انغر 60كم وأما من الجهة الجنوبية فمنطقة قور محمود تحوي مساحة كبيرة من هذه الأشجار المتحجرة [1] (صورة 10)،(الخارطة 3).

- **عملية تحجر الغابات:**

تحدثنا فيما سبق بأن التحجر هي عبارة عن عملية استحاثة لكنها خاصة بالأشجار ولم نفصل في طريقة التحول الذي يحدث لجذوع الأشجا ر، وبما أن هذا النوع من التراث الجيولوجي هو أهم ما يميز المنطقة فلا بأس من التفصيل فيه، كونه يتربع على مساحة شاسعة من منطقة عين صالح، وهو لا يخرج عن دراسة موضوعنا هذا، كونه يعطي لنا مدى التنوع البيولوجي السائد في الأزمنة الجيولوجية السابقة .

[1] ONPCA in salah , Rapport de réunion du 26/01/2016, le 10/02/2016 .

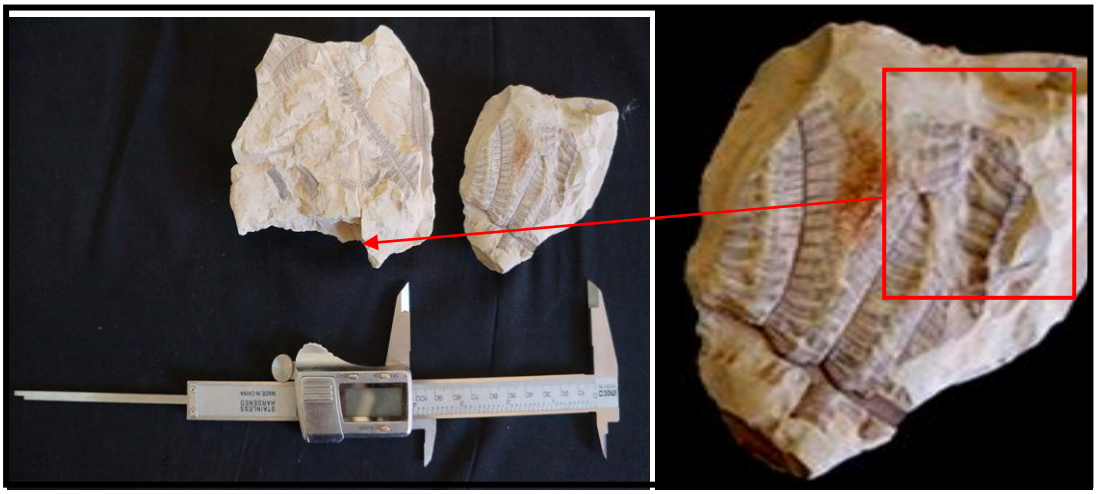
إن أول خطوة لاستحاثتها تحدث عند سقوط الأشجار في الأرض فتمر عليها المياه فتتشبع بالماءوعندما تغطى بالرسوبيات، وحل، غضار، رمل وفي بعض الأحيان رماد البراكين مما يحجب عنها الأكسجين ويوقف عملية التعفن وبالتدريج فان المياه الجوفية الممتلئة بالسيليس$SiliceSO_2$تتغلغل داخل الخشب وتغطي الرسوبيات السيليسية و الأنسجة الأسفنجية للخشب أين تتم العملية ببطء شديد فيبدل السيليس نسيج الخشب ليبلورها علىشكل كوارتز فتحفظ على شكل أشجار متحجرة[1]، وهذا منذ 225مليون سنة أي مع نهاية الترياس [2]

- **أنواع الأشجار المتحجرة**:
- حسب الدراسات التي أجريت من طرف باحثين جزائريين على النباتات القديمة (Paléo Faune)وجذوع الأشجار المتحجرة (Calcifié Silicifiés, Gypsés ,Epigenèses) , لمنطقة الصحراء الجزائرية والتي تضم كل من الأجزاء الغربية والجنوبية من هضبة التادمايت بما فيها التيديكلت من رقان إلى عين صالح،قورارة وتواتتم تحديد الأشجار ذات الأصناف الصنوبرية العارية البذور [3] (Conifère Gymnosperme) (صورة14)، وكذا نوع آخر من السيكادات(Cycadale)(صورة13) وهو خليط من النخيل والسرخس ، ومن خلال ضخامة الأشجار التي تتعدى 30م طولاودراسة صفتها الشجيرية تبين ب أن الصحراء في فترة النيوكوميان[4](Néocomien)أي ما بين 145.5 إلى 130 مليون سنة كانت تشغل موقع شبه استوائيتحتوي على غابات كبيرة يطلق عليها اسم الغابات الجافة ، والتي تعرف فترة مابين 6 إلى 8 أشهر من الجفاف كما هو الحال بالنسبة للغابات الاستوائية الممطرة الرطبة والمرافانا[5]، كما سجلت 120 غابة حول العالم تعود للعصر الطباشيري [6]، وبالتالي فان وجود الغابات الجافة بالقرب من نفس خطوط العرض 10° في فترة تقارب القارات بين إفريقيا وأمريكا، ما

[1]Beauchamp(J), « Structure et mode de silicification de quelques bois fossiles ». In: *Sciences Géologiques. Bulletin*, tome 34, n°1, 1981. pp. 13-20.
[2]Petrified Forest National Park , service U S departement of interior , op cit.
[3]Schuler(M), *Environnements et paléoclimats paléogènes*, Editions du BRGM,1990, p. 307.
[4] **النيوكوميان** : حسب سلم الأزمنة الجيولوجية يجمع بين ثلاث حقب في فترة الطباشيري الأسفل وهي : الباريازيان، الفالونجينيان، والأوتريفيان ، Barriasien, Valanginien, Hauterivien .
[5]Mazrou(S) , et al « La formation a Bois Fossile du continental intercalaire (néocomien – Barrémien présumé) du Sahara algérien Gourara, Touat, Tidikelt, contextes biorhexistasique et climatique »,in mémoire du service géologique de l'Aalgerie N 19 , 2016, pp.91-112 .
[6]Kamel ed-din (MM), « Petrified wood from the FRAFRA, Oisis , Egypt », département of botany, faculty of university of ain shams ,Cairo ,Egypt , IAWA journal,vol 2,2003,pp. 163-167.

يطلق عليها كوندوانا (Gondwana)[1](صورة15) فان المناخ كان أكثر جفافا وغير مستقر ومتناوب[2]، كما إن اختفاء الغطاء النباتي وتموضعه في فترة الباريميان والابتيان أي ما بين 130 إلى 112 مليون سنة راجع إلى اكتساح كميات من الحجر الرملي (Grés a dragées de quartz) المحملة بحبيبات الكوارتز(صورة 10)، وبالتالي فان كل هذه العوامل أدت إلى إتلاف الأوجه النهرية (Fluviatile Facies)بالمناطق الصحراوية [3].

من خلال ملاحظاتنا لجذوع الأشجار المتحجرة بمنطقة التيديكلت عين صالح فإنها ذات ألوان مختلفة، وهذا ما يبين تنوع محيط الطمر بالمنطقة ، ففي فترة (Biostasique) كانت غابات تكتسح مناطق توات قورارة و التيديكلت تحت طبقات من الطين الرملي الأحمر اللون الذي اكتسب خاصيته من تلف المعدن الأصلي وطرح أكسيد الحديد وبالتالي إعطاء تشكيل جديد للغضار من الاليت و الكاولينيت (Illite - Kaolinite)[4]ما يفسر تناوب الفصل الجاف والرطب (صورة 11)، وقد استعمله الإنسان القديم كمادة أولية مغرة (Ocre) في تجسيد لوحاته الفنية على الصخو ر، كما لوحظ لون آخر وهو اللون الأبيض أين استبدلت الجزيئات بالجبسفتحجرت[5] (Epigénisée en gypse) وهذا حسب التركيبة الكيميائية التالية $CaSO_4.2H$(صورة12)هذا بالإضافة إلى اللون الرمادي السائد على جل الغابات المتحجرة.

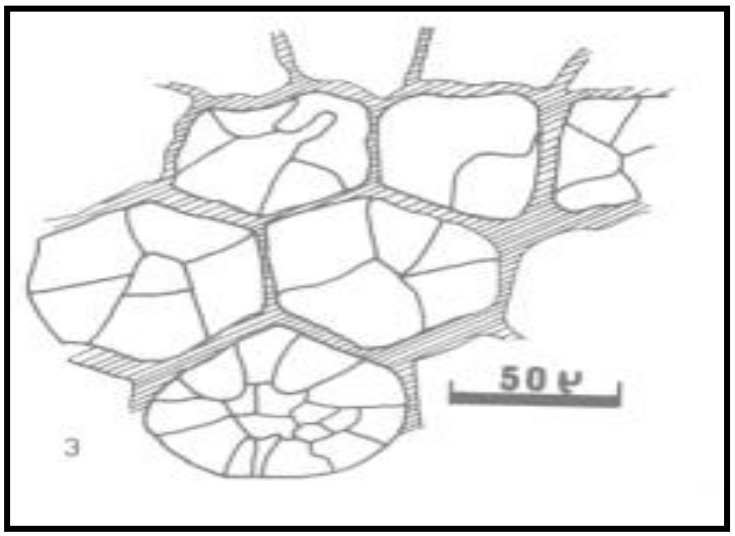


الصورة 8: اثار تفحم أوراق نبات السرخس على الطين من منطقة عين صالح(عن الطالب)

[1] Mazrou(S) , et al, op-cit .
كوندوانا : هو القسم الجنوبي من قارة بدائية يضم افريقيا و امريكا ، أما القسم الشمالي منه فيطلق عليه اسم لوراسيا و يضم أروبا واسيا ، كانت توجد في الحقبة الجيولوجية الوسطى بين 200 مليون سنة و65 مليون سنة.
[2]Thérèse(M), Sur quelque Bois Fossiles de la région Niçoise (priabonien quaternaire ancien ou pliocène) , Mzen papier , pp.133-139 .
[3]Mazrou(S) et al, op cit . p.102.
[4] Ibid .
[5] Ibid.

ب-ا

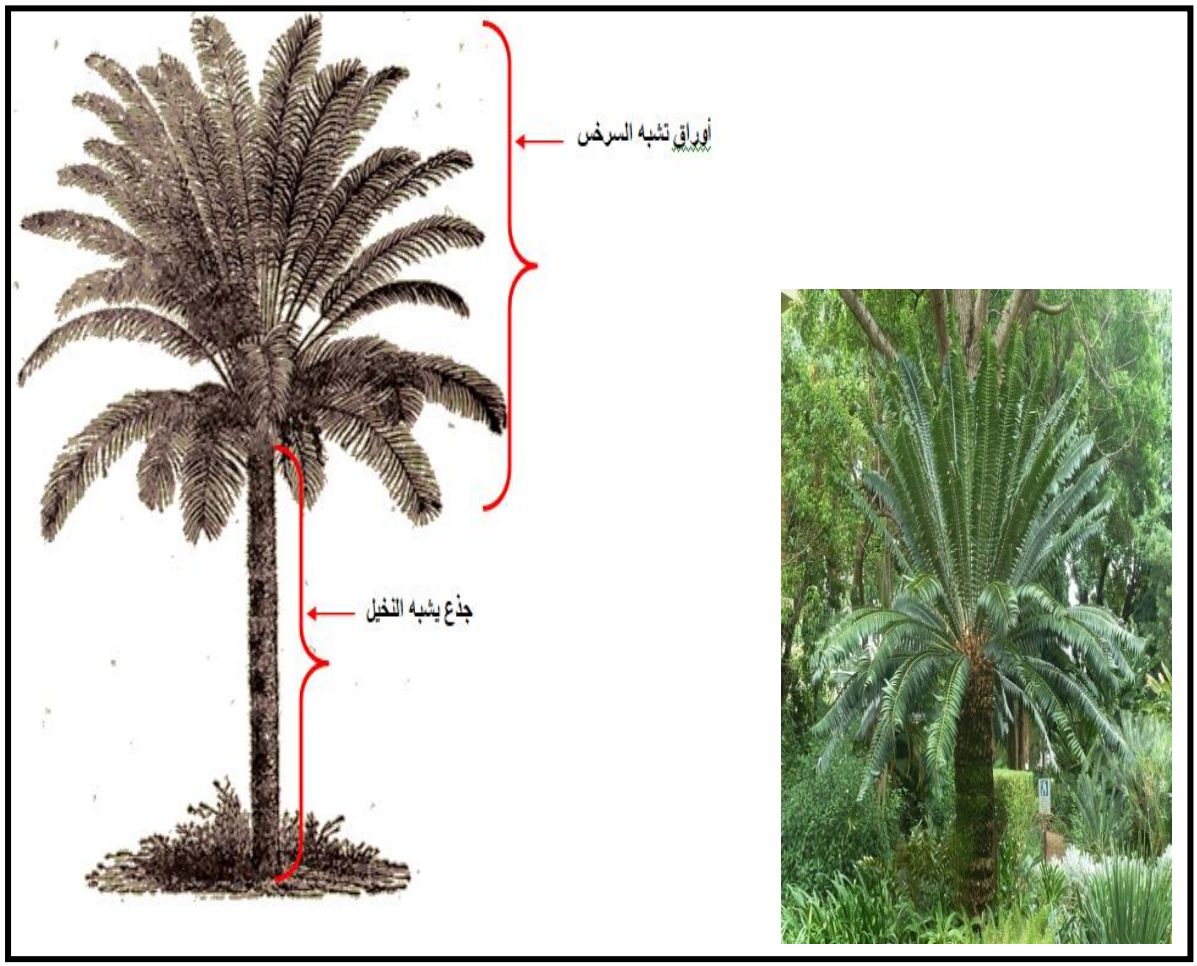
الصورة 9 : الغابة المتحجرة مجرى سوف (أرشيف الحظيرة)



الصورة **10** : تركيبة ميكروسكوبية لخشب متحجر من الكوارتز(Beauchamp J)

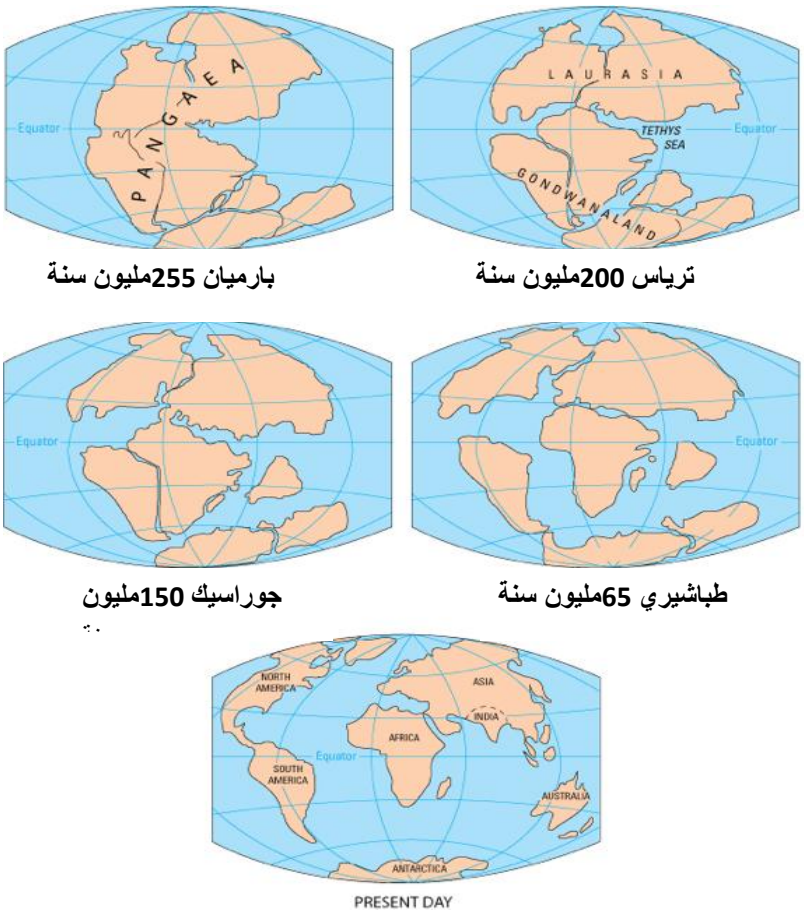
الصورة 11: خشب متحجر من الاليت والكاولينيت من متحف حظيرة الاهقار بعين صالح– عن الطالب-

الصورة 12: خشب متحجر من الجبس من متحف حظيرة الاهقار بعين صالح- عن الطالب-



الصورة 13: إعادة تصويرشجرة سيكاد Encyclopédie Inventaires Pages d'Histoire Le [vivant]-http://www.cosmovisions.com/cycadales.htm

الصورة 14: إعادة تصوير الأشجار الصنوبرية, Monique Schuler, *Environnements et paléoclimats paléogènes*, Editions du BRGM, 1990, p. 307



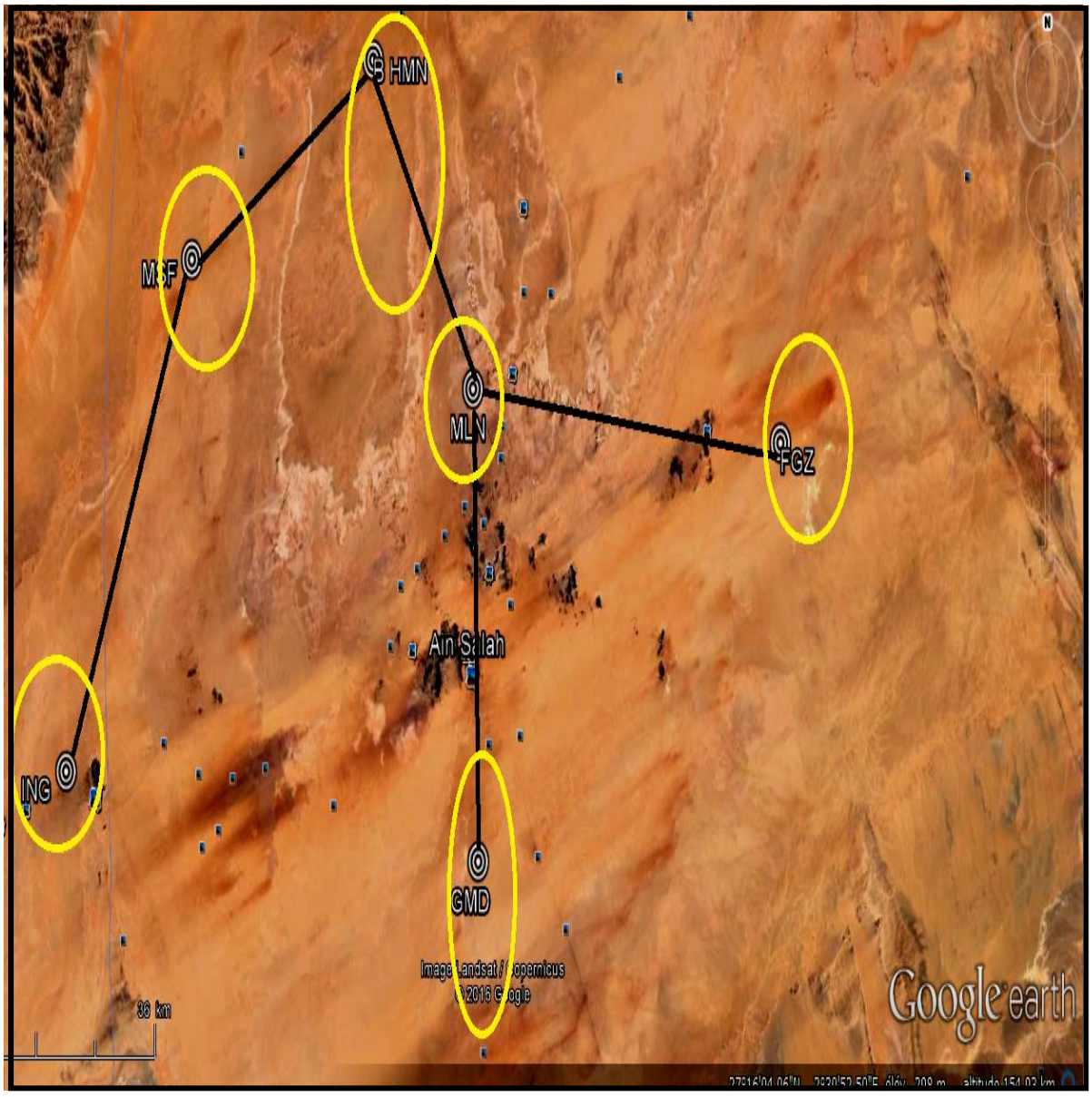
بارميان 255مليون سنة

تریاس 200مليون سنة

جوراسيك 150مليون

طباشيري 65مليون سنة

مراحل البانجي



خارطة 3 : توزيع الغابات المتحجرة على منطقة عين صالح (بتصرف من الطالب)

◎ = الغابات المتحجرة

- **HMN** : حاسي مومن .
- **MSF**: مجرى سوف.
- **MLN**: مليانة .
- **FGZ** : فقارة الزوى .
- **ING** : انغر .
- **GMD** : قور محمود.

-المستحثات الحيوانية :

هي عظام الحيوانات الفقارية المتحجرة وهو ما يدور عليه موضوع بحثنا هذا وبالتالي فانه من الضروري التعرف أكثر على هذا الكائن الذي لا يوجد له مثيل في يومنا هذا ، عدا سلالة التماسيح التي لم تنقرض ألا وهي سلالة الديناصورات ، والتي لا بأس بذكر تعريفات بسيطة حتى نستطيع فهم العينات المدروسة في موضوع بحثنا هذا .

الصورة 16: إعادة تصوير التنوع البيولوجي القديم الذي يشبه إلى حد ما المحيط السائد قبل نهاية الطباشيري بمنطقة عين صالح(أنهار، ديناصورات، أشجار الصنوبريات و السيكاد)

III الديناصورات :

تعتبر الديناصورات من أكبر مجموعات الزواحف القديمة Archosauriens[1] والتي تضم كذلك التماسيح وبعض الطيور، والتي عاشت لفترة من الزمن تقارب 160مليون سنة[2] وكلمة ديناصور Dinosaure عند الإغريق مكونة من كلمتين Deino وتعني المخيف و كلمة Sauros وتعني السحلية[3] حيث تمثل مجموعة من الزواحف التي تطورت في العصر

[1]Nesbitt(SJ), « The early evolution of archosaurs: relationships and the origin of major clades » Bulletin of the American Museum of Natural History, 352, 2011,pp 1-292.
[2] Encyclopédie des dinosaures,op cit ,pp .290,291
[3]Autour des dinosaures , Un voyage du jurassique au crétacé , op cit, pp.4 -11

الثلاثي أو الترياس (Trias)230 مليون سنة وانقرضت في أواخر الطباشيري (Crétacé)66 مليون سنة[1].

1. اكتشاف الديناصورات:

يعتبر عالم الباليونتولوجيا الانجليزي ريشارد أوين (Richard(Owen) (1804م-1892م) أول من أطلق كلمة ديناصور وهذا عام 1842م[2] الذي كان يعني به السحلية الرهيبة (Saurien Terrible)، هذا من خلال نشره لمقال حول الزواحف المتحجرة لبريطانيا استنادا على وصف ويليام بوكلاند (William Buckland) عام 1824م لأحد الزواحف آكلات اللحوم التي وجدت في ستونسفيلد (Stonesfield) بالقرب من مدينة اوكسفورد حيث سميت بالسحلية الكبيرة (Megalosaurus)، وفي عام 1833م وصف غوديون مانتال (Gédéon Mantell) اثنان من الزواحف المتحجرة هما : اغوانادون (Iguanodon) و الثاني هيلايزوريس (Helaesaurus) لديه صفائح وأشواك، هذا ما نبه ريشارد أوينإلى وجود زواحف ليست كالتي تعيش في يومنا هذا وهي ضخمة ومتباينة مع السلاحف،السحليات و التماسيح، ما يؤكده عالم التشريح الفرنسي جورج كوفيي (George (Cuvier عن وجود عظام متحجرة لحيوانات كبيرة عاشت في البحار والأراضي قديما ثم انقرضت [3] .

2. لمحة عامة عن محيط الديناصورات في فترة الجوراسيك إلى الطباشيري:

في فترة الجوراسيك وبداية الطباشيري كان المناخ أكثر حرارة ورطوبة من يومنا هذا ، والقطبين الشمالي والجنوبي يخلوان من الجليد ومستوى سطح البحر كان مرتفعا مما أنتج غابات الصنوبر الضخمةالتي هيمنت على الطبيعة فكانت تتكاثر تحتها النباتات الأخرى كالسرخس أما عن النباتات ذات الأزهار فلم تظهر سوى في فترة الطباشيري المتأخر أي منذ100مليون سنة، وكانت الزواحف الطائرة من تهيمن على السماء والمعروفة باسم التيروصورات(Ptérosaures)[4]،ليتغير المناخ بعدها في فترة الطباشيري حيث أصبحأكثر برودة وأصبح مظهر القارات يشبه على ما هي عليه الآن ومستوى سطح البحر مازال

[1] Autour des dinosaures,op cit.
[2] Ibid.
[3] Taquet(Ph), l'empreinte des dinosaures ,carnets de piste d'un chercher d'os ,Edition Odile jacob, Paris,2004, pp.25-26
[4] Autour des dinosaures , op cit , pp.18-22

مرتفعا و أوروبا ما هي إلا سلسلة من الجزر وبدأت النباتات المزهرة في الظهور وانتشرت الديناصورات ذات منقار البط (Bec de Canard)أو ما يطلق عليها اسم بطيات المنقار أو الهايدروصور(Hadrosaures) في النصف الشمالي من الكرة الأرضية مع اختفاء الصوروبود(Sauropode)[1]أما عن القارة الإفريقية فقد عاشت أنواع عديدة من الديناصورات آكلات الأعشاب واللحوم والتي عاشت كذلك في أمريكا الشمالية هذا في فترة الحقبة الوسطى[2] (Mésozoïque) أي منذ حوالي 252مليون سنةمثل الكاركارودونتوزوريس (Carcharodontosaurus) الذي كان في فترة الطباشيري هو السائد في الصحراء، وكذا أطلسوريس المغرب(Atlasaurus)، وقد أسفرت العديد من الاكتشافات في القارة الإفريقية عن ولادة وتطور الديناصورات[3].

3. تصنيف الديناصورات:

سنعتمد في تصنيفناهذا التقسيم المعمول به في غالب المراجع، حيث يعود إلى أواخر القرن الثامن عشر، وهذا في عام 1888م من طرف أحد المختصين في المستحثات هاري غوفيي سيلي(Harry Govier Seeley)[4]والذي يقسم الديناصورات إلى مجموعتين حسب مورفولوجية حوضها ، وهما الديناصورات التي تمتلك حوض يشبه حوض الطائر، والديناصورات التي تمتلك حوض يشبه حوض السحليات [5]، ويحتوي الحوض على ثلاث أجزاء أساسية هي :

-عظم الحرقفة(Ilium) ، ونجده في المراجع الفرنسية باسم (Ilion) .

- عظم الاسك(Ischium) اما بالفرنسية(Os coxal) أو (Os iliaque)

[1] Autour des dinosaures , op cit , pp. 23-26.

[2] **الحقبة الوسطى** : ونجدها باسم الميزوزويك Mésozoïqueوتعرف ثلاث عصور تبدأ بفترة العصر الثلاثي Tris 252 مليون سنة وظهور أولى السلاحف والتماسيح والديناصورات كأول ثديات ، ثم العصر الجوراسي الذي بدأ في حوالي 3،201 مليون سنة والتي شهدت تنوع الديناصورات وظهور النباتات كالسرخس، وآخر عصر في هذه الحقبة هو الطباشيري والذي انتهى في حدود 66 مليون سنة.

[3] Taquet (Ph), « Dinosaures la vie en grand » ,Musée National d'Histoire Naturelle, exposition au jardin des plantes grande gallérie, 36 rue geoffroy Saint Hilaire ,Paris 5, 2012, p.18

[4] **هاري غوفيي سيلي:** عالم أحياء بريطاني عاش ما بين 1839م و 1909م، تخرج من جامعة سيدني سويكس بكامبرج عام 1863م ، ليعمل بالمتحف البريطاني بمصلحة المسح الجيولوجي ، لينتقل الى التدريس بجامعة كامبرج عام 1876 ، ليصبح أستاذا محاضرا في الجيولوجيا والفيزيولوجيا ، وبعدها في علم المعادن والجيولوجيا إلى غاية 1905.

[5] Seeley(HG), « On the classification of the fossil animals commonly named Dinosauria» Proceedings of the Royal, Society of London 43, 1888,pp. 165-171.

- عظم العانة [1](Pubis).

-ذاتحوض الطيور Ornithischiens) ((صورة17): أو كما يسميها البعض طيريات الحوض لأنهاتضم ديناصورات ذات مفاصل ورك ببنية مُشابهة جداً لتلك التي تمتلكها الطيور الحديثة[2]، وهي تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع :

1 -الأورنيثوبودات (Ornithopodes): وهي التي تمشي على رجلين وذات الأربع أرجل وأصابعها الثلاثية التي استمدت منها اسمها [3]، ويطلق عليها أيضا اسم الهايدروصور (Hadrosaure)[4]وهي ذات منقار عاشت في فترة الطباشيري[5].

2 - مارجينوسيفاليات(Marginocephales) : تشمل ثنائيات و كذا رباعيات الأرجل آكلات الأعشاب، بها أعراف عظمية رقيقة متصلة عموديا بمؤخرة الجمجمة[6].

3- تيريوفورات (Thyreophores): هي ديناصورات آكلات الأعشاب ذات الأربع أرجل وتضم كذلك ذوات الظهر والذيل المدرعة بالصفائح العظمية ورماح ومهماز [7] مثل الأنكيلوصور(Ankylosaure) والتي تعني الغطاءة الملتحمة [8]،وكذا الستيجوزوريس (Stégosaure) والتي تعني الغطاء ذات السقف[9] .

[1]Naish(D) et al , « Dinosaurs of Great Britain and the role of the Geological Society of London in their discovery: Ornithischia ».in Journal of the Geological Society, London, 165 (3), pp, 613-623.

[2]Wilson(JA) etal,« Dynamic Locomotor Capabilities Revealed by Early Dinosaur Trackmakers from Southern Africa », **Editor:** Andrew Allen Farke, Raymond M. Alf Museum of Paleontology, United States of America, 2009.

[3].Butler(RJ),Galton(PM),« The dermal armour' of the ornithopod dinosaur *Hypsilophodon* from the Wealden (Early Cretaceous: Barremian) of the Isle of Wight: a reappraisal », Cretaceous ResearchVolume 29, Issue 4, August 2008, Pages 636-642.

[4] « Autour des dinosaures,... crétacé » op cit ,p. 12

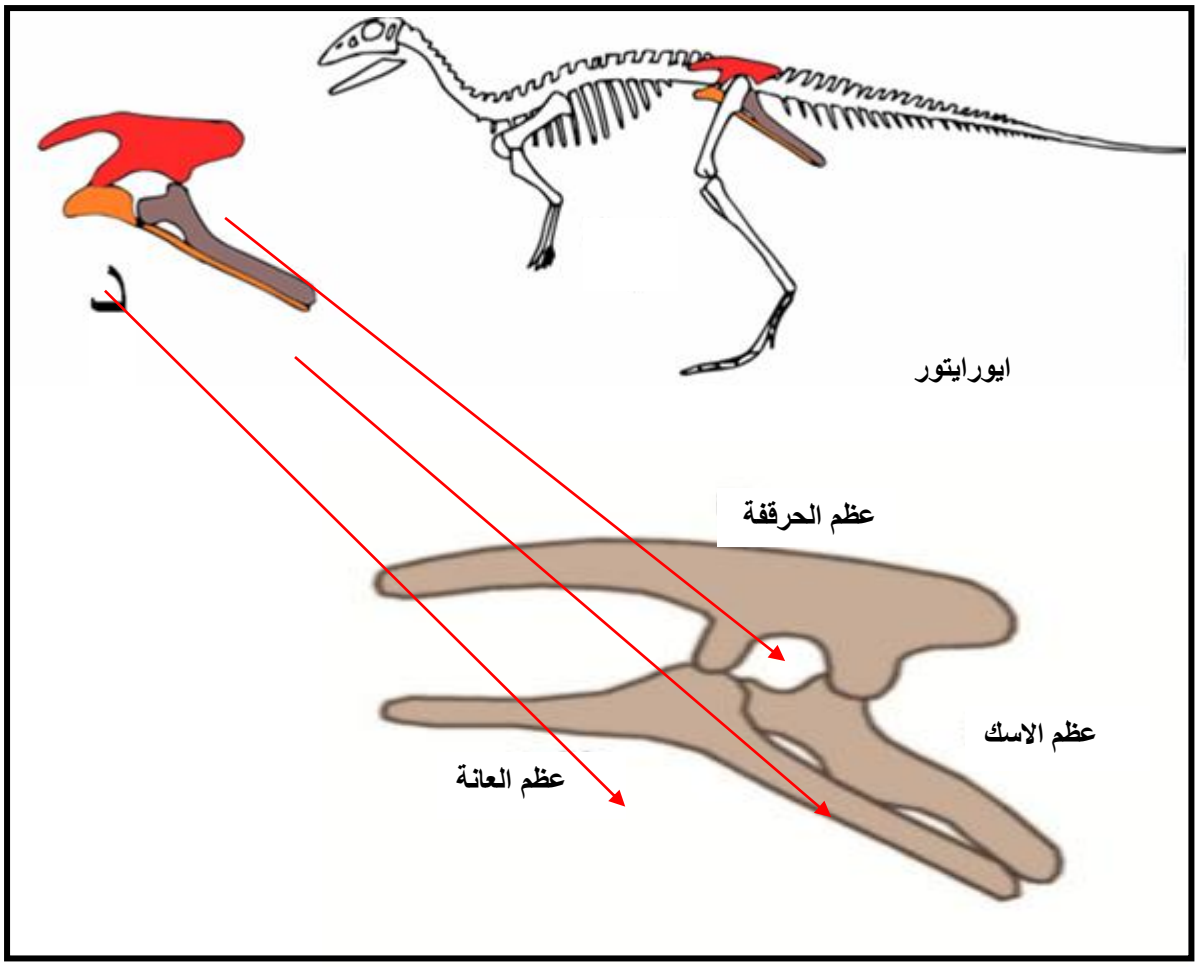
[5] Encyclopédie des dinosaures,op cit , p.291.

[6]Weishampel(D.B) et al , « The Dinosauria » (2[d] édition), Berkeley, University of California Press, 2004, p. 880.

[7] « Autour des dinosaures » , op cit , p13

[8]Brown(B), « The Ankylosauridae, a new family of armored dinosaurs from the Upper Cretaceous », in Bulletin of the American Museum of Natural History 24, 1908,pp 187–201

[9]Turner(C) and Peterson(F), « Biostratigraphy of dinosaurs in the Upper Jurassic Morrison Formation of the Western Interior, U.S.A. » In Gillette, DD. (ed.),Vertebrate Paleontology in Uta ,1999 pp,77–114 .



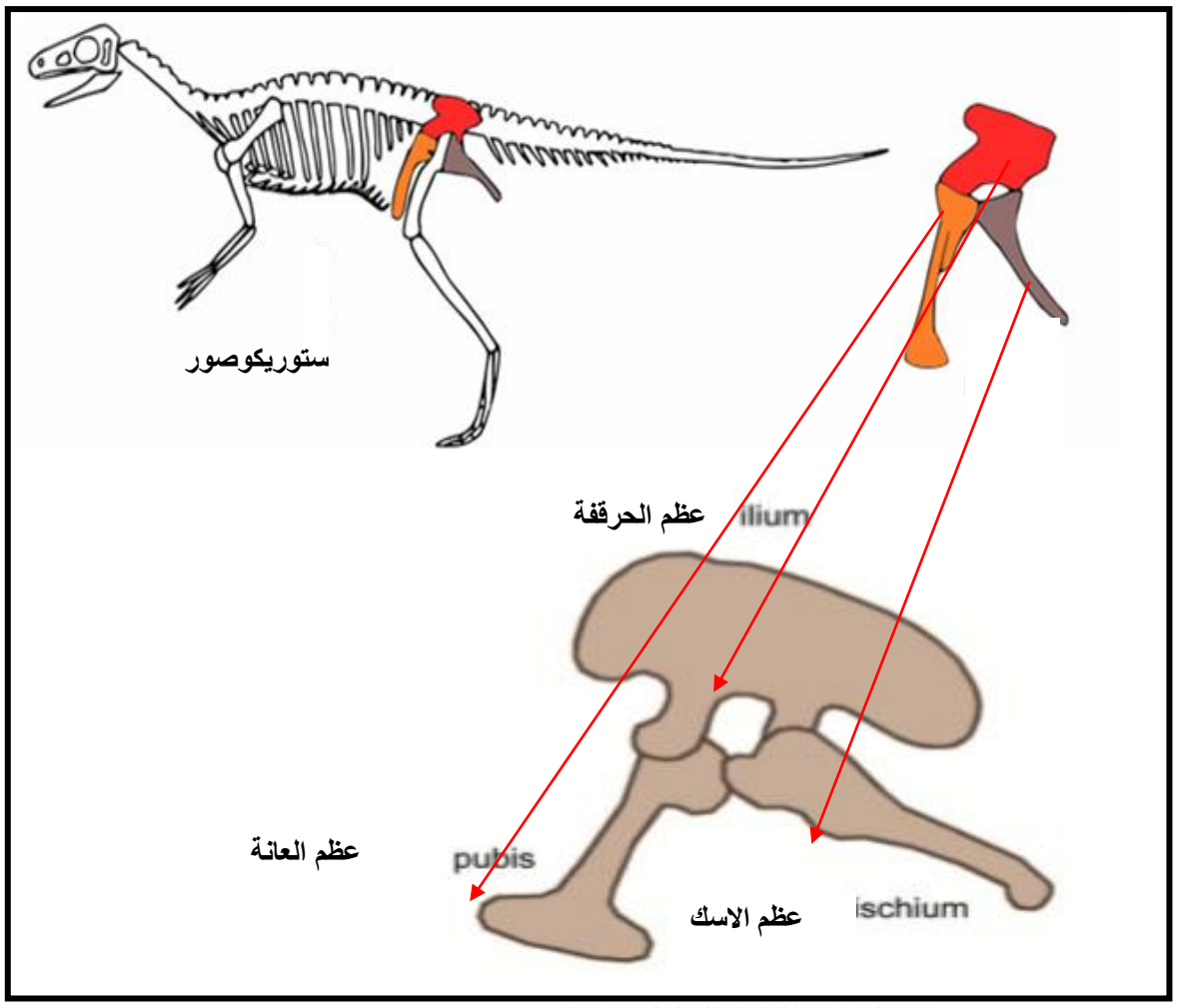
الصورة 17 : نموذج عن طيريات الحوض Dave Smith, « The Saurischan Dinosaurs بتصرف من الطالب

- **ذات حوض ال سحليات**(Saurischiens)(صورة18)**:**ويطلق عليها أيضا اسم سحليات الورك أو الحوضروهيمن الأنواع المرجحة لعينات بحثنا هذا وتضم أكلات للأعشاب و آكلات للحوم[1] وهي على نوعين[2] :

1 - ثيروبودات[3](Théropodes): هي ديناصورات ثنائية الأرجل آكلات للحوم ومنها آكلات للحوم والأسماك كالديناصور المعروف في شمال إفريقيا سبينوزوريوس [4] .

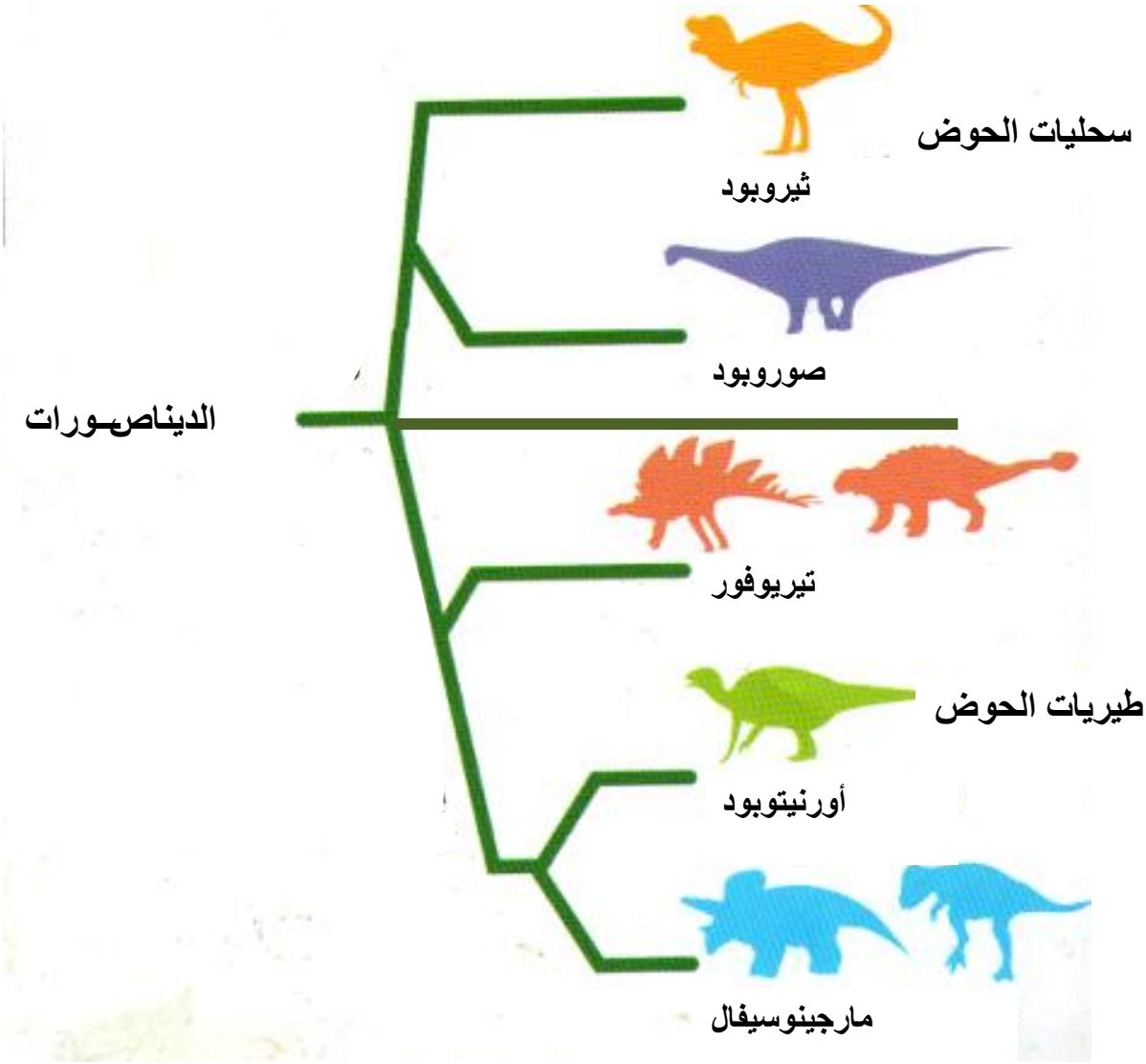
[1]Padian,(K) et al, « The Dinosauria », Berkeley: University of California Press,2004,pp. 231–210 .
[2]Fastovsky(DE), Weishampel(DB), « Dinosaurs, A Concise Natural History », Cambridge University Press, 2009, p. 379.
[3]Baron(MG) et al, « *A new hypothesis of dinosaur relationships and early dinosaur evolution* », inNature, vol. 543, 2017, pp. 501–506
[4]Buffetaut(E), « New remains of the enigmatic dinosaur Spinosaurus from the Cretaceous of Morocco and the affinities between Spinosaurus and Baryonyx ».Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte (2) ,1989 ,pp. 79–87

2 -الصوروبوديات(Soropaudomorphes)[1]: وهي ثنائية الأرجل وذات الأربع أرجل ، آكلة للأعشاب كبيرة الجسم ورأس صغير وعنق وذيل طويلان كالديبلودوكوس (Diplodocus)[2]



الصورة 18: نموذج عن سحليات الحوض Dave Smith, « The Saurischan Dinosaurs بتصرف من الطالب

[1]Martin(AJ), Introduction to the Study of Dinosaurs. Second Edition. Oxford, Blackwell Publishing,2006, pp. 299-300.
[2]Ibid.



الصورة 19:أنواع الديناصورات حسب حوضهاencyclopédie des dinosauresبتصرف من الطالب

تعتبر فترة الترياس الأعلى نواة لنشأة الديناصورات لتعرف حد من التطور خلال فترة الجوراسيك والطباشيري ويدل تنوعها إلى مدى تأقلمها مع المحيط والمناخ الذي كانت تعيش فيه أين سجل المختصون أكثر من 300نوع من هذه الديناصورات، كما عرفت إفريقيادينا صورا تضخمةعلى غرار الص وروبود و الكاركارود الإفريقي[1]، وتعتبر نهاية الطباشيري نهاية للديناصورات، يا ترى كيف كان انقراضها بصفة مفاجئة وسريعة ؟

[1]Taquet(Ph), l'empreinte des dinosaures, op cit , p.27

4. نهاية الديناصورات وأزمة الطباشيري[1] :

عرفت الكرة الأرضية خمسة انقراضات مهمة في خلال 550مليون سنة أدت إحداها إلى اختفاء50 بالمائ ة من الأنواع الحيوانية في وقت واحدوالأخرى البارميان (Permien)250مليون سنة أدت إلى انقراض أكثر من 80 بالمائ من الكائنات الحية الحيوانية والنباتية [2] وكانت آخر هذه الانقراضات في فترة الميزوزويك مع نهاية الطباشيري[3]حيث سجل أكبر انقراض بنسبة 90 بالمائة من الكائنات الحية [4]وكان الانقراض النهائي للديناصورات التي سيطرت على الأرض لمدة 150مليون سنة أي منذ 65 مليون سنة، اختلفت أسبابه[5] وتعددت نظرياته التي وصلت إلى أكثر من 80 نظرية حول أسباب اختفاء وانقراض هذا الكائن [6]منها التي ترجح فرضية الانقراض المفاجئ والسريع ومنها من ترجح فرضية الانقراض التدريجي و البطيء ولأهمية هذه النظريات سنحاول ذكر أهمها بالرغم من أنها كلها تنصب في أسباب متقاربة إلى حد ما هي متعلقة بالمناخ والظواهر الطبيعية وسجلت جفاف أكثر من 29مليون كم من الأراضي في هذه الفترة [7].

1.4 العوامل المفاجئة: كانت عدة تفاسير لباحثين أمريكيين تتحدث حول الفرضيات المفاجئة والكارثية ويرجح اغلبهم النظريات التالية:

-تأثير سقوط النيزك على الأرض:

من بين الفرضيات الرائجة بكثرة عند الأمريكيين حيث قام لويس ألفاراز (Luis Alvarez)أحد الباحثين في هذا المجال عام 1980م بتفسير انقراض الديناصورات في حدود الطباشيري بتركيز من مادةالايريديوم (Iridium) وهي مادة من خارج كوكب الأرض أصلها من النيازك لها قوة كبيرة ضربت الكرة الأرضية تبين تأثيرها منذ 65مليون سنة،

[1] Paul(R)et al, « *Time Scales of Critical Events Around the Cretaceous-Paleogene Boundary* », in Science, vol. 339, n° 6120, 2013, p. 684-687

[2]Paltani(S), « La fin des dinosaures » université de Genève , faculté des science, Département d'astronomie UNIGE, EPFL, Mai 2008.

[3]Encyclopédie des dinosaures , op cit , p.207

[4] Ibid

[5] Taquet(Ph), Vie et mort des dinosaures , Conférence, p 30

[6] Encyclopédie des dinosaures , op cit , p 207

[7]Le géologue algérien, « les dinosaures …et leur monde dans le mésozoïque », N1 fervrier mars 2016, p .30 .

نصف قطر النيزك بلغ 10كم[1] نفس مساحة الفجوة المكتشفة بمنطقة يوكاتان (Yucatan) بالمكسيك، من طرف المنقبون عن البترول عام 1970م بعمق بلغ 1كم و هي الآن مدفونة بالترسبات[2] ، كان تأثير مادة الايريديوم قد وصل تحت المياه الايطالية في غوبيو(Gubbio) و كذا مدينة ستيفنز كلينت (Stevens klint) بالدانمارك[3] حيث أن الاصطدام انجر عنه انفجار قوي أدىإلى تشكيل أمواج التسونامي وفيضانات عارمة وجو مظلم معتم وتغير في المناخ وكذا ظاهرة الاحتباس الحراري وسحاب ضخم يغطي كل الكرة الأرضية يحجب ضوء الشمس مما استحال العيش فيه بالنسبة للأنواع الحيوانية [4].

تأثير النيزك كان كبيرا على انقراض الديناصورات لكن هناك عوامل أخرى ساهمت في هذا الانقراض أو بالأحرى ما يصطلح عليه أزمة الطباشيري و الزمن الجيولوجي الثالث التي كانت سبب اختفاء العديد من الكائنات الحية النباتية والحيوانية أين نجد أيضا :

- **بركان ديكان :** هو بركان كبير يوجد بالهند ترك أثار كبيرة على الأرض تعرف بفتحة ديكان(Deccan) و الجو من غبار وسحابات كبيرة [5]على شكل أكوام من الحمم مازالت إلى يومنا هذا في شرق وغرب الهند ومنها ما يصل سمك هذه الأكوام إلى عدة كيلومترات [6]ما لوحظ عند الباحثين الأمريكيين والفرنسيين الذين نسبوه لفترة الطباشيري و الزمن الجيولوجي الثالث وهذا من خلال الانبعاثات الكثيفة للحمم البركانية في الجو وهذا لمدة 500 ألف سنة حيث سجلت كميات كبيرة من غاز أكسيد الكبريتSO_2 وحامض السولفير Acide SulfuriqueH$_2$SO$_4$، كما ينتج الاريديوم عن طريق ثوران البركان من الأجزاء العميقة لتكون نتائجه كتأثير النيزك كما ذكرنا سالفا بالإضافة إلى تباطؤ عملية التركيب الضوئي والأمطار الحامضية الغزيرة وتغير المناخ إلى البارد وتراجع مياه البحار، كل هذا مع نهاية الطباشيري مما أدىإلى انقراضات كارثية للنبات والحيوان بما فيها الديناصورات[7] .

4. 2 العوامل التراكمية : أين يرى البعض بأن أزمة الطباشيري والزمن الجيولوجي الثالث نتيجة لتراكمات أحداث عديدة وبطيئة وليس مفاجئة :

[1] Taquet(Ph), L'empreinte des dinosaures, op cit, p .5.
[2] Encyclopédie des dinosaures , op cit , p 206
[3] Taquet (P), op cit,
[4] Encyclopédie des dinosaures , op cit , p 207
[5] Ibid.
[6] Le géologue algérien, Les dinosaures …et leur monde dans le mésozoïque, op cit , p.30
[7] Taquet (P), l'empreinte des dinosaures, op cit, p .5.

- ظاهرة التبرد العام (انخفاض درجات الحرارة):

هذا ما يقوله أحد الجيولوجيين السو يسريين و كذا عالمة مستحثات أمريكية، اللذان درسا نظرية النيزك والترسبات التي ملأت الفجوة،فتبين أنالتأثيرقد تكون 350 ألف سنة قبل حدوث الاصطدام أي ما بين الطباشيري و الزمن الجيولوجي الثالث بالمقابل لايوجد تطابق بين اختفاء الديناصورات و تأثير النيزك ومن المحتمل أن أزمةالطباشيري حدثت نتيجة عوامل متتابعة للتبرد العام[1].

- الزلازل:

تستطيع الزلازل المتكررة أن تعيد بعث سحابات الغبار لعدة كيلومترات عبر الكرة الأرضية وبالتالي تحجب الضوء على النباتات مما يؤدي إلى موتها وحتمية ذلك أنقوت الحيوانات التي تتغذى عليها وكذا الحيوانات التي تقتات على اللحوم [2]، ومنها مايرجح نظرية أخرى بأن سبب هذا الانقراض هو المنافسة بين الأنواع كثديات أمريكا و مضيق برزخ بناما التي اختفت تديجيا .[3]

ومهما يكن فان للتأثير البطيء عواقب متتالية كالتي تصدرها التأثيرات المفاجئة نذكر منها[4]:

- تراجع البحار .
- تراجع التنوع البيولوجي .
- تغير درجات الحرارة.
- تأثيرات ايكولوجية .
- قساوة المناخ .
- التفاوت في مستوى سطح البحار .
- التسارع في عملية تأسيس السلاسل الجبلية Orogénique.

ويبقى القول أن السبب الحقيقي لانقراض الديناصورات هو مجرد فرضيات ونظريات لم تحدد أسبابه نهائيا[1].

Taquet (P), l'empreinte des dinosaures, op cit, p 29.
[2]Le géologue algérien, les dinosaures …et leur monde dans le mésozoïque, op cit, p.29
[3] Taquet (P), l'empreinte des dinosaures, op cit p.29
[4]Ibid.

5. الديناصورات في الجزائر :

5. 1أهم مواقع الديناصورات بالجزائر:

تجمع جل الأبحاث على أن الديناصورات عاشت منذ أكثر من 200مليون سنة وبقيت لمدة 160مليون سنة كما ذكرنا سابقا و أنها انقرضت منذ 65مليون سنة في نهاية الطباشيري، تسمى الفترة التي عاشت فيها الديناصورات الميزوزويك أو (ère Secondaire)(252-65 مليون سنة) أما بالنسبة للجزائر فان أقدم الديناصورات تعود لـ100مليون سنة، مما يبين أن المناخ كان ملائما لعيش الديناصورات حيث كان يتميز بالحرارة والجفاف و يعود للمناخ الاستوائي مع الكثير من الاخضرار والغابات ، لحد اليوم توجد أكثر من 601 نوع من الديناصورات ولكن من المؤكد أنه يتعداهـ 5 مرات هذا العدد، حيث لم يكتشف سوى خمس5/1 أو عشر منها 10/1 تتعدى أحجامها35متر[2] .

تعتبر الجزائر كغيرها من دول العالم خزان للثروة الجيولوجية خاصة ف يما يتعلق بالتراث الباليونتولوجي وهذا من خلال المستحثات الموزعة عبر كل التراب الوطني والتي كنا قد ذكرنا بعضها بمنطقة عين صالح من مستحثات بحرية، نباتية، و سنفصل فيما بعد في فصلنا التطبيقي حول المستحثات الحيوانية لأحد الاكتشافات العظمية المتحجرة للديناصورات بمنطقة عين صالح بموقع حاسي مومن ، ولكن لخصوصية الموضوع ارتأينا أن نذكر أهم الاكتشافات لمناطق الديناصورات بالجزائر تماشيا مع نوع الحيوان الذي اخترناه في عينة بحثنا هذا(خارطة رقم 4).

- **ايليزي** : تتواجد البقايا العظمية في حواف هضبة تينهرت في موقع جوا (Djoua)أين أشار إليها فورو Foureau) (عام 1893م ، وبعدها أرسلت بعثة علمية لفورو و لامي (Foureau et Lamy)عام 1898م إلى غاية عام 1904م، في نفس السنة قام هوغ (Haug) بمسح منطقةتنهرت (Tinhart) 300كم شمال ايليزي أين تم اكتشاف العديد من البقايا العظمية للديناصورات والأسماك، وهي عبارة عن عظم فخذ وفقراتهذا حسب فيليب طاكي (Philipe Taquet) في2007مفانه يعود لصوروبود البارايتيتان

[1]Le grand livre de la terre , Edition des deux coqs d'or , 1981, ISBN : 2-7192-0143-X , p .160
[2]Mahboubi(M), « Il est inconcevable d'interdire aux chercheurs algériens de faire leur travail » , op cit .

(Paralititan) ويسمى بصوروبود المد والجزر أوعملاق الأمواج ، وهو الأول في الجزائر حيث عاش في شمال الطاسيلي مابين 96 و 114مليون سنة، هذه المنطقة كانت تتميز بالحرارة والجفاف، والثاني إفريقيا بعد الاكتشافات البحرية في مصر ومن المحتمل أن يكون ثاني أكبر فصائل الديناصورات بطول 25م ووزن70طن، بعد أرجنتينوزوريس (Argentinosaurus)، حسب المعطيات المقدمة من طرف المصريين [1]، بالإضافة إلى الموقع المذكور هناك موقعين آخرين هامين في ان اخاميل و واد امراغ اللذان يحتويان على ديناصورات مختلفة كالسبينوزويس (Spinosaurus) و الكاركارودونتوزوريسوالبارياليتيتان (Paralititan)، بالإضافةإلى التماسيح و الأسماك و الأشجار المتحجرة والتي من المحتمل أنها تعود للسينومانيان [2] .

- **قارة سامانى:** حسب المختص شيخ معمري فان تاريخ الاكتشاف يعود لسنة 1971م، تقع المنطقة مابين منطقة المنيعة و تيميمون وهي قطع عظام وأسنان الصوروبود و نوعان من تيروبود (Théropodes)[3] .
- **الأطلس الصحراوي**:أول اكتشاف كان للصوروبود عام 1957مفي الحجارة الكلسية الرملية بغار الرهبان .

- **الجلفة** : أين عثر على بصمات الديناصورات في موقع عين الناقة (صورة 21،22).
- **عين الصفراء :** تعود الأبحاث لسنة 1965م و 1975م من طرف جوزيف ايليو (Illiot) وجون بول باسو (J(ean Paul Bassoult، وتتمثل أهم المواقع بهذه المنطقة فيما يلي:
  - تيوت بالقرب من عين الصفراء .
  - شلالة دهرانية.
  - قور تين : بالأبيض سيدي الشيخ .

[1]Matares(M) , « quand les dinosaures peuplaient l'Algérie » , El watan , le 18 aout2008
[2]Gabani(A) et al, « Le crétacé continental vertébrés de la bordure sud du plateau de Tinhert : Découverte paléontologique et considération stratigraphique », in Mémoire du service géologique de l'Algérie, op- cit , pp.9 -61
[3]Ibid.

- بريزينة : قام البروفيسور محمد محبوبي في عام 1983م في منطقة الكهول (Kohol) بجمع مختلف عظام من مخالب كاركارودونتوزوريس، هذا من الجهة الجنوبية الشرقية أما من الجهة الغربية لمنطقة عين الصفراء جمع أعداد كبيرة من العظام في 2002م و 2005م[1].
- **منطقة البيض** : لقد ذكرت منطقة البيض في العديد من المرات من طرف الباحثين الأجانب حول بصمات الديناصورات أو آثارها وهذا منذ عام 1880م من طرف مارسيل و بيرون (Mesle et Peron)، و تعود هذه البصمات إلى فترة السينومانيان (Cénomanien)145.5 – 130 مليون سنة ، نسبت في الأول إلى فصيلة الطيور لكن بيلير و آخرون (Bellair) نسبوها إلى إلى فصيلةثيروبود، والنوع الثاني فتعود لبصمة زواحف كما ذكرها باسو و آخرون ، وحسب المختص معمري الشيخ فان المنطقة تحتوي على 15 موقع للديناصورات 13 منها قد تم جردها[2].

منطقة البيض موجهة شمال شرق- جنوب غرب تابعة للأطلس الصحراوي الأوسط (جبال عمور)هي من بين أهم وأكثر الأماكن التي تضم آثار الديناصورات في الجزائر، أين تحتوي شمال البيض على آثار أقدام أو بصمات الديناصورات في العديد من المواقع كموقع رقاصة،منها التي هي في حالة سير، في موقع" الشعبة " بدوار "القراريج" التي تعود إلى فترة الطباشيري الأسفل في الفالنجيني (Valanginien) 140,2-136,4 مليون سنة على مساحة1كم،وهي عبارة عن بلاطات من الحجر الغضاري الكلسي(Argileux–Calcaire)،و مزيج من الصدفات الملتصقة بالحجر، وتتوزع آثار هذه البصمات على موقعين ، الموقع 1 الذي تم تحديد ثلاث أنواع من الديناصورات بعد التحاليل اثنان منها ذات القدمين وثلاث أصابع (Bipèdes Tridactyles) بمخالب مختلفة الأحجام، والنوع الثالث ذات أربع أقدام(Quadrupède) ببصمات نصف مستديرة، وقد تبين من خلال التحاليل الأولية أنها تعود لديناصورات آكلات اللحوم ثيروبودات(Théropodes)و الآخر آكل للأعشاب صوروبود (Sauropodes)، ويعتبر هذا الاكتشاف حديث من نوعه، وتم التبليغ عنه من طرف السكان

[1]Gabani (A) et al, op cit.
[2]Ibid.

للدكتور محبوبي في شهر ماي 2007 الذي تكفل بعملية المسح والحفرية مما أنتج عنه 20 بصمة ويعتبر من بين أهم المواقع في إفريقيا [1].

- في مرتفعات القصوروجدت بصمات وعظام الديناصورات وتماسيح و سلاحف و أسماك وكذا حطام الأشجار المتحجرة التي تعود للطباشيري الأسفل أي الفالنجيني، تعود سنة الاكتشاف إلى عام 2000م من طرف فريق بحث تابع للشركة البترولية سوناطراك بجنوب شرق النعامة [2]، وبعد التحاليل تبين وجود ثلاثة أنواع من الديناصورات، وهي ثيروبودات ثنائية الأرجل ثلاثية الأصابع ذات المخالب ، والأخرى رباعية الأرجل نصف دائرية متعلقة بالصوروبود، أما النوع الثالث ومن خلال الدراسات الأولية تبين أنها من الممكن أنها تعود للفيلوسيرابتور[3](Vélociraptore) .

- **عملاق القصور:** و يطلق عليه كذلك اسم شابزوريس(Chebsaurus) أما عن بقاياه فقد تم العثور على الجمجمة من طبقات ال غضار والكلس في عمق 60سم والتي تعود إلى فترة الجوراسيك الأوسط، أما عن أصل تسميته فهي تعود للعربية بمعنى الشاب والسحلية (Saurus)، الموقع يقع في مكان مرتفع يسمى رويس الجيرب أولكاك، السفيسيفة ولاية النعامة[4]، وحسب البروفيسور محبوبي هو تشكل عمود فقري لديناصور صوروبود الديبلودوكيس (Diplodocus) .

5. 2 أهم إحصائيات الباحثين لمناطق الديناصورات بالجزائر: بالإضافةإلىالمواقع السالفة الذكر فإننا نجد مناطق عديدة ذكرت عند العديد من الباحثين تحوي عظام لفقاريات متحجرة تعود إلى المتداخل القاري (Continental Intercalaire) والتي أحصيت منذ 1923م، و هي مقسمة إلى خمسة مناطق :

[1]Ibid.
[2]Abane (M) , « sur les traces du dinosaure de l'Atlas saharien » , El watan , le 01-04-2016
[3]Bensalah.(M) et al Le géologue algérien, « Présence d'empreintes de pas de dinosaures dans le crétacé au nord d'el Bayadh (djbel Amour Algérie) » Publié sur science et technologies, Université Mantouri , Constantine, Algérie, B-N23 juin 2005, pp107-109.
[4]Farida(M) et al ,Presedented by Taquet (Ph) , « The giant of Ksour , a middle , jurassic Sauropod dinosaur from algeria » , comptes rendues , C R Palevol 2005 , 1631-0683/S-See Front matter – Accademie des sciences –published by Elsevier , SAS .ALL , Rights . Reserved, doi .10-1016/j-crpu.2005.001, Palevo – 192 .

- **المنطقة الأولى (توات):** حيث نجد أسماء الباحثين الأجانب والجزائريين، فعلى سبيل المثال نجد بروين (Broin) و لوفرون (Le Fran)في عام 1966م، وفي نفس السنة نجد فيليب طاكي (Taquet Philip) ، وكذا أيت واعلي في عام 2006م، ضمت هذه الأبحاث كل من : أدرار، رقان، الشبي 20كم من رقان، عين الشيخ، قور أولاديحي، أقبلي، أولف الشرفة التي وجد فيها نوع جديد من التماسيح .

- **المنطقة الثانية (قورارة):** هذه المنطقة تضم أولاد النون و تيميمون والتي درست من قبلدوبيري وسافورنان (Depéret et Savornin) عام1927م، و ماييندورف (Meyendorff) عام 1938م،بالإضافةإلى مسماري 2012م و دراوي 2013م.

- **المنطقة الثالثة (هضبة تيديكلت بعين صالح)** في الموقع المسمى مليانة 17كم شمال عين صالح والذي ذكر عند كابو راي (Capot Rey) في أعماله المنشورة سنة 1958م عن اكتشافات عظمية للفقاريات .

- **المنطقة الرابعة (هضبة تادمايت)** ونخص بالذكر موقع قارة ساماني حيث ذكرت عند كل من بروين عام 1971)(Broinم ، و فابر2005(Fabre) م ، ومسامري في 2012م.

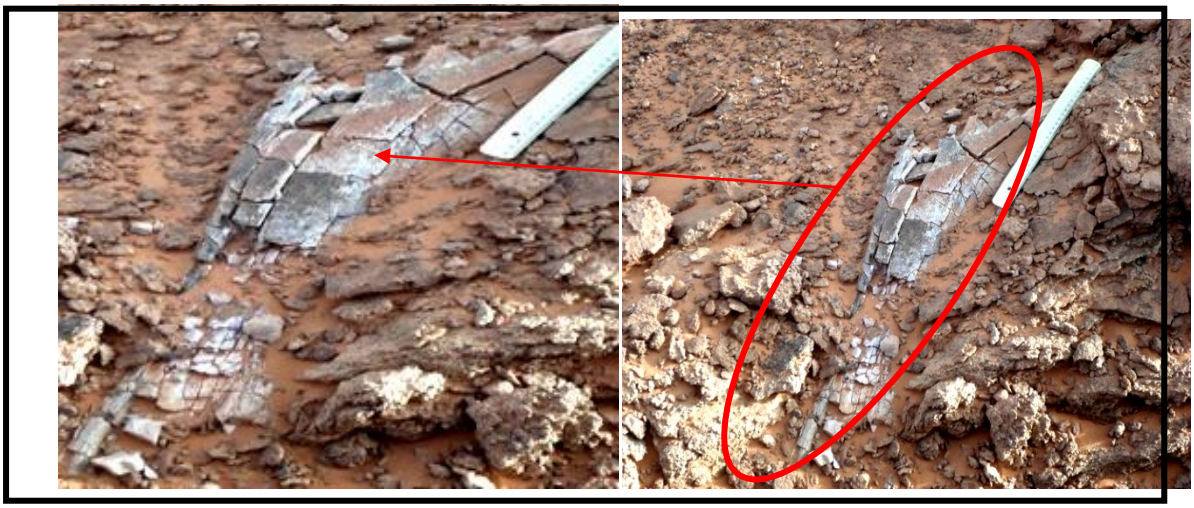
- **المنطقة الخامسة (هضبة التنرهرت):** والتي تحتوي على عدة مواقع بواد جوا ويعتبر فورو(Foureau) أول من ذكر المنطقة وهذا عام 1893م و 1904م، وفي نفس السنة ذكرهاهوغ (Haug)الذي قام بمسح شامل للمنطقة و في عام 1958م بلغ لابارون(Lapparent) عن اكتشافات جديدة في واد جوا وفي مناطق أخرى كطبطب،مزولة،برج عمر إدريس، إنأخميل، الدار الحمراء، ايجيليه[1] .

كما ذكرت مناطق أخرى في صحرائنا الكبرى كمنطقة المنيعة و تيميمون منذ عام 1925م وانغر[2]،بالإضافة إلى موقع جبل بشار الذي من الممكن أنه يحتوي على بيض الديناصورات لكن لم يتأكد بعد من هذا الخبر وكذا منطقة برج بوعرريج بموقع معازة . ويبقى القول بأنه بالرغم من كثرة العظام المكتشفة وعلى مساحات متنوعة ومختلفة عبر التراب الوطني إلا

[1] Gabani (A) et al, op- cit , pp39.61

[2] Ait Menguellet(Z), « El Menéa un paradis pour les amoureux de dinosaures », El watan , 18-05-2016 .

أنها تتسم بصفات واحدة كالنوع و المحيط المعيشي وهذا في كل من التادميت والأطلس الصحراوي الأوسط والغربي[1] .



الصورة20 : عظام متحجرة لديناصور مليانة (عن الطالب)

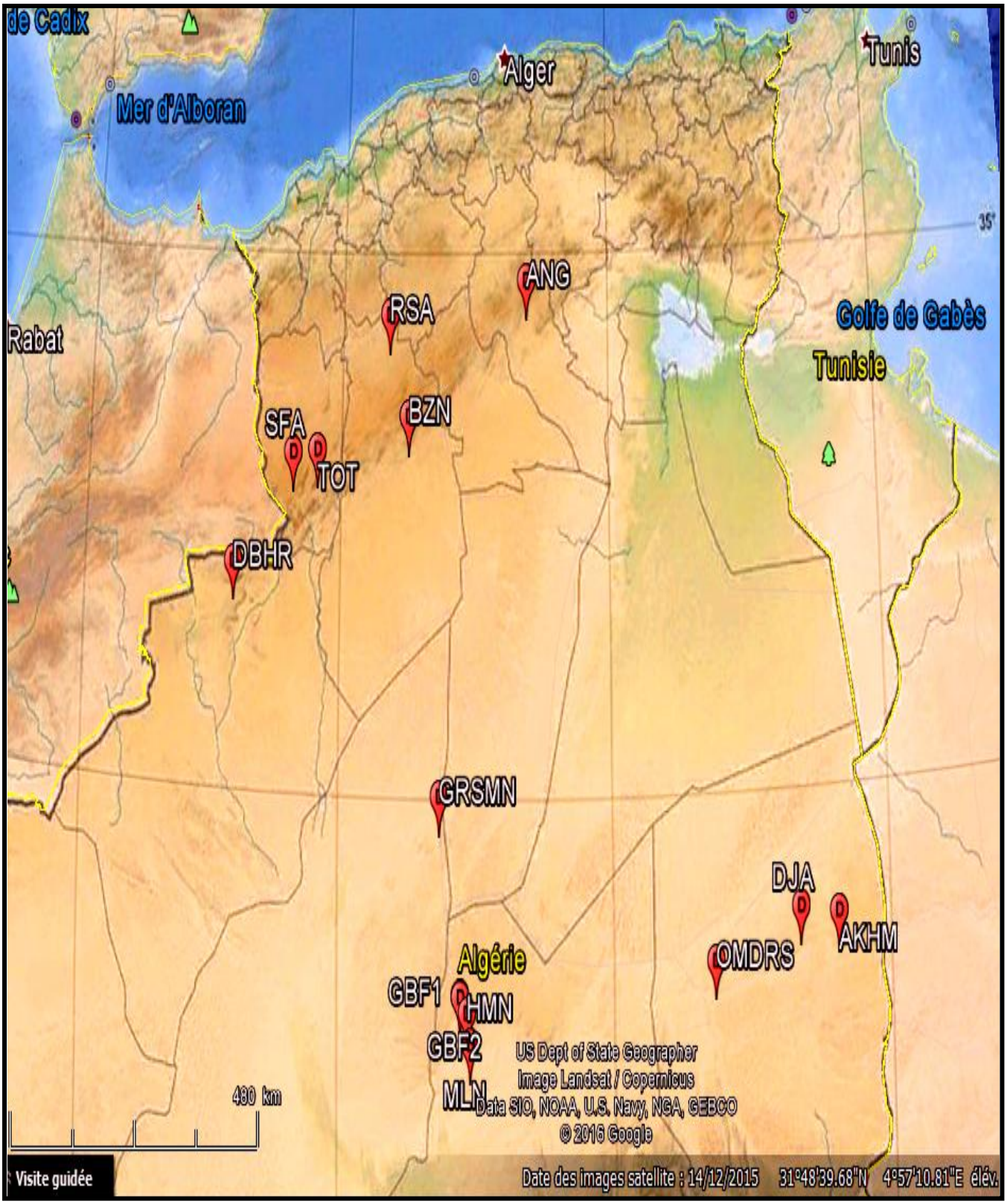
الصورة 21 : موقع عين الناقة بالجلفة (أرشيف حظيرة الأطلس الصحراوي)

[1] Gabani (A) et al , op cit, p39.

الصورة 22: بصمات ديناصور عين الناقة (أرشيف حظيرة الأطلس الصحراوي)

الصورة 23 : بصمات ديناصور رقاصة (أرشيف حظيرة الأطلس الصحراوي)

الصورة 24: بصمات ديناصور وافق بالبيض(من أرشيف حظيرة الأطلس الصحراوي)



خارطة 4: توزيع أهم مناطق الديناصورات في الجزائر (بتصرف من الطالب)

الأسماء المختصرة في الخارطة رقم 4 - توزيع أهم مناطق الديناصورات في الجزائر- :

- **ANG :** عين الناقة .
- **RSA :** رقاصة .
- **SFA :** سفيسيفة .
- **BZN :** بريزينة .
- **TOT :** تيوت .
- **DBHR :** جبل بشار .
- **GRSMN :** قارة ساماني .
- **DJA :** جوا .
- **OMDRS :** برج عمر ادريس .
- **AKHM :** أخاميل .
- **GBF1 :** قارة بيفينا 1 .
- **GBF2**: قارة بيفينا 2 .
- **HMN :** حاسي مومن .
- **MLN :** مليانة .

3.5 أهم مواقع الديناصورات بمنطقة عين صالح (خارطة رقم5)

ذكرنا فيما سبق أهم المتحجرات التي تتسم بها منطقة عين صالح و رأينا كيف أن من خلال تلك المستحثات المتنوعة أعطتنا فكرة عن تنوع المحيط والكائنات المختلفة التي عاشت في فترات زمنية قديمة جدا، ومن بين هذه الكائنات التي عاشت في منطقة الصحراء الجزائرية الكبرى وبالتحديد منطقة عين صالح هي الديناصورات التي هي موضوع بحثنا هذا، مع التذكير بأن منطقة مليانة تعتبر أول منطقة ذكر فيها تواجد هذه العظام، مع قيام الحظيرة الثقافية للأهقار بعين صالح من خلال معاينة ميدانية من اكتشاف مكان تواجد هذه القطعة العظمية التي هي ملتصقة بالحجر الرملي،وهذاعام 2005م (صورة20)، وفي عام 2018م تم اكتشاف احد العظام المتحجرة ملتصقة بأحد الجبال ذات الصخر الرملي بمنطقة مليانة حيث يبلغ طوله 60 سم تقريبا ،و ذو لون أبيض، مع العلم أن هذا الجبل يحتوي على نسب كبيرة من الفوسفات(انظر البطاقة MNA-18-17)، بالإضافة إلى موقع حاسي مومن و الذي

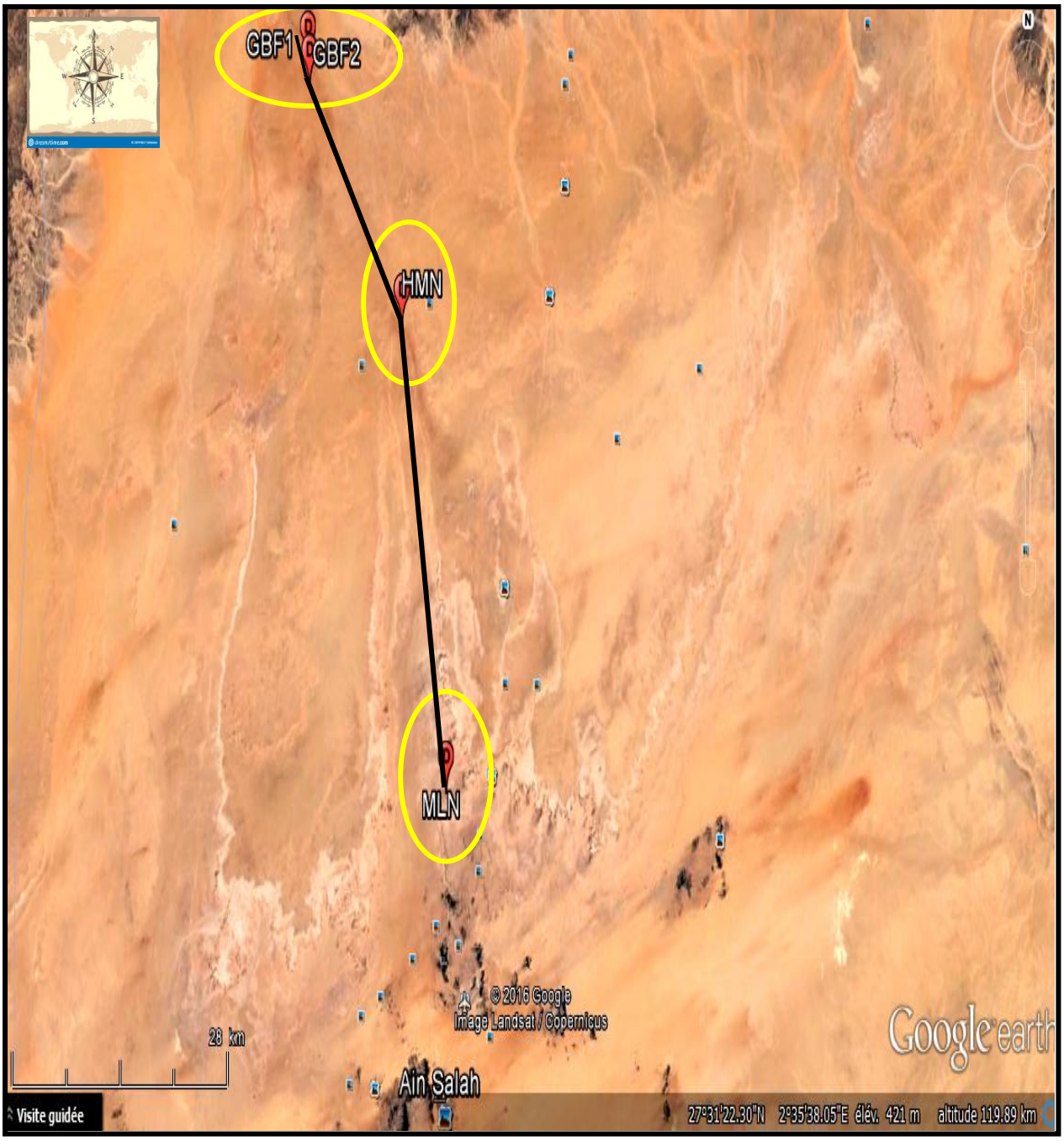
يطلق عليه السكان الأصليون ب ضاية الحمير [1] و الذي تم اكتشاف البقايا العظمية في نوفمبر2012م وتمت عدة تدخلات استعجالية على الموقع كما سيأتي بيانه في الفصل الثالث، بالإضافة إلى اكتشاف موقعين هامين عام 2014م[2] في قارة بيفينا 5 موقع 1 و 2 اللذان يبعدان بحوالي 12كم شمال، وهذا من خلال الزيارات الميدانية من أجل التدخل لإيقاف الشركات البترولية من تخريب التراث الجيولوجي، بالإضافة إلى أ حد المواقع الذي يحتوي على عظام فقاريات لكن لم يتبين نوعها إن كانت تنتمي إلى الديناصورات أم لا بالقرب من الموقع المسمى حجرة الآنسة بدائرة ايقسطن 15كم شمال شرق عين صالح،كما أن هضبة التادمايت التابعة إداريا لمنطقة عين صالح تحوي عظام متحجرة ذات لون مختلف عن التي عثر عليها من قبل أحد أعوان الحظيرة الثقافية للأهقار والتي حاولنا دراستها مع عيناتنا للمقارنة (أنظر البطاقة التقنية رقم 11 ، 12)

الصورة 25 عظم متحجر من موقع 2 قارة بيفينا 5 عن الطالب

الصورة 26 : فقرة ديناصور من موقع 1 قارة بيفينا 5 عن الطالب

[1] حيمد أحمد، دليل بالديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأه قار بعين صالح.

[2] Onpca in salah , Compte rendue de la reunion sur les dépassements Du site de GBF 5 , le 21-04-2014



خارطة 5: توزيع مواقع الديناصورات بمنطقة عين صالح (بتصرف من الطالب)

- **GBF1 :** قارة بيفينا 1 .
- **GBF2**: قارة بيفينا 2 .
- **HMN :** حاسي مومن .
- **MLN :** مليانة .

حاولنا في هذا الفصل إعطاء نظرة عامة وشاملة لماهية التراث الجيولوجي، وأهمية المحافظة عليه كونه يعتبر من بين أهم وسائل التأريخ التي يعتمد عليها في شتى العلوم، وكونه كذلك يلم بالعديد من الاختصاصات، كالدراسات الجيولوجية والبيولوجية و الاركيولوجية، وعلم المتاحف وعلم الفلزات الذي هو أصل تطور الأرض، بالإضافة إلى علوم أخرى، و بالنظر إلى كون مجال دراستنا هذه تندرج ضمن صيانة و ترميم التراث، و عينات بحثنا هذا هي عينات باليونتولوجية (عظام الديناصورات المتحجرة بمنطقة عين صالح)، فقد رأينا بأنه من الضروري تعريف وتثمين هذا النوع من التراث الجيولوجي ألا وهي المستحثات بكل أنواعها و إعطاء مفاهيم وتوضيحات لهذه الظاهرة (الاستحاثة) التي تعتبر ظاهرة نادرة جدا في الطبيعة ما يزيد من قيمتها التراثية والعلمية، وبما أن للديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار تجربة جد ناجحة و دورا مهما في حماية هذا التراث الجيولوجي فإننا قمنا بتثمين عمل هذه المؤسسة من خلال التعريف بها و بمهامها، كما أن ذكر أهم أنواع المستحثات لمنطقة عين صالح التي هي المجال الجغرافي لدراستنا ساعدنا في وضع عينة دراستنا هذه اي الديناصورات في محيط بيولوجي متنوع، من أنهار و بحار كما هو الحال بالنسبة للمستحثات البحرية والمائية لقواقع الرخويات كرأسيات الأرجل و الامونيت، أو بالنسبة للنباتات والأشجار السائدة في ذلك الوقت كالصنوبريات و السرخس، ما يجعلنا نؤكد فرضية تنوع هذه الحيوانات الفقارية والتماسيح وكذا الديناصورات بكل أنواعها العاشبة منها واكلات اللحوم و آكلات الأسماك، ما تأكد لدينا عند دراسة هذه الأنواع من خلال الأبحاث السابقة للباحثين الجزائريين و كذا قبلهم الأجانب، حيث تبين تنوع و توزع فصائل وأنواع الديناصورات على كل مناطق الصحراء الجزائرية، وما مدى التشابه بين هذه الأنواع كالصوروبود و السبينوزوريس و الكاركارودونتوزوريس.

الفصل الثاني

الصيانة الوقائية والعلاجية للمستحثات العظمية

I.عموميات حول الصخور والفلزات .

II . تلف الصخور والعظام المتحجرة .

III . المستحثات العظمية للديناصورات .

IV .منهجية حفظ وعلاج المستحثات العظمية للديناصورات

1. حفظ المستحثات العظمية للديناصورات.

2.علاج المستحثات العظمية للديناصورات

حاولنا في هذا الفصل أن نبرز أهمية التشخيص الذي يعتبر أولى الخطوات التي يجب على المختص في مجال الصيانة والترميم المرور بها، حيث أن التشخيص الجيد هو نصف العلاج، وهذا من أجل اقتراح العلاج المناسب، وبما أن هذه المستحثات هي عبارة عن ترسبات فلزية على المادة العضوية و تحجرت مع مرور الوقت فقد كان من الضروري ذكر عموميات حول الصخور والفلزات، كما أن إعطاء تعريف دقيق للمستحثات العظمية وذكر مراحل تحجرها يقرب علينا فهم ظاهرة الاستحاثة و نتيجة التفلز التي تطرأ على العظم، وقد حاولنا في هذا الفصل إبراز طرق و كيفيات التشخيص المعمق باستعمال وسائل التحليل من أجل تسهيل القراءة الجيدة لمكونات المتحجرات العظمية للديناصورات وطرق واليات تلفها ، حيط ملائم لمثل هذا النوع من التراث وهو التراث الجيولوجي.

I.عموميات حول الصخور والفلزات المكونة لها :

قبل التطرق إلى مظاهر واليات تلف المستحثات سنعرض أولا طبيعة الصخور التي من بينها العظام المتحجرة، ولكن قبل كل هذا يجب التنويه إلى أننا استعملنا مصطلح فلز الذي يعني باللغة الفرنسية Minéral، ومعدن بمعنى Métalحتى نتفادى مشكل المصطلحات و اللجوء إلى اللغة الفرنسية في كل مرة، بالإضافة إلى أننا استعنا في هذا الجزء على كتب الاختصاص (علم الصخور و الكيمياء) باللغة العربية .

إن الصخور بصفة عامة تتكون من فلز أو أكثر حيث يمكن أن تكون بلورية أو غير بلورية ونستطيع أن نفرق بين هذه الصخور من خلال:

- التركيبة الفلزية والكيميائية .
- المقاومة الميكانيكية للضغط .
- خصائصها الفيزيائية كالمقاومة والحرار ة، ومن حيث الليونة والصلابة، وكذا نفاذية الغازات، والمسامية.
- تأثير الماء H_2O
- تأثير حامض الكلوريك HCl

- تأثير الحرارة [1].

تصنف المستحثات ضمن المعروضات المتحفيةغير العضويةحيث أن كل المعروضات تخضع لمحيط ملائم بها من أجل تفادي العوامل المسببة في التلف التي نختصرها فيما يلي[2]:

- الرطوبة .
- التلوث .
- حركة السوائل والغازات.
- الفرق بين درجات الحرارة بين الليل والنهار.
- العوامل الطبيعية من رياح ، أمطار، ثلوج... .
- العلاقة بين العوامل الداخلية والعوامل الخارجية .

وبما أن المتحجرات تنشأ في محيط رسوبي بكميات مختلفة [3] فإنها تستبدل الفلزات الأصلية بأخرى تترسب عليها فتصبح صخرة رسوبية، ما يدفع بنا إلى ذكر بعض أنواع الصخور الرسوبية، و التي تتكون أساسا من فلزات مهمة وهي :الكوارتز(سيليكا)،الكالسيت (كربونات الكالسيوم)، الغضار (الالومينوسيليكات المائية) [4]، وما يهمنا في موضوع بحثنا هو أحد أنواعها وهي الصخور ذات الأصل العضوي.

1. أنواع الصخور الرسوبية ذات الأصل العضوي:

وهيالتي تتكون بفعل تراكم بقايا الكائنات الحية ، الحيوانية منها أو النباتية حيث تتشكل طبقات تتحلل بفعل البكتيريا والفطريات و كذا بفعل الزمن، ومن خلال عامل الضغط الناتج من ثقل الطبقات المترسبة أو تفحم البقايا النباتية [5]، حيث أن بعض الطحالب تمتلك خاصية تفكيك بيكاربونات الكالسيوم المنحل فتستعمل Coوتتركالكربونات الحيادية تتوضع على الطحلب[6]،ومن هنا يمكن تمييز نوعين من الصخور الرسوبية ذات الأصل العضوي وهما :

[1] مسعود حميان، عموميات حول المواد الأثرية ،- دروس الماجيستير - جامعة بومرداس ،كلية الهندسة، قسم هندسة المواد، 2009، 2010 ،ص 12.
[2] نفسه ، ص،7.8
[3] ميشيل كامل عطاالله ، أساسيات الجيولوجيا، المرجع السابق، ص 268.
[4] محمد عبد المقصود ، الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون ،الهيئة المصرية العامة للفنون ، 2008،ص 14.
[5] نفسه
[6] ليون موريه ، الوجيز في الجيولوجيا، المرجع السابق، ص.301.

1. 1الصخور الرسوبية العضوية النباتية:

مصدرها تفحم بقايا النباتات وتراكمها، و أشهرها الرواسب الكربونية التي تتكون من تفحم البقايا النباتية المكدسة والمدفونة في الغابات والمستنقعات، ومع مرور الوقت تزداد نسبة الكربون وينتج منه الفحم الحجري.

1. 2 الصخور الرسوبية العضوية الحيوانية : وهي ثلاثة أنواع:

- الصخور العضوية الفوسفاتية :

حيث تتكون من فلز فوسفات الكالسيوم ينتج من إفرازات وتحلل الهياكل الفقارية و أنواع أخرى بحرية ، وتوجد بين طبقات الحجر الرملي أو الجيري ، وينش أ الصخر الفوسفاتي من الترسبات العضوية السالفة الذكر وتفاعلها كيميائيا مع ماء البحر .

- الصخور العضوية الجيرية:

هي من تراكم وتحلل الحيوانات البحرية والأصداف الجيرية ، وغالبا تختلط هذه البقايا العضوية بنسب متفاوتة من الرسوبيات الجيرية والكيميائية كالسيليكا و كربونات الكالسيوم، ومن بين هذه الصخور نجد الحجر الجيري المرجاني .

- الرواسب الحديدية :

هي رواسب تتكون في البحار والمستنقعات[1].

كما أن معرفة الصخور مرتبط بمعرفة ال فلزات التي تكونها و أهم الخصائص الفيزيائية للتعرف على المعادن هي :

2. الخصائص الفيزيائية للفلز:

حيث يتوقف على تركيبها الكيميائي والذري الداخليللفلز المتبلورة حيث أن معرفة هذه الخصائص تساعد في الكشف عن تحديد نوعية الفلز

مبدئيا، ويمكن معرفتها إما بالعين المجردة أو بالتحاليل الكيميائية كالأشعة السينية أو المجهر القاطب[2]، و تتمثل هذه الخصائص فيما يلي:

[1] ميشيل كامل عطاالله ، نفسه ص،ص،254.253

[2] نفسه، ص،200

2. 1 الخصائص البصرية أو الضوئية للفلز:

يختلف مظهر الفلز من حيث اللون والشفافية، وفي بعض الأحيان قد يظهر بهذين الصفتين، كما أن الفلز المبلور قد يكون شفافا أو كامدا (Opaque)، مع العلم أنه قد يكون للفلز ألوان متغيرة تعود إليه مثل أنواع ألوان المرو كالوردي، الأخضر، البنفسجي... . ما يطلق عليها اسم صفة تافهة [1]، وتعتمد مجموعة هذه الخصائص (البصرية والضوئية) على سلوك الفلز عندما تتساقط عليه أشعة الشمس، ومنها مايلي:

-اللون:

إن خاصية اللون من بين أهم الخصائص الفيزيائية لتحديد هوية بعض الفلزات الثابتة اللون، وهو أول ما نلاحظه في المعدن، لكن قد يختلف من فلز لآخر وفائدته محدودة في التعرف على الفلزات، ولكن يمكن الاعتماد عليه إذا ما تتبعنا بعض الخطوات في الفحص، كالأخذ بعين الاعتبار نوعية الضوء طبيعي كان أم صناعي، تعرض السطح إلى التجوية، رطوبة السطح من جفافه، لأن هذه العوامل قد تغير من لون الفلز [2]، ويكون إنتاج لون الفلز بعكسه للموجات الضوئية (الأطياف الضوئية) و امتصاصه للموجات الأخرى، فيظهر لون الفلز الأحمر إذا كان يعكس الموجات الحمراء ويمتص الأطياف الأخرى بلون أبيض بالنسبة للأشعة الضوئية العادية، أما في حالة السواد فيعني أنه يعكس بنسبة ضئيلة جدا أو لا يعكس أي طيف أو موجة ضوئية، ويمكن تقسيم الفلزات بحسب ألوانها إلى :

- أصلية اللون: وهي محددة و ثابتة نتيجة تركيبتها الداخلية، مثل الكروم والذهب .
- متغيرة اللون: نتيجة وجود شوائب ضمن تركيبها الظاهري، ولا يعتبر وجودها أساسيا في تركيب الفلزكالكوارتز.
- كاذبة اللون: أين تعكس بلورة المعدن ألوانا مختلفة بسبب انعكاس الضوء على سطح المعدن بسبب وجود شوائب .

[1] ليون موريه، المرجع السابق، ص.78.
[2] ويليام .ماثيوز، ما هي الجيولوجيا؟، ترجمة مختار رسمي ناشد، الهيئة المصرية العامة للكتاب،1995، ص .51.

- المخدش:

هو لون مسحوق ا لفلز بعد خدشه بالبورسولان (Porcelaine) فتترك عملية الحك أثراعلى القطعة الخزفية كلون الطباشير أو قلم الرصاص [1]، كمايمكننا هذه العملية من معرفة أكاسيد الحديد المختلفة كاللون البني بالنسبة لأكسيد الحديد المائي .

- البريق:

وهو مظهر سطح الفلز عند انعكاسات الضوء العادي ويكون نوع وشدة البريق (Eclat)بقدر الاشعاعات الضوئية المنعكسة على الفلز،حيث تحمل البعض منها بريقا زجاجيا كالكوارتز والتوباز، و منها بريق لامع ومصقول كالماس، ومنها صمغي، ومنها دهني مزيت، هناك أيضا البريق اللؤلؤي كالتالك، وهناك البريق الحريري كالجبس، وهناك الترابي كالطين و يوجد أيضا البريق الشمعي كالكبريت[2] .

-الشكل : حيث يستعانبالمجهر القاطب أو الأشعة السينية في الكشف عن شكل الفلز خاصة عندما يكون الفلز جيد التبلور فيسهل علينا التعرف على أسطح البلورة التي تميز الفلز.

-الإنارة:

ونجدها في بعض المراجع بالتضوء أوالتألق، حيث بإمكان الفلز تحويل الطاقة الساقطة عليه إلى إشعاعات ضوئية [3]، كطاقة الأشعة السينية و فوق البنفسجية حيث يظهر اللون ساطعا وواضحا يختلف عن اللون الأصلي قبل عرضه للمؤثر الخارجي، مثل فلز الكالسيت الذي يتميز بلون أحمر إذا عرض على الأشعة البنفسجية[4].

2.2 الخصائص التماسكية:

تعتمد هذه الخصائص علىالتركيبة البلوريةللفلز وتتمثل هذه الخصائص فيما يلي :

- القساوة:

ونجدها في بعض المراجع بالصلابة أو الصلادة (Dureté)، وهي مقدار المقاومة التي يبديها سطح مصقول إزاء الخدش من أجل تمييز الفلزات وفق جدول موس (Mohs)، حيث يمكن تقسيمها إلى مجموعات، واختيار رأس حاد للخادش، ووجه واضح للفلز المراد

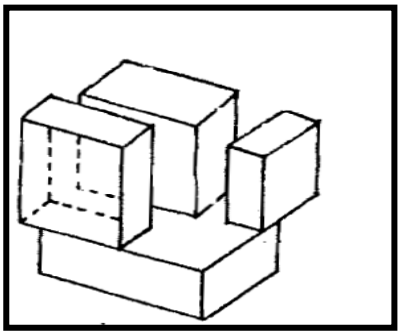
[1] ويليام .ماثيوز، المرجع السابق، ص، 51.
[2] ويليام .ماثيوز، المرجع السابق، ص، 53 ..
[3] ليون موريه ، المرجع السابق، ص،81.
[4] ميشيل كامل عطاالله ، نفسه،ص.203.

خدشه، فمنها الطرية التي يمكن حزها أو خدشها بالظفر كالطلق والجبس مع العلم أن الظفر تقدر قساوته بـ 2.5، ومنها ما يمكن حزها بالزجاج كالكالسيت و الفلوريت، ومنها القاسية نوعا ما التي تحز بالفولاذ كالأباتيت و الأورتوز، ومنها القاسية جدا كالماس والتوباز [1]، ويمكن إجراء هذه التجارب بالاعتماد على وسائل بسيطة يمكن ذكرها في الجدول التال (عن ويليام ماثيوز:

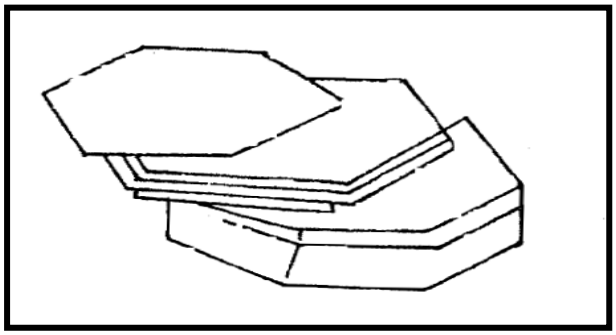
القساوة	حوالي 2.5	حوالي 3	5 - 5.5	6 – 5.5	7 - 5،6
المادة	ظفر الأصبع	عملة نحاسية	قطعة زجاجية	نصل سكين	مبرد صلب

- التشققية (الانفصام):

تعتبر هده الخاصية ذات صلة قوية بالتركيب البلوري للفلز ما يساعد على التعرف على البعض منها[2]، خاصة التي تبلوت في مستويات منظمة ومتوازية عند الطرق الخفيف ما يسمى بمستويات الانفصام ، وتكون هذه التشققات على شكل صفائح رقيقة جدا في اتجاه واحد مثل الميكا[3](صورة27،28)،أو اتجاهان أو ثلاثة اتجاهات كالكالسيت بتشقق معيني، أو أربعة أو ستة اتجاهات او انقسامات.



الصورة 27: انفصام معادن الهاليت عن ويليام ماثيوز



الصورة 28: انفصامالميكا عن ويليام ماثيوزا

[1] ليون موريه ، المرجع السابق، ص ص 79.78 .
[2] ويليام .ماثيوز، المرجع السابق،ص.53.
[3] ميشيل كامل عطاالله ، نفسه،ص.204.

- **المكسر:**

قدتكون هذه الخاصية مفيدة في التعرف على الفلزات وهو شكل السطح الناتج عن كسر الفلز خاصة الغير متبلورة، كالناعم والخشن[1] أو ما يسمى بالمكسر غير المستوي وهو الشائع عند غالب الفلزات، ويوجد أنماط أخرى كالمكسر الابري أو الليفي التي هي على شكل ألياف على السطح، وكذا المكسر المستوي، وهناك المحاري الذي يشبه تقوس الصدفة[2] .

2 . 3 الوزن النوعي:

هو نسبة وزن حجم معين من المادة إلى وزن حجم مساو من الماء المقطر عند درجة حرارة^{0}4، وتتوقف قيمة الوزن النوعي ل لفلز على كل من التركيب البلوري والتركيب الكيميائي له،وتبعاللتركيب البلوري للفلز فان الوزن النوعي يتغير تبعا لتراص الذ رات ضمن جسم البلورة أو الشبكة البلورية للفلز[3].

كما أن هناك خصائص فيزيائية أخربحيث أن كل معدن له خصائص تميزه سواء باللون أو الرائحة أو المذاق[4].

3.أهم الفلزات المشكلة للصخور:

تشكل العناصر الكيميائية المكونة للقشرة الأرضية إضافة إلى عناصر أخرى العديد من الفلزات التي تختلف فيما بينها حسب التركيبة الكيميائيةوالبلورية، ويمكن تقسيم الفلزات المشكلة للصخور إلى مجموعتين كبيرتين، فلزات سيليكاتية وغير سيليكاتية يمكن تلخيصها فيما يلي [5]:

-**الفلزات السيليكاتية** : وهي تنقسم بدورها إلى :

- النيزوسيليكات (Nesosilicates).- التيكتوسيليكات (Tectosilicates).
- السوروسيليكات (Sorosilicates). - الفيلوسيليكات (Phyllosilicates).
- السيكلوسيليكت (Cyclosilicates). - الإنوسيليكات (Inosilicates).

---

[1] ميشيل كامل عطاالله، نفسه، ص،ص 205.200.
[2] ويليام .ماثيوز، المرجع السابق،ص.54.
[3] ويليام .ماثيوز، المرجع السابق،ص.54.
[4] نفسه، ص.54.
[5] بلعيبود بدر الدين، دراسة تحليلية لعملية ترميم تابوت "بيليروفون"بالمتحف الوطني للآثار القديمة، رسالة ماجيستير، معهد الآثار، 2008،ص13.

الفلزات غير السيليكاتية: أو ما يسمى بالفلزات الثانوية لقلتها مقارنة بالسيليكاتيةيمكن في بعض الحالات أن تتشكل صخورا من هذه الفلزات كالصخور الكلسية، ومن أهم عائلات الفلزات غير السيليكاتية:[1]

- الكربونات (Carbonates).
- الأكاسيد (Oxydes).
- الكبريتات (Sulfure).
- الفوسفاتات (Phosphates).

- **الكربونات (Carbonates):**

وهي على أشكال، و تكون كربونات الكالسيوم ($CaCo_3$)أكثرها انتشارا في الصخوروهي :[2]

- كالسيت ذو نظام بلوري (Rhomboédrique)
- أراغونيت ذو نظام بلوري (Orthorhombique)

ويكون الكالسيت مستقرا كيميائيا، ويشكل المركب الرئيسي للحجارة الكلسية والرخام، وهو أبيض اللون وفي كثير من الحلات يظهر بألوان مختلفة نتيجة لبعض الشوائب التي تدخل في تركيبته[3].

- **الأكاسيد:**

يعتبر المانيتيت (Fe_3O_4)من بين الأكاسيد المنتشرة في كثير من أنواع الصخور، كما توجد أكاسيد أخرى شائعة مثل الهيماتيت (Fe_2O_3) والكروميت ($FeCr_2O_4$).وغالبا ما يكون عنصر الحديد في الصخور بنسب ضئيلة، فإذا تعدى نسبة 10% ما يعادل حوالي 15% من أكاسيد الحديد تسمى حينها صخورا حديدية.[4]

[1]Lameyere (J), Roches et minéraux, éditions doin, Paris 1975, pp. 80- 81.
[2] Jung(J), Précis de pétrographie, éditions Masson, Paris 1966,.p. 43.
[3]Jung(J), Précis de pétrographie,op-cit, p. 43
[4] Jung (J), Op.cit, p. 47.

- **الكبريتات:**

تنتشر فلزات عائلة الكبريتات في عدة أنواع من الصخور، لكن ثلاثة منها تمثل أكبر نسبة بين باقي الكبريتات وهي:[1]

- الجبس($CaSO_4.2H_2O$)
- الأنيدريت($CaSO_4$)
- الباريتين ($BaSO_4$)

- **الفوسفاتات:**

يعتبر الأباتيت $Ca_5(PO_4)_3$من أهم الفلزات الفوسفاتية المنتشرة في القشرة الأرضية، وهو عبارة عن فلز ثانوي يتواجد بشكل أكبر في الصخور النارية والمتحولة.[2]

جدول 2 : أهم الفلزات وتركيباتها الكيميائية (بلعيبود بدر الدين - رسالة ماجستير-)

العائلة	الفلز	التركيبة الكيميائية
أنفيبول	Hornblende هوردبلاند	Na Ca2 (Mg,Fe)4 (Al,Fe) (Si,Al)8O22 (OH,F)
بيروكسان	أوجيتAugite	(Ca,Mg,Fe,Al)2 (Al,Si)2 O6
فيلدسبات بوتاسي بلاجيوكلاز	Orthose أورتوز, أنورتيتAnorthite	K Al Si3 O8 Ca Al2 Si2 O8
فيلدسباتويد	Leucite لوسيت Néphéline نيفيلين	K Al Si2 O6 Na Al Si O4
الكوارتز	Quartz كواتز	SiO2
الميكا	Muscovite ميسكوفيت Biotite بيوتيت Chlorite كلوريت	K Al2 (Al Si3) O10 (OH,Fe)2 K (Mg,Fe)3 (Al Si3) O10 (OH,Fe)2 (Mg,Fe)10 Al2 (Si,Al)8 O20 (OH,F)16
فلزات غضارية	كاولينيتKaolinite سميكتيت Smectites	$Al_4\ Si_4\ O_{10}\ (OH)_8$ Six Aly O10 Al2 (OH)2 Naz
الكربونات	Calcite كالسيت Dolomite دولوميت	Ca CO3 (Ca,Mg) CO3
الكبريتات	Gypse الجبس	Ca SO4, 2 H2O
الفوسفات	Apathite أباتيت	Ca5 (F,Cl) (PO4)3
الأكاسيد	Hématite هيماتيت	Fe2 O3

[1]Lameyere (J),Op.cit, p. 118.
[2]Lameyere (J), Op.cit, p. 119.

	عائلة الفلزات غير السيليكاتية	أهم الفلزات التي تمثلها	التركيبة الكيميائية	الملاحظات
1	**الكربونات**	كربونات الكالسيوم	$CaCo_3$	توجد في الطبيعة على شكل كالسيت و أراغونيت
2	**الأكاسيد**	المانيتيت	Fe_3O_4	إذا تعدى عنصر الحديد 15بالمائة تسمى صخور حديدية
		الهيماتيت	Fe_2O_3	
		الكروميت	$FeCr_2O_4$	
3	**الكبريتات**	الجبس	$CaSO_4.2H_2O$	
		الأنيدريت	$CaSO_4$	
		الباريتين	$BaSO_4$	
4	**الفوسفاتات**	الأباتيت	$Ca_5(PO_4)_3$	يوجد بصفة أكبر في الصخور النارية والمتحولة

جدول 3: أهم الفزات غير السيليكاتية المشكلة للصخور Lameyere (J)

جدول 4:مقارنة بين أصناف الصخور عن ميشال كامل عطاالله

	وجه المقارنة	الصخور النارية	الصخور الرسوبية	الصخور المتحولة
1	**التكون**	تبلور مادة الصهارة (الماجما)	- تبلور من محاليل ساخنة - تماسك فتاتات نتجت من التجوية - من صخور سابقة	إعادة تبلور معادن صخور رسوبية أو نارية سابقة بفعل الضغط والحرارة الشديدين
2	**تكون الطبقات**	كتل غير طبيعية ولا أشكال محددة لها	لها مظهر طبقي ويظهر على صورة رقائق أفقية تتشكل حسب حسب الحركات الأرضية .	ترى أحيانا طبقات إذا كان أصلها رسوبي
3	**وجود مستحثات**	خالية من المستحثات	تحتوي على بقايا الكائنات الحية	نادرة الوجود
4	**مكوناتها**	معادن متبلورة تحت ظروف واحدة من الضغط والحرارة (معظمها سيليكاتية)	تتكون من قطع فتاتية متراكمة والعديد منها لا يتكون من معادن متبلورة	تتكون من معادن متبلورة وغير متبلورة
5	**المسامية أو الفراغات**	تعتبر الصخور الأساسية التي تشكلت منها القشرة الأرضية بنسبة 95 بالمائة من صخورها	حوالي 5بالمائة من القشرة الأرضية و 75 بالمائة من سطحها	قليلة نسبيا
6	**نسبتهافي القشرة الأرضية**	متماسكة وغير مسامية	تظهر مسامات وقد تمتليء بالماء أو النفط أو الغاز الطبيعي	قد يوجد فيها مسامات أحيانا
7	**أمثلة عليها**	الغرانيت ، الغابرو	الحجر الجيري ، الرملي ،الطيني	الرخام ، الشيست

جدول 5 : الخواص الفيزيائية لبعض المعادن المشهورة – عن كامل عطاالله

اسم المعدن		التركيبة الكيميائية	القساوة	الكثافة	البريق	اللون	المخدش	ملاحظات
معادن سيليكاتية	الكاولين	$Al_2Si_2O_5(OH)_4$	2	2,5	ترابي	أبيض	أبيض	ينتج من عمليات تجوية الغرانيت
	الميكا البيضاء	$KAl_2(AlSiO)_{10}(OH,F)_2$	2,5	2,85	زجاجي	عديم اللون بني فاتح	أبيض	يوجد في كثير من الصخور النارية والمتحولة مثل الغرانيت والشيست
	الأوليفين	$(Mg,Fe)_2SiO_4$	6,5	3,4	زجاجي	أخضر	أخضر باهت	المعدن الأساسي لصخر البيريدوتايت
	الأورثوكليز	$KAlSi_3o_5$	6	2,56	زجاجي	أبيض زهري	أبيض	شائع في الصخور الاندفاعية الحامضية والصخور المتحولة
معادن غير سيليكاتية	الكربونات							
	أراغونيت	CaCo3	3	294	زجاجي	أبيض	أبيض	يوجد في الصخور الرسوبية و يتحول الى كالسيت عندما يستقر
	كالسيت	CaCo3	3	2,7	زجاجي	عديم اللون	أبيض	شائع جدا في الصخور الرسوبية
	دولوميت	$CaMg(Co_3)_2$	4 - 3 ,5	2,85	زجاجي	أبيض	أبيض	يوجد في الصخور الرسوبية
	مالكيت	$Cu_2CO_3(OH)_2$	4 - 3 ,5	4	حريري	أخضر فاتح	أخضر فاتح	أحد خامات النحاس الشهيرة
	الكبريتات							
	الجبس	$CaSO^2{}_4H_2O$	2	2, 3	زجاجي	عديم اللون أبيض	أبيض	يكون صخر الجبس المعروف وهو من التبخريات
	الأكاسيد							
	هيماتيت	$Fe\ _2O_3$	5,5	5,2	معدني	أحمر- بني	أحمر	أهم خامات الحديد
	ليمونايت	$Fe\ _2O_3$ $FeO(OH)_2$	5,5	4	تحت معدني	أصفر - بني	أصفر	ينتج من تجوية معادن الحديد
	كوارتز							

		SiO_2	7	2,65	زجاجي	عديم اللون	أبيض	يوجد حرا في الصخور الاندفاعية الحامضية مثل الغرانيت
عناصر حرة	الذهب	Au	3 - 2,5	19, 3	فلزي	أصفر لامع	أصفر	ينتشر في عروق الكوارتز النارية بعد ترسبه في المحاليل النارية
	الماس	C	10	3,5	ماسي	شفاف	أبيض	يتواجد في الصخور النارية القاعدية مصاحبا لكثير من المعادن
	الكبريت	S	2,5	2,09	صمغي	أصفر شفاف	أصفر باهت	يتواجد في الفوهات البركانية أو في الصخور الرسوبية

II. تلف الصخور والعظام المتحجرة:

سنحاول في هذا العنصر ذكر عوامل التلف وأسبابها وتفسير كيفية حدوثها تحت عنوان آليات التلف، لكن قبل البدء في تفسير كيفية حدوث التلف على المستحثات العظمية يجب التذكير بأننا سنقسم هذه الآليات بحسب نوع التلف، الفيزيائية والكيميائية أو الفيزيوكيميائية (والبيولوجية)، حيث هناك من يقسمها إلى عوامل داخلية للقطعة بحد ذاتها وعوامل خارجية أو المحيط السائد الذي تتواجد فيه القطعة

1.آليات التلف:

ونقصد بها تفسير التلف الذي يصيب القطعة المتحجرة أو الصخور بصفة عامة تفسيرا علميا دقيقا، و يمكن تقسيمها إلى ثلاث أنواع من الآليات وهي فيزيائية، كيميائية، وبيولوجية هي كالتالي:

1.1 آليات التلف الفيزيائية:

وهي كل تغير في الخصائص الفيزيائية والميكانيكية للمادة الأصلية نتيجة لعوامل ومؤثرات داخلية وخارجية تؤثر عليها بحيث تضعفها وتفقدها تماسكها، مع بقاء التركيبة الكيميائية والفلزية على حالها[1] ومن بين أهم العوامل الفيزيائية المؤثرة على الحجارة التي من بينها المستحثات هي :

[1]بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية – دراسة تطبيقية على عينات من الحجارة الرملية، رسالة دكتوراه في الصيانة والترميم ، معهد الآثار ، جامعة الجزائر 2، 2013 . 2014، ،ص28 .

-الأملاح:

خاصة الأملاح القابلة للذوبان وهي عبارة عن فلزات على شكل بلورات تنتقل داخل الشبكة المسامية عند تحللها[1]، وعند ارتفاع درجة الحرارة يتبخر الماء وتتبلور الأملاح ويزيد حجمها مما يشكل ضغطا ميكانيكيا داخل الشقوق والمسامات [2]، ومن بين أنواع تأثير الأملاح على الصخور عامة نجد ضغط التبلو ر،ضغط التميه،الضغط الاسموزي والتمدد الحراري [3]، ويمثل إعادة التبلور داخل الشبكة المسامية خطرا على ال صخور،حيث مع ازدياد حجم الأملاح ينشأ معه ضغط داخلي أقوى في بعض الأحيان من المقاومة الميكانيكية للحجارة، حيث مع تكرار العملية تظهر تشققات و فقدان للتماسك تزداد مع مرور الوقت إلى أن ترى بالعين المجردة [4]، ويؤدي تشبع الحجارة ذات النسب المعينة من الغضار بالماء إلى التقشر التدريجي ما يشكل خطرا على التركيبة الداخلية للحجارة[5] .

-التغيرات في درجات الحرارة:

التغيرات الحرارية التي تصيبالمستحثات قد تؤثر عليها بسبب التمدد والتقلص التي تتعرض لها الفلزات المكونة لها [6]، وهذا ما هو شائع عندنا في الصحراء الجزائرية بما فيها منطقة عين صالح التي تتميز بمناخ حار وجاف تتعدى درجات الحرارة فيها 50°، وأما الدنيا فتنخفض إلى 0°[7]، هذا التغير الذي تتعرض له الحجارة تعرضها للتغير في الحجم، وبعض الفلزات لها خاصية تباين الخواص في مختلف الاتجاهات (Anisotrope) بالنسبة

[1]Knopman(DS), « Conservation of Stone Artworks: Barely a Role for Science », Reviewed work(s): Source:Science, New Series, Vol. 190, No. 4220, Published by: American Association for the Advancement of Science (Dec. 19, 1975), pp. 1187-1188

[2]Domasloswski (W),Conservation préventive de la pierre, Traduit par woszyck(I), UNESCO, Paris, 1982, p .41.

[3]Angeli (M), Etude multi échelle de la dégradation des roches par la cristallisation de sels dans les réseaux poreux , Université de Cergy Pontoise , Doctorat Soutenue novembre 2007, p 66 .

[4]د بلعيبود بدر الدين دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية ...،المرجع السابق ،ص 32.

[5]Navarro(CR) et al, « The Role of Clays in the Decay of Ancient Egyptian Limestone Sculptures » Source: Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 36, No. 2, Published by: The American Institute for Conservation of Historic & Artistic WorksStable 1997 ,pp. 151-163.

[6]د بلعيبود بدر الدين دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية،المرجع السابق، ص 43.

[7].Ruffié (J) et al, « Etude hemotypologique des populations du Tidikelt (Sahara Central) », Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de Paris, Série 11, Tome 4, Fascicule 3, 1963, pp, 531 - 544.

للتمدد الحراري، ونجدها خاصة بالنسبة لبلورات الكالسيت [1]حيث يكون التمدد غير متساوي للفلق بحد ذاته أو الفلزات التي تشكله حيث يكون الاختلاف في التمدد بين الطبقتين الداخلية والخارجية و تتأثر الطبقة الخارجية قبل الداخلية سواء في الحرارة أو البرودة ما يؤدي إلى عدم تجانس في توزيع الحرارة لطبقات تلك المتحجرة، ما يؤدي تدريجيا إلى إضعافها وفقدان تماسكها[2]، ويختلف التمدد الحراري بحسب اتجاه الترسيب بالنسبة للحجارة الرسوبية[3] .

- تجمد الماء داخل المسامات:

من المعروف أن الماء يتجمد عند الدرجة الصفر وتتجمد معه الشوائب، ما يؤدي إلى تمدده وازدياد حجمه، أما بالنسبة للحجارة فان تجمد الماء في مساماتها يزيد من حجمها بنسبة 9 بالمائة ما يسبب في خلق ضغط ميكانيكي يؤدي إلى فقدان تماسك و شقوق و حتى انفصال أجزاء بعض الحجارة، وتكمن درجة خطورة ظاهرة التجمد في تكرار هذه العملية داخل مسامات الحجارة[4].

2.1 آليات التلف الكيميائية:

التلف الكيميائي بكل بساطة هو عبارة عن تغير في التركيبة الكيميائية للعناصر المكونة للحجارة تسببها عوامل ومحفزات لعل أهما الحرارة والرطوبة حيث تفقد أو تكسب الفلزات لعناصر كيميائية فتتحول تركيبة الفلز عن طريق تفاعلات أهمها :

- الذوبان:

الذوبان هو عبارةتفاعل تتحكم فيه حركية الأيونات في الماء حيث يؤدي ذوبان العناصر الفلزية إلى تلف في نسيج الحجارة خاصة الكلسية[5].

- التميه:

[1] Torraca (G), Materiaux de construction poreux, traduit par Di Matteo(C), ICCROM, Rome, 1986 , p.33.

[2]Ezzdine(R), Endommagement des monuments historiques en maçonnerie , these pour obtenir le grade de docteur spécialité : Mecanique, université Bordeaux 1, 2007,p.16.

[3]. بلعيبود بدر الدين ،المرجع السابق ،ص 46

[4]. Wardeh(G) and Perrin(B), Modélisation numérique du comportement d'un milieu poreux consolidé exposé au gel, Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC), INSA Génie Civil, 135 Av de Rangueil 31077 Toulouse Cedex 04, France, pp.2-28.

[5]بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية، نفسه ، ص 47.

يكتسب ويفقد الفلز جزيء أو أكثر من الماء مما يؤدي إلى تغير في التركيبة الكيميائية للفلز وتتغير بعض خصائصه كزيادة الحجم الذي يؤدي إلى ضغط في الشبكة المسامية [1]، ويؤدي التميه إلى تغيير وتحويل الفلزات السيليكاتية وغير السيليكاتية إلى أكاسيد وحالات أخرى[2].

-أكسدة وإرجاع:

حيث يحول الهواء الموجود في الشبكة المسامية إلى وسط مؤكسد، وتكون المناطق المشبعة بالماء مرجعة (Oxydo –Réduction) ما يؤدي إلى تغيرات في الفلزات بسبب ذوبان بعض الايونات ويحدث أكثر بالنسبة للفلزات التي تحتوي على الحديد[3].

-الحلمأة (Hydrolyse) **:**

تحدث أكثر في الحجارة السيليسية حيث تفكك الفلزات وينتج عن ذلك تلف كيميائي ، وتؤدي بعض التفاعلات الكيميائية إلى تحويل العديد من الفلزات المكونة للحجارة ما يضعف تماسكها.

-التحلل:

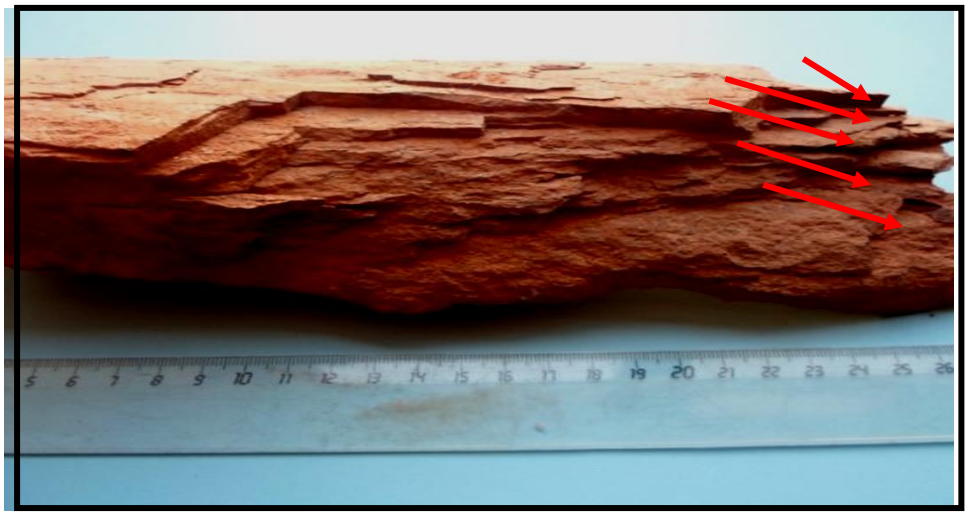
يلعبدورا كبيرا في تلف ا لعظام المتحجرة ، ويظهر هذا التأثير في زيادة الشقوق،والتورقات (صورة 29)(Schistosités) هذه الأخيرة ربما تعود أيضا للتركيبة الأصلية للعظم أي في تركيبة العظم القشري داخل العظام الناضجة (Os Mature)والتصدعات(Jointes)، وكذا الانفصالات (Diaclases)، وخاصة في الأجزاء الأقل تماسكا والتي تحتوي على (Microcirculation)، و كذا أكسدت بعض الصخور الرسوبية[4].

[1] نفسه ، ص 49.

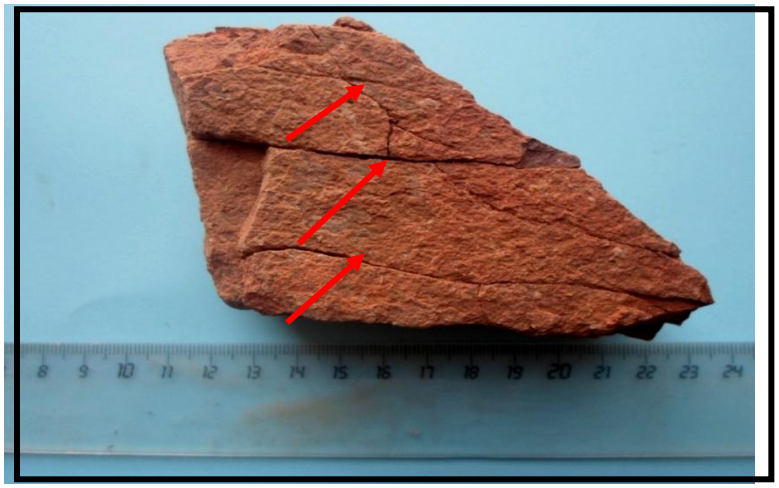
[2] Pomerol (H)et Fouet(R), « Les roches sédimentaires sédimentaires »,in presses universitaire de France 108, Boulevard Saint-Germain , Paris ,1953 , p, 119.

[3] بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية، نفسه ، ص 49

[4] Pomerol (H)et Fouet(R), Op cit , pp,118.123



الصورة 29: آثار تورقات -الأسهم الحمراء- على قطعة عظمية متحجرة مسترجعة من الموقع(عن الطالب)



الصور 30: أثار تشققات – بالأسهم الحمراء - لقطعة عظمية متحجرة مسترجعة من الموقع (عن الطالب)

-تأثير الغازات:

تقوم بعض الغازاتفي الوسط الملوث بالتأثير على حالة حفظ الحجارة بصفة عامة،وهذا بتأثير الماء الذي يقوم بإذابة هذه الغازات التي تتحول إلى أحماض تؤثر على الفلزات المشكلة للحجار[1]ة، فإذا أخذنا مثلا غاز ~~ثاني~~ أكسيد الكربون CO_2 عند ذوبانه في الماء ينتج حمض كربوني: H_2CO_3 $CO_2 + H_2O$ حيث يستطيع هذا الحمض أن يؤثر على كربونات الكالسيوم أو المغنيزيوم ويحولها إلى بكربونات حسب المعادلة التالية :

[1]بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية، المرجع السابق، ص ،ص .52-53

$$C_aCO_3+H_2CO_3 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$$

هناك حمض أخطر وهو ثاني أكسيد الكبريت SO_2 الذي يكون مصدره احتراق الوقود لكن تكمن خطورته عند تحوله إلى حمض كبريتي Acide Sulfurique عندما يتفاعل مع الماء $SO_2+H_2O \longrightarrow H_2SO_3$ وبعد تأكسد هذا الحمض يتحول إلى حمض كبريتي حسب المعادلة التالية : $2H_2SO_3+O_2 \longrightarrow 2H_2SO_4$

وبالتالي فان هذان الحمضان القويان يتفاعلان بسهولة مع كربونات الكالسيوم لتشكيل أملاح كلسيه وفق المعادلات التالية :

$$CaCO_3+H_2SO_3 \longrightarrow CaSO_3+CO_2+H_2O$$

$$CaCO_{3+}\ H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4+CO_2+H_2O$$

كما يعتبر غاز أكسيد الأزوت N_2O_5 أيضا من الأحماض الخطيرة عند تفاعلها وذوبانها مع الماء حيث ينتج حمض النيتريك $N_2O_5+H_2O \longrightarrow 2HNO_3$ هذا الحمض له تأثير كبير خاصة على الحجارة الكلسية حيث يحول كربونات الكالسيوم إلى نيترات الكالسيوم $CaNO_3$ التي تتأثر بالماء فتذوب[1].

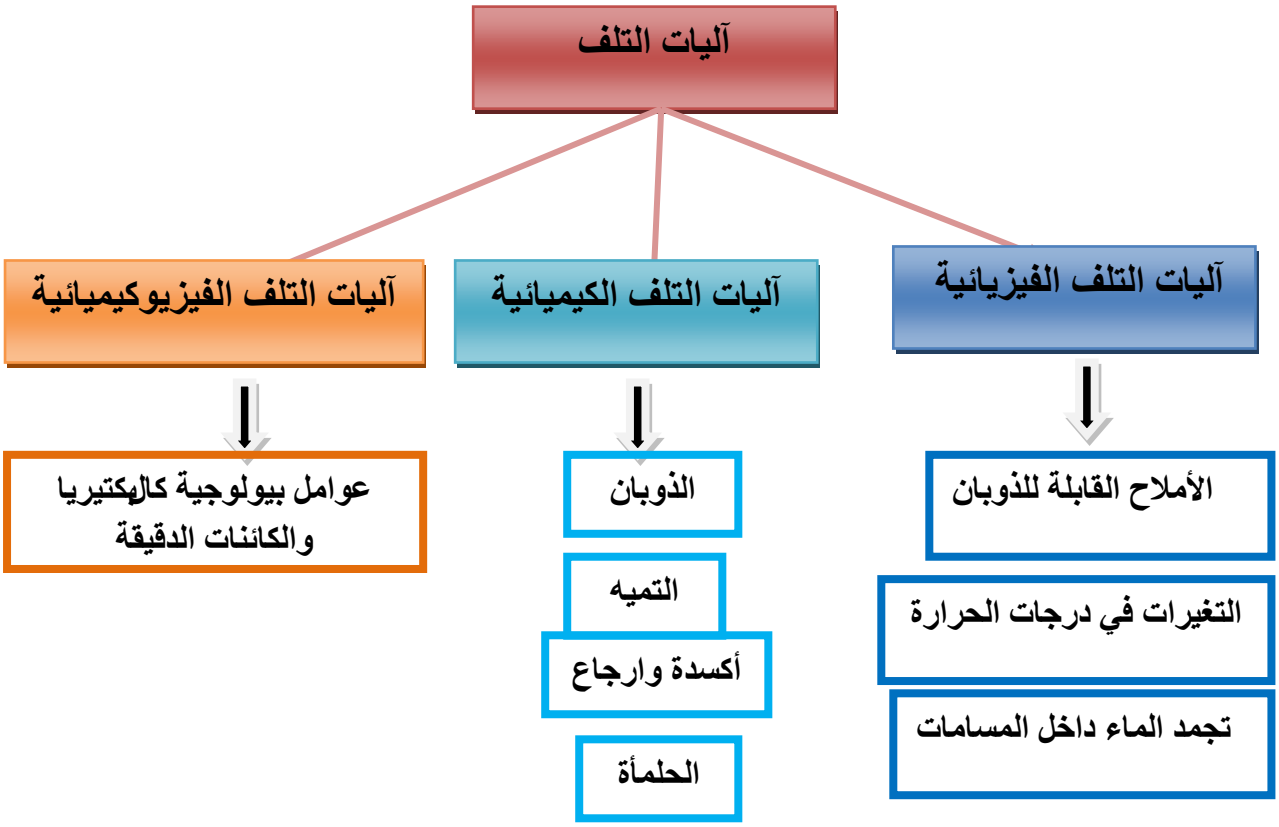
3.1 آليات التلف الفيزيو كيميائية:

كما يصنفها البعض بالعوامل البيولوجية حيث يضم آلية فيزيائية تتمثل في الضغط الميكانيكي عند نمو الكائنات وزيادة حجمها فتؤدي إلى تشققات وفقدان لتماسك الحجارة، أما الآلية الميكانيكية فهي تؤثر بشكل مباشر عن طريق الإفرازات الكيميائية للكائنات الحية خاصة الأحماض (الكربونية، الكبريتية، والازوتية) التي تفقد الحجارة تماسكها [2]، كما تساهم في تغيير الخصائص الفيزيائية أو الكيميائة أو كلاهما في ان واحد للحجارة بصفة عامة ويمكن أن تؤثر في المستحثات العظمية إذا ما توفرت الظروف الملائمة في ذلك، ونلحظ غياب هذا التأثير في عينة دراستنا كون المناخ السائد الموجودة فيه يتميز بالجفاف وغياب للرطوبة النسبية على معظم أيام السنة ، وتتمثل هذه العوامل في الكائنات الحية ومحيطها الذي يساهم في تكاثرها، كالضوء حيث يساعد في نمو البكتيريا و الأشنات

[1] Domasloswski (W),op-cit , p 28 .

[2] Caneva(G)et Salvadori(O), Altération biologique de la pierre, La dégradation et la conservation de la pierre , texte des cours internationaux de Venise sur la restauration de la pierre , publié sous la direction de Lazzarini(L) et pieper (R) , UNESCO 1982 , PP , 143 .180

والطحالب[1]، كما تتغذى بعض الكائنات الحية على العناصر المشكلة للفلزات كالذاتية التغذية(Autotrophes) التي تساهم في عملية الأكسدة، فوجود العناصر العضوية على سطح الحجارة يساعد في نمو الكائنات الحية كالفطريات و الطحالب والبكتيريا المتعددة التغذيات (Hétérotrophes)[2]، كما أن للمناخ دورا هاما في نمو هذه الكائنات ونقصد بذلك أكثر الحرارة والرطوبة النسبية فالمناطق الرطبة و الأكثر تساقطا للأمطار هي تشكل المناخ المناسب للتلف البيولوجي ونمو الكائنات المجهرية، أو تأثير شوارد الهيدروجين pH[3]، عكس المناطق الجافة، بالإضافة إلى عامل مهم وهو التلوث الذي يكون مغذيا في بعض الأحيان للكائنات الحية المتعددة التغذية التي تنمو على سطح للحجارة[4] .



[1]McNamara(CJ) and Ralph(M), Microbial Deterioration of Historic Stone,Reviewed work(s):Source: Frontiers in Ecology and the Environment, Vol. 3, No. 8, Published by: Ecological Society of AmericaStable URL, 2005, pp. 445-451.

[2] د بلعيبود بدر الدين ، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية، المرجع السابق ، ص 55.

[3] Thomson (G) and White(R), The pH of Rain and the Destruction of Alkaline StoneAuthor(s): Reviewed work(s):Source: Studies in Conservation, Vol. 19, No. 3, Published by: International Institute for Conservation of Historic and Artistic WorksStable, 1974 , pp. 190-191 .

[4] De La Torre (MA) et al, « Biochemical Mechanisms of Stone Alteration Carried out by Filamentous Fungi Living in Monuments », Gonzalo Gomez-Alarcon, Carmen Vizcaino, Ma TeresaGarciaReviewed work, Source: Biogeochemistry, Vol. 19, No. 3 Published by: Springer, 1993, pp. 129- 147.

مخطط 1:آليات تلف الصخور(عن الطالب)

III.المستحثات العظمية للديناصورات:

نقصد بالمستحثات العظمية هي كل الأجزاء الصلبة المكونة للهيكل العظمي والتي تقاوم مظاهر التلف السريعة كالتعفن والتحلل السريع عند موت الحيوان حيث لا يدخل في هذا المفهوم العظام فقط بل وحتى الأجزاء الصلبة الأخرى كالأسنان والصفائح الجلدية.

قبل الحديث عن المتحجرات العظمية للديناصورات والتعريف بها كونها كانت عظام لها نفس خصائص ومميزات العظام الحالية، سنحاول ذكر أهم مميزات العظم ومكوناته لفهم العوامل التي ساعدت على صلابة ومقاومة العظام للعوامل الطبيعية، و كيفية تحولها و تحجرها.

1.العظام:

بما أننا سنتعرض في موضوع دراستنا هذه إلى مستحثات الديناصورات أو العظام المتحجرة لحيوانات عاشت في زمن بعيد فانه لا بأس من إعطاء مفهوم بسيط للعظام ومكوناتها من أجل فهم طريقة تحوله من حالته الطبيعية إلى حالته المتحجرة مع العلم ب أن خصائص العظم المتحجر هي غير خصائص العظم الحالي ، سوى في خاصية واحدة و هي تركيبة الكتل الجزيئية الضعيفة[1].

- **تعريف العظام:**

[1] Dauphin(Y), Bardé(BL), « Evaluation de la conservation de l'os fossiles : integration des différents niveaux d'observation », in plaz, , Volume 74, issu3 , 2000 , pp, 441.457.

هي عبارة عن خليط عضوي و فلزي[1] داخل نظام متجانس و نشيط،فأما الطور الفلزي (Phase Minérale) فهي عموما تمثل 70% من هيدروكسيل أباتيت Hydroxyle)[2] (apatiteأما الشبكة العضوية(Matrice Organique)، فتتمثل في مادة الكولاجان بنسبة 18%، و تكون ردة فعل كل واحد منهما مغاير في محيط مماثل [3]،ويمثل الماء12%،كما أن العظم يحتوي على نسيج عصبي Matrice)(Vasculaireوالذي يحتوي بدوره على العديد من الخلايا[4]أهمها:

-الخلايا العظمية الناضجة (Cellules Osseuses Matures) و ما يسمى ايضا (Ostéocytes)هي من نوعية خلايا العظم نجمية الشكل، وهي الخلية الشائعة الأكثر وجوداً في النسيج العظمي مكتمل النمو، ويمكن للخلية العظمية أن تعيش بطول عمر الكائن الحيّ نفسه[5] (صورة31) .

- الخلايا العظمية البانية للعظم (Cellules Osseuses souches) أو ما يسمى بـ (Ostéoblastes)هي خلية ذات نواة واحدة تُصنّع العظم.

- الخلايا التي تتلف العظام أو ما يسمى بـناقضة العظم (Ostéoclasts) وهي إحدى الخلايا الموجودة في العظم، ووظيفتها هضم العظم الزائد وغير المفيد[6].

[1]DAVID,(H).;et al. Conservation de sucres dans les phases organiques d'os de bovidés fossiles.- Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, (4)18, sect. C, 2/3, Paris, 1996,pp 403.415.

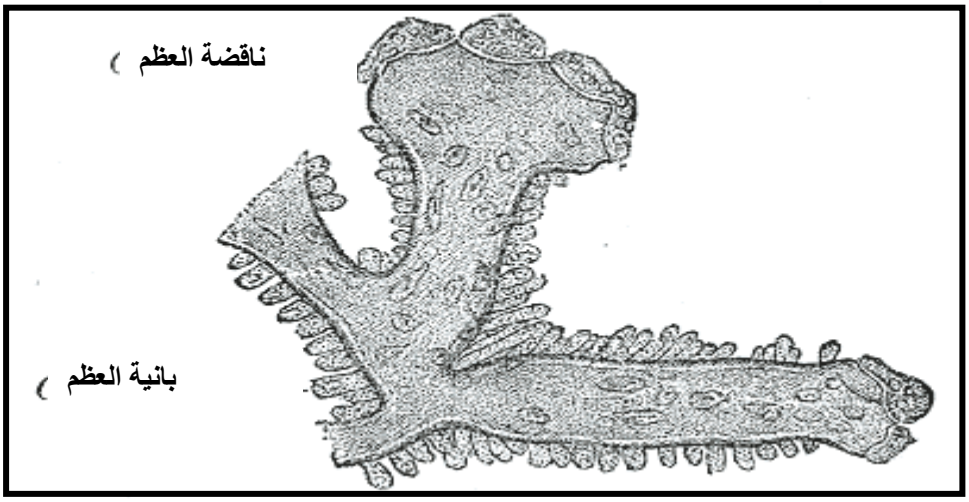
[2]هيدروكسيل أباتيت: هوفلز من عائلة الفوسفاتات وأحد أشكال أباتيت الكالسيوم، صيغته الكيميائية $Ca_5(PO_4)_3(OH)$ ، يتبلور وفق النظام البلوري السداسي. أنظر : Rey(C) et al, Bioactive Calcium Phosphate Compounds: Physical Chemistry,Comprehensive Biomaterials, Volume 1, 2011, P. 187-221

[3] Barker (J.M),et al, « Mésozoïque reptilles as diagenitic » , in Bulletin de la societé, 1997,p168

[4]DAVID,(H) et al , op cit, pp. 403-415.

[5]Buenzli(PR), Sims(NA),Quantifying the osteocyte network in the human skeleton,Bone, 2015 Jun,75, pp,50-144.

[6] Constantin(A),Physiologie du tissu osseux, DFG SM - Module 10 - Appareil locomoteur, pp.4-7.



الصورة 31: الخلايا العظمية (ConstantinA)

- الشبكة الخارجية للعظم:

تعتبر الشبكة الخارجية للعظم جامعة بين مواد عضوية وغير عضوية، أما المادةالعضوية مكونة من 90 % من مادة الكولاجان (Collagène) والذي تفرز جزيئاته الخلايا البانية، والتي تشكل أنسجة بعرض 20الى 200nm(نانومتر)، وبالتالي فان هذه المادة أي الكولاجان هي المسئولة على مرونة العظم ومقاومته الشديدة للضغط والالتواء [1]، أما المادة غير العضوية فهي المسئولة على صلابة العظم ومقاومتها للضغط وهي متكونة منبلورات كربونات هيدروكسيل أباتيت (Carbonate- Hydroxyle Apatite)[2]، ضعيفة التبلور بصفة عامة صيغتها الكيميائية : $Ca_5(PO_4\ CO_3)_3(OH)_3$، وظواهر التغير في التربة متفاوتة بشكل متزامن أو متتابع [4].

خلال حياة الحيوان تعتبر الاباتيت قاعدة لعديد من مكونات عظام الحيوان كالكالسيوم ،المغنيزيوم، السترونشيوم Strontium(Sr)،أو حتى من مجموعة من الفليور والكلو ر، أما عن تركيبة أباتيت العظام فإنها تختلف بحسب تغذية الحيوان وكذا المواد الموجودة بالمحيط،

[1] Godefroit(P) ,Leduc(T), « La conservation des ossements fossiles le cas des Iguandons de Bernissart », Exposition restauration d'objets d'art , 2008.

[2] Boyer(A), Synthèse, caractérisation et évaluation biologique d'apatites phosphocalciques carbosilicatées. Biotechnologies. Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne,. Français, 2014, p.5.

[4] ماري بيرديكو ، الحفظ في علم الآثار الطرق و الأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية ، مؤلف جماعي، ترجمة احمد محمد الشاعر ،المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية بالقاهرة مجلد 22، 2002، ص .40.

وهي الأحجام الصغيرة للبلوراتوالتي تميز بين الأباتيت العضوية من الفلزية، وزيادة سطح التبادل تسمح بالتغيرات الأيونية والاستبدال الأيوني، ومن هنا فانه إذا كانت ظاهرة الاستبدال موجودة خلال حياة الحيوان فإنها تؤثر خلال الدفن.

- **العظم الناضج**(Os Mature) مكون من نوعين من التركيبات هما :

- العظم الأسفنجي(Trabéculaire) تتكون من خلجان يفصلها نخاع عظمي .
- عظم متماسك أو عظم قشري (Os cortical)مكون من وحدات تسمى وحدات عظمية[1](Ostéons) وكل واحدة منها تحتوي على عدة طبقات من الصفائح العظمية محيطة بقناة هافار(Havers) هذه القنوات تغطي الأعصاب والأوعية الدموية وكل وحدة عظميةتحتوي على طبقة فلزية إسمنتية كثيفة، ويطلق على هذه الوحدات اسم المنظومة الهافارية أو العظمون[2]

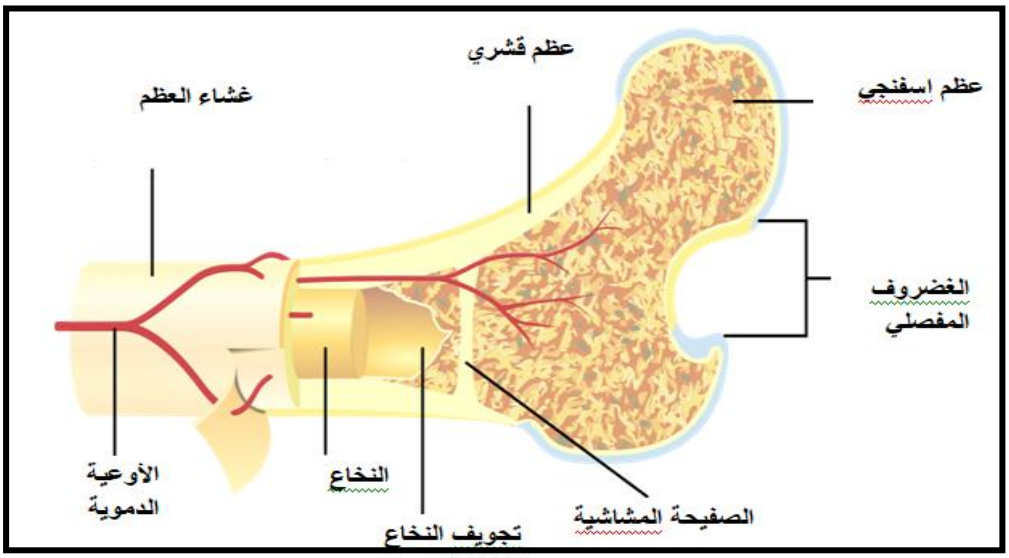
-**الكولاجان**: هو عبارة عن بروتينات رئيسية في الأنسجة التي تظم العضلات و الجلد و الغضاريف و الأربطة والأسنان وكذا العظام[3]، تساعد على الاستقرار والقوة والصلابة من جهة، ومن جهة أخرى على المرونة ، بالنسبة للعظام فان نسبة صلابتها مرتفعة لاحتوائها فلزات خاصة خاصيتها الميكانيكية عامة تجعلها تتأقلم مع التغيرات والتحولات في التركيبةالعظمية عن طريق تركيبات كيميائية مختلفة[4] .

[1]Robling, (AD), Stout (SD), « Morphology or the Drifting Osteon », Cells Tissues Organs 164, 1999, pp.192-204

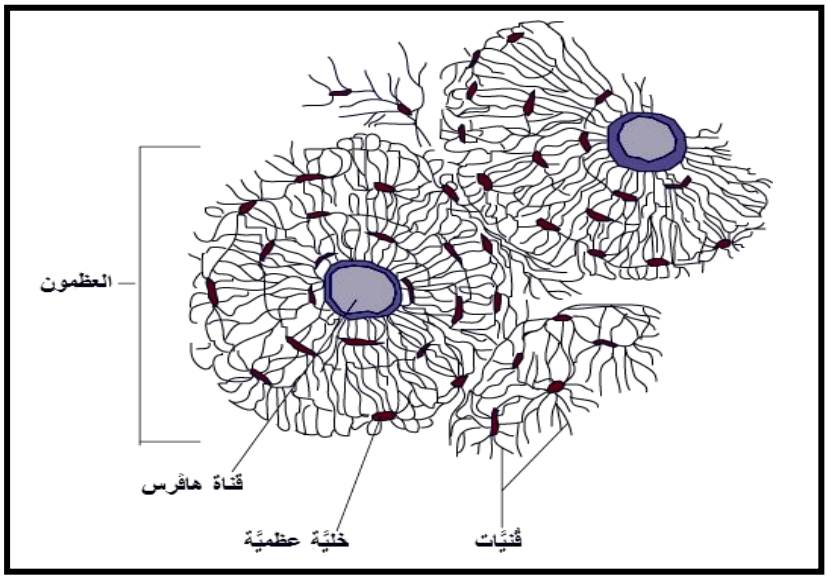
[2]Département de Médecine,Tissu osseux Cours en médecine, Division d'Histologie de l'Université de Fribourg, Pérolles,CH-1705 Fribourg, Suisse, 2004-2005.

[3]Orgel(JP) , On the packing structure of collagen: response to Okuyama et al.'s comment structure of type I collagen in situ, biological crystarllography , Volume 65| Part 9| September2009| pp. 1009-1010

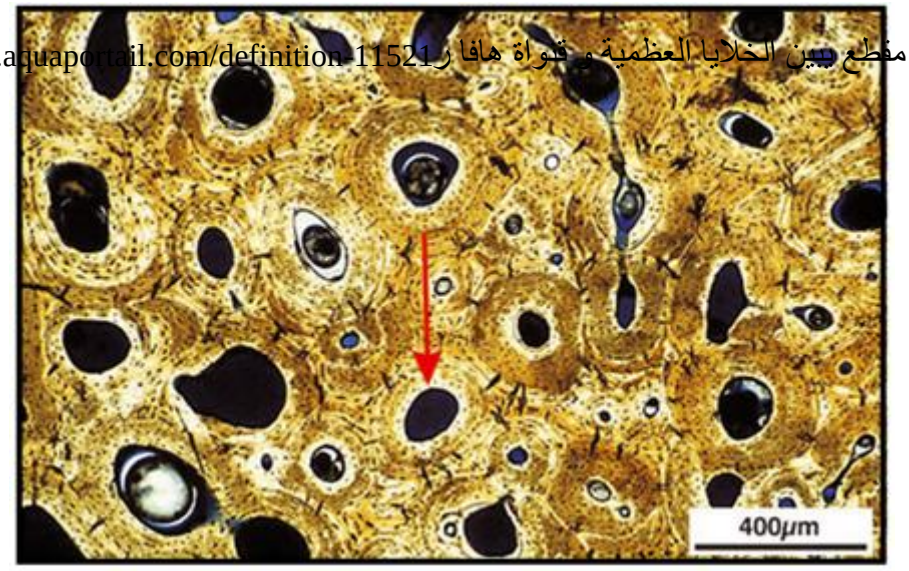
[4] Fratzl (P) , Collagène, structure and mechanics an introduction , 2008, pp 1-13



الصورة 32 : مقطع لقطعة عظميةBy Dr. Ananya Mandal(بتصرف من الطالب)



الصورة 33 : مقطع يبين الخلايا العظمية و قنوات هافا ر[url=https://www.aquaportail.com/definition-11521



- **الصورة رقم 34 :** مقطع لعظم طويل متحجر يبين قنوات هافار(T)Leduc , (P)Godefroit-

الصورة رقم 35: صورة ميكروسكوبية للعينة HMN-13-04 تبين قنوات هافار – الأسهم الحمراء- من مخبر معهد الجيولوجيا بتمنراست، 2018

- **الخصائص الفيزيائية للعظم**[1] **:**

- ✓ شدة المقاومة للضغط حتى في الطبقاتللفائقة التشكيل(Ultra Structuraux) ولملايين السنين بسبب الفلزات المتصلبة (Minéraux Diagénétiques)
- ✓ الاستقرار في مراحل التصلب (Biominéraux Hostiles)
- ✓ الاستقرار النسبي الفيزيائي، والتركيبة المورفولوجية للنسيج الصلب للفراغات التي تشملها .
- ✓ التركيبة العضوية والفلزية.
- ✓ احتواء العظم على خلايا.
- ✓ ثابت (Constant) ومعدل خلايا حياة الحيوان هي متغيرة[2].
- ✓ تجانس تركيبة العظام المتحجرة للحيوانات الفقارية عامة بصفة أكثر من الحالية[3] .

رأينا في الفصل الأول طرق و كيفيات الاستحاثة التي يمكن أن تحدث للكائنات الحية في الوسط الرسوبي، وبما أننا سنقوم في دراستنا هذه بدراسة العظ ام المتحج رة فإننا ارتأينا

[1] Barker (J.M) et al, op cit.
[2] Dauphin (Y), Bardé(BL), « Evaluation de la conservation de l'os fossiles… », op cit
[3] Dauphin (Y), Bardé(B L), « Composition chimique de quelques mammifères fossiles d'un milieu continental phosphaté » (Aubrelong 1, France, Oligocène inférieur).- Paläontologische Zeitschrift71 (3/4), Stuttgart, 1997,pp257–266.

التعمق في هذا النوع من الاستحاثة التي تتعرض لها هذه العظام وهي التمعدن وهذا بشيء من التفصيل في خطوات وكيفية التحجر مما يساعدنا في التعرف على مظاهر التلف و أسبابه بدءا بإعطاء تعريف دقيق و علمي لاستحاثة العظام، وهذا بعدما تعرفنا على تركيبة العظم في حالته الطبيعية قبل تحوله وتحجره .

2.تحجر(استحاثة)العظام:

إن تحجر العظم هي ملأ الفراغات والمساحات بالفلزات والمعادن بعد تلف المرحلتين العضوية واللاعضوية للعظم [1] و إعادة تبلور نسيجالأ باتيتواندماجهامع العناصر الشحيحة فتتسارع مراحل التفلز داخل الفجوات مع ظاهرة الضغط .

- مراحل استحاثة العظام:

تمر العظام بمراحل عدة حاولنا أن نقسمها إلى ثلاثة مراحل بدءا بموت الحيوان، إلى أن تصبح العظام عبارة عن حجارة حيث تلعب الرسوبيات من معادن وفلزات دروا مهما في تعويض وتغيير النسيج العظمي .

- **المرحلة الأولى:** بعد فترة من موت الحيوان تتسارع عملية التلف البيولوجية (البكتيرية) على السطح العضوي بالإضافة إلى سطح الكولاجان الداخليةوالخارجيةللعظم ، وهذا بفعل تدخل انزيمات خاصة الكولاجيناز (Collagénases) و الأكاسيد التي تتحلل من تحلل المادة اللينة للكولاجان والتي تساهم في تحليل الأباتيت العظميةوالكولاجيناز التي تتغلل داخل التركيبة العظمية وبالتالي فان تحلل الكولاجان وبلورات الأباتيت يعتبران كعاملين مهمين ووثيقين يعملان معا بترابط، و أما الحديد الذي يتكون من تلف الهيموغلوبين والكبريت (Hémoglobine Soufre)، والذي ينتج من تميه البروتينات حيث أنها تعتبر أول تكوين لمادة البيريت وتدخل داخل قنوات هافار داخل فضاءات جد دقيقة التي تنتج من تحلل الخلايا العظمية، كما أن ظهور كسور داخل الطبقات الإسمنتية التي تحيطب الوحدات العظمية تسرع عملية التحلل الكيميائي للمواد العضوية، أما الكسور الدقيقة فإنها نتيجة ضغط داخلي من خلال تحلل الكولاجان و تعويضه بالاباتيت[2].

[1] Barker (J.M) et al, op cit
[2] Barker (J.M) et al, op cit,p.168.

- **المرحلة الثانية :** إن اختفاء المواد العضوية داخل العظام تسجل انتهاء المرحلة الأولى من الاستحاثة كما أن النشاط البكتيري ينتهي، لتبدأ مرحلة جديدة و التي لهاعلاقة بالعوامل الطبيعية التي تسيطر على عامل الاستحاثة حيثيتبلور مرة أخرى النسيج العظمي (Matrice Osseuse) مع إضافة مواد خارجية كا لحديد أو السترونتيوم أو اليورانيوم وغيرها ، فالكاربونات الهيدروكسيلأباتيت النسيجية Hydroxyl Apatite Matricielleتعوضبكربونات الفليورأباتيت (Ca5(PO4.CO3)3F)أو الفليورابايتيت[1] (Ca5(PO4)3F).

أما داخل العظم المتماسكفان إعادة التبلور فيها يمكن أن يكون كلي أو جزئي في بعض أجزائها النافذة كالأجزاء الفارغة أو المنكسرة وبصفة عامة فان إعادة التبلور تحافظ على دقة التركيبة العظمية السليمة، أما الفلزات تحد تدريجيا التبادلات بين العظم و البيئة المحيطة

- **المرحلة الثالثة (الترسبات المساعدة في عملية التحول - التحجر-):**

إن العديد من الفلزاتتتحلل عند تسرب الماء حيث تغمر الفراغات داخل العظام والكسور الصغيرة ، ومن هنا ننتقل إلى المرحلة الثالثة والأخيرة التي نخصها لمحيط الدفن من فلزات و معادن ورسوبيات أخرى أو البيئة المحيطة التي تساهم في تغيير العظم إلى هيئته النهائية في شكل متحجر.

- **الفلزات والمعادن:**

بعد مرور وقت من دفن العظم يتعرض إلى الضغط الكبير والذي يجرها إلى التدهور والكسر خاصة الأضلاع المتعددة المنفصلة عن الهيكل العظمي وبسبب الكثافة العالية للعظم القشري (Os Compact) فانه أكثر عرضة للكسر من العظم الأسفنجي بالرغم من إن هذا الأخير هو عرضة للتشويه بل للتلف الكلي، أما الأضلاع المتعددة (Polygonales)فإنها تمتلئالفلزات والمعادن التي تحيط بها مثل البيريت و الكالسيت و السيليس بحسب طبيعة الرواسب، ومع عامل التأكسد والتعرض للهواء فان تأكسد البيريت إلى سلفات الكالسيوم أو سلفات الحديد مثلا تكوننتيج ته انتفاخ الفلز الذي يؤدي إلى انكسار العظم [2]، أما

[1] Ibid.
[2] Barker (J.M) et al, op cit, p.168.

التركيبةالكيميائية لفلزات العظم المتحجر فهي مرتبطة ببعض مواد الرسوبيات [1]، ومن خلال الدراسات السابقة لـشارفي (M Charvet) تبين غنى العظام المتحجرة بـ (Fluate de Chaux)لكن هذه الدراسة لقيت نقدا من طرف بيتو (M Petaux)حيث ركز على ضرورة التحاليل الكمية لإثبات ذلك [2].

البقايا العضوية للعظم الأصلي:

إنوجود بقايا المادة العضوية من العظم الأصلي داخل المستحثة شيء طبيعي بحيث يعتبر الكولاجان و الذي هو معروف على شكل أحماض امنية[3] و كذا حمض كاربوكسيل الغلوتامي[4](Carboxyle Glutamique) من بين أهم عوامل المحافظة الجيدة على النسيج العظمي المتحجر ، وتبين معظم التحاليل بواسطةجهاز التحليل الطيفي (Spectroscopie infrarouge) وجود آثار المادة العضوية داخل العظام المتحجرة ويحتمل تدهورات وتلف في تركيبتها بالإضافة إلى التغيرات المعدنية [5] .

- **العناصر الشحيحة:**

كل بقايا الديناصورات المتحجرة تكتسب عناصر طيارة[6]Eléments Volatifs والتي تميل إلى التبخر مثل: اليورانيوم U، السترونتيوم Sr، اليتيريوم Y، السوفر S، الفليور F وغيرها، وعناصر أثر (Eléments Traces)[7]، لكن في نفس الوقت فإنها غير متجانسة كيميائيا[1].

---

[1]Dauphin(Y), Bardé(BL), Evaluation de la conservation de l'os fossiles: Intégration des différents niveaux d'observation, op cit, p.445.

[2]Charvet(B), « Composition chimique différentielle des os fossiles et des os d'animaux actuels ». In: Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon, tome 5, 1886. pp. 210-211.

[3]DAUPHIN(Y), « Spectrométrie infrarouge (DRIFT) des os de rongeurs fossiles de Tighenif (Pléistocène Algérie) ». - Palä- ontologische Zeitschrift6 (3/4) , Stuttgart ,1993,pp 377–395

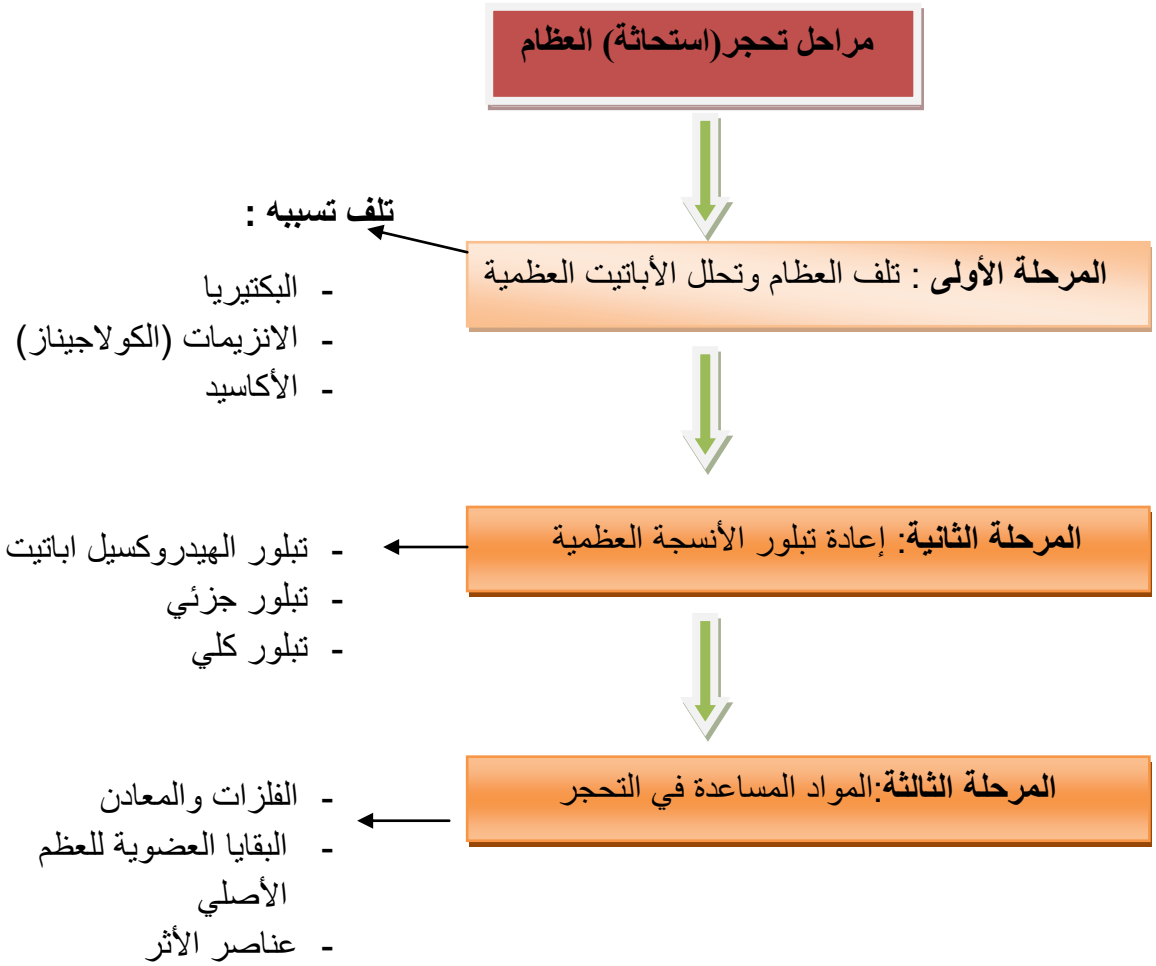
[4] **حمض كاربوكسيل الغلوتاميك** : هو حمض اميني نادر في البروتينات .

[5]Dauphin(Y), Bardé(BL), évaluation de la conservation de l'os fossiles: intégration des différents niveaux d'observation, op cit, p445.

[6]**عناصر طيارة:** في علم الباليونتولوجيا العناصر الطيارة هي عبارة عن مواد تتسامى بسهولة مثل الأمونياك، والتسامي sublimation هي ظاهرة التحول من الحالة الفيزيائية الصلبة إلى الحالة الغازية مباشرة بدون المرور إلى الحالة السائلة.

[7]**العنصر الشحيح أو الزهيد Élément trace** : هو عبارة عن أثر لمادة بكمية جد ضئيلة، ويعرفها كل من ستينبرغ وآخرون 1979Steinberg et al بأنه (عنصر ضعيف جدا من الناحية الفلزية لم يمح، ومن الناحية التجانسية فهو غير موجود في مراحله الأساسية) .

- Bowen(H.J.M.), « Trace Éléments in Biochemistry ».in Academic Press, 1966, (2nd edition, 1976.



نلاحظ من خلال2: ما تقدم أن استحاثة العظام (العظام الطبيعية) من خلال بعض التحاليل التي أجريت عليها من قبل، يمكنها أن تحافظ على جزيئاتها الحيوية [2] (Biomolécules) لملايين السنين إذا توفرت الظروف الملائمة في ذلك [3]، ولدراسة المستحثات يجب اختيار العينات المناسبة وتقدير حالة حفظها من أجل التعرف على خصائصها الفيزيائية والكيميائية [4]، ما يجرنا إلى البحث في مظاهر تلف المستحثات العظمية.

إن المجموعات الباليونتولوجية المكتشفة في موقع حاسي مومن والمتمثلة في عظام الديناصورات والتماسيح تطرح إشكاليات حفظ جدية، وهي ليست حالة خاصة إذ

-Mosser(C). Étude géochimique de quelques éléments traces dans les argiles des altérations et des sédiments. Strasbourg : Institut de Géologie – Université Louis-Pasteur, 1980. P ,7.

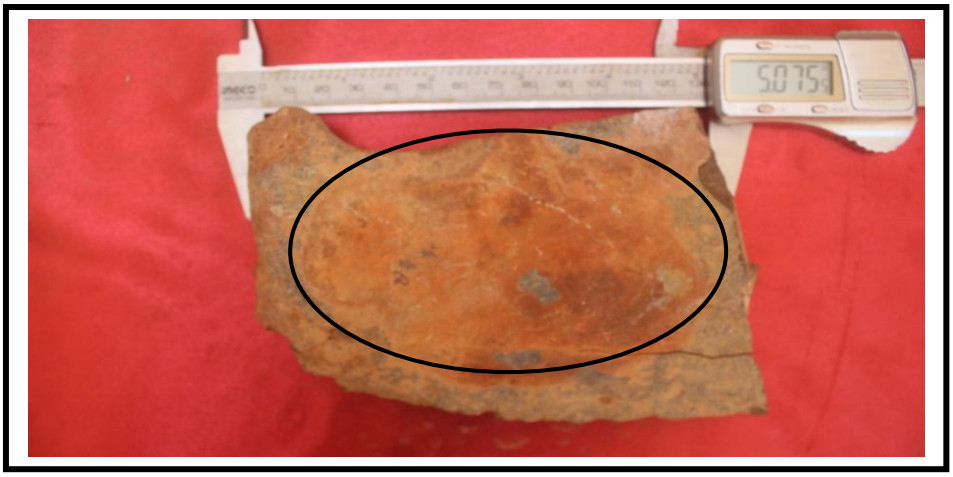
[1]SAMOILOV(VS) &BENJAMINI(C), Geochemical features of dinosaur remains from the Gobi Desert, South Mongolia. - Palaios11, Tulsa/Okl, 1996, pp 519–531.

[2]**الجزيئات الحيوية :** هي عبارة عن جزيئات يتم انتاجها من طرف الكائن الحي كالبروتينات والسكريات والدهون والحمض النووي والأحماض الامينية .

[3]SCHWEITZER(M.H) etal, « Preservation of biomolecules in cancellous bone ofTyrannosarus rex», in Journal of Vertebrate Paleontology17(2), Chicago, 1997,pp, 349-359 .

[4]DAUPHIN(Y), « Spectrométrie infrarouge (DRIFT) des os de rongeurs fossiles de Tighenif (Pléistocène Algérie) » op cit

نجدبعضالمجموعات في المتاحف الأوروبية معرضة لكل أنواع التلف كالتزهرات البلورية Efflorescences Cristallines[1] والتي تمنع القراءة الجيدة للمستحثة بسبب تلف التركيبة النسيجية، كما أن لعاملي الماء والهواء دور في أكسدة العينات [2] (صورة36)،بالإضافة إلى عوامل خارجية من الكائنات الدقيقة كالبكتيريا [3]،ومن أجل دراسة التلف يجب أولا دراسةالمحيط الذي يجمع بين مختلف المستويات من الرطوبة والأكسجين و درجات الحرارة، مع معرفة تأثيرات أخرى متآزرة Synergique[4][5]، كما أن تعرضها للضغط والحرارة أثناء الطمر يعرضها للتلف ما يجبرنا على معرفة التركيبة الكيميائية والجزيئية[6](الكتلة الحيوية)للمتحجراتالعظمية.



صورة 36 : آثار أكسدة على إحدى عينات الدراسة (صفيحة جلدية)- عن الطالب-

3. مظاهر تلف المستحثات العظمية للديناصورات:

[1]El Albani(A), et al , Nature , 446-1, 2010, pp , 100.104

[2] Rimsdit(JD),Vaughan(D), « Pyrite oxydation a state of réaction mechanisme », Geochimica et cosmica acta, 67, 2003, pp 873.880

[3]Tupikina(OV)et al, « Patterns of pyrite oxydation by different micro organisms , Microbiologie », 78, 2009, pp 165 .169.

[4] تأثير متآزر هو اتحاد عاملين يشكلان تأثير كبير باتحادهما .

[5] Rouchon(V), Altération des collections de paléontologie compréhension des mécanismes, Diagnostique et optimisation des conditions de conservation des fossiles, MNHN, Centre de recherche sur la conservation des collections, CNRS, USR, 3224

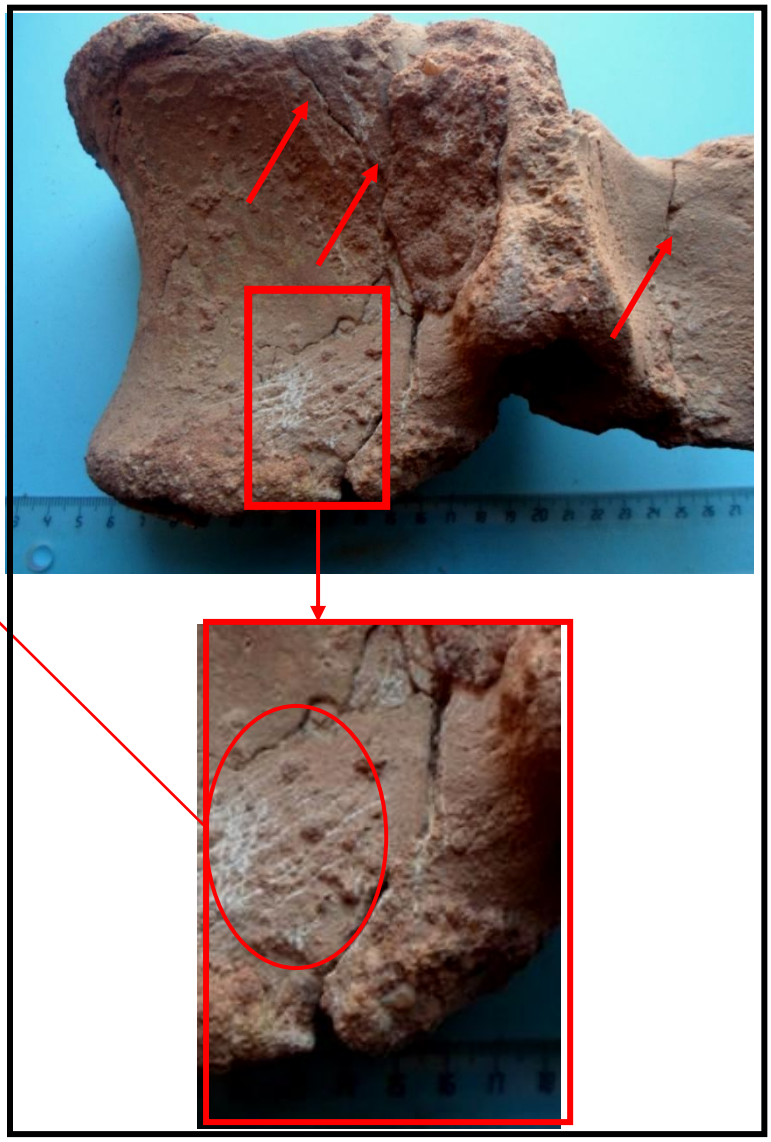
[6] Sylvain(B), préservation de fossiles organiques au cours de la diagenèse et du métamorphisme – Etude d'échantillons naturels et approche expérimentale- Thèse de doctorat en géochimie a l'université de Denis Diderot , Paris VII , 2008, pp 18.22

ونقصد بمظاهر التلف هي تلك التغيرات التي تطرأ علىالقطع المتحجرة أو الصخور بصفة عامة فتفقدها تماسها أو تؤدي إلى تغيرها أو تغير أحد خصائصها، في الشكل أو في اللون أوفي نسيج المادة بسبب العوامل التي تتأثر بها،حيث تحدث تفاعلات فيزيائية وكيميائية تؤثر في المادة الحجرية[1]، ولقد فصلنا فيما سبق في آليات تلف الحجارة بصفة عامة ،ولعل تفسير كيفية تدهورها هي نفس تفسيرات تلف المستحثات العظمية، كون هذه الأخيرة تحولت إلى حجارة رسوبية، وبالتالي فان لها نفس خصائص ومميزات الحجارة الرسوبية، ويبق الاختلاف فقط في نوع المواد الرسوبية التي استبدلت المادة الأصلية للعظم (أنظر الترسبات المساعدة في تحجر العظام)، ومن خلال اطلاعنا على بعض الأعمال السابقة والملاحظات الماكروسكوبية و الميكروسكوبية على عينات دراستنا استنتجنا بعضا من مظاهر تلف المستحثات العظمية والتي نستطيع أن نلاحظ مدى تداخل العوامل التي تساهم في حدوثها، نلخص أهمها في النقاط التالية :

- الشقوق:

إن فقدان المادة لبعض من خصائصها الميكانيكية يعرضها إلى التشققات، سواء كانت واضحة بالعين المجردة أو تشققات دقيقةتكون بداية للتلف، ولعل لخصائص تلك الحجارة(بما فيها العظام المتحجرة) في حد ذاتها يعتبر كعامل أو سبب في نشأة تلك الشقوق خاصة الهشة منها (أو التي لم تتحجر بشكل جيد وكامل)، بالإضافة إلى عوامل أخرى خارجية كعامل الطمر والضغط وكذا الأملاح والحرارة [2] وقد تستدعي الضرورة إلى القيام بعملية التقوية بالنسبة للشقوق التي لا يتعدى عرضها 1ملم [3] (صورة 37، 38).

[1] بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة...' المرجع السابق، ص،18.
[2] د بلعيبود بدر الدين دراسة فعالية تقوية الحجارة...، المرجع السابق، ص.18
[3] Vergés –Belmin(V) et al, « Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre », ICOMOS , ateliers 30 impression champigny , Marne , France,2008 , p.10.



الصورة 37 :آثار تشققات وكسور مع آثار خدوش بسبب التنظيف الميكانيكي السيئ (من إعداد الطالب)

الصورة38 : صورة ميكروسكوبية للعينة HMN-13-10 تبين تشققات دقيقة تفوق 1ملم –بالأحمر-

-التفتت:

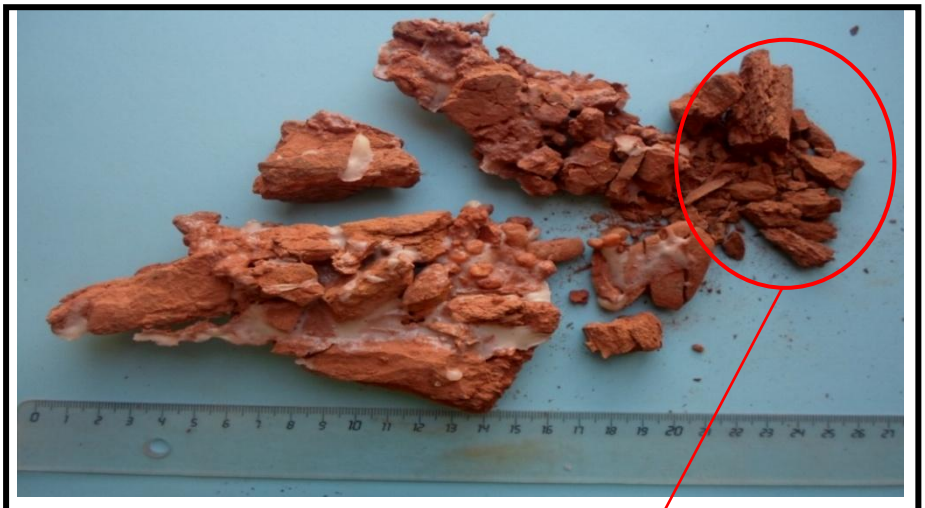
هي الهشاشة التي تصيب العظام المتحجرةفتؤدي إلى انفصال و تفكك العناصر الفلزية التي تشكلها وهو ما لاحظناه في عينة بحثنا حيث تعرضت بعض العظام إلى التفتت منذ مرحلة الطمر [1] حيث يعود هذا إما للضغط الذي تعرضت إليه و/ أو إلى التغيرات في درجات الحرارة و / أو تشبعها بالماء المحمل بالأحماض والأكسيد (صورة 39).

-فقدان المادة لبعض مكوناتها:

تختلف أنواع المتحجرات وتكوينها باختلاف نوع الرسوبيات المكونة لها ويكون فقدان العناصر الفلزية المشكلة لها انتقائي بحسب الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه العناصر [2] .

-الانفصام(Clivage):

هي تشققات وانكسارات تحدث للفلزات بشكل واتجاه معينين (أنظر الخصائص الفيزيائية للفلز- التشققية-[3]) (صورة 40).



[1] Legros(JP), Sols, « milieux naturels et conservation archéologique »,inSéance du 30 Mai 2011, conférence 4150, bull. 42, pp. 249-265

[2] بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة ...، المرجع السابق، ص.26.

[3] Legros(JP), op cit.

الصورة39: قطعة عظمية متحجرة من موقع حاسي مومن تعرضت لظاهرة التفتت بعد عملية التقوية بمادة غير ملائمة (عن الطالب)

الصور 40: آثار الانفصامات- بالأسهم الحمراء - لقطعة عظمية متحجرة من موقع حاسي مومن (عن الطالب)

-التزهرات البلورية:

التزهرات هي عبارة عن انتقال البلورات إلى سطح المادة عبر المسامات وتشكلها على السطح[1]، وتحدث هذه التزهرات عند المستحثات بسبب تلف التركيبة النسيجية والتي تمنع القراءة الجيدة للمستحثة[2] قد تصيبها من الداخل أو من الخارج، وحسب إحدى الدراسات التطبيقية فان التزهرات البلورية قد لحقت بنسبة كبيرة من العينات التي وضعت في محيط مختلف من الحرارة والرطوبة وكذا العوامل الطبيعية المؤثرة في تلف المستحثات والتي قد

[1]Bulletin technique 4, Le Conseil Canadien des Systèmes d'Isolation et de Finition Extérieure (SIFE), (416) 499-4000, Février 2006, p.1

[2]Rouchon(V), Altération des collections de paléontologie: compréhension des mécanismes, diagnostic, et optimisation des conditions de conservation des fossiles, Juin 2011
Proposition de sujet de thèse, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS.

بلغت 70بالمائة[1]، وللتذكير فإننا لم نلحظ هذا النوع من التلف في عينة دراستنا لطبيعة المناخ الصحراوي المتواجدة فيه.

- الهشاشة:

يمكن أن تكون لعملية الاستحاثة غير مكتملة لمراحل التحجر لبعض القطع الدور الأساسي في عدم تصلبها وتحجرها بالشكل اللائق لتعرضها لعوامل خارجية منعتها من ذلك، وقد سجلنا خلال الحفرية العديد من القطع الهشة التي يصعب انتزاعها من حقل الحفرية بالإضافة إلى مساهمة بعض العوامل السالفة الذكر كالضغط وعامل الماء.

- الانكسارات:

وهي تجزؤ القطع وانكسارها، وهذا راجع لعدة عوامل بدءا من محيط الدفن والعامل البشري الذي قد تتعرض فيه القطع خاصة التي تحجرت بصفة جيدة وتصلبت إلى الضغط الميكانيكي كما هو في حالة عيناتنا التي تتواجد في منطقة سير العربات الكبيرة، بالإضافة العوامل الطبيعية الأخرى (أنظر البطاقة التقنية رقم 7)

- التأكسد:

في العديد من الحالات تتعرض المستحثات التي تحتوي على البيريت إلى تأكسد كبريتات الحديد إلى سلفات الحديد sulfate de fer ⟵ sulfure de ferوهذا يسببه عاملي الماءوالرطوبة[2] وفي بعض الأحيان تسببه بعض التجمعات الرسوبية[3] (صورة 36).

- تآكل المعاد:

[1]Odin(GP) et al,Étude de collections de paléontologie De la caractérisation à la reproduction des altérations de fossiles dits pyriteux, Open Edition Journals member – Published with Lodel -, 2013

[2]Rimstidt(JD), Vaughan(D), « Pyrite oxidation : a state of the art assessment of the reaction mechanism », In Geochimica et Cosmochimica Acta, 67 (2003) 873-880.

[3]BOSSEAU(R), « Réflexions sur la restauration du patrimoine paléontologique à travers la réhabilitation scientifique d'un fossile d' Ichthyosaure », Romanella Bosseau, Published with Lodel - 2009 ,P 108

خاصة التي تحتوي على البيريتالذي يحتوي على نسبة كبيرةمن الحديد، حيث تحدث تفاعلات معقدةتسببه في بعض الحالات طبيعة الكبريتات sulfure[1]، وأحيانا الكائنات الدقيقة أو الكربونات وفي بعض الأحيان المواد العضوية و بعض المعادن، هذه التفاعلات تحدث تغيرات كبيرة في الخواص الناتجة عن استبدال العناصر البسيطة وعناصر الأثر في بنية شبكة البيريت[2].

- **الثقوب**:

يمكن أن تظهر بعض الثقوب المختلفة الأحجام والمقاسات وهذا راجع إلى الخصائص الفيزيائية والكيميائية لمكونات القطعة المتحجرة مع تفا علات كيميائية وبيولوجية تطرأ بشكل أخص للحجارة الكلسية[3]

من خلال ملاحظاتنا اليومية لموقع حاسي مومن- فترة امتدت من نوفمبر 2012 إلى مارس 2014- (أنظر الفصل الثالث والتدخلات على الموقع)تبين لنا تدهور حالة بعض العظام المتحجرة جراء العوامل الطبيعية والمتمثلة خاصة في الرياح المحملة بالرمال، هذا ما دفعنا إلى الحديث في أحد أهم أسباب تدهور المستحثات العظمية في الموقع، وهي ظاهرة التجويةErosion، ولعل للتجوية الفيزيائية دورا كبيرا في تدهور المستحثات العظمية في مثل عينة دراستنا كونها تتواجد في مناخ صحراوي حارو جاف(صورة 41،42)، لكن هذا لا يمنع من ذكر الأنواع الأخرى من التجوية التي قد تتسبب في تدهور المستحثات العظمية، حيث أن الرطوبة النسبية في بعض أيام السنة و الأمطار القليلة الموسمية قد تؤثر بشكل كبير على هذه العظام المتجرة، ما ينتج عنه التجوية الكيميائية و البيولوجية.

-**التجوية (الحت) :**

الصخور الرسوبيةهي نتاجالتجوية لصخور سابقة التكوين، سواء كانت صخور نارية، متحولة أو رسوبية، والتجوية هي نوع من التحطيم الكيميائي والفيزيائي الناتج من الجو والماء[1].

[1] Wang Het al, « Oxidation of marcasite and pyrite by iron-oxidizing bacteria and archaea »,in Hydrometallurgy 88 (2007) 127-13

[2]Chandra(AP), Gerson(AR)., « The mechanisms of pyrite oxidation and leaching *: a* fundamental perspective », Surface Science Reports 65 (2010) 293-315.

[3] بلعيبود بدرالدين،دراسة فعالية تقوية الحجارة ...، المرجع السابق، ص .27.

- **التجوية الفيزيائية (الميكانيكية):**

هي عملية التفتيت والتكسير الميكانيكي الذي تتعرض له مواد القشرة الأرضية دون أية تفاعلات كيميائية، حيث يظهر هذا جلي في المناطق الجافة النادرة الأمطار أو الشديدة البرودة.[2]

- **التجوية الكيميائية:**

هي محصلة تفاعلات كيميائية تتم بين مكونات الصخور والمحيط الخارجي من ماء وهواء، لا يحدث تفاعل بين مكونات فلزات الصخور أثناء التجوية وإنما يتحلل كل فلز بفعل التجوية الكيميائية ومن بين أهم تفاعلات التجوية الكيميائية :

ـ **التأين :**ينتج عنها إذابة بعض مكونات الفلزات أو جميعها، وتختلف درجة قبول الذوبان من فلز إلى أخر أكثرها الهاليت(ملح الطعام)، وأقلها الفلزات السيليكاتية، وبالرغم من أن عينة دراستنا هذه تقع في مناخ صحراوي حار وجاف إلا أن هذا لا يمنع سقوط بعض الأمطار في بعض من أيام السنة التي تستطيع أن تلعب دورا هاما في التأين (Ionisation) ،بالرغم من أن حموضة الأمطار ضعيفة يساوي أسها الهيدروجيني من 5 إلى 6 وهذا لاحتوائها على ثاني أكسيد الكربون الذي يذوب بها من الغلاف الجوي، ينتج عن ذوبان ثاني أكسيد الكربون في الماء تكون حمض الكربونيك الذي يتسبب في إذابة العديد من مكونات ال فلزات، فمثلا الكالسيوم بمجرد ملامسته لهذه المياه يحدث التفاعل الكيميائي بحسب المعادلة التالية[3] :

$$H_2CO_2+CaCO_3 \longrightarrow 2(HCO_3)^- +Ca^{2+}$$

تتساوى درجة ذوبانية المعادن الكربوناتية كالكالسيت والاراغونيت والدولوميت، كذا بالنسبة للمعادن السيليكاتية حيث تتعرض بعض مكوناتها لعمليات الغسل وتتحول إلى الحالة الأيونية الذائبة في الماء كما يظهر ذلك في المعادلة التالية :

$$Mg_2SiO_4+4H_2O \longrightarrow 2(Mg)^{2+} +4(OH)^- +H_4SiO_4$$

ـالتميؤ:

[1] أحمد حسين حشاد، ومحمد أحمد قزاز، أسس الجيوكيمياء، مركز النشر العلمي ،جامعة الملك عبد العزيز،ص ب،104،جدة ،21441، المملكة العربية السعودية ، ص 257.

[2]نفسه.

[3]أحمد حسين حشاد، ومحمد أحمد قزاز، أنفسه.

هو التفاعل الذي ينتج عنه حمض ضعيف مثل حمض السيلسيك (H_4SiO_4)أو قاعدة ضعيفة مثل هيدروكسيد الاليمينيوم (NH_4OH) وعلى العموم تحدث هذه التفاعلات أثناء التجوية الكيميائية للمعادن السيليكاتية وذلك حسب المعادلة التالية :

$$Mg_2SiO_4+4H_2O= 2\ Mg^{2+} +H_4SiO_4+4OH^-$$

تتعرض كاتيونات المغنيزيوم لمعادن الاوليفين للتحلل في شكل ايونات ذائبة في الماءبسبب التجوية ، نفس الشيء بالنسبة لفلزات الفلسبات حيث تذهب كاتيونات الكالسيوم والصوديوم والبوتاسيوم فإنها تذوب في الماء ويتبدل الأكسجين بهيدروكسيل المركبة $(OH)^-$بحسب المعادلة التالية :

$$3NaALSi_3O_8 + H_2O = Al_2Si_2O_5+K+4SiO_2+H_2O$$

ALBIT KAOLINITE

- الأكسدة:

من أهم عمليات التجوية التي قد تصيب الحجارة الرسوبية، وأكثرها تأثرا هي الحديد،المنغنيز و الكبريت، تعتمد حركية العنصر خلال الأكسدة Oxydations على مدى التغير الحاصل في الطاقة والذي يمكن أن يقود إلى إضافة أو إزالة الكترونات من و إلى الأغلفة الخارجية، ويسمى هذا التفاعلأو التغير بجهد الأكسدة والاختزال (Oxydation-Réduction Potentiel)، والتي تأخذ قيما نسبية منسوبة إلى تفاعل الأكسدة الذي يتعرض له الهيدروجين في درجة حرارة 25^0، تتأثر جهود الأكسدة بالأس الهيدروجيني(pH)، اللذان يشكلان معايير البيئات الترسبية حيث يرسمان معا حدود استقرارية الفلزات في البيئات المختلفة، إن أكسدة أي معدن كبريتيدي يؤدي إلى خفض كبير للأس الهيدروجيني للمحاليل وتحويلها إلى محاليل أكثر حامضية لمهاجمة المعادن و مساعدة التجوية الكيميائية ، ويمتد هذا التأثير إلى الصخور الأخرى ومكوناتها المعدنية .

كما تعمل مياه الأمطار والمياه الجوفية التي تحتوي على حمض الكربونيك إلى تفاعلها مع الكبريت والمعادن الكبريتية وتؤدي إلى أكسدتها[1] .

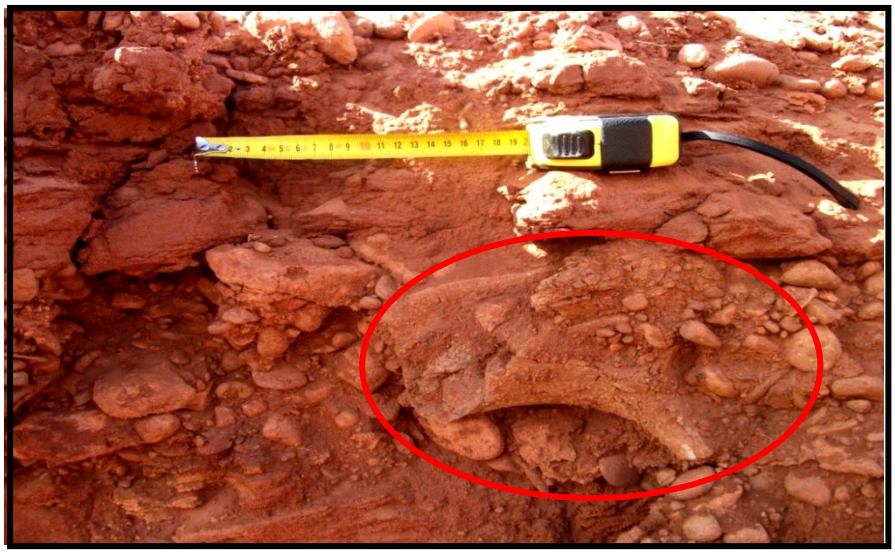
-دور البكتيريا في عمليات التجوية:

[1]أحمد حسين حشاد ، ومحمد أحمد قزاز، المرجع السابق،ص، ص، 258- 266 .

حيث أن الكائنات الدقيقة دورا مهما في الدورة الجيوكيميائية والتي لها القدرة على أكسدة الحديد و الكبريتات،مثل بكتيريا الفيروباسيلوس Ferrobacillus، و تيوباسيلوس Tiobacillus، كما تعمل أنواع أخرى على اختزال المركبات الكبريتية الغير عضوية إلى كبريتات ، وتعيش معظم أنواع هذه البكتيريا في البيئات المائية التي بمجرد ملامستها لمركبات كبريتات الحديد كالبيريت فإنها تتفاعل وتنتج حمض الكبريت ويذوب الحديد والنحاس في الماء[1].

- نتائج التجوية الكيميائية:

- مكونات ذائبة تزال بعوامل التجوية .
- معادن أولية لم تتأثر بعوامل التجوية .
- تكون فلزات جديدة.
- مركبات عضوية ناتجة عن تحلل المواد العضوية[2] .
- تحديد طبيعة الفلزات الطينية الممكن تكونها بفضل التركيب الفلزي للصخور والتركيب الكيميائي لمحاليل التجوية .
- تزداد شدة التجوية بازدياد محاليلها الغنية بالمواد العضوية أو الخامات الكبريتية[3] .



الصورة 41: القطعة العظمية المتحجرة(**ph 9-N1-05-2013**) قبل استخراجها سنة2012 (عن الطالب)

[1] Park (CF) et al , Geologia economica. yacimientos minerales. mineralogia. petrologia , San francisco , Freeman edición ; 3a. ed, 1975, pp, 515-530

[2] أحمد حسين حشاد ، ومحمد أحمد قزاز ، المرجع السابق ،ص ،ص267. 268

[3] Berner(RA),Principles of chemical sedimentology, Mc Graw-Hill Companies, 1971.

الصورة 42: القطعةالعظميةالمتحجرة (ph 9-N1-05-2013) وتعرضها إلى التجوية الفيزيائية قبل استخراجها سنة2013(عن الطالب)

IV. منهجية حفظ وعلاج المستحثات العظمية للديناصورات:

1.حفظ المستحثات العظمية للديناصورات:

يعتبر الحفظ أو الصيانة الوقائيةأولى الخطوات التي يجب على المختصين في حفظ التراث إتباع مراحلها، وهذا قبل البدء في عملية الحفر وتهيئة الموقع ودراسة محيط الدفن وخصائصه إلى الاستخراج والنقل و توجيه القطع نحو مكان الحفظ أو العرض، ويمكن تعريف الحفظ بأنه مجموعة من الوسائل والآليات التي نعتمد عليها من أجل تحقيق هدف إطالة عمر القطع التراثية و هذا بخلق محيط ملائم أو التدخل على القطعة في حد ذاتها [1]، ويمكن اختصار مراحل الحفظ و الاحتياطات اللازمة بغرض القيام بحفظ القطع التراثية بصفة عامة بما فيها المتحجرات العظمية في النقاط التالية:

- التنظيم والتحضير للحفرية:

من الضروري جدا التركيز على التحضير المسبق للحفرية، حيث يتوجب علينا توفير الاحتياجات المرتبطة بالحفظ والتقليل من المخاطر التي يمكن أن تتعرض لها القطع، بصفة عامة بدءا بتحديد منطقة الحفر (يمكن القيام بالسبر الأثري في حالتنا)، وتحديد مدة العمل و اللوجيستيك وطريق التنقل والمواصلات والطرق المؤدية إلى موقع الحفرية، كما

[1] CRRMF, Le vade-mecum de la Conservation préventive, département Conservation préventive du C2RMF ,15 mai 2006,p.6.

يمكن الاتصال بالمخابر والمراكز المتخصصة في التحاليل والتصوير بالأجهزة السينية مثلا، كما يتوجب علينا معرفة نوع المناخ ونوع وسط الدفن الذي سنعمل فيه لتصور كيفية الحفظ في الموقع لتحضير المعدات و المواد اللازمة لذلك[1].

أما في حالة العودة للحفرية في حالة الانقطاع أو التوقف بين مرحلتين حيث تتعرض للتعرية وكل أنواع التلف والتأثير المناخي من برد و جفاف ومطر مما يسبب تبلل التربة أو محيط الدفن، ما يتوجب علينا حماية موقع الحفرية بتغطية حقل الحفر ووضع حاجز من البلاستيك وردمه بالتربة [2].

- محيط الدفن:

حيث أن القطع المتواجدة في باطن الأرض تكون قد توافقت مع الوسط الذي دفنت فيه منذ ملايين السنين بعد تعرضها لتغيرات في خواصها الميكانيكية والكيميائية، ما يطلق عليه البعض بمفهوم اتزان القطعة مع وسط الدفن ما يفسر اختلاف حالة حفظ القطع، وفي حالتنا اختلاف في حالة التحول ما يعرضها للتلف خلال التنقيب، وهذا يمكن تفسيره اما أن التغييرات الناتجة من التفاعلات كانت ضعيفة أو لم تؤثر بشكل كامل، أو أن وقت التنقيب كان أسرع من الوقت اللازم في تأثير التفاعل وبالرغم من أن وسط الدفن في بعض الحالات يعتبر وسيلة حفظ نسبية إلا أن دراسة مكونات و خصائص هذا الوسط مفيد في عملية الحفظ، ويدخل في هذا المجال معرفة ودراسة الطبقات الستراتيغرافية ونسبة رطوبة و جفاف التربة ونسبة الحموضة[3].

- التحليل المبدئي:

هو دراسة البيانات والمعلومات المأخوذة من حقل الحفرية كالتصنيف والبحث في خصائص القطع من الحجم ومكوناتها وحالة حفظها والأبعاد والشكل العام...، وكذا فهم الأسباب الواردة لحدوث التغيير الذي طرأ عليها وتقدير المخاطر التي تتعرض لها[4].

- الفحص العيني:(Identification):

[1] Inrap, « l'archéologie préventive en France, les étapes de la fouille », 21-12-2015.

[2]، المرجع السابق ، ص 5. ماري بيرديكو

[3] Legros(JP), « Sols, milieux naturels et conservation archéologique »,in Séance du 30 Mai 2011, conférence 4150, bull. 42, p13.

[4] Ibid.

من بين أولى خطوات الحفظ في الموقع حيث يمكن فحصها بالعين المجردة التي تعطينا دلائل هامة من حيث الصلابة و الحساسية للحز، و الهشاشة من قابلية الانكسار و المسامية و وجود الشقوق و الانفصام والتقشر وغيرها[1].

- **تدوين التدخلات:** وهذا من خلال تخصيص ملف ندون فيه كل التدخلات والمعلومات اللازمة خاصة فيما يخص حالة الحفظ، و اقتراح أساليب المعالجة[2].

- **التدعيم والتقوية أثناء الكشف:**

وهذا ينطبق على القطع الهشةالمعرضة للتدهور أثناء الرفع حيث نلجأ إلى التدعيم في المكان المكتشفة فيه من خلال تدخلات تعطي للمادة تماسكا كافيا من أجل الرفع والانتزاع الجيد وتحمل الوزن الذاتي، والنقل بدون مخاطر، و بالرغم من صعوبة و حساسية العملية وهذا يكون بطريقتين إما التقوية (Consolidation) أي تقوية القطعة بواسطة مواد و راتنجات خاصة في الصيانة والترميم [3]، كحقن الشروخ بمحقنة لعدة مرات حتى الحصول على تجانس بين الأجزاء الجيدة والمتدهورة، ويمكن استعمال الفرشاة أو طريقة الرش[4].

أما الطريقة الثانية فهي التدعيم بواسطة طلية أو دمج، وفي حال بحثنا هذا نستخدم الطريقة التقليدية في استخراج المستحثات العظمية خاصة الكبيرة، هذا لضمان تماسك القطعة عند الرفع والنقل وهذا بتغليف القطعة بواسطة الجبس، حيث يجب عزل القطعة باستخدام غشاء أوقطعة قماش أو الورق الماص للرطوبة وهذا بعد التأكد من ملائمتها لهذا النوع من الدعم، باستعمال رغاوي من البوليرتان كأحسن مادة، ويجب التنبيه إلى عدم المبالغة في السمك بالنسبة للجبس لسهولة التحكم فيها عند الانتزاع وتقطيعها دون إتلاف القطعة[5].

- **النقل**:

[1] Cagné(D) et al, Archéologie préventive, guide pratique a l'intention des municipales du Quebec, ministere de la culture et des communication du quebec, direction du patrimoine et de la museologie, Archeo-Quebec, 2012, p.29.

[2] Giligny(F), La fouille archéologique, Cours Université de Paris 1 – UFR d'Histoire de l'Art et d'Archéologie, p.20.

[3] Martin(I), Introduction à la pratique de l'archéologie, BA2 Histoire,2015-2016.p42.

[4] Pain(S), « Formation des archéologues a la conservation préventive : pour une demarche de conservation », In situ revue du patrimoine, N 19, 2012.p.13.

[5] ماري بيرديكو، المرجع السابق، ص. 31.

يتم وضع ركائز لكل قطعة بشكل مستقل وكذلك لمحتويات كل قطعة لتجنب الارتجاجات والصدمات والاهتزازات، ويكون من المفيد اختيار العلب المناسبة المقاومة للكسر[1].

- التغليف والتخزين:

التغليف الجيد والمناسب للقطعة هو من بين أهم أنواع الحماية التي لا غنى عنها وهذا من أجل الحماية من عوامل النقل وكذا من العوامل المناخية والصدمات، ويتم التغليف وفق المنهجية الصحيحة من أخذ صور فوتوغرافية قبل وبعد التغليف، وصف التغليف والظروف المناخية الموجودة في المخزن والتي يجب أن تتوفر عند العرض-عند هشاشة القطع نقوم بعملية الدعم والتقوية أولا-، ويجب أن تكون العلب المخصصة للتخزين مهيئة لوضع مساند لتفادي تحرك القطع داخل العلبة، مع العلم أن المواد التقليدية المستعملة هي أيضا فعالة في بعض الحالات كالنشارة، القش، الكرتون، أما اليوم فتستعمل مواد حديثة من البولي اثيلين والبوليستر و هي أكثر مقاومة وفعالية، ولتجنب الاحتكاك يمكن وضع المواد المخصصة لذلك و التي لا تشكل خطرا ولا تحمل أحماض والتي لا تطلق انبعاثات يمكن أن تضر بالقطع مثل ورق السيليلوز الخالص أو القماش[2].

أما التخزين فهو تهيئة المكان المناسب لعدد معين من القطع بتهيئة مناخ محيط التخزين من رطوبة نسبية وحرارة وضوء وغيرها من مسببات التلف، وحتى العوامل الأخرى من الفياضانات والنار...، ومن هنا نقول أن أول خطوة في التخزين هو تحديد البناية التي توضع فيها القطع، حيث أن البناية يجب أن تحد من درجة التبادل مع الوسط الخارجي(الحرارة والرطوبة النسبية خاصة)، كما يجب التحكم في المنافذ من الأبواب والنوافذ وغيرها من الفتحات، وفي حالة المباني القديمة فإنها معرضة للمخاطر أكثر من التي بنيت على أساس مخازن، حيث أنها معرضة لتسرب المياه، ظهور الأملاح، التشقق، التفتت، التعفن وغيرها من المظاهر، و لا يجب أن نهمل عامل التلوث الذي قد تسببه المواد والمبيدات المستعملة يوميا التي تحمل تركيبات كيميائية ضارة بمحيط التخزين، هدا فيما يتعلق بالمحيط أما ما يتعلق بالركائز و مواد الحفظ، أن توضع القطع في مكان مغلق للحماية ضد الأتربة والتلوث

[1] نفسه،ص .29.

[2] ICCROM, Évacuation d'urgence des collections du patrimoine, UNESCO, Paris, 2018, pp.22-53 .

والعوامل الأخرى وهذا باستعمال وحدات تخزين صغيرة الحجم محكمة الغلق من العلب والأكياس و إضافة مواد ماصةكجال السيليكا الذي يتم تغييره في كل مرة من أجل المحافظة على فعالية المادة[1].

3. علاج المستحثات العظمية للديناصورات:

تمرأعمال الصيانة العلاجيةلجل القطع التراثية بما فيها العظام المتحجرة للديناصورات إلى مراحل ثلاث وهي تشخيص التلف التي قد تصيب المتحجرات العظمية للديناصورات من كسور وتشققات و تزهرات وغيرها وقد أسلفنا أيضا تفسيرات حول أسباب التلف الذي يصيبها، وكذا تشخيص القطعة في حد ذاتها ومكوناتها الفلزية وخصائصها الفيزيائية عبر وسائل التحليل المناسبة، مما يدفعنا إلى اقتراح العلاج المناسب ارتكازا على هذه التحاليل، وفي آخر مرحلة للصيانة العلاجية هي تطبيق العلاج، و سنحاول في هذا العنصر ذكر أهم أعمال الصيانة والترميم في مجال العظام المتحجرة للديناصورات، هذه الأعمال تساعدنا في عملنا من أجل إعطاء منهجية علمية للوقاية والحفظ في مجال المتحجرات العظمية وأهم الطرق و المواد المستعملة في ذلك.

1.2 التشخيص:

يعتبر التشخيص أولى مراحل العلاج وأهمها، ويتوقف نجاح الترميم بمعرفة نوع وسبب التلف، إما بتشخيص التلف أو تشخيص القطعة في حد ذاتها وهذا إما بالعين المجردة أو بالوسائل التقنية للتحليل أي ماكروسكوبيا و ميكروسكوبيا[2]، وسنقوم بذكر أهم هذه الوسائل التي يعتمد عليها في التحليل.

1.1.2 وسائل التحليل المعتمدة في دراسة عظام الديناصورات المتحجرة :

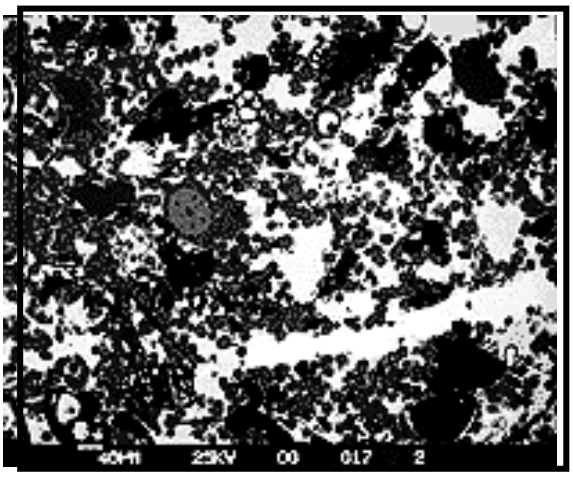
إن من بين أهم خطوات الصيانة والترميم هو التشخيص الجيد، وهذا بتشخيص المادة المراد التدخل عليها بمعرفة مكوناتها وخصائصها التي تميزها ، وكذا تشخيص التلف المراد معالجته ماكرسكوبيا بالعين المجردة أو ميكروسكوبيا بوسائل التحليل المناسبة وسنقترح بعض الوسائل التي تساعد في تشخيص تلف العظام المتحجرة للديناصورات:

- **جهاز قياس المسامية (Porosimètre):**

[1] ICCROM, Évacuation d'urgence des collections du patrimoine, op cit .
[2] Inrap, Archéologie préventive, guide pratique de l'aménagement,Paris, p.5.

- **تمهيد**قبل التعرف على الجهاز سنحاول التلميح إلى عموميات ومبادئ أولية حول ماهية المسام والوسط المسامي ، لان عمليات الترميم مرتبطة بالدرجة الأولى على سوائل و راتنجات تتغلغل في وسط المادة المراد معالجتها [1]، وقد ذكرنا من قبل أن خاصية المسام من بين العوامل الداخلية التي تتسبب في تلف المستحثات العظمية،كما أن المسامية تعتبر خاصية أساسية تحدد حركة السوائل وسلوكها في الوسط المسامي[2].

يمكن للمادة الصلبة أن تحتوي على ثلاث أطوار مختلفة، وهي الطور البلوري والطور الغير بلوري، والفراغ الذي بدوره يمن أن يكون سائلا أو غازا، والفراغ يكون التوزعة المسامية التي يمكن أن تكون المسامات مفتوحة أو مغلوقة ومجموعها يعطي لنا المسامية العامة [3]، أما الوسط المسامي عبارة عن تراص لعناصر صلبة تتخللها فراغات، ويتخذ الوسط المساميشكل شبكة مستمرة ومعقدة، مكونة من مسامات مختلفة الأبعاد والأحجام تكون إما منعزلة أو تتصل فيما بينها بواسطة وصلات(Connexions).[4] (صورة43)



صورة 43 الوسط المسامي لمادة صلبة باللون الأسود والمسامات والشعيرات باللون الأبيض

(عن Beck)

- **تصنيف المسامية:**

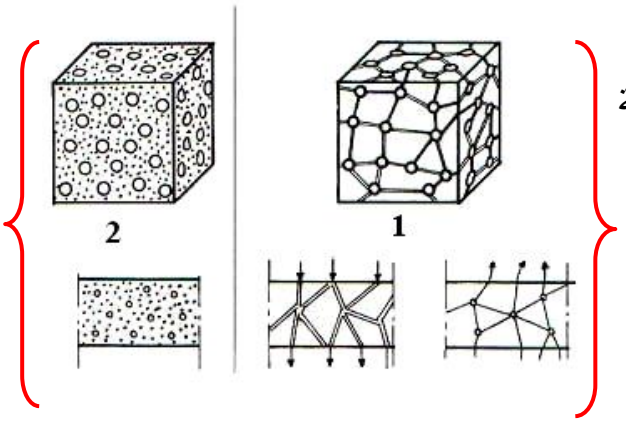
[1] بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة...، المرجع السابق،ص،ص.108-112.
[2] نفسه.
[3] د مسعود حميان ، المرجع السابق ، ص،5.
[4] Beck(K), Etude des propriétés hydriques et des mécanismes d'altération de pierres calcaires à forte porosité, Thèse de doctorat en sciences des matériaux, université d'orleans, soutenue en octobre 2006, p. 72.

يتم تصنيف المسامية حسب معايير مختلفة، فإذا أخذنا معيار اتصال المسامات فيما بينها من عدمه، فهي تقسم إلى نوعين:

- مسامية مفتوحة، وتتشكل من المسامات التي تتصل فيما بينها بواسطة وصلات.
- مسامية مغلقة، وهي عبارة عن مسامات غير متصلة فيما بينها، ما يترتب عليه عدم وجود أي شكل من أشكال النفاذية أو الحركة. (الشكل1)

كما يمكن تصنيف المسامية بحسب أبعاد المسامات، حيث تقسم إلى:[1]

- ميكرومسامية (مسامية دقيقة) (Microporosité): معدل قطر المسامات أقل من 0,0001 ملم.
- مسامية شعيريّة (Capillaires): معدل قطر المسامات والشعيرات يكون بين 0,0001 و 2,5 ملم.
- ماكرومسامية (مسامية كبيرة) (Macroporosité): معدل قطر المسامات أكبر من 2,5 ملم.



الشكل1: انواع المسمات

- **قياس المسامية:** تقاس المسامية الكلية لمادة بالعلاقة بين حجم الفراغات على الحجم الكلي للمادة، ويعبر عنها بالنسبة المئوية حسب العلاقة التالية:[2]

$$N_{total}=100 \cdot V_{vides} / V_{total} = 100 \cdot V_{total} - V_{solide} / V_{total}$$

[1] بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة...، المرجع السابق،ص،ص.108-112 .

[2]Beck (K),Etude des propriétés hydriques et des mécanismes …,Op.cit, p. 73.

$\mathbf{N_{total}}$: المسامية المفتوحة.

$\mathbf{V_{vides}}$: حجم المسامات في المادة.

$\mathbf{V_{solide}}$: حجم الجزء الصلب للمادة.

$\mathbf{V_{total}}$: الحجم الإجمالي للمادة

تستعمل عدة تقنيات لقياس المسامية مثل القياس الزئبقي للمسامية، أو طريقة الوزن الهيدروستاتي التي يقوم على مبدأ دافعة أرخميدس، حيث تغمر العينة بالماء في وسط مفرغ من الهواء مما يؤدي بتغلغل الماء في المسامية المفتوحة للمادة، ثم يتم قياس حجم الماء المتغلغل الذي يمثل حجم المسامات[1]، وهناك طرق قديمة تستعمل لقياس المسامية كطريقة التجسيم(Stéreologie)غير أن عيبها أنها تدمر العينة على عكس طريقة الزئبق التي تعتبر الأمثل[2]، التي لم يستغن عنها بل طورت آلات لقياس المسامية بواسطة الزئبق، حيث يستعمل الجهاز لعينات الصخور وال فلزات وهذا من اجل تحديد الشبكة المسامية أو/والتشققات الداخلية[3]، وحجم المسامات والمساحات الخاصةبل وحتى الحجم الداخل في ممرات المسامات، والتوزيع بحسب مقاسات عنق الممرات (Clos d'accès) [4]وتكون النتائج عبارة عن طيف من المسامات(Spectre de Porosité) بالعمل مع الشعاع الداخل في الممرات[5] .

مبدأ عمل جهاز قياس المسامية :

الجهاز هو عبارة عن وسيلة لقياس المحيط المسامي بعد حساب حجم الزئبق المحقون في العينة في كل خطوة من خطوات الضغط [6]، حيث يتم حقنه داخل المسامات بقوة ضغط عالية وبما أن الزئبق هو عبارة سائل غير مبلل فانه لا يدخل مباشرة بصفة تلقائية عبر المسامات كالماء مثلا فانه بالتالي يسمح بمراقبة الحقن في الحالة العادية للضغط ، وعند

[1]Ibid.

[2] Ouakhlef(A) et al, Détermination de la distribution de taille pores d'un milieu poreux par la méthode des fluides a seuil , 2em congrès Français de mécanique , Besançon , 29aout au 2 septembre 2011, p 2

[3] Auger(P), Boulmier (JL), La prosimètrie au mercure et son application aux échantillons de poudres , BRGM , direction de la technologie, département minéralogie géochimie analyses , DT 038, MGA , 1986 ,p p 1.3

[4] Boher(C), Etude expérimentale et modélisation de la diffusion gazeuse a travers des milieux poreux partiellement saturés en eau , Application aux verres Vy cor geopolymere , et pates de ciment CEMV , Université de Toulouse institut national des sciences appliques , (INSA) 2012. pp, 46.47

[5]Auger (P), Boulmier (JL), op cit.

[6]Vannât (E), « Caractérisation des milieux poreux simulation d'un essai de prosimètre », SMN 24Mars 2011, p 18

زيادة الضغط فان الزئبق يحتل أماكن أخرى محتبسة من المسامية (Confiné de la Porosité) وتحوي مسامات أكثر دقة وتصل الآلات المتطورة حاليا إلى إمكانية ضغط تصل من 3kpa إلى400 mpa[1] حيث أن قوة شدة الضغط السطحية (Force tension) تقابلها تغلغل الزئبق داخل المسامات أين تتشكل زوايا الاحتكاك العالية[2] ب90° و يجب قبل البدا في الحقن أن تجفف العينة جيداكطريقة (Etuve ventilée)أو التبخير عن طريق حرارة مرتفعة 80° لتبخير الماء داخل المسامات الدقيقة، وهي الطريقة الأمثل[3].

تحتوي الآلة على قناة من زجاج بها موضع العينة مع الأنبوب، ومكان لوضع الزئبق، كما بها وسيلة لتعديل الوضعية و تموضعالزئبق وحاملة ضغط مرتفعة عازلة ومعلقة بواسطة عازل كهربائي،كما بهاوسيلة لقياس الضغط وأخرىلتسجيل لمختلف التحركات[4].

لكن يبقى القول بأن قياس المسامات بهذه الطريقة لا تخلو من السلبيات خاصة إذا عرفنا بأن الضغط الممارس على الزئبق يمكنه إتلاف العينة، وعملية التجفيف قد تغير من التركيبة الشبكية للمسامات ، كما يمكن الحصول على مسامات اسطوانية (Cylindrique)، كما أن الشعاع الأدنى للمسامات تتعاكس مع الضغط الممارس في الزئبق [5]، كما أن في موضوع دراستنا هذه أي دراسة العظام المتحجرة عامة و للديناصورات على وجه الخصوص فان الاستعانة بمثل هكذا وسائل يفيد في التعرف على الخصائص الماكروسكوبية للمستحثات ووجودها دليل قاطع محدد (Indice déterminant)، كما نستطيع التعرف على نسبة الصلابة أو مكونات المستحثة.

❖ **جهاز الكشف عن انحناء الأشعة السينية:**

هذه الطريقة هي جد فعالة لدراسة العينات الصلبة المتبلورة أين تعطينا خصائص كل وجه بلوري عند ذروة الانحناء[6]، حيث أن كل مادة

[1]Daïant (J F), Porometrie au mercure le model XDQ , Université joseph Fourier , 2007, p 6

[2] Becquet(M) et al, Mise au point d'un porosimetre a mercure , Application a l'étude des graphites nucléaires , Rapport CEAN 2093 , Centre d'études nucléaires de Saclay 1961,p .3

[3] Boher (C) , Etude expérimentale et modélisation…, op cit .

[4]Mesure du taux de porosité des explosif par porosimetre , GEMO , FE – 207-A-1 , 1985 , pp .1-18.

[5] Boher (C) , op-cit , p 48

[6]CRMD, ,Diffraction desRayonsX exemples d'applications, Unité mixte de recherches ,6619, CNRS , Université d'Orléans ,1b rue la Férollerie , 45071 , Orleans CEDEX 2.

تخضع لانفجار الكتروني للطاقة بين الأشعة X[1]، و الأشعة المنبعثة من البلورة أي عبارة عن مجموعة من الذرات المكونة للبلورة وهي التي تحولها إلى الكثافة الالكترونية للبلورة [2].

نتائج تحاليل الجهاز :

يسمح لنا الكشف بواسطة هذا الجهاز بالتعرف على المادة بواسطة ثلاث طرق وهي :

- تعريفدقيق للتركيبة البلورية انطلاقا من (Difracto Gramme)و مواضع الذرات داخل العقدة(Maille)
- التعرف على المكونات المتبلورة (Constituant Cristallisés) لأي خليط، حيث تعتبر انحناءاتها نتيجة توضعات انحناءات كل وجه .
- تتبع تطورات التركيبة البلورية بالعمل على العديد من الأنواع التحليلية الحراريةوالكيميائية [3].

كما يسمح لنا بالتعرف على البلورة من جهات عدة هي [4]:

- التركيبة المسامية .
- الشكل العام مطلق.
- الأبعاد .
- طبيعة الروابط الكيميائية .
- الزوايا .
- التفاعل بين الجزيئات .

- **التعريف بالجهاز:**

إذا مارجعنا قليلا إلى الوراء فإننا نجد أن الأشعة السينية لم تكن وليدة الأمس بل هي امتداد إلى أواخر القرن 19 م أي في عام 1895م وهو تاريخ اكتشافها من طرف رونتغن (Röntgen)، لكن تأخر العمل بها إلى غاية عام 1913م[5] أو عند البعض 1912م

[1] Auzende (AL),Techniques analytique en sciences de la terre - Quelques techniques de la minéralogie physique matière condensée-,Cours Université de Paris 7.

[2] Belayachi(A), Diffraction des Rayons X par les solides , Université Mohammed V Agadir faculté des sciences , Rabat , Département de physique LPM , P.28 .

[3]CRMD, « Diffraction des Rayons X exemples d'applications » , op cit.

[4]Albert (E) et al, Résolution structurale par diffraction des rayons X , sur monocristal, CNRS, Université Henri Poincaré, p.2

[5].Auzende(A), op cit .

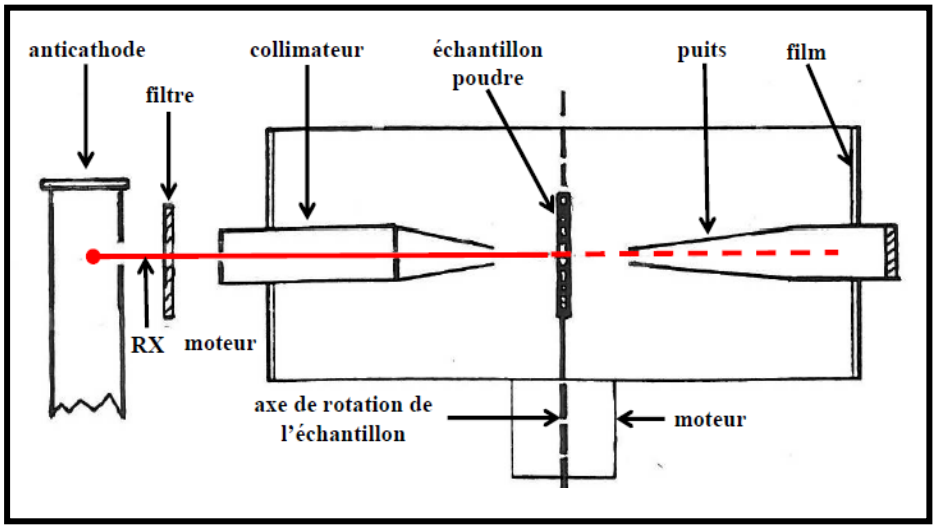
من طرف كل من فريديريك كنيبينغ (Fridirich Knipping) و فون لو [1] (Von Laue)، بالإضافة إلى طريقة هذا الأخير في دراسة الأشعة السينية هناك طريقة أخرى معمول بها وهي طريقة براغ (Bragg) وهما طريقتان متشابهتان في النتائج، فالأولى البلورة الواحدة تحتفظ بوضعيتها في حزمة متعددة من الألوان من الأشعة السينية X، أما البلورة تنحني فقط عند الموجات وهنا تعتبر البلورة كائن مجهري معرف موضوعة على المواقع في شبكة برافيه (Bravais) أين يستطيع كل واحد منها من إعادة نقل الإشعاع في كل الاتجاهات، و الذروات الحادة (Aigus Pics) تلاحظ فقط في الاتجاهات و أما الموجات فتعيد بعثها الأشعة في كل نقاط الشبكة الداخلية بطريقة بناءة، أما الطريقة الثانية عند براغ (Bragg) فإن البلورة هي عبارة عن مخططات شبكية متوازية (Plans Réticulaires) شبه عاكسة مفصولة عن بعد، ومن شروط الحصول على الذروة الحادة لانحناء الأشعة السنية يجب أن تكون مدروسة حسب مذكرات الايونات أو الذرات لكل مخطط، أما الأشعة المدروسة بواسطة المخططات المتتالية فإنها تدخل بطريقة بناءة [2] .

هناك أشعة أخرى تستعمل لدراسة التركيبة البلورية مثل النيترونات والالكترونات،أو ما يعرف بالأشعة الجسيمية [3] (Rayonnements Corpusculaire) فإذا كان الإشعاع جسيمي يطلق عليه شعاع أولي أو بدائي (Rayons X primaire) ، بحيث تقوم بمراقبة الطاقة لحزمة من النيترون والإلكترون و يسمح بالتعرف على طول الموجةبحيث : M_m =كتلة النيترون، وm_e= كتلة الإلكترون ، أما الموجة الازدواجية (Dualité) الكهرومغناطيسية فهي التي تنتشر في الفراغ بسرعة الضوء حيث طول الموجة تساوي سرعة الضوء على التردد، ويطلق عليها في هذه الحالة الأشعة السينية الثانوية المتزهرة[4].

مبدأ عمل الجهاز:

[1]Gravereau(P), Introduction a la pratique de la diffraction des Rayons X par les poudres, ICMCB-CNRS, Université Bordeaux 1, France , 2012, pp.41 .42.
[2] Belayachi(A), op cit , P 4 .
[3] Gravereau(P), op cit , p 209.
[4] Ibid ,p. 41.

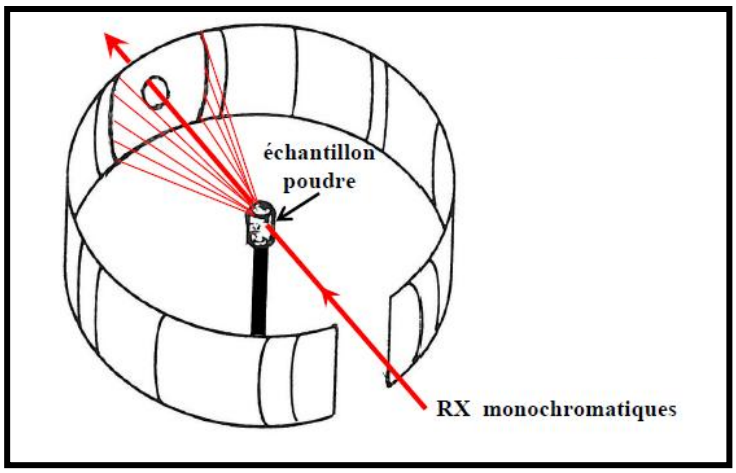
يعتبر الجهاز من بين أحسن الوسائل المستعملة للحصول على ترجمة جيدة للبلورات[1]نتحصل على الأشعة السينية بفعل تأثير الالكترونات التي تصدرها كاتود(Cathode) والتي يتم تسريعها من قبل الحقل الالكتروني على القطب الفلزي أنود (Anode)، وهذا بعد تجهيز المسحوق المناسب المتكون من عدد كبير من البلورات الأحادية Cristallites ، (Monocristaux)، يحتوي الجهاز على غرفة الانحناء (Chambre de Diffraction)أنظر المخطط1) التي هي عبارة عن أنبوب أو غرفة اسطوانية مغلقة ، يجهز الشريط في غرفة سوداء مظلمة ،يوضع المسحوق أو يلصق بـقضيب من زجاج تثبت على مركز الغرفة الذي يمكنه الدوران 360° بالاستعانة بمحرك[2] (أنظر المخطط 2) .



المخطط رقم 3: غرفة الانحناء (Pierre Gravereau)

[1] Skoulikidis(TN) and Beloyannis(N) , Inversion of Marble Sulfation: Reconversion of Gypsum Films into Calcite on the Surfaces of Monuments and Statues Author(s Reviewed work(s):Source: Studies in Conservation, Vol. 29, No. 4 ,1984, p, 197

[2] Gravereau(P), op cit, .87 .



المخطط رقم 4 : مركز الغرفة (Pierre Gravereau)

❖ **الشفرات الرقيقة باستعمال المجهر القاطب:**

هذا التحليل يكمل التحاليل الماكروسكوبية، حيث تعطينا الدقة والتأكد من التحاليل السابقة خاصة مراحل الت فلز (Phases Minérale)، وبالتالي بواسطة المجهر القاطب (Polarisant) (Microscope) يمكننا من التعرف على الفلزات وخصائصها مثل: لون استقطاب الزوايا (Teinte de Polarisation)، النتوءات ،كما تفيدنا هذه التحاليل بالتعرف على خصائص التركيبات، المؤشرات الفلزية(Indices Minéralogique)، معرفة تاريخ الصخور والظواهر الجيولوجية وخصائص المحيط الرسوبي، كما يساعد في إعادة تشكيل مراحل التبلور(Reconstituer la chronologie d'une Cristallisation) [1].

تعتبر الشفرات الرقيقة عينة من الصخور رقيقة السمك تدرس بواسطة المجهر القاطب لمعرفة التركيبة الفلزية، وتحضر هذه الشفرات عبر عدة مراحل لكن للملاحظة فان استعمال هذه الطريقة في تحليل العظام المتحجرة للديناصورات كان غير ممكن بالنسبة لعينات بحثنا هذا، كون أننا لم نستطع تمرير العينات على المراحل التي سنذكرها فيما بعد، إذ أن خصائص هذه المتحجرات لا تسمح ببقائها متماسكة عند التلميس أي في المرحلة الرابعة.

-مراحل تحضير الشفرات الرقيقة:

[1]Beaux (JF) et al,Atlas de pétrologie, Dunod ,Paris 2012, p5 .

تمر الشفرات الرقيقة قبل عرضها وفحصها على المجهر القاطب بمراحل أربعة وهناك من يعددها إلى 8مراحل[1] :

المرحلة الأولى- التحضير للمكعب الصخري - :

وهي تقطيع جزء من العينة المراد دراستها إلى قطعة بحم قطعة سكر بحوالي 1 إلى 2سم،بواسطة آلة تقطيع[2].

المرحلة الثانية - تسطيح وتصحيح إحدى أوجه المكعب - :

حيث تكشط إحدى الأوجه الأساسية بواسطة مرحات أوحجر موضوع بالة دوارة وهذا بالاستعانة بواسطة مسحوق كاشط جد دقيق مكون من الكربون والسيليكون (Carbure de Silicium)، حيث تمحى جميع التشوهات[3].

المرحلة الثالثة - إلصاق المكعب على الصفيحة حاملة الشفرة - :

بعد غسل وتجفيف المكعب يلصق مباشرة بواسطة راتنج إيبوسكي[4]على الصفيحة حاملة الشفرة التي تكون هي أيضا قد ملست من قبل لتكون مستوية وثابتة وهذا تحت درجة حرارة وضغط ملائمين حتى تسمح بالتصاق المكعب على الصفيحة الزجاجية[5].

المرحلة الرابعة - التلميس والتشكيل النهائي للعينة - :

وهذا من أجل الحصول على سمك رقيق ورفيع يقدر ب -30µ، لما للسمك من أهمية لأنألوان الا ستقطابتحتوي على إشعاعات ضوئية (Radiations Lumineuse) مختلفة ومنتشرة بحسب مسافاتها داخل البلورة، ويكون هذا السمك مراقب بواسطة المجهر القاطب على المعادن الغالبة والمتكررة والسهلة التعرف عليها كالكوارتزأو البلاجيوكلاس(Plagioclases)، أما ألوان الاستقطابفإنها تظهر عند السلم الرمادي بدءا بالأبيض ثم الأسود، أما في حالة ما إذا كانت الشفرة سميكة فإنها تظهر عند اللون الأصفر[6].

- المجهر القاطب (Microscope Polarisant):

---

[1] Hanrion(C), Techniques utilisées pour pour la préparation des lames minces pétrographiques, ORSTOM, BPV51 Abidjan, 1976, p 1.

[2].بلعيبود بدر الدين ، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية... ، المرجع السابق ، ص .177.

[3]Hanrion(C), op cit, p.19.

[4]بلعيبود بدر الدين ، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية... ، المرجع السابق ، ص .178.

[5] Hanrion(C), op cit, p.20.

[6]Beaux (J F),et al, op-cit, p.7 .

أول ظهور له كان عام 1670م من طرف أنطوان لوانهواك (Antoine Leeuwenhoek)، لكن استلزم الأمر نصف قرن بعده ليطبق على دراسة الصخور، ليقوم إيراسم بارثولان (Erasme Bartholin)باكتشاف ظاهرة الانكسار المزدوج (double réfraction)من أجل التعرف على التفاعلات المتبادلة بين الضوء والتركيبة البلورية، أما ايتيان فرانسوا مالوس (Etienne François Malus)فيعتبر مكتشف ظاهرة الاستقطابعام 1807م، ليقوما ناوتون و هيجون (Newton et Huygens) بإعطاء التفسيرات النهائية للانكسارات(Biréfringences) لكن دراسة الصخور وتحليلها أجبرهم على التقدم نحو ثلاث جبهات، وهي الحصول على مجهر قاطب يحتوي على قرص دوار، وكذا تطوير نظرية التفاعلات بين الضوء المستقطب والتركيبة البلورية وأخيرا وضع وتهيئة العينة المدروسة للصخور، لتبدأ من هنا مراحل تطوير هذا المجهر والذي مر بثلاث مراحل سميت كل مرحلة بحسب البلد الذي قام بتطويره بدءا بالمرحلة البريطانية التي دامت ثلاثين سنة، ثم المرحلة الألمانية، وأخيرا المرحلة الفرنسية التي بدأت عام 1870م[1]

-التعريف بالجهاز وكيفية التحليل:

هو جهاز يسمح بالكشف عن الفلزات و يحللالشفرات الرقيقة بسمك 30µ ميكرومتر من خلال دراسة تأثير الضوء على البلورة [2] ،يميزه القرص الدوار المتحرك ، ونظام استقطاب مزدوج للضوء،يحتوي على قطعة قاطبة (Plaque Polaid) تحت القرص الدوارتسمى (Polariseur) وآخر بين الهدف وبين العين (العدسة) مركبة عموديا تسمى المحلل[3] (Analyseur).

الضوء الأبيض الطبيعي المنتشر مكون من أمواج لا متناهية حيث أنها تنتشر في كل أنحاء المحيط ويقوم المجهر القاطب باستعمال الضوء الأبيض المستقطب Lumière Polarisée) (Blanche الذي يحتوي على مجموع الموجات المنتشرة في اتجاه واحد وتسمى

[1]Touret (J), Travaux du comité Français d'Histoire de la géologie, Troisième série , Tome XX , N 8, 2006, pp, 168.181

[2]Beneito(J), Chaussier(JB), Cours de Minéralogie Pétrographie, Département formation , Service coopération , Bureau de recherches geologique et minieres, Avenue de concyr , Orleans la source (loiret), BP 6009-45060 ,cedex, France .

[3]Beaux (JF) et al, Atlas de géologie et pétrologie, Dunod, 5rue Laroni Guiere, 75005,Paris, 2015, PP ,132.134 .

(Polarisation Plan de) أين تقوم بتمرير الضوء الطبيعي عبر مصفاة تسمى (Polariseur)، ويعبر هذا الضوء الشفرة الرقيقة للعينة الصخرية المدروسة .

كما أن الضوء يستطيع أن يستقطب مرة أخرى عند استخراج الشفرة من مستقطب آخر (Second Polariseur) يسمى بالمحلل هو قابل للسحب يعطي مخطط التقطيب وهنا يكون الضوء قد تم تحليله، وفي حالة عدم وجود الشفرة الرقيقة على القرص الدوار فان الموج الخارج من المستقطب يتم حذفه من طرف المحلل (Analyseur)[1] في مخطط الاستقطاب العمودي .

من خلال ما ذكرنا يتبين أن هناك نوعين من الملاحظات على المجهر القاطب :

- الضوء المستقطب الغير محلل (LPNA) : يسمح بتحديد الشكل والنتوء واللون الطبيعي لبعض الفلزات وكذا الانفصامات(Clivages).

- الضوء المستقطب المحلل (LPA) : حيث يكون التحليل عند وجود المحلل في مكانه حيث يعرف الألوان المستقطبة للفلزات والتي هي نتيجة اختراق الاهتزازات الضوئية للبلورة التي تحتوي على محيط متباين(Anisotrope)[2].

وللتوضيح فان القرص مهما كانت وضعيته فانه في كلى الحالتين المستقطبة المحللة (LPAوالغير محللة(LPNA) إذا كانت سوداء فهي تعتبر فلزات غير شفافة (Minéraux Opaques) وهي كثيرة في أكسيد الحديد، أما التي هي سوداء في حالة المستقطب المحلل (LPA) و فاتحة في حالة المستقطب الغير محلل)(LPNAفان محيطها واحد النظائر(Isotope) عندمؤشرات الانكسار الثابتة مهما كان اتجاهها .

-الخصائص النظرية للفلزات باستعمال المجهر القاطب:

يساعد المجهر القاطب بدراسة سلوك الضوء المار على الجسم البلوري باستعمال الشفرات الرقيقة وهذا من خلال :

-الضوء الطبيعي : يكشف لنا :

- شفافية وألوان حقيقة المعادن.

- ألوان متغيرة (Pleo –Chroisme) .

[1] Beaux (JF) et al, op-cit ,pp. 12-16.
[2]Beaux (JF) et al, op-cit, pp 134.135.

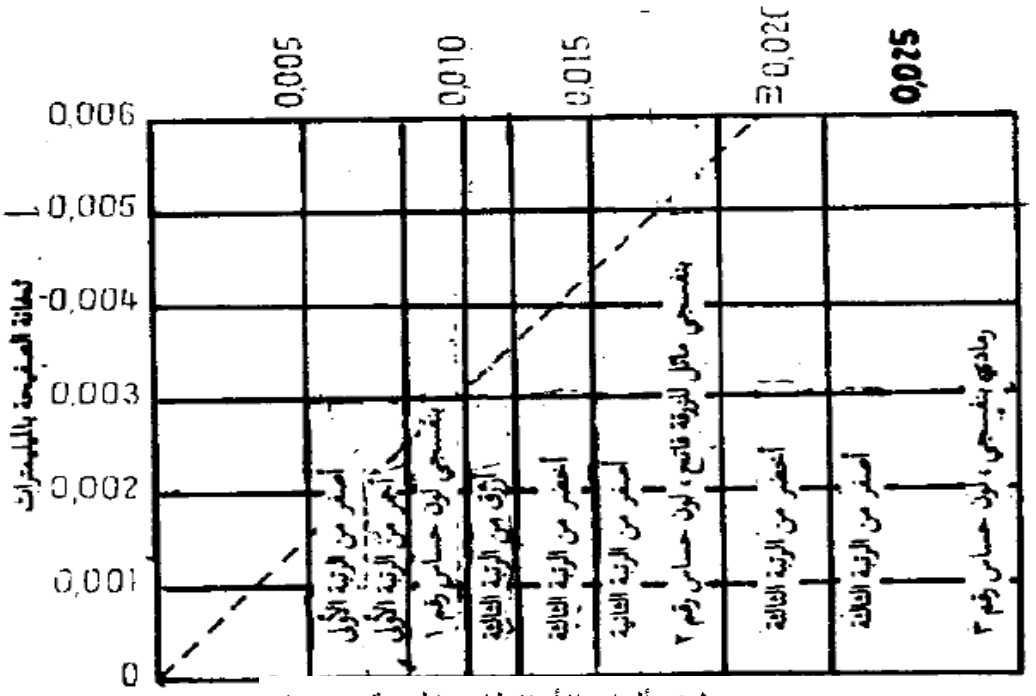
- الشمولية (Inclusion) .
- قيم مؤشرات الانكسار (Indices de Réfraction)
- شكل البلورات .
- زاوية الأوجه (Angle des Faces).
- اتجاه الانفصامات(Direction des Clivages) .

-ضوء مستقطبة (Lumière polarisé) :

1. ضوء مستقطبة متوازية(Lumière polarisé parallèle) **(** :

- الانكسار الأحادي (Mono réfringence) .
- الانكسار المزدوج(Biréfringence**)**.
- لون الاستقطاب (Teinte de polarisation).

2. **ضوء مستقطبة متقاربة Convergente (Lumière Polarisé:** وهو مركز الفلز.



جدول6: ألوان الأستقطاب (ليونة موريه)

وللملاحظة فقط يمكن الاستعانة كذلك بتحاليل المجهر المطياف (Spectroscopie) للتدقيق في بقايا المكونات العضوية للعظام المتحجرة، وبما أننا في دراستنا هذه يهمنا أكثر

هو العنصر الغالب (الفلزات والمعادن) داخل العظام التي تحجرت ، فإنه يمكننا الإستغناء عن هذا النوع من التحاليل.

2.2 البحث عن العلاج (إقتراح العلاج):

أردنا في هذا العنصر عرض أهم طرق علاج المستحثات العظمية التي اقترحت من قبل بإيجابياتها وسلبياتها، هذه الأخيرة قد تفيدنا في تجنب استعمال المواد الغير لائقة في صيانة وترميم المتحجرات العظمية.

❖ تطور طرق تقوية عظام الديناصورات :

- طريقة لويس دوباو1878 (Luis de Pauw)م:

إن فكرة صيانة وترميم عظام الديناصورات بدأت في 1878م،بتطبيق عملية التقوية على عظام أحد الديناصورات اغواندون (Iguandons) من طرف فريق الباحثدو باو ، حيثمرت العظام على مرحلة التنظيف بإزالة الجبس وطبقة الطين، ثم دهن العظم بلاصق لتفادي الانفصالات، لتطبق بعدها طريقة باو بتطبيق وصفة كيميائية [1] حيث يحضر حمام هلامي مكون من أجزاء متساوية من الغراء القوي (Rognure)، و غراء عظم(Colle d'Os)تترك لمدة 24ساعة قبل الاستعمال موضوعة في الماء المشبع بحمض أكسيد الزرنيخ الثلاثي $AS_2\ O_3$ (Acide Arsénieux) والذي يسخن في حمام مائي بعدها يسكب الغراء في دلو 10لتر نضيف إليه 15غ من البنزين وربع لتر من الكحول، هذه المقادير للدلو الواحد ، بعد ساعة نخرج الهلام الذي لم يتغلغل داخل العظم ونضع القطعة داخل فرن لنزع زيادات الغراء ثم نقوم بمسحها وتقويتها[2].

- طريقة المتحف الملكي للتاريخ الطبيعي البلجيكي 1920م :

قام المتحف الملكي للتاريخ الطبيعي بتجربة حماية و تقوية عظام أحد الديناصورات بعد رفض وضعها في خزانات زجاجية لغلاء تكلفتها، و التي كانت معروضة على الهواء الطلق لمدة ثلاثين سنة ما عرضها إلى التلف بسبب تقلبات المناخ من حرارة ورطوبة

[1]Godefroit(P),Leduc(T), La conservation des ossements fossiles le cas des Iguandons de Bernissart, op cit , p 25.
[2]De Pauw, Note sur les fouilles du charbonnage de Bernissart, Découverte solidification et montage des Iguandons, Imprim, photo, litho, J H et Jumpertz(P), 150d'Auderghem, 1902, p 25.

والاحتكاك المباشر مع محيط الجو، حيث أنبقايا البيريت (Residus de Pyrite) تتفاعل بفعل التأكسد ما يؤدي إلى ظهور تشققات في بعض العظام والبعض الآخر يسقط (أنظر آليات التلف)، ما دفعهم الى التفكير في إيجاد حلول ناجعة و أقل تكلفة وصعوبة للمحافظة على العظام و تقويتها وكان هذا عام 1933م الى1937 م، حيث يحضر خليط من الكحول 1 لتر، و صمغ اللثة (Gomme Shellac) بمقدار 100غ وهي عبارة عن مادة طبيعية تستخرج من إفرازات راتنج البوليستار التي تطرحها أنثى الحشرات الطفيلية التي تعيش في المناطق الاستوائية تعرف باسم (Cochemille)، و تغمر العظام في هذا الحمام ، لكن هذه الطريقة تحجب بشكل كبير لون العظام التي تحمل اللون القاتم.

- الطريقة الحديثة 2007م:

استعملت طرق ووسائل حديثة في صيانة وتقوية وترميم العظام المتحجرة، ففي عام2007م اتبعت خطوات منهجية في ذلك حيث تفحص كل قطعة على حد ى و تنظف بعناية كبيرة وترمم كل قطعة بحسب الحاجة ، أما عن أسلوب التقوية الجديد فهو عبارة عن غمر العظام في أسيتاتالبوليفينيل (Acétate de Polyvinyle) المذابة في الأسيتون و الإيثانول(Ethanol)، هذا الراتنج الاصطناعي من مميزاته إبقاء ألوان العظام المتحجرة على حالها عكس صمغ اللثة، بالإضافة إلى سهولة المراقبة والتحكم في كثافتها بحسب نوع العظم ودرجة التلف المراد معالجتها.

- أما في حالة اللصق فتستعمل الراتنجات اللاصقة السريعة الإلتصاق و الإيبوكسيد وهي مواد لاصقة قوية .

- أما الشقوق فتعالج أو تغمر بواسطة عجينة التقوية أساسها التيتان[1].

عند عرضها في الواجهات الزجاجية من الأفضل استعمال الألياف البصرية لتجنب اختلاف درجة الحرارة .

❖ أهم المواد المستعملة فيصيانة وترميم العظام المتحجرة:

ونقصد بالصيانة والترميم بالدرجة الأولى هما عمليتا اللصق والتقوية التي نطبقها على المتحجرات العظمية، وتعتبر عملية الترميم شاسعة منذ القديم من تنظيف وتقوية القطع

[1]De Pauw, op cit.

الحجرية من ملأ للفراغات بالنسبة للأعمال الفنية [1] ، ومن خلال ما سبق عرضه من معالجة للعظام المتحجرة للديناصورات وطرق صيانتها وترميمها يتبين لنا أن المواد المستعملة في ذلك هي متنوعة، مع العلم أنه يجب اختيار المواد الملائمة في العلاج [2] سنحاول ذكر أهمها، ولكن لا بأس بالتذكير بشيء مهم قبل البدء في استعمال المواد العلاجية وهو:

- ما يجب معرفته قبل التدخل العلاجي:

1.السطح المعالج: التدخل على القطعة المتحجرة او الحجارة بصفة عامة هو مرحلة حساسة،حيث تعتبر آخر حل نتخذه لمعالجة القطع ومن اجل هذا فانه من الضروري الاخذ بعين الاعتبار المعلومات اللازمة التالية[3] :

- معرفة خصائص القطعة.
- معرفة أسباب واليات التلف(التشخيص).
- معرفة التركيبة الفلزية (وسائل التحليل).
- معرفة نوع المسامية وحجمها و توزيعها(جهاز قياس المسامية إن أمكن ذلك)

2.المادة المعالجة:

- يجب أولا النظر في المكونات المضادة للأكسدة وكل مشتقاتها .
- يجب أن يكون المحيط خالي من الأكسجين بلستعمال المذيبات Solvants الضعيفة القوة على السطح لأنها جد حساسة و معرضة للدخول في قلب نسيجها [4].
- عدم إزالة المواد الأصلية.
- استقرارية الأشعة الفوق البنفسجية.
- قوة المقاومة من العوامل الخارجية.
- يجب أن تكون إرجاعية.[5]

[1] Griswold(J) and Uricheck(LS), « Compensation Methods for Stone », Reviewed work(s):Source: Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 37, No. 1, Published by: The American Institute for Conservation of Historic & Artistic WorksStable, Spring, 1998 , pp.89-110.

[2] Bromblet(P), Guide sur les techniques de Conservation de la pierre, CICRP, 2010,p.4.

[3] Delgado(JR), Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, Guimarães, 2001,pp,3-13.

[4] Rouchon (V), op cit.

[5] Griswold(J) and Uricheck(LS), op cit.

وتختلف نوع المادة باختلاف التدخل المطبق على السطح المراد معالجته ونذكر أهم هذه المواد والمتمثلة في :

- الزيوت .
- مواد التقوية واللصق كالبارالويد B72 و الاوروستاك .
- استعمال الورنيش (Vernis)[1].
- بخار الأمونياك[2].
- الايثانول أمين ثيوغليكو[3](Ethanol amine Thioglyco)
- المذيبات العضوية .
- راتنج أثليSilicate d'Ethyle (Rhodorsil RC70).

سنقوم بالتفصيل لأهم المواد اللاصقة و المقوية التي تفيد في صيانة وترميم المستحثات العظمية للديناصورات

- **غراء العظم**: هو عبارة عن غراء مصدره حيواني يستعمل غالبا في إلصاق الخشب [4]، وهو غراء هلامي يستخرج من الكولاجان [5]، وهو تقليدياستعمله المصريون القدامى منذ 1470 ق م [6].

- خصائص غراء العظم [7]:

- إرجاعية (Réversibilité) مع درجات الحرارة .
- المرونة .

[1]KEENE,(S), « Some adhesives and consolidants used in conservation », The Geological Curator, 1986, vol. 4, n° 7, p. 421-425. Et RIXON(AE), « Fossil animal remains. Their preparation and conservation », inThe Athlone Press, University of London, 1976.

[2]WALLER(R), « An Experimental Ammonia Gas Treatment Method for Oxidized Pyritic Mineral Specimens », dans ICOM comittee for conservation, Sydney,Actes, Grimstad, K. (ed.), The Getty Conservation Institute, 1987, p. 623-630.

[3]CORNISH,(L), DOYLE(A), « Use of ethanolamine thioglycollate in the conservation of pyritized fossils », dans Paleontology, 1984, vol. 27, n° 2, p. 421-424.

[4] Fauner(G) , Endlich(W), Manuel des techniques de collage [« Angewandte Klebtechnik: Ein Leitfaden und Nachschlagewerk für die Anwendung von Klebstoffen in der Technik »], Paris/Munich, Soproge/Carl Hanser Verlag, 1979 (Hanser)-1984 (Soproge) . (trad. E. Degrange), 234 p, p. 10-11

[5] Passion Bois
http://passion.bois.free.fr/le%20materiau%20bois/colles/Les%20colles%20a%20bois.htm

[6]Fauner(G), Endlich(W),Description sur les fragments d'un bas-relief provenant du tombeau du vizir Rekhmirê, de Thèbes, en 1470 av. J.-C. ,

[7]Ménard(G), Les colles d'animales , Droguerie des Halles , 4 rue des Halles, 30000 Nîmes www.droguerie-couleur.com

- الهشاشة.
- لتحسين خصائص هذا النوع من الغراء يضاف إليه غراء العصب(هو نوع آخر من الغراء الحيواني) من أجل التصليب Durcisseur .
- سهولة الإعداد والاستعمال.
- المرونة مع الرطوبة وبالتالي تجنب التشققات[1].

-طريقة الاستعمال :

غراء العظم هو على شكل حبيبات صفراء برتقالية،صلبة أوهشة تخلط ب75% منه مع 25 % مع غراء العصب، والذي يكون قد غمر من قبل في الماء لما يقارب 10ساعات، ليتم تسخينه في ما يسمى بحمام م ائي لمدة 5 إلى 6 ساعات قبل استعمالها حتى يكون على شكل سائل لزج[2].

- **الباراليويد B72 - -:**

يعتبر كمادة مقوية و لاصقة في آن واحد بحسب الاستعمال، وقد استعمل منذ الخمسينات في عمليات التقوية والترميم، وهو عبارة عن راتنج أكريليكي على شكل حبيبات، وهي خليط بين ميثاكريلات الاثيل بنسبة 70%و ميثاكريلات الميثيل بنسبة 30%، ويستعان بمادة الأسيتون لإذابة هذه الحبيبات، وتختلف نسبة تركيز المادة بحسب التدخل إذا كان من أجل التقوية فلا نزيد على4 %، و إذا كان من أجل اللصق فتكون النسبة أكثر، ونقول بأن من بين أهم سلبيات هذه المادة هو التغلغل السيئ بسبب جزيئاته الضخمة والذي يتشكل من سلاسل طويلة من البوليمر [3]، و لقد بينت إحدى التجارب على أحدى العظام المتحجرة لحيوان الإكتيوصور(Ichtyosaure) أي السمكي سحلي الذي انقرض منذ 93 مليون سنة، فعالية هذه المادة في اللصق والتقوية[4]، ما أكد لنا فرضية التعامل مع عيناتنا بهذه المادة الجد فعالة.

---

[1] http://blog.caseo.fr/colles-ecologiques/colle-dos-et-colle-de-peaux/

[2] Gerhard Fauner et Wilhelm Endlich (trad. E. Degrange), Manuel des techniques decollage [« Angewandte Klebtechnik: Ein Leitfaden und Nachschlagewerk für die Anwendung von Klebstoffen in der Technik »], Paris/Munich, Soproge/Carl Hanser Verlag, 1979 (hanser)-1984 (soproge), 234 p. , p. 10-11

[3] Berry (J), The encapsulation of salts by consolidants used in stone conservation, institut of archeologiy 5, 1994, pp.29-37 .

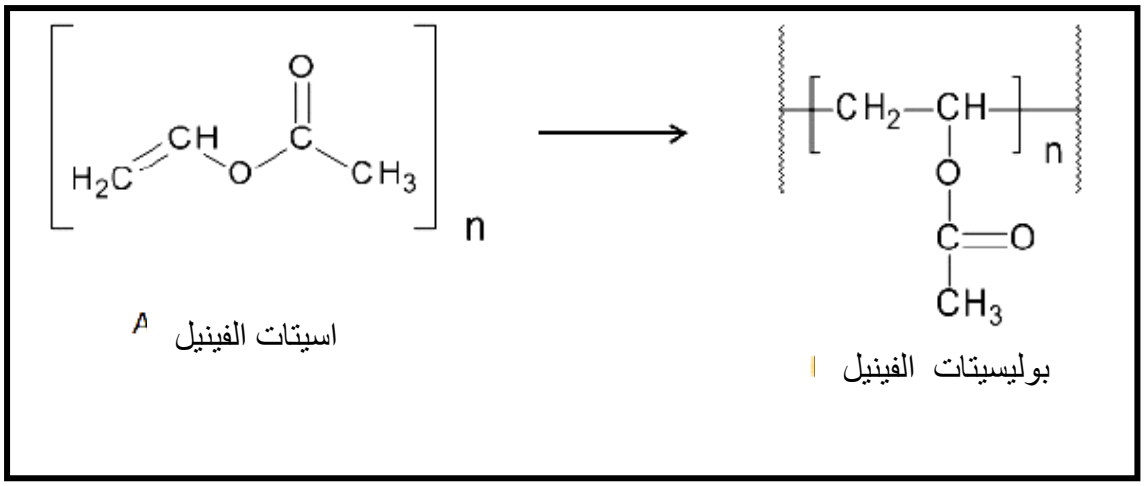
[4] www.Natural-History-Conservation.com, Conserving the ‘Spilsby ichthyosaur’ Nigel Larkin March 2015

- **أوروستاك[1]:** أوروستاك (أ س س 200)هو عبارة عن راتنج أكريليكي سيليكوني في مذيب عضوي من بين أهم مميزاته :

  - لزوجة منخفضة عند درجة 20^0 ما يجعله جيد التغلغل .
  - يسمح بحركية السوائل والغازات عبر المسامات
  - إرجاعية كبيرة .
  - لا يلاحظ علامات الاصفرار من تأثير الأشعة البنفسجية .
  - عازل للرطوبة .

- **أسيتات البوليفينيل**:

ويطلق عليه بوليستات الفينيل(PVAC) هو راتنج شفاف وعديم الرائحة على شكل حبيبات ناعمة نتحصل عليه من البوليمار وتفاعل حامض الخليك(Acide acétique) على الاسيتين و الاثيلين مع وجود الأكسجين، وهو لاصق بامتياز على الدعائم، ويستعمل أيضا في صناعة الدهانات والورنيشات واللواصق[2].



مخطط 5: التركيبة الكيميائية لأسيتات البوليفينيل

-المذيبات المساعدة:

- الأسيتون.
- كحول الميثيل والاثيل.
- حامض الاسيتيك.
- أسيتات الاثيل و الميثيل.

[1] بلعيبود بدر الدين ، نفسه ، ص. ص ، 145. 146

[2]Carrega(M), Matières plastiques, Aide mémoire, ,Dunod, 2 ed , 2009. p247.

- الهيدروكربونات العطرية.
- المذيبات المكلورة.

-الخصائص الفيزيائية والكيميائية:

- درجة الانصهار60 إلى 200.
- درجة حرارة التحول الزجاجي 30.
- الذوبانية.
- متعدد المذيبات.
- مستقرة في الضوء.
- الكثافة 1،18 غ سم .
- مقاومة للبرد واللدائن.
- متصلبة في وجود الهواء أو الحرارة[1].

- **الايبوكسيد :**

هو راتنج حراري (Thermodurcissable)، متصلب وسريع اللصق، يتشكل من سلسلة أو عدة سلاسل من الاوكسيران (Oxirane)[2]وتتفاعل مع مجموعات امينية (الهيدروكسيل والكربوكسيل والأحماض المعدنية) لإعطاء مركبات مستقرة نسبيا، يستعمل في صناعة المذيبات و الراتنجات الصناعية و طلاءات واقية للمعادن والخشب[3].

- خصائص الايبوكسيد :

- غير قابل للذوبان.
- لديه مقاومة جيدة للحرارة.
- انكماشه منخفض [4].

- **عجينة التقوية على أساس التيتان :**

[1]Trotignon(JP) et al, Matières plastiques, Structures propriétés, mise en oeuvre, normalisation. Nathan 2 éd., 2006. p 231.

[2]**الأوكسيران** : يتكون من ذرة من الأوكسجين وذرتين من الكربونات.

[3]Collins (JL), Propriétés des époxydes, Encyclopedie de sécurité et de santé au travail,Chapitre 104, 3e Ed Française, Bureau international du travail.

[4]Ibid.

هيعجينة ثنائية التكوين أساسهاالتيتان (Bi-Composante Titane-HP Chimie ،Pate) تستعمل لعلاجات مختلفة للشقوق والانكسارات ، ووصل الأجزاء، لديها مقاومة كبيرة للحرارة العالية،قبل البدء في المعالجة يجب أولا التنظيف من كل الشوائب والغبار، لتعجن باليد حتى نتحصل على لون موحد مع العلم أنها لا تلتصق باليد، لتطبق على المساحة المراد معالجتها يكون جفاف العجينة بعد ثلاث أيام عند درجة الحرارة 20°، و24ساعة عند 65° [1].

- **خصائصها:**

- سهلة الاستعمال.
- قابل للتشكيل والدخول في الثقوب الدقيقة.
- يمكن صبه من أجل إعادة تشكيل أجزاء مفقودة.
- لاصق بامتياز للصخور والمعادن.
- لا يحتوي على المذيبات.
- لا يلتصق عند التصلب.
- غير حساس للأشعة الفوق بنفسجية.
- مقاوم للصدأ .

- **الطبيعة الكيميائية والخصائص الفيزيائية والكيميائيةلعجينة التيتان:**

- مدة الاستعمال: 90 دقيقة لدرجة20°.
- الصلابة :80 /20° - 48 /260°.
- أقصى درجات الحرارة : 245° بصفة متواصلة و 280° بصفة متقطعة.
- مقاومة الهيدروكربونات (الكحول، المياه المالحة،الأحماض...).
- مدة الحفظ عند التخزين الجاف بعيدا عن أشعة الشمس بدرجة 5° إلى 20°.

- **المادة المقوية رودورسيل(رس70):**

نقصد بعملية التقوية هي منح الأجزاء المتلفة المتشققة تماسكا متجانسا بالأجزاء الأخرى الغير متلفة، ولا نقصد التلف هنا الانكسار والأجزاء المنفصلة أو الشقوق الكبيرة، وتعتبر

[1]Collins (JL),op cit.

مادة Rhodorsil RC70)(من المواد المقوية التي يعتمد عليها في التقوية، تتكون هذه المادة من مواد نشيطة بنسبة تصل 75بالمائة (سيليكات الاثيل) أما باقي المكونات فهي عبارة عن محفزات بكميات محدودة ومذيبات من (white-spirit) بنسبة تصل إلى 30بالمائة، وبمجرد تطبيق العلاج فان المادة المذيبة تتبخر أما المادة النشيطة تتبلمر مثل رانتج الايبوكسيد ويخضع للتحلل والتكاثف مثل راتنج السيليكون وعند انتهاء التفاعل يبقى ما يسمى بالبقايا الجافة[1].

يعتبر هذا الفصل جزءا مهما من البحث من أجل الإجابة على الإشكالية الرئيسية المتمثلة في إيجاد الحلول و التوصل إلى الطرق و الوسائل المساعدة في حفظ وترميم المستحثات العظمية (الديناصورات والتماسيح)، حيث استخلصنا جملة من المعارف والمعلومات حول المادة المراد معالجتها وهي التي تتكون منها هذه المستحثات بعد تعرضها للتحجر والتفلز هذا الأخير كمادة رسوبية يعوض المادة الأصلية ويأخذ الشكل الأصلي للعظم من خلال مراحل عدة ، و هذا ما ينتج لنا نوع من أنواع الصخور الرسوبية .

وقد رأينا أن عمليات التدخل على العظام المتحجرة لم تكن حديثة العهد بل بدأت منذ 1878م، وهذا ما يساعدنا في اختيار المواد المناسبة في المعالجة وتجنب المواد الغير لائقة، ومن بين المواد التي ذكرناها والتي يمكن أن تكون مناسبة لصيانة وترميم المستحثات العظمية للديناصورات، نذكر الأوروستاك(أ س س 200)، البارالويد (ب 72) الذي يستعمل للصق والتقوية، وكذلك أسيتات البوليفينيل، وعجينة التيتان التي تستعمل لسد الفراغات، ويكون اختيار هذه الأنواع من المواد المعالجة بحسب خصائصها خاصة كونها إرجاعية ولا تترك آثار جانبية كما حدث في ترميم احد عظام الديناصورات (ديناصور إغواندون) الذي استعمل فيه غراء العظم والذي ترك آثار سوداء على العظام شوه منظره.

سيكون هذا الفصل ممهدا للفصلين الثالث والرابع بتطبيق أسس الحفظ والعلاج والتشخيص على العينة المختارة من موقع حاسي مومن بعين صالح، حيث سيمثل الجانب التطبيقي منذ يوم الاكتشافات العظمية والتدخلات الاستعجالية على الموقع.

[11]Bromblet(P)et al, « Consolidation et hydrofugation de la pierre Monumental »,in Revue scientifique et technique des monuments historiques, Editions du patrimoine, 2002,pp.201-203.

الفصـــل الثـــالـث

التدخلات الاستعجالية لموقع

حاسى مومن

I . التعريف بمنطقة عين صالح.

II.المكتشفات العظمية المتحجرة بمنطقة حاسي مومن بعين صالح.

III.التدخلات الاستعجالية والحفريات الإنقاذية التي أجريت على الموقع.

1.التدخل الأول (السبر الأثري و عملية الغربلة)

2. التدخل الثاني - الحفرية الإنقاذية الأولى

3 . التدخل الثالث - الحفرية الانقاذية الثانية

IV.نتائج التدخلات على الموقع.

V. مراحل تسيير العظام المتحجرة من موقع حاسي مومن .

تعتبر التدخلات في حد ذاتها من بين المناهج والأسس الواجب إتباعها لحماية التراث بكل أنواعه بما فيه التراث الجيولوجي والمستحثات على وجه الخصوص وهذا كما ورد في الفصل السابق، كما يمكن القول بأن هذه الحفريه تعتبر ذات أهمية كبيرة و أولى الخطوات في صيانة وترميم العظام المتحجرة بالموقع وتسييرها إلى المخبر، بدءا بالمراقبات الدورية، المسح الأثري، السبر الأثري، الحفريات، تسيير العظام المتحجرة بشكل منهجي، وكذا تسييج موقع الاكتشاف وحمايته .

قبل الحديث عن أنواع ومراحل التدخلات على الموقع يجدر بنا تحديد الإطار المكاني و الزماني والتعريف بمنطقة عين صالح، وكتمهيد لهذا وبشكل مقتضب سنحاول التلميح عن أهم الابحاث الذين اهتموا بالمنطقة .

أما عن المهمات الاستكشافية والعلمية بمنطقة عين صالح فلم يكن دخول المستعمر الفرنسي إلى الصحراء الجزائرية عشوائيا ، حيث كتب عنها الرواد الأ وروبيين استنادا إلى المؤرخ

الروماني" بلين القديم 23 ق م[1]، حيث أنه بداية من القرن 19 م وفي عام 1825م كانت أول بعثة علمية لـ قوردن لينك (Gordon Link) التي كانت أول من حدد موقع عين صالح حيث دامت مدة شهرين من ديسمبر إلى جانفي 1826م، تلتها بعثة رولف (Roolf) من 17 سبتمبر إلى 26 أكتوبر 1864م، وهو من ذكر دراسات تاريخ الصحراء، حيث جاب صحاريالمغرب والجزائر وحتى غدامس و هو متخف يدعي أنه مسلم، ثم الرحالة الفرنسي "بول سوليات" الذي وصل إلى مليانة بعين صالح في مارس 1875م[2].

كل هذه الرحالات الاستكشافية مهدت الطريق إلى مهمة الأستاذ "فلامو ند" [3] تعتبر مهمة الاستكشاف لـ فلاموند (G.Flamand-) للصحراء الجزائرية بمثابة مفتاح الدخولإلى الصحراء الجزائرية وهذا عبر التادمايت إلى جنوبها ومنطقة التيديكلت التي واجهت هذه المهمة ذات الطابع الاستعماري في منطقة "ايقسطن" لكن قلة الأسلحة والمئونة أدت إلى فشلها مقارنة مع قوات القائد ان جيرمان و بان(Pein)و (Germain) ومع سقوط عين صالح التي كانت عاصمة الاهقار الاقتصادية سمحت بالسيطرة على الصحراء في كل من توات، ساورة، قورارة،وهذا عام 1901، ومن هنا قام باستكشاف تادمايت ، مويدير، عرق أجمور، كما أنه قام بإجراء دراسة جيولوجية ، نباتية،وعرف موارد المياه ، وعرف أحوال الناس و طريقة عيشهم وتفكيرهم ،وكذا ديانتهم، وكانت هذه الحملة مجهزة بأحدث الوسائل العلمية ، بمساعدة النقيب العسكري "لويس فوانو" وحماية قائد الحملة العسكرية فيما بعد "النقيب بان(Peine)[4].

I . التعريف بمنطقة عين صالح :

1. أصل تسمية عين صالح:

[1] احمد السليماني، "دراسة نقدية للمصادر والآثار والأصول تاريخ إفريقيا الشمالية القديم الإنسانية والحضارية "، مجلة الدراسات التاريخية ، جامعة الجزائر، معهد التاريخ ، الملكية للطباعة، العدد السادس 1992 ، ص79 .

[2] Ludovic(M), , Drapeyron, Revue de géographie, tome 46, , Imprimeries réunies B, Rue Saint Benoit 7 directeur moteroz ,1900 , p19 .

[3] فلاموند: هو أستاذ بالمدرسة العليا للعلوم بالجزائر العاصمة ، أرسل لمهمة استطلاعية من طرف وزارة الأشغال العمومية والفنون الجميلة للتنقيب العلمي في الصحراء الجزائرية (انظر تقرير فلاموند)

[4] Flamand (GBM), Une mission d’exploitation scientifique au tidikelt, Annales de géographie , Tome 9 , 1900 , pp 233, 242

"صالح" على الأرجح اسم علم لشخص قيل من أعيان المنطقة البدو ، أو أحد الحجاج[1] الذين ألزمهم المرض البقاء في المنطقة ، وقد قام صالح بحفر بئر "عين" سميت بعد ذلك باسمه ، "عين صالح" ، وهناك من يقول بـأن التسمية الصحيحة هي "إن صالح" و كلمة "إن" عند البربر تطلق للملكية وبالتالي ملك لصالح [2]، ولكن إذا تمعنا جيدا في كلا القولان فإنهما متداخلان ولا يوجد اختلاف بينهما، فالعين التي حفرت هي ملك لصالح .

تعتبر عين صالح عاصمة للتديكلت، والتي تضم أربعة أقاليم هي: أولف بولاية أدرار، اينغر، عين صالح ، فقارة الزوى و حتى هضبة التادمايت ومنهم من يضيف تيط و أقبلي[3].
ومعنى كلمة "تيديكلت "باللغة البربرية هي كف اليد أو اليد المنخفضة ، لأن الإقليم المذكور يشبهه في انخفاضه[4].

2. الموقع الجغرافي لعين صالح:

تقع منطقة عين صالح وسط الصحراء ، يحدها شمالا هضبة التادمايت ، جنوبا السهول الرسوبية الممتدة إلى سفوح المويدير، غربا إقليم توات، شرقا سفوح الطاسيلي [5].
الحياة فيها تكاد تنعدم لولا المياه الجوفية التي تعتبر أكبر خزان مائي في العالم، والتي أعادت لها الحياة لعدة قرون ، تتكون المنطقة من ثلاث طوابق متتالية ومتوازية من الشمال إلى الجنوب، تفرقها صخور حادة ومتآكلة ، تتمثل في :

- هضبة تادمايت وتينغرت: هي مساحة شاسعة مكونة من الكثبان الرملية متوسط ارتفاعها 600م .
- التيديكلت: مساحة شاسعة الكثبان تمتد إلى الشرق نحو "أغمور" .
- السهول الجنوبية : هي الحدود الجنوبية للتديكلت، وتنتهي في سفوح المويديروالأهنت، وهي منطقة التقاء الأودية الآتية من التيديكلت[1].

---

[1] تعتبر عين صالح مكان التقاء الحجاج من الشرق الغرب و الجنوب ، أين يواصلون مسيرتهم نحو مكة
[2] العقيد دوماس، الصحراء الجزائرية ، دراسة تاريخية، إحصائية وجغرافية ، باريس 1845 ، ترجمة عبد الرحمان بالنوي ص .3.
[3] Bissuer (H), Le sahara Français , Conférence sur les questions saharienne , faite le 21 et le 31Mars 1891,Alger Adolphe Jordan Editeur ,imprimeur libraire de l'académie, 4 place de gouvernement 4 , 1891,pp 7.8
[4] للمزيد انظر : التومي الحاج سعيدان، سكان التيديكلت القدماء والاتكال على النفس، العالمية للطباعة والخدمات2012. الذي اعتمد على الروايات الشفوية .
[5] كريم سامر ، "الفن الصخري بمحطة حاسي لقويرة بعين صالح –وصف حالة – "، مجلة الحكمة للدراسات التاريخية ، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع ، العدد الثالث عشر ، السداسي الأول ، 2018، ص ص 101 ،117 .

3. جيولوجية منطقة عين صالح:

تقع هذه المنطقة في حدود مجموعة من الأراضي القديمة جدا التي قاعدتها مكونة من :

- تقارب القارات:يحتوي على مجمع تحت الطباشيري، حيث تتكون من الطين و الحجر الرملي على السطح على مساحة هامة من منطقةالتيديكلت.

- الطباشيري البحري : هي عبارة عن سلسلة من الطبقات تتمثل في:

- الحجر الرملي و الغضار و الجبس (Grés ,Argile Gypse)يعود إلى السينومانيان الأعلى (Cénomanien supérieur)[2].
- الحجر الجيري الدولوميتي(Calcaire Dolomitique)يعود إلى التوروني [3](Turonien)
- الحجر الجيري الصواني "Calcaire a Silex " والذي يعود إلى السينونيانSénonien(89.8 الى66 مليون سنة)

- نهاية الطباشيري: البحر السينوماني"(Mer Cénomanien) يغطي كل منطقة التيديكلت أين ترك وراءه الرسوبيات البحرية[4] و التي هي واضحة إلى يومنا هذا[5] (أنظر صور المستحثات البحرية للفصل الأول).

4. المناخ في عين صالح:

تتميز منطقة عين صالح بمناخ صحراوي ، حار و جاف، ورطوبة منخفضة مابين 15%إلى 20% في الصيف، أما الأمطار فهي استثنائية، أما الحرارة فهي عالية جدا تتعدى ال50° في الصيف، أما الدنيا فتصل 0°م درجة[6]، أما التغيرات السنوية، والتباين الليلي والنهاري فيه ما بين 15°م و 20°م [7]

II. المكتشفات العظمية المتحجرة بمنطقة حاسي مومن بعين صالح :

1. الإطار الجغرافي لموقع الاكتشاف "ضاية الحمير" بحاسي مومن :

[1].Ruffié (J), et al, « Etude hemotypologique des populations du Tidikelt (Sahara Central) » , bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de paris , série 11 , T 4 , fascicule 3 , 1963, pp 531 ,544.

[2]السينومانيان الأعلى : هي أول مرحلة للطباشيري المتأخر مابين 100.5إلى 93.9

[3] التوروني هي ثاني مرحلة في فترة الطباشيري المتأخر من 93,9 إلى 89.8 مليون سنة

[4]Ruffié (J), et al,op cit,. pp 531 ,544.

[5]Fabre (J) et al, op cit , pp282-294.

[6].Perret (R) , « Le climat du Sahara », in Annales de géographie , T. 44, N 248, 1935, pp 162 ,186.

[7] Ruffié (J), et al, oc cit .

ينسب موقع حاسي مومن إلى الجبل المقابل له في الجهة الشرقية (جبل علي مومن) الذي يبعد بحوالي 20كم شمال عين صالح ، وتعتبر منطقة حاسي مومن مكان مصنع ضخ الغاز الطبيعي التابع لشركات عالمية ووطنية أين يبعد المصنع بحوالي 10كم غرب الطريق الوطني رقم 1 وبالتالي حوالي 45 كم شمال غرب مدينة عين صالح، يبعد موقع الاكتشافات العظمية للديناصورات ب14،5 كم عن المصنع أو ما يطلق عليها بالنقطة الكيلومترية (PK 14) في الإحداثيات الجغرافية التالية: N"10.16'40°27 - E"28.23'25°2، وهو عبارة عن واد يطلق عليه السكان الأصليون اسم ضاية الحمير أي مكان تجمع المياه التي تشرب منها الحيوانات وحسب القراءة الأولية للموقع للبروفيسور محبوبي خلال زيارته الميدانية فانه عبارة عن نهر قديم Paléo Lac.

2. **وصف حالة الموقع أثناء الاكتشافات** :

هو عبارة عن خندق بعمق 1,8م وعرض 1م ، وهو محدد بطول حوالي 100م حسب السبر الأثري ، يحده من الجانبين أنبوبي غاز بنصف قطر 32" و 16" ويفصل بينهما طريق سير الآلات نحو الشمال ما يرجح فرضية تحطيم العظام المتواجدة في مساحة الحفر، هذا أدى إلى اتخاذ قرار تحويل الطريق نحو:شمال/غرب من طرف حظيرة الاهقار الثقافية.

3 . تاريخ الاكتشافات العظمية:

يعود تاريخ هذه الاكتشافات إلى عام 2012م في بداية شهر نوفمبر أين كانت احد الشركات الأجنبية المكلفة بأشغال حفر خندق لأنبوب الغاز 32"، وخلال الحفر تفطن الشخص المكلف بالحفر ذو الأصول الجزائرية (محمد مزي) لوجود قطع عظمية متحجرة مما أجبر على التوقف و إبلاغ الحظيرة الثقافية للاهقار بالمديرية الفرعية بعين صالح التي تدخلت في أسرع وقت ممكن وأوقفت أشغال الحفر قبل اتخاذ التدابير اللازمة لحماية الموقع (صورة 44).

4. الإجراءات والتدابير المتخذة من طرف الحظيرة الثقافية للاهقار لحماية الموقع[1]:

[1] Samer(k), Rapport de surveillance 26-11 au 02/12/2012, ONPCA In salah.

بعد التدخل الفوري من طرف المديرية الفرعية لحظيرة الاهقار بعين صالح ووقف كل أشغال الحفر كانت زيارة مدير وإطارات المديرية العامة بتمنراست إلى الموقع للاجتماع بالمسئولين المكلفين بمشروع (عين صالح غاز) من الشركات العالمية والوطنية من أجل إيجاد الحلول اللازمة لحماية الموقع بدون تعطيل المشروع،فكانت القرارات الأولية هي :

- وضع حماية ومراقبة يومية على الموقع من طرف حظيرة الاهقار.
- التبليغ عن كل ما هو تراث.
- إمكانية وضع أنبوب الغاز بحضور إطارات حظيرة الاهقار التي تعمل على مراقبة وحماية الخندق الذي تتواجد فيه العظام المتحجرة.
- تغيير مسار تنقل العربات لتفادي تحطيم القطع العظمية المتواجدة على السطح.
- غلق الموقع على مساحة 1كم^2.
- التحضير لحفرية إنقاذية مستعجلة في أقرب الآجال.

الصورة 44: خندق الاكتشافات العظمية بموقع حاسي مومن بعين صالح - الأسهم الحمراء تمركز العظام المتحجرة على الجدران – (عن الطالب)

III.التدخلات الاستعجالية والحفريات الإنقاذية التي أجريت على الموقع :

ذكرنا فيما سبق كيفية اكتشاف هذه الهياكل العظمية المتحجرة والتي جاءت عن طريق أعمال الحفر لإحدى الشركات المتخصصة في ذلك، وقد أبلغت المؤسسة المخولة في حماية التراث

(الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار) والتابعة لوازة الثقافة، وتتطلب الأمر التدخل السريع والمستعجل لحماية هذه المستحثات الحيوانية بدءا بإيقاف الحفر وتحديد حيز التدخل و التنقب و التسييج فيما بعد، ما يطلق عليه اسم الحفرية الإنقاذية .

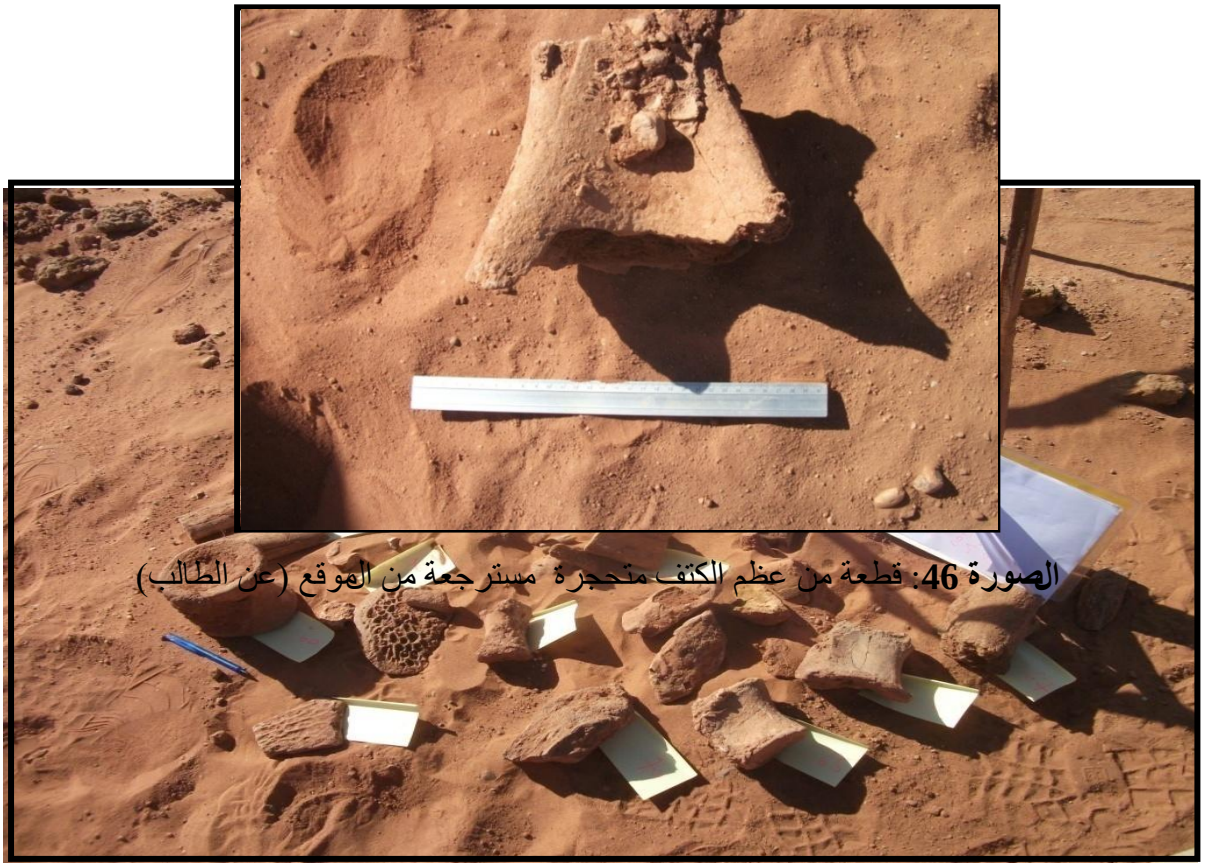
إن المخبر الذي وضعت به القطع العظمية والتي هي في حالة الجرد المبدئي أو الأولي قد جلبت بعدة طرق منها العشوائية ومنها ما جلب بطرق منهجية وفق مناهج علمية في تسييرها إلى المخبر ولعل الجزء العشوائي منها ما جلب من طرف مكتشف القطع سائق الحفارة الذي قام بجلب 134قطعة عظمية متحجرة من مختلف الأحجام والأشكال كالفقرات والأنياب، والفكوك(صورة45) وهذا بتاريخ 04 نوفمبر 2012 (صورة46) ليقوم بعدها عمال حظيرة الاهقار بعملية جمع القطع العظمية المتحجرة على السطح وهذا بعد التخريب الذي لحق بها أثناء الحفر وهذا لمدة سبعة أيامأي من 12 -11- إلى 18-11-2012،في حدود 100مترأي من النقطة: N=27°40’13.4’’/E=2°25’32.1’’

إلى النقطة : N=27°40’10.0’’/E=2° 25’24.8’’

وأسفرت عملية الجمع عن تحديد بعض أنواع القطع من مختلف الأشكال والأحجام كالفقرات التي من حجم :8سم إلى 14سم و كذا الأنياب من 5سم إلى 11سم ، صفائح جلدية ، وفقرات،وقطع أخرى هي في حالة الجرد[1] .

الصورة 45 : فكوك وأنياب من موقع الاكتشاف(عن الطالب)

[1]Smer (K) , Rapport Technique Mission a HassiMoumen De 12/11 au 18/11/2012 ONPCA In salah 2012.



الصورة 46: قطعة من عظم الكتف متحجرة مسترجعة من الموقع (عن الطالب)

الصورة 47: القطع العظمية المسترجعة من مكان الاكتشافات بحاسي مومن(عن الطالب)

1.التدخل الأول (السبر الأثري و عملية الغربلة): كان الهدف من هذا التدخل هو إنقاذ العظام المتحجرة المتواجدة على أكوام التر بة المستخرجة أثناء الحفر ، عن طريق عملية الغربلة اليدوية، وكذا عملية السبر الأثري من أجل تحديدمساحة الحفرية ، حيث امتدت من 2012-12-10 إلى 2013-01-15.

1.1 عملية الغربلة :

والتي كانت بواسطة غرابيل من 0,3 سم ،0,5 سم و 0,7سم، بفريق مكون من 12 فرد على أكوام طولها تقدر بـ100م، بوضع نقطة تركيز العظام في الوسط في النقطة الإحداثية التالية : N=27°40'11.4''/E=2° 25'27.3''، توجيه الأكوام شرق /غرب، كانت منهجية الغربلة ترتكز على تقسيم الأكوام الترابية المتتالية إلى أكوامرقمة من 1 إلى النهاية (R1,R2 , R3 …)بطول 12م وعرض حوالي 7,5م و ارتفاع 1,5م، في هذه المرحلة لم يتسن لنا غربلة كل الأكوام لأسباب خارجة عن نطاقنا كون الموقع داخل منطقة حساسة(مشروع مصنع ضخ الغاز الطبيعي) ولدواعي أمينة اضطررنا إلى توقيف المهمة

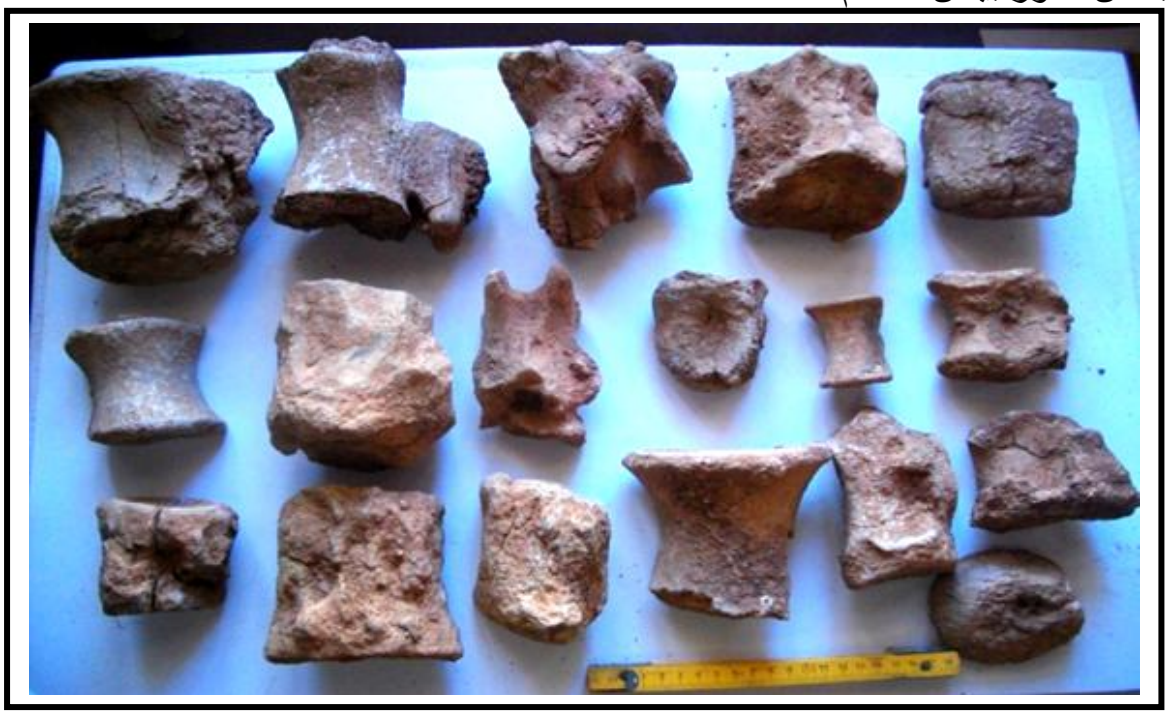
والتي تزامنت مع أحداث تيقنتورينبايليزي مما أدى إلى غلق المنطقة من طرف الجهات المكلفة بالأمن، وبالتالي اقتصرت الغربلة على كومتين ونصف الكومة أي ما يقارب 30م، أسفرت عملية الغربلة على استخراج عدد كبير من القطع والأجزاء أيأكثر من 2000قطعة عظمية، ونفس العدد تقريبا أو تزيد من الأجزاء الصغيرة من مختلف الأنواع و الأحجام العظمية من فقرات، مخالب، أنياب، فكوك، صفائح جلدية وأنواع أخرى من العظام المتحجرة[1]كما هو مبين في الجدول الأسفل:

جدول رقم7:إحصاء العظام المسترجعة من التدخلات الاستعجالية

الرقم	أنواع المستحثات العظمية المسترجعة	عدد القطع أو الأجزاء المسترجعة	الملاحظات
1	الفقرات Vertèbres	20	هي متنوعة الأحجام والأشكال و ذات حالات حفظ مختلفة و منها المنكسرة
2	الفكوك Mandibules	2	-
3	الأنياب Canines	22	هناك بعض الخلط بين الأنياب المتحجرة والمخالب وفي بعض الأحيان عبارة عن حجارة عادية
4	المخالب وعظام الأصابع Griffes et Phalanges	2	-
5	الصفائح الجلدية Plaques Dermiques	لم تعد	هي بإعداد كبيرة جدا تمثل حوالي 20بالمئة من مجموع العظام وقد أدرجناها في مع باقي العظام
6	عظام أخرى Autres	لم تعد	وهي متنوعة ومختلفة منها ماو معروف كعظم الفخذ و العظام الطويلة
7	العدد الإجمالي للأجزاء الصغيرة(Fragments)	1950	وهي ذات أحجام صغيرة جدا قد تفيد في تحديد محيط الديناصور
8	العدد الإجمالي	2339	

[1] Samer (K) , Rapport technique , Mission d'intervention a Hassi Moumene, Opération de tamisage de 10-12-2012 au 15-01-2013 , ONPCA In salah 2013

ملاحظة : صادفنا أثناء عملية الغربلة خلط بين العظام المتحجرة التي لا يمكن الانتباه لها وبين الحجارة العادية التي تشكلت من الطبيعة والتي تشبه إلى حد ما مستحثات عظمية، خاصة بالنسبة للأنياب والمخالب كما انه سجل استرجاع قطع من الخشب المتحجر و كذلك بعض قشور بيض النعام.

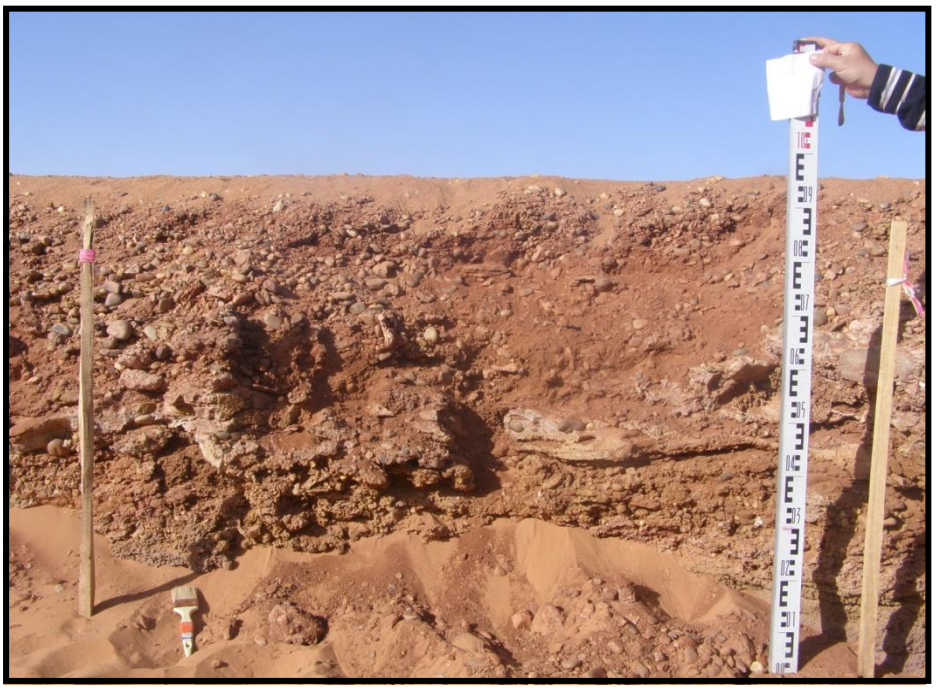


الصورة 48: فقارات عنق وذيل مختلفة الأشكال والأحجام للديناصورات مسترجعة من عملية الغربلة (عن الطالب)

الصورة 49: أسنان ثيروبودات(سبينوصور،كاركارود، وأخرى غير معرفة) مسترجعة من عملية الغربلة (عن الطالب)

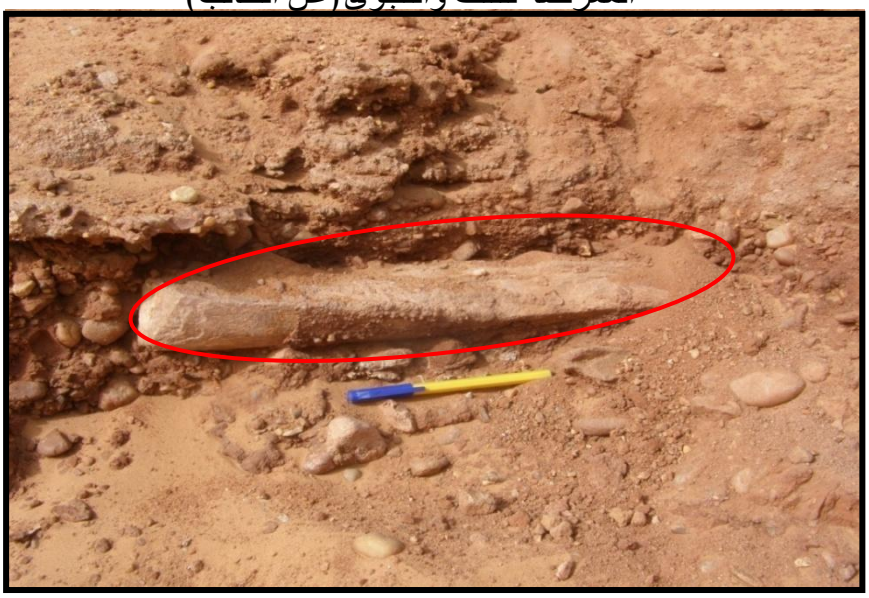
2.1 السبر الأثري:

وقد استعمل السبر الميكانيكي وهذا لشساعة المساحة التي تقدر بطول كم، اتجاه شرق/غرب نحو منطقة تمركز العظام بالموازاة إلى 500م تقريبا ونفس الشيء بالنسبة للجهة الأخرى أي غرب /شرق نحو منطقة تمركز العظام بالموازاة كل هذا من أجل تأكيد موقع تركيز العظام (Zone de Concentration) السالفة الذكر وتحديد مساحة الحفر، والتي قسمت بدورها إلى ثلاث مناطق للحفرية Zone 1 , Zone 2, Zone 3، مساحة الحفر كانت تتراوح من 6X6 م و4X4 م و عمق 1,8م وأسفرت هذه العملية على أنالحفر من S1إلى S9 خالية من العظام المتحجرة ، لنلاحظ وجودها في S10 و S11 .



صورة 50 : كيفية تقسيم جدران الخندق إلى أجزاء لتسهيل عملية الجمع والوصف وتحديد تموقع كل قطعة (عن الطالب)

صورة 51: طريقة استرجاع العظام المتحجرة من خندق الاكتشافات المعرضة للتلف والتجوية (عن الطالب)



صورة 52 : قطعة من عظم طويل متحجرة خلال عملية الاسترجاع من خندق الاكتشافات (pk 14) (عن الطالب)

2. التدخل الثاني - الحفرية الإنقاذية الأولى :

جاءت هذه الحفرية تبعا للمعطيات المأخوذة من السبر الأثري، و تماشت مع عملية الحفر عملية أخرى هي استرجاع العظام المعرضة للتلف من الخندق (ظاهرة التجوية) ، و كذا

عملية سبر أثري يدوي بالقرب من الأنبوب 16" و كذا التنقيب اليدوي حيث امتدت العملية بين ماي- جوان 2013 .

1.2 عملية الاسترجاع من الخندق :

نظرا لعامل الريح المصحوب في بعض الأحيان بالرمال و الذي يؤدي إلى تلف المستحثات العظمية(أنظر التجوية في الفصل الثاني) كان من الضروري القيام بعملية استخراج العظام المعرضة للتلف من حواف الخندق ، الشرقي بطول 70 م و ارتفاع 1,5م و الغربي 66م وارتفاع 1,5م، أسفرت عملية الاسترجاع التي دامت من 05/11 إلى 2013/05/27 إلى جمع 218 قطعة مختلفة الأنواع والأحجام ، (أنظر صور 51،50، 52).

2.2 السبر الأثري اليدوي:

وهذا عن طريق حفر خندق بطول 56م X 2م و عمق 0,5م باتجاه شرق /غرب من الجهة الجنوبية للمنطقة Zone3 (صورة62)في الإحداثيات التالية :

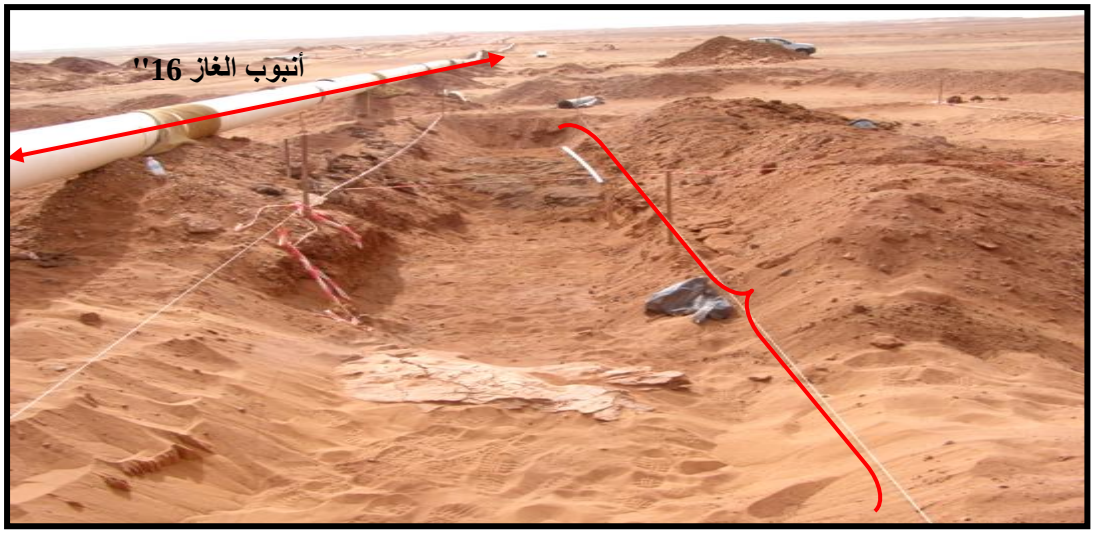
T01(27° 40" 09 9 / 02°25"28.4

T02 (27°40"10.5 /02°25"26 4 ALT 406

T03(27° 40" 10.0/ 02°25"28.4 ALT 402

T04 (27°40"10.6 /02°25"26.4

نتج عن عملية السبر جمع 92 قطعة عظمية متحجرة و استبعاد الجزء الجنوبي من Zone 3 من الحفرية وعند عمق 50سم تبين وجود طبقة صلبة من الرمل المتصلب ما أوقف مواصلة الحفر .



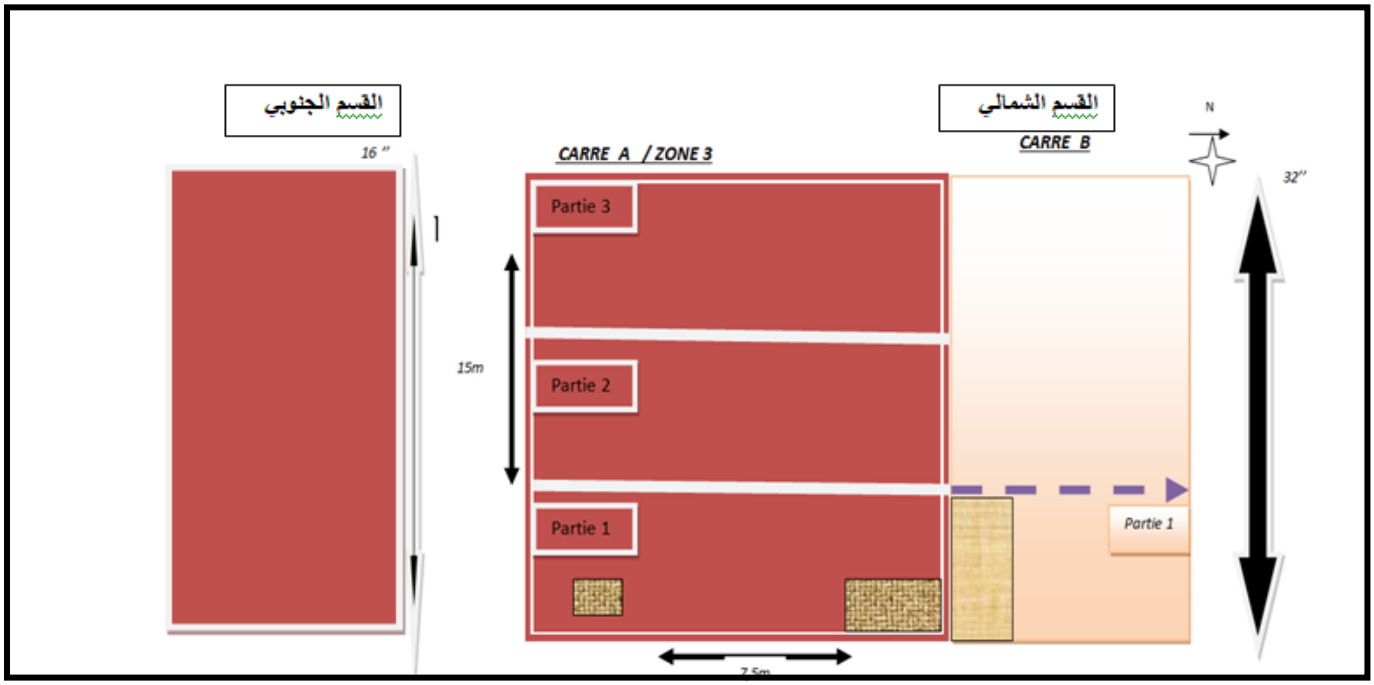
الصورة 53: خندق السبر الأثري اليدوي (عن الطالب)

3.2 التنقيب أو الحفر اليدوي للمنطقة 3 :

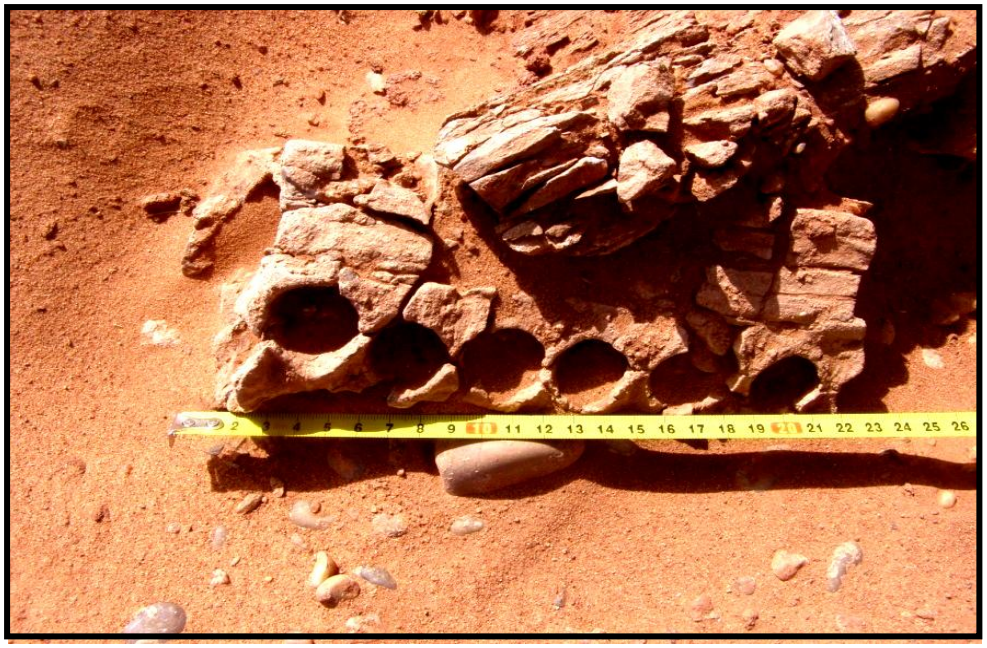
تم تحديد مكان ومساحة الحفرية الإنقاذية بحسب تمركز وتواجد المستحثات العظمية بعد إجراء عملية السبر الأثري الميكانيكي ، قسمت منطقة الحفر إلى ثلاث مناطق ZONE1 , ZONE 2 ,ZONE 3باتجاه غرب/شرق ،و كل منطقة تحتوي على جهتين شمالية وجنوبية يفصل بينهما أنبوب الغاز 16" وحتى تكون العملية متوازية مع عملية الغربلة التي جرت من قبل بدأنا بالمنطقة الثالثة ZONE3شرقّ/غرب والتي قسمناها إلى قسمين القسم الشمالي والقسم الجنوبي هذا الأخير هو اكبر مساحة من الأول أي15م X 15م وقمنا بتقسيمه كذلك إلى قسمين A و B باتجاه جنوب شمال 15م X 7,5م ولتسهيل المهمة قمنا بتقسيمه كذلك إلى ثلاث أجزاء كما هو مبين في الرسم الأسفل ، بعد تقسيم A érraC (صورة 63) إلى ثلاث اقسم وتربيعها إلى مربعات 1م من الجزء الجنوبي قمنا بإتباع تقنيات الحفرية الأثرية المعروفة والحفر اليدوي مع اخذ الصور والرفع وتسييرها إلى مخزن الحفظ المتواجد في منطقة الإقامة بمركز الحياة المتواجد على بعد 14كم جنوب الموقع ومن بعد نقلها إلى مخبر الحظيرة الثقافية للاهقار بعين صالح أما عن الجهة الجنوبية فقد أسفرت عملية الحفر اليدوي عن 68 قطعة و 28جزءا من العظام المتحجرة [1] (صورة 55).

صورة رقم 54: Carré B من الجهة الشمالية لـ Zone 3 (عن الطالب)

[1]Samer(K),Guerriche(A), Fouille de Sauvetage HMN2013 ,Rapport Quotidien de 11-05Au 09-06-2013, ONPCA 2013.



رسم بياني رقم 1: تقسيم منطقة الحفر(عن الطالب)



صورة 55: جزء من فك متحجر بستة تجاويف لثيروبود(اكل اللحوم) في حالة تلف من منطقة رقم 3 مربع B الجهة الشمالية (عن الطالب)

3 . التدخل الثالث - الحفرية الانقاذية الثانية:

دامت هذه الحفرية مدة 15يوما في مارس 2014، واصلنا فيها التنقيب اليدوي من الجهة الشمالية للمنطقة 3 للمربع B وكذا إجراء سبر اثري في المنطقة A أربع حفر من 2م 2Xم و 2مx1م و 1مX1م و عمق لايتجاوز 90سم، وكانت نتائجه كلها سلبية عدا التي كانت على السطح (Conglomérât) (صورة 56).

صورة 56 : عملية التنقيب اليدوي (عن الطالب)

صورة ساتيليتية لموقع الحفرية الإنقاذية حاسي مومن(بتصرف من الطالب)

IV. نتائج التدخلات على الموقع :

أفرزت التدخلات على الموقع عدة نتائج سواء في تحديد مساحة تواجد المستحثات العظمية وهذا من خلال السبر الأثري ا لميكانيكي و اليدوي وكذا تحديد ستراتيغرافية الموقع بالرغم من أنها غير متجانسة كما سيأتي بيانه و جمع كم هائل من القطع العظمية والتي تعدت 3000 قطعة التي جمعت عن طريق الغربلة والتي تعتبر اكبر عملية لاسترجاع القطع وما هو في الأكوام المتبقية اكبر واهم بكثير مما جمع ، بالإضافة إلى عملية الاسترجاع التي شهدها الخندق و عملية الحفرية للمنطقة الثالثة بشقيها الأولى والثانية ، بل وحتى الاسترجاع عن طريق السبر الأثري أو من خلال عملية الاسترجاع على السطح ومن خلال الجداول التوضيحية التالية سنحاول بث نتائج التدخلات بمختلف أنواعها:

1. مصادر القطع العظمية المتحجرة : سنحاول تلخيص كمية القطع العظمية المتحجرة و كيفيات استرجاعها من الموقع من خلال الجدول التالي :

جدول رقم 8: طرق استرجاع القطع العظمية المتحجرة خلال التدخلات الاستعجالية (عن الطالب)

مصادر القطع العظمية	التاريخ	عدد القطع	الملاحظة
جلبت من طرف سائق الحفارة	نوفمبر 2012	134 قطعة	استرجاع عشوائي
عملية الجمع والاسترجاع على السطح	نوفمبر- ديسمبر 2012	130قطعة	جمع واسترجاع القطع على السطح في المساحة المهددة
الغربلة	ديسمبر2012- جانفي 2013	2339 - قطعة -1950جزء	تعد من بين اكبر مصادر استرجاع القطع العظمية المتحجرة
السبر الميكانيكي	ديسمبر2012- جانفي 2013	-	-
السبر اليدويالأول	ماي- جوان 2013	92قطعة	منها التي جمعت في سطح المساحة ومنها التي استخرجت خلال الحفر
السبر اليدوي الثاني	مارس 2014	0 قطع	من المربع A للجهة الشمالية للمنطقة الثالثة zone 3
الاسترجاع من الخندق	ماي 2013	218 قطعة	استرجعت في عمق ما بين 25سم إلى 80سم واغلبها في عمق 50سم مع تقسيم جدار الخندق الى جدران (paroi) بطول 1م لكل منها مع اخذ ا إحداثياتها
الحفرمنالمنطقة 3	-ماي- جوان 2013 - مارس 2014	لم تعد وهي في مرحلة الجرد الأولي	حيث لم تتجاوز عملية التنقيب عمق 30سم أي مباشرة في الطبقة الستراتيغرافية الثانية بعد Conglomérât

عدد القطع المحسوبة	من نوفمبر2012 إلى مارس 2014	2913قطعة	هذه الإحصائيات ليست دقيقة ، وتحتمل الزيادة أو النقصان ، وهي الآن في مرحلة الجرد والترتيب

2 . وصف الطبقات الستراتيغرافية :

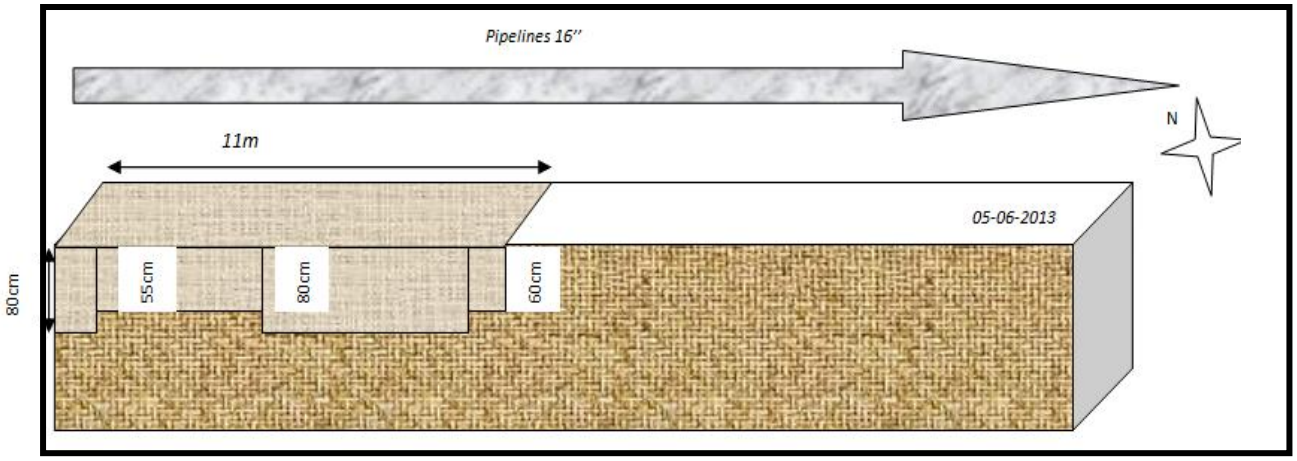
إن المساحات المحفورة في موقع ضاية الحمير بحاسي مومن لكافية من اجل معرفة نوع التربة و طبقاتها الستراتيغرافية، وهذا من خلال مساحة خندق الاكتشافات، السبر الأثري بنوعيه الميكانيكي واليدوي وكذا عملية التنقيب في المنطقة الثالثة، ومن المعلوم أن ستراتيغرافية الصحراء عامة غير مستقرة وغير متجانسة ما استنتجناه في المناطق المذكورة سابقا أين لمحنا طبقات مختلفة عن بعضها البعض خاصة من حيث السمك ،والآن سنحاول ان نوضح هذه الطبقات من خلال الجدول التالي :

جدول رقم 9: الطبقات الستراتيغرافية (عن الطالب)

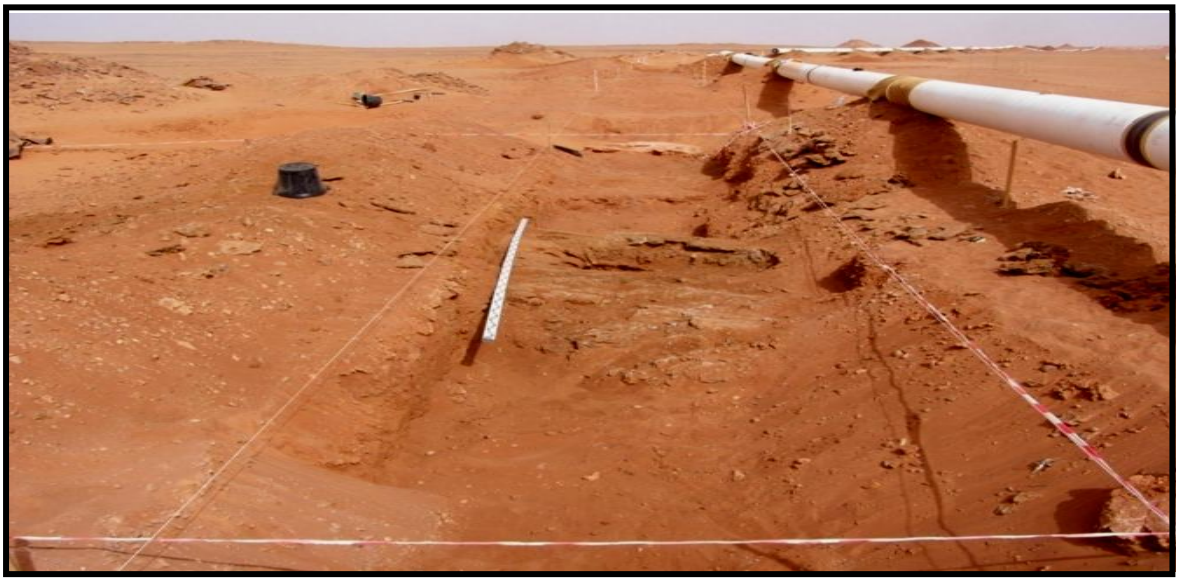
الرقم	منطقة العينة	رقم الصورة	العمق	عدد الطبقات	وصف الطبقات
1	بداية خندق الاكتشافات	57	160سم	3	بعد حفر 180سم من طرف آلات الحفر تبين وجود ثلاث طبقات الأولى ذات سمك 70سم مكونة من الطين البني اللون أما الطبقة الثانية فهي ذات سمك 50سم مكونة من صخور او رمل Sable compactéذا لون رمادي أما الطبقة الثالثة فهي عبارة عن رمل اصفر(للمزيد انظرجيولوجية عين صالح ص ص 137. 138)
2	السبر الأثري الميكانيكي	-	-	-	-
3	خندق السبر الأثري اليدوي	58 و 59	80سم	5	بعد الحفر اليدوي لـ 11م X 2م باتجاه جنوب / شمال تبين وجود العديد من الطبقات مختلفة التكوين كلما تقدمنا من مكان لآخر (أنظر الرسم البياني رقم1)، الأولى منها بعمق 67سم متكونة من الرمل الناعم الأصفر اللون الذي من المحتمل انه تكون حديثا بفعل أشغال الحفر أما الطبقة الثانية فهي خليط من الرمل الناعم و الطين والحصى بسمك 14سم أما الثالثة فهي خليط من الطين

					الرملي القاسي نوعا ما بعمق 26سم لتصادفنا بعدها طبقة صخرية في حدود 55سم وعند التقدم نحو الشمال طبقة من الحصى الرسوبية (كركوب) بداية من عمق 80سم و آخر طبقة وصلنا لها هي خليط الطين الرملي الصلب 'تافزا)
4	التنقيب في منطقة الحفرية رقم 3 الجهة الجنوبية	60	30سم	3	الطبقةالأولى مكونة من الرمل الناعم غير مستقر السمك أما الطبقة الثانية في خليط من الرمل الناعم والطين والحصى أما الطبقة الثالثة فهي عبارة عن طين صلب
5	السبر الأثري في منطقة الحفرية رقم 3 الجهة الشمالية		70سم		هناك ثلاث طبقات الأولى مكونة من الطين الرملي الثانية الطين الصلب أما الثالثة فهي عبارة عن تكوين صخري من الرمل

الصورة 57:الطبقات الستراتيغرافية بداية خندق الاكتشافات العظمية المتحجرة (من إعداد الطالب)

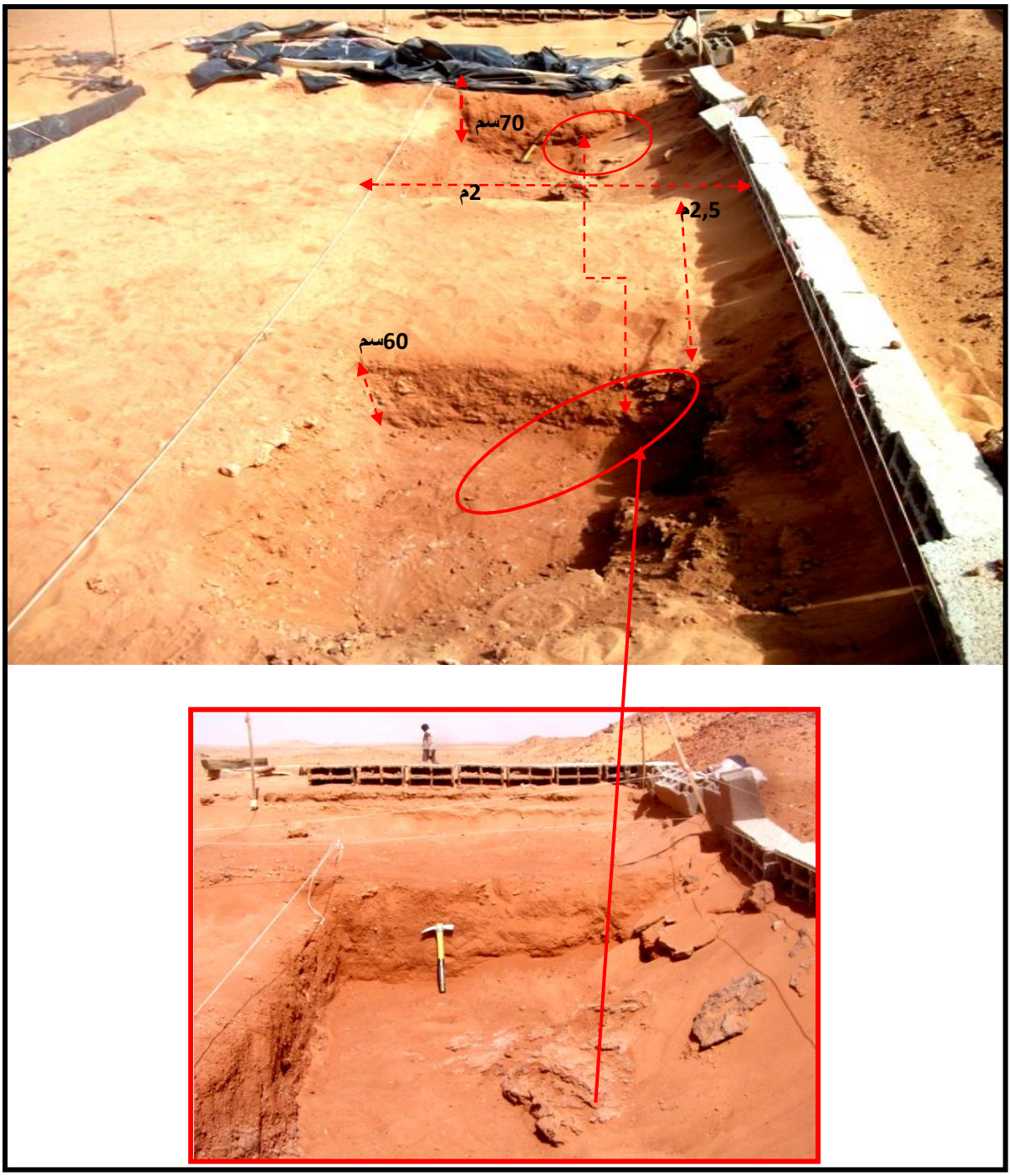


رسم بياني رقم 2 : سمك و طول الطبقات الستراتيغرافية في خندق السبر الأثري(عن الطالب)



الصورة 58:خندق السبر الأثري (عن الطالب

الصورة 59 : الطبقات الستراتيغرافية في خندق السبر الأثري (عن الطالب)



الصورة 60 : السبر الأثري في المنطقة 3 من المربع B للجهة الشمالية تبين تواصل التكوين الصخري من S1 و S2 (عن الطالب)

الصورة 61 :سن متحجر بطول 12سم لثيروبود من موقع الاكتشاف (عن الطالب)

V. مراحل تسيير العظام المتحجرة من موقع حاسي مومن :

1 تسيير العظام المتحجرة داخل الموقع :

كنا قد تناولنا في الفصل السابق عموميات حول الحفظ في الموقع وتعتبر مرحلة تسيير اللقى أو المستحثات في حالة عينتا من موقع تواجدها إلى مكان الحفظ أو العرض من بين أهم المراحل التي ينبغي علينا مراعاتها، وسنتناول الآن عمليا هذا العنصر من خلال التدخلات التي قمنا بها في موقع حاسي مومن.

إن المستحثات العظمية قد سيرت من موقع الاكتشافات بحاسي مومن إلى مقر الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار بعين صالح بطريقة منهجية، وقد خصصت لها قاعة كمخبر للحفظ والجرد والتصنيف وهذا حسب مصدر وتاريخ استخراجها ، ويبدأ تسييرها من الموقع، وبعد تحديد القطعة العظمية المتحجرة بأخذ صورة فوتوغرافية و القيام بالرفع الأثري، والتوثق بواسطة بطاقة تحمل معلوماتها الخاصة بها كتاريخ الاسترجاع والمصدر ، وفي بعض الأحيان نضيف الإحداثيات الجغرافية في حالة الجمع في غير موقع محدد ليتم وضعها داخل كيس بلاستيكي بعد لفها بالورق(صورة 62، 63)، كما نضيف عدد القطع أن جمعت في كيس واحد خاصة بالنسبة للأجزاء الصغيرة ، ووضعها داخل صناديق بلاستيكية بحسب تحملها للثقل، هذه الصناديق تحمل أيضا معلومات عامة عن القطع من تاريخ الاسترجاع الموقع، المصدر(صورة رقم 64، 65)، وفي بعض الأحيان نقوم بالصيانة المستعجلة داخل

الموقع خاصة بالنسبة للقطع الهشة والمتدهورة (صورة 66)، لكن تبين أن استعمال مواد اللصق لم يكن مناسبا لبعض القطع خاصة الهشة منها التي لم تقاوم كثيرا ربما يعود لخاصية المادة في حد ذاتها أو عامل الجفاف الذي تتميز به المنطقة (صورة 67).

الصورة 62: المعلومات الأولية للقطع العظمية المتحجرة في الموقع قبل مرحلة التغليف جلبت عن طريق الغربلة (عن الطالب)

الصورة 63: المعلومات الأولية للقطع العظمية المتحجرة في الموقع قبل مرحلة التغليف جلبت عن طريق الحفرية (عن الطالب)

الصورة 64:مرحلة توثيق المعلومات الأولية للقطع بواسطة بطاقات (عن الطالب)

الصورة 65: مرحلة تغليف القطع وتصنيفها (عن الطالب)

الصورة 66: عملية الصيانة (تقوية) لأحد العظام المتحجرة الهشة في موقع الحفرية (أرشيف حظيرة الأهقار)

الصورة 67: نتائج الترميم السيئ للعظام المتحجرة (عن الطالب)

2.الحفاظ على العظام المتحجرة في الموقع :

كناقد تناولنا هذه الخطوة في الفصل السابق في عنصر التدعيم والتقوية في حالة القطع الهشة والصعبة الانتزاع، وكما قلنا سنبرز الجانب العملي والتطبيقي لهذه المرحلة، لكن قبل عرض صور التدخل على القطع العظمية المتحجرة في الموقع يجب معرفة خطوات المحافظة على هذه العظام في حالة تدهورها الشديد .

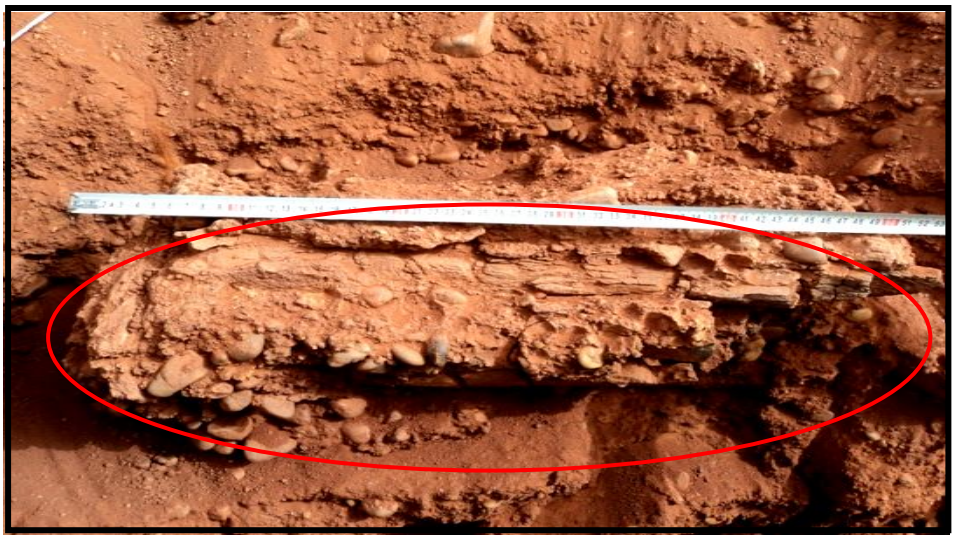
- أول خطوة للمحافظة على العظام المتحجرة تكون في محيطها وهذا بمراعاة :

1. المظهر الخارجي
2. نسبة التشققات
3. نوع المسامية إن أمكن معرفة ذلك

ثاني خطوة نقوم بها هي عملية التقوية داخل الموقع عند اقتضاء الأمر لتليها مرحلة استخراج العظام بدون إتلاف [1] وهذا بإتباع المنهجية الصحيحة حيث نزيح الشوائب عن الجزء الظاهر ونغطيه بورق مزدوج ومبلل ثم ندهنه بطبقة من 5 إلى 10مم من الجبس، ثم نحيطها بقضيبجديدي من أجل سكب طبقة أخرى من الجبس لتسهيل عملية النزع وتنفصل الصخرة بصفة عادية من مكانها،و تسجل كل المعلومات اللازمة عليها [2].

[1] Dauphin(Y), Bardé(BL), « Evaluation de la conservation de l'os fossiles : Integration des différents niveaux d'observation », opcit, pp, 441- 457.

[2] Godefroit(P) , Leduc(T) , "La conservation des ossements fossiles le cas des Iguandons de Bernissart", op cit , , p 25.



الصورة 68: قطعة عظمية متدهورة و معرضة للتلف (عن الطالب)

تهيئة القطعة وتنظيفها

عملية لف و تغطية القطعة بالقماش

لف القطعة العظمية بالقماش

تقوية وتهيئة مكان صب الجبس

تهيئة الجبس

القطعة العظمية بعد صب الجبس عليها

انتزاع القطعة من الموقع

القطعة العظمية بالمخبر

القطعة العظمية بعد انتزاع الجبس الزائد

الصور68 إلى 77 :مراحل عملية التقوية بالجبس لإحدى العظام المتحجرة المتدهورة في الموقع لتسهيل عملية انتزاعها (عن الطالب)

4. معالجة العظام المتحجرة في المخبر:

بعد احترام شروط الحفظ والنقل تم إنزال العينات في قاعة مخصصة للعظام المتحجرة بالمديرية الفرعية بعين صالح للديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقارتأتي مرحلة مهمة وهي مرحلة التنظيف و الجرد التي تضم عدة عمليات في حد ذاتها نقتصرها فيما يلي :

- مرحلة التنظيف والجرد:

تنظيف القطع كان رديئا في بعض الأحيان لنقص مواد التنظيف HCl10% وقد رأينا آثار التنظيف الميكانيكي السيئ لبعض القطع (صورة 37)، والجرد الأولي الذي يضم أكبر قدر ممكن من المعلومات حول القطعة ومصدرها مع أخذ صورة لكل واحدة منها ثم توضع في صناديق تصنف فيما بعد حسب تواريخ و طريقة استرجاعها و مصدرها، لكن هذا الجرد و هذه الإجراءات ما هي إلا عمل تمهيدي و مبدئي من أجل المحافظة على القطع العظمية، وكمبادرة من إطارات المديرية الفرعية بعين صالح خصصت بطاقات جرد خاصة بالمستحثات العظمية لكل قطعة داخل المخبر(أنظر نموذج بطاقات الجرد)، وكذا بطاقات أسبوعية تحمل عدد القطع التي تم جردها في الأسبوع، كل هذا في انتظار تخصيص مكان مناسب لها من أجل توفير محيط مناسب للصيانة الوقائية المناسبة، وكذا العلاجية إن اقتضى الأمر، ومن هنا كان التفكير في إمكانية البحث عن المناهج السليمة في صيانة وترميم المستحثات العظميةللديناصورات.

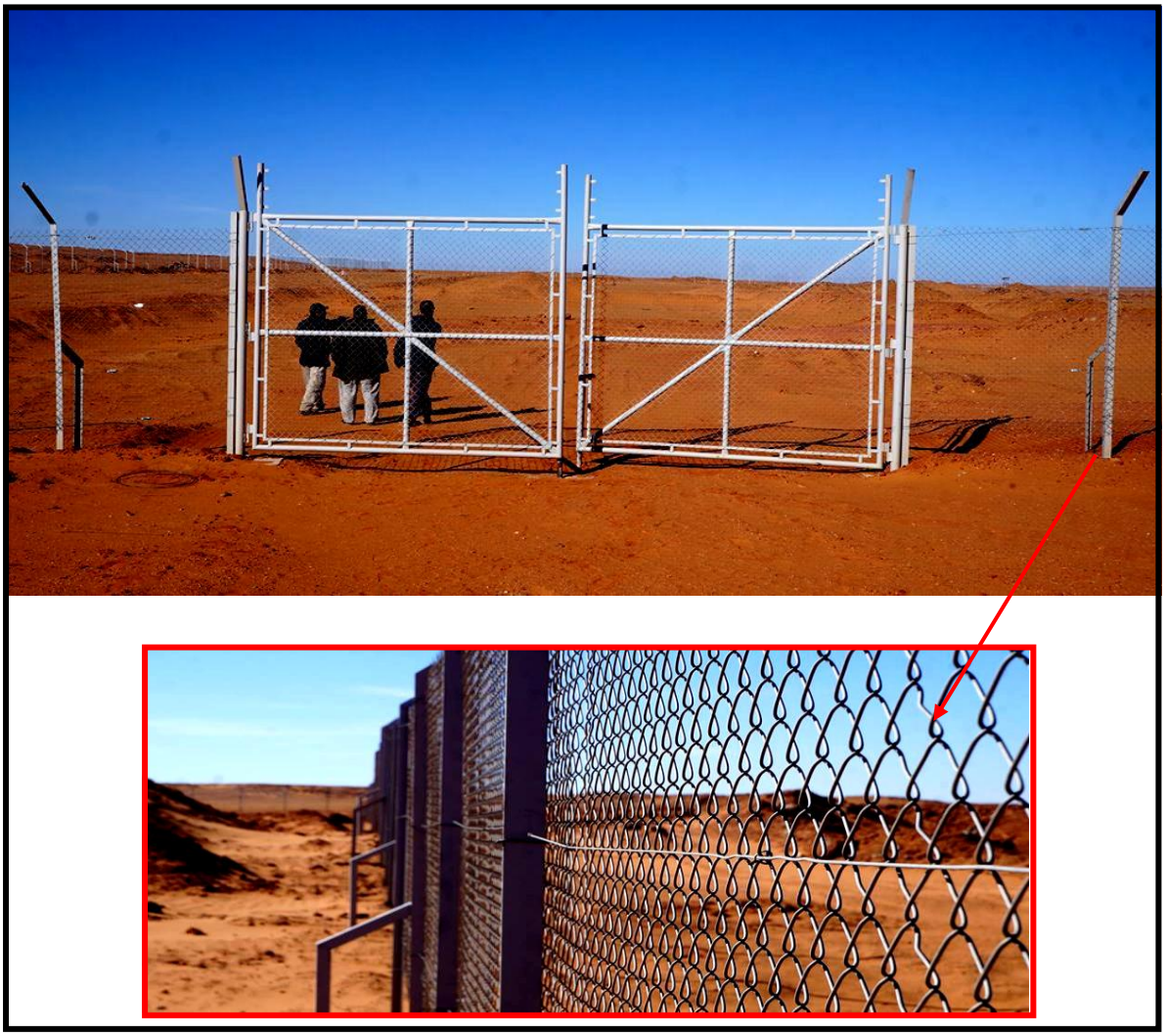
- حفظ و تصنيف القطع العظمية في المخبر:

تتم عملية التصنيف والحفظ بحسب تواريخ ومصدر استرجاع القطع العظمية (أنظر جدول مصادر استرجاع القطع العظمية)، حيث تلف القطع بورق الجين و رقم جردها الأولي وتغلف بأكياس بلاستيكية و تحفظ في صناديق بلاستيكية ،و التي ربما لم تكن مناسبة بشكل كبير في حفظ هذه القطع لكونها غير مقاومة للثقل ، ويحمل كل صندوق بطاقة المعلومات الخاصة بتاريخ ومصدر هذه القطع ، وتوضع هذه الصناديق بحسب هذه المعلومات أي مصدر و تاريخ الاسترجاع (صورة 78)

الصورة 78: مرحلة حفظ وترتيب القطع (عن الطالب)

الصور 79: تصنيف القطع داخل الصناديق و تموضعها في المخبر(عن الطالب)

الصور 80: تصنيف القطع داخل الصناديق و تموضعها في المخبر(عن الطالب)



الصورة 81: موقع الاكتشافات العظمية للديناصورات بعد عملية حمايته وتسييجه (عن الطالب)

Office national du parc culturel de l'Ahaggar — **الحظيرة الثقافية للاهقار**

Sous direction régional de insalah — **المديرية الفرعية بعين صالح**

Fiche technique des os fossilisés بطاقة تقنية للعظام المتحجرة

numéro de la photo رقم الصورة:

Gestion des os تسيير العظام

date d'inventaire تاريخ الجرد:	
numéro d'inventaire: رقم الجرد	Numéro de la fiche: رقم البطاقة
N de caisse : رقم الصندوق	ancien numéro d'inventaire الرقم السابق للجرد
شمال غرب...عين صالح)وضعية الموقع	nom du site: اسم الموقع
Altitude ou profondeur الارتفاع او العمق :	الإحداثيات الجغرافية Coordonnées wpt: الشمال N / الشرق E
تاريخ دخول العظام للمخبر date d'entré au labo	طريقة استرجاع العظام :غربلة حفرية Méthode de récupération .
إضافة: autre	مكان حفظ التحفة حاليا
description وصف	

Description de l'os وصف ا القطعة

état de conservation حالة الحفظ :		couleure: اللون	nature de l'objet : نوع المادة		nom du pièce : اسم القطعة
autre آخر	consolidation التقوية	collage اللصق	type de conservation proposé نوع الصيانة المقترحة	source de dégradation سبب التلف	type de dégradation نوع التلف
profondeur : العمق		épaisseur: السمك	G -Lo اكبر طول	Longueur الطول:	mensuration : المقاسات
poids : الوزن		cavité ou trou: التجويف	P-lo اصغر طول		
autres informations إضافات أخرى			G-la اكبر عرض	Largeur العرض	
			P-la: اصغر عرض		
description :الوصف					
remarque : الملاحظة					
bibliographie:بيبليوغرافيا					

صاحب الجرد او فريق الجرد : (الاسم واللقب والوظيفة) fiche établi par , fonction et signature الإمضاء	nom et prénom الاسم واللقب	fonction الوظيفة	signature الإمضاء

نموذج للبطاقة التقنية المعمول بها من طرف الديوان الوطني للحظير الثقافية للأهقار في جرد العظام المتحجرة

قمنا في هذا الفصل بتطبيق مبادئ الحفظ لحالة عينتنا بموقع حاسي مومن، الذي يقع بمدينة عين صالح وسط الصحراء الجزائرية، حيث أننا قمنا بالتلميح إلى مكان الاكتشاف والمنطقة بصفة عامة، وارتأينا عرض أهم مراحل التدخلات الاستعجالية على الموقع و مصادر وطرق جلب القطع العظمية المتحجرة من أجل إضفاء الجانب العلمي والمنهجي وكذا تثمين هذا الاكتشاف والمكتشفات العظمية، فبالإضافة إلى الصيانة الوقائية في الموقع وحتى العلاجية في بعض الأحيان التي مكنتنا من حماية و استرجاع عدد كبير من القطع العظمية المتحجرة التي فاق عددها 4000 قطعة، مختلفة الأحجام و الأنواع للعديد من الديناصورات آكلات اللحوم والأعشاب وكذا التماسيح، وقد استطعنا جرد جزء هام من هذه القطع التي من بينها الفقرات و الفكوك و الأسنان التي بلغ احدها 12سم، بالإضافة إلى الصفائح الجلدية وبعض العظام الطويلة وغيرها مما يمكن التعرف عليه أو مما لا يمكن التعرف عليه لحالة حفظه السيئة، وحسب القراءة الأولية لهذه البقايا المتحجرة للبروفيسور محبوبي المختص في الباليونتولوجيا، فإنها تؤكد وجود أكثر من نوع من الثيروبودات، كالكاركارود و السبينوزور والتماسيح، وأخرى غير معرفةوكذا الصوروبودات (البطاقة التقنية رقم 3)، كل هذا بدون إهمال العمل الكبير في التعامل مع الشركات المتعددة الجنسيات والمختصة في الحفر وهذا بتسخيرها في خدمة التراث و حمايته، حيث سهلت هذه الشركات (سوناطراك، بريتيش بيتوليوم، بيتروفاك) كل الأمور المتعلقة بالحفرية وتوفير مناخ ملائم لكل عمليات التدخل مع تسخير الجانب القانوني خاصة قانون 98 / 04 في صياغة البروتوكول المعمول به بين مؤسسة الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار و هذه الشركات المتخصصة في التنقيب (أنظر الملحق - البروتوكول-).

الفصـــــــــل الرابـــــــع

دراسة تطبيقية تحليلية على العينات المختارة من حفرية

حاسي مومن

I.اختيار عينات الدراسة

II. التحاليل:

1. التحليل الميكروسكوبي
2. التحليل بواسطة المجهر القاطب
3. التحليل بواسطة انحناء الأشعة السينيةDRX

II. ترميم القطع العظمية المتحجرة

I اختيار عينات الدراسة:

منخلالالعمل المخبري و الجرد الأولي للقطع تبين وجود تنوع في القطع العظمية المتحجرة للديناصورات والتماسيح، سواء نوع العظام المختارة أو حالات تلفها و حفظها أو من خلال تباين ألوانها و حجمها ، الذي يعطي لنا نوع وكمية الترسبات التي تكون القطعة أو محيط الدفن الذي كانت فيه مما تبينه البطاقات التقنية ،و لإعطاء نوع الخصوصية لمنطقة عين صالح أردنا اخذ عينات أخرى من مواقع مختلفة و إجراء دراسة مقارنة بينها و هذا من أجل معرفة ما إذا كانت تنتمي إلى بعضها البعض ، و كذا مصادرها ، بالإضافة إلى قطعتين عظميتين جلبتا بصفة عشوائية من طرف احد أعيان المنطقة منذ سنوات في شمال عين صالح والتي تتميز عن القطع الأخرى بلونها الأبيض، حيث أن في مجال بحثنا هذا اخترنا عدد من القطع العظمية المتحجرة كل حسب خصوصيته و مورفولوجيته كما سنبينه:

. العينة الأولى: حسب شكل العظم

اخترنا لهذه العينة قطع مختلفة الأشكال بحسب مورفولوجيتها وبحالة جيدة، فاخترنا فقرة ، صفيحة جلدية .

- **العينة الثنية :حسب حالة الحفظ**

عظم طويل ، جزء من فقرة ، قطعة عظمية غير معروفة ،

- **العينة الثالثة : حسب الوزن:**

فقرة كبيرة الحجر لصوروبود ، فقرة

- **العينة الرابعة : حسب اللون:**

قطعتين عين الحجاج، بنية اللون، قطعة بيضاء اللون، قطعة من موقع مليانة اكتشاف 2018.

- **العينة الخامسة : حسب مكان جلب العظام**

قطعة من موقع قارة بيفينا 1 وأخرى من قارة بيفينا 2، قطعة من موقع مليانة اكتشاف 2006.

جدول 10: العينات المختارة للدراسة (عن الطالب)

	رقم العينة	نوع العينة	نوع العظام المتحجرة
1	الأولى	حسب شكل العظم	فقرة ، صفيحة جلدية
2	الثانية	حسب حالة الحفظ	عظم طويل ، جزء من فقرة ، قطعة عظمية غير معروفة
3	الثالثة	حسب الوزن	فقرةكبيرة، فقرة
4	الرابعة	حسب اللون	قطعتين عين الحجاج، بنية اللون، قطعة بيضاء اللون مليانة اكتشاف2018
5	الخامسة	حسب مكان جلب العظام	فقرتين من موقع قارة بيفينا 1، قارة بيفينا 2، قطعة من موقع مليانة اكتشاف 2006

- البطاقات التقنية للعينات المختارة:

بعد عرض مبسط حول منهجية اختيار العينات المراد دراستها وتحليلها سنقوم بوضع بطاقات تقنية لكل قطعة من القطع مع الوصف العيني حيث تلي هذه البطاقات وصف آخر حسب التحليل المجهري الذي قمنا به في مخبر علوم الأرض بجامعة تمنراست مع الأستاذ بن عبد الكريم موسى، على أننا سنتناول تحاليل الأشعة السينية في أخر هذه البطاقات، كون أننا لم نستطع القيام بكل التحاليل على كل القطع المقترحة واكتفينا بعدد قليل من العينات من أجل معرفة التركيبة الفلزية الغالبة على القطع .

تحتوي البطاقات التقنية على معلومات خاصة بكل قطعة، وتحمل كل بطاقة رقم خاص بها ورقم آخر يحمل الجرد مكون من مختصرات للموقع سنة الإكتشاف و كذا رقم القطعة مما يعطينا حروف و أعداد خاصة بالقطعة، ثم تاريخ جرد القطعة، لتليها معلومات عامة حول وطريقة استرجاعها سواء كان عن طريق التنقيب أو الغربلة أو طرق أخرى كما بينا سابقا ، ثم مصدر القطعة أو الموقع و سنة الاكتشاف، ثم نبين مكان تواجد القطعة حاليا، وبعدها ننتقل إلى وصف القطعة بدءا بالتعرف على نوعها وشكلها إن تمكنا من معرفة ذلك وكذا لونها هذا الأخير يفيدنا في تحديد الاختلاف الموجود بين القطع مبدئيا ونوع الرسوبيات التي تشكلها بحد ذاتها وحالة حفظها، ونوع التلف وأسبابه إذا كانت القطعة متدهورة، واقترح

نوع الصيانة على القطعة، لنقوم بعدها بأخذ كل المقاسات من طول عرض وسمك وتجاويف إن وجدت، وفي الأخير وصف القطعة والملاحظة ان وجدت.

يحمل رقم الجرد مختصرات لمواقع هي كالتالي:

HMN :Hassi Moumene

GBF : Gara de Bifina

INS : In Salah

MNA : Meliana

Pk : Point de kilométrage

رقم البطاقة : 1

رقم الجرد الشخصي : HMN-12-01

تاريخ الجرد : 2017-04-27

اسم القطعة : فقرة ذيل الديناصور متحجرة/ **لون القطعة :** بني

مصدر القطع أو الموقع : حاسي مومن من خندق الاكتشاف

طريقة الاسترجاع : عشوائي من طرف سائق الحفارة

تاريخ الاسترجاع: نوفمبر 2012

المقاسات : الطول :ك =11,2سم – **ص**=7,8سم /**العرض:** 20سم /**السمك** :8,25سم

/**التجويف** :3سم /**عمق التجويف :** 9,19سم / **الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : مخبر حظيرة الاهقار الثقافية بعين صالح

حالة الحفظ : سيئة

نوع التلف وأسبابه: تشققات لأسباب طبيعية نتيجة للضغط أثناء فترة الطمر

الصيانة المقترحة : التقوية والتنظيف و الحفظ المناسب

الوصف : قطعة عظمية متحجرة مكونة من جزئين هي فقرة وما يلحقها من الجانب بينهما تجويف في حدود 3,9سم أين تغلقها طبقة رسوبية يصعب نزعها مكونة من الرمل الطيني وبعض الحصى والرمل الخشن ، كما يحتوي وسط القطعة على تجويفين على الجانبين بقطر 2سم .

ملاحظة : حافظت القطعة على تماسكها بسبب الرسوبيات التي تغطيها

رقم البطاقة :2

رقم الجرد الشخصي : HMN-12-02

تاريخ الجرد : 2017-04-27

اسم القطعة : فقرة عنق الديناصور متحجرة / **لون القطعة :** بني فاتح

مصدر القطع أو الموقع : حاسي مومن خندق الاكتشافات

طريقة الاسترجاع : عملية استرجاع القطع

تاريخ الاسترجاع: نوفمبر 2012

المقاسات : الطول : 10,1سم **/العرض:** 9,8سم **/السمك :** 7,9سم

/التجويف : - /عمق التجويف :- / الوزن :

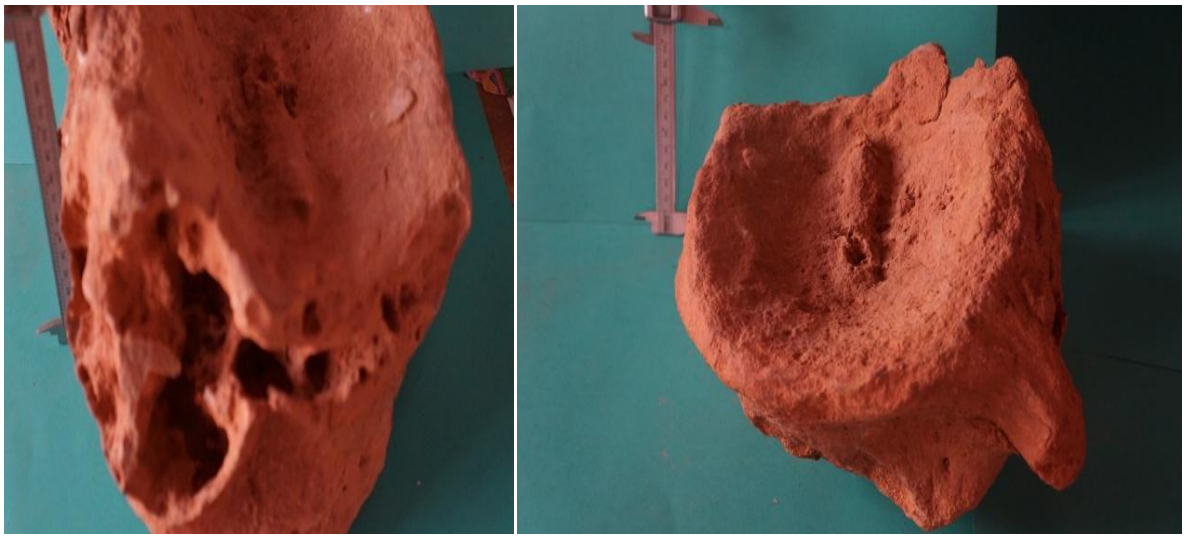
مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ: سيئة

نوع التلف وأسبابه :كسر ، تشققات لأسباب طبيعية و خدوش أثناء عملية التنظيف

الصيانة المقترحة : التنظيف المناسب والحفظ الجيد

الوصف : فقرة متحجرة تعرضت لنوعين من التلف الطبيعي من تشققات وكسور، وخدوش أثناء التنظيف ، تحتوي الجهة الخلفية للقطعة على تجويف بطول القطعة بقدر 9,9سم من الممكن جدا أنها مكان التقاء والتصاقها مع قطعة أخرى ، كما أنها تحتوي على بعض الرسوبيات تغطي القطعة .



رقم البطاقة :3

رقم الجرد الشخصي : HMN-12-03

تاريخ الجرد : 2017-04-27

اسم القطعة : فقرةلديناصور الصوروبود/ **لون القطعة :** بني

مصدر القطع أو الموقع : أكوام مستخرجة من خندق الاكتشافات العظمية

طريقة الاسترجاع : عملية الغربلة

تاريخ الاسترجاع:18ديسمبر 2012

المقاسات : الطول : 29سم **/العرض:** 25سم **/السمك :** 15,5سم

/التجويف : - /عمق التجويف : - / الوزن :

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : متوسطة

نوع التلف وأسبابه: تجاويف و تآكلات طبيعية

الصيانة المقترحة :

الوصف : قطعة مستحثة شبه بيضاوية الشكل إلى حد ما تحتوي على الكثير منة التجاويف متفاوتة المقاسات تحيط بكل القطعة ، كما أنها تحوي تقعرا فوق القطعة ، و نتوء من الجانب.

رقم البطاقة : 4

رقم الجرد الشخصي :HMN-13-04

تاريخ الجرد : 2017-04-27

اسم القطعة : قفرة عنق الديناصور **/ لون القطعة** : بني

مصدر القطع أو الموقع :أكوام مستخرجة من خندق الاكتشافات العظمية

طريقة الاسترجاع :عملية الغربلة

تاريخ الاسترجاع: جانفي 2013

المقاسات : الطول : 12,4سم **/العرض:** 10,6سم **/السمك :** 8سم

/التجويف : 1= 3,1سم - 2= 1,7سم **/عمق التجويف :** 1=3,6سم – 2= 3,4سم **/ الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : مخبر الحظيرة بعين صالح

حالة الحفظ : سيئة

نوع التلف وأسبابه:تشققات ، هشاشة ، كسور أثناء مرحلة الطمر ربما تأثير الماء والرطوبة

الصيانة المقترحة :التقوية و الحفظ الجيد والمناسب للقطعة

الوصف : فقرةفي حالة تلفكبيرأصابها من الأسفل والأعلى مما بين التجاويف الصغيرة للعظم الداخلي، بالإضافة إلى تجويف في الوسط وآخر عند جانب القطعة والدي يحتوي على نتوئين واحدة في حالة انكسار والأخرى بطول 3,2سم ، كما أن القطعة مغطاة بطبقة رسوبية مكونة من طين ورمل وحصى من الكوارتز الصغيرة هذه الطبقة الرسوبية عملت على تماسك القطعة التي تشوبها العديد من التشققات من كل الجوانب .

رقم البطاقة :5

رقم الجرد الشخصي : HMN-12-06

تاريخ الجرد :27-04-2017

اسم القطعة :صفيحة جلدية لديناصور **/لون القطعة** : بني – رمادي من الداخل

مصدر القطع أو الموقع : خندق الاكتشافات حاسي مومن PK14 شمال غرب عين صالح

طريقة الاسترجاع :

تاريخ الاسترجاع:

المقاسات : الطول : 15,5سم **/العرض:** اكبر ع =10,2سم /اصغر ع=7,8 **/السمك :**2,3سم

/التجويفات :مابين 1,6 سم و 1سم **/عمق التجويفات** :6مم **/ الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : سيئة

نوع التلف وأسبابه: تشقق و كسر

الصيانة المقترحة : الوصل و الحفظ الجيد

الوصف : جزء من قطعة لصفيحة جلدية متحجرة مكسورة من الجانبينالأمامي والخلفي بهاتجويفات سطحية عديدة مختلفة الأحجام والمقاسات بها نتوء من الجانب و تشقق في الخلف وهي مسطحة كما إن القطعة مغطاة بغشاوة رقيقة من الرسوبيات ذات لون احمر إلى البني الفاتح يمكن إزالته بالمنظفات المناسبة والتي من الممكن أن تكون بفعل أكسدة مادة الحديد ، كما أن بعض التجويفات تحتوي على بعض الحصى العالقة والملتصقة يمكن إزالتها ميكانيكيا ، أما عن سمك القطعة فانه يقل سمكا كلما اتجهنا نحو الحواف العريضة.

رقم البطاقة : 6

رقم الجرد الشخصي :HMN-12-07

تاريخ الجرد :27-04 -2017

اسم القطعة : عظم طويل لديناصور

مصدر القطع أو الموقع : حاسي مومن PK14 شمال غرب عين صالح

طريقة الاسترجاع : استرجاع عشوائي من طرف المكتشف سائق الحفارة

تاريخ الاسترجاع: نوفمبر 2012

المقاسات : الطول : 19سم+19سم /العرض:اكبر ع= 7,9سم/اصغر ع =5,6سم /**السمك :** 4,6 سم

/التجويف : 1,3سم **/عمق التجويف :** 2,1سم **/ الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : سيئة

نوع التلف وأسبابه: كسور أثناء الحفر بالحفارة

الصيانة المقترحة :اللصق

الوصف : عظم طويل متحجر منكسر إلى أربعة أجزاء هذه الأخيرة تحمل تجويف من الداخل أما احد الجوانب فتحمل تقعرا طوليا ، كما أن القطعة تحمل بعض الرسوبيات أجزاء وهي القطعة التي أجريت عليها عملية اللصق بمادة B72 .

رقم البطاقة :7

رقم الجرد الشخصي :HMN -12-08

تاريخ الجرد :2012-04-27

اسم القطعة :جزء من قطعة عظم الكتف OMOPLATE

مصدر القطع أو الموقع : خندق الاكتشافات ب PK14

طريقة الاسترجاع : عملية استرجاع القطع(الغربلة)

تاريخ الاسترجاع: نوفمبر 2012

المقاسات :الطول : 16سم /**العرض:** اكبر ع =21سم – اصغر ع =12,9سم /**السمك :** 7,3سم

/**التجويف :**12,1 X 5,4سم /**عمق التجويف :** 16سم / **الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : سيئة

نوع التلف وأسبابه: تشققات و كسور

الصيانة المقترحة :التنظيف ، التقوية والحفظ الجيد

الوصف : قطعة عظمية متحجرة عرضها اكبر من طولهابها تجويف من الجهة العريضة أين يتواصل التجويف إلى آخر القطعة بنصف قطر يصل إلى 5,4سم ، تحتوي القطعة على عدة تشققات من كل الجهات فهي معرضة للكسر بالرغم من صلابة القطعة ، وتتخلل القطعة بعض الترسبات الرملية ذات حبات الحصى الصغيرة .

رقم البطاقة : 8

رقم الجرد الشخصي :HMN-13-11

تاريخ الجرد :2017-04-27

اسم القطعة :جزء عظم طويل **/لون :** بني

مصدر القطع أو الموقع : خندق الاكتشافات PK14

طريقة الاسترجاع : الاسترجاع اليدوي للقطع المهددة بالتلف من داخل الخندق بإزالة الأتربة

تاريخ الاسترجاع: ماي –جوان 2013

المقاسات : الطول :42,5سم **/العرض**: اكبر ع= 12,9سم /اصغر ع= 5,3سم **/السمك** :6,1سم/4,8سم

/التجويف : - /عمق التجويف : - / الوزن :

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : متوسطة

نوع التلف وأسبابه:شقوق لأسباب طبيعية

الصيانة المقترحة : التنظيف والحفظ الجيدين

الوصف :جزء منقطعة عظمية متحجرة ذات عرضين و سمكين مختلفين حيث أن اكبر عرض يحمل سمك اقل من العرض الآخر، تحمل القطعة بعض الشقوق وهي مغطاة بطبقة من الرسوبيات الترابية ذات اللون الأحمر.

رقم البطاقة :9

رقم الجرد الشخصي :GBF5-2-15-12

تاريخ الجرد :2017-04-30

اسم القطعة :فقرة **/ لون القطعة :** بني

مصدر القطع أو الموقع :قارة بيفينا 5 موقع 2

طريقة الاسترجاع : عملية جمع واسترجاع على السطح

تاريخ الاسترجاع:ديسمبر 2015

المقاسات : الطول : 7,2سم **/العرض:**5,6سم **/السمك :** 5سم

/التجويف : /عمق التجويف : / الوزن :

مكان تواجد القطع حاليا :المخبر

حالة الحفظ : متوسطة

نوع التلف وأسبابه:طبيعي

الصيانة المقترحة : التنظيف

الوصف : هي فقرة متحجرةمغطاة بطبقة من الرسوبيات الطينية والرملية و الحصى الصغيرة من نوع الكوارتز مما أضفى عليها حالة من الحفظ الجيد ، كما أن القطعة بها كسور من الجوانب

ملاحظة : هذه القطة للمقارنة ، لاختلاف مصدرها

رقم البطاقة : 10

رقم الجرد الشخصي :3 GBF5-2-15-1

تاريخ الجرد :2017-04-30

اسم القطعة : فقرة **/ اللون :** بني، اصفر مائل إلى الاخضرار

مصدر القطع أو الموقع : :قارة بيفينا 5 موقع 2

طريقة الاسترجاع :: عملية جمع واسترجاع على السطح

تاريخ الاسترجاع::ديسمبر 2015

المقاسات : الطول : 9,3سم **/العرض:** 9,5سم**/السمك :** 10,7سم

/التجويف : /عمق التجويف : / الوزن :

مكان تواجد القطع حاليا :المخبر

حالة الحفظ :سيئة

نوع التلف وأسبابه: شقوق ، كسور وهشاشة

الصيانة المقترحة :التقوية واللصق

الوصف : فقرة متحجرة في حالة تلف كبيرة حيث أنها تحمل كسور من الجوانب وشقوق كثيرة ذات هشاشة مما اكسبها لون مغير عن القطعة أي الأصفر المائل إلى الاخضرار وهذا من الجهة الأمامية للقطعة وقد ساهمت التراكمات الرسوبية داخل القطعة وخارجها في تماسكها نوعا ما ، تتكون هذه الرسوبيات من الطين الرملي و بعض الحصى الصغيرة من الكوارتز.

ملاحظة : هذه القطة للمقارنة لاختلافمصدرها

رقم البطاقة : 10

رقم الجرد الشخصي :HMN-1310

تاريخ الجرد : 2017-04-30

اسم القطعة :- / لون القطعة : بني

مصدر القطع أو الموقع :المنطقة رقم 3 من المربع الجنوبيالقسمB’C’E’F ’

طريقة الاسترجاع : عملية التنقيب اليدوي (Fouille)

تاريخ الاسترجاع:جوان2013

المقاسات : الطول : 19,3سم **/العرض**: 5,7سم **/السمك** :3,8سم

/التجويف : **/عمق التجويف** : **/ الوزن** :

مكان تواجد القطع حاليا :المخبر

حالة الحفظ :سيئة

نوع التلف وأسبابه: الكسور و الشقوق

الصيانة المقترحة : الحفظ الجيد إعادة اللصق إن أمكن والتقوية

الوصف : قطعة عظمية متحجرة تعرضت لعدة كسور وقد رممت قبل انتزاعها من مكان الطمر بإلصاق الأجزاء بغراء خشبي حتى يسهل عملية انتزاعها ، وبعد النزع تبين أن القطعة لديها تجويف طولي من الجهة الداخلية ، كما أنها تحتوي على بعض الترسبات التي تغطيها.

رقم البطاقة :11

رقم الجرد الشخصي :INS –X-14

تاريخ الجرد :2017-04-30

اسم القطعة : - لون القطعة : ابيض

مصدر القطع أو الموقع :شمال منطقة عين صالح في موقع مجهول

طريقة الاسترجاع : عشوائي

تاريخ الاسترجاع:مجهول

المقاسات : الطول : 14,9سم **/العرض:** اكبر ع =8,4سم- اصغر ع =6,5سم **/السمك :** 3,9سم-

2,4سم **/التجويف :** 3,2سم **/عمق التجويف :** 3سم **/ الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا : المخبر

حالة الحفظ : متوسطة

نوع التلف وأسبابه: تشققات

الصيانة المقترحة : الحفظ الجيد

الوصف : قطعة عظمية مجهولة المصدر جلبت من طرف احد ا أعيان منطقة عين صالح دون ذكر الموقع ،وهي قطعة مسطحة من الجهة ومنتفخة من جهة المقابلة أين تحمل تجويف داخلي ، هذه القطعة ذات لون مغاير لكل القطع المكتشفة في المواقع السابقة ، وهي تحمل بعض الترسبات الجيرية والرملية وتحتاج إلى الحفظ الجيد لتفادي التلف.

رقم البطاقة :12

رقم الجرد الشخصي :INS –X-15

تاريخ الجرد :2017-04-30

اسم القطعة :-- لون القطعة : ابيض ، رمادي و بني

مصدر القطع أو الموقع ::شمال منطقة عين صالح في موقع مجهول

طريقة الاسترجاع :عشوائي

تاريخ الاسترجاع:مجهول

المقاسات : الطول : 11سم **/العرض:** 2,6سم **/السمك :** 1,2سم

/التجويف : 1,6سم -0,7 سم **/عمق التجويف :** 11,7سم**/ الوزن :**

مكان تواجد القطع حاليا :المخبر

حالة الحفظ : متوسطة

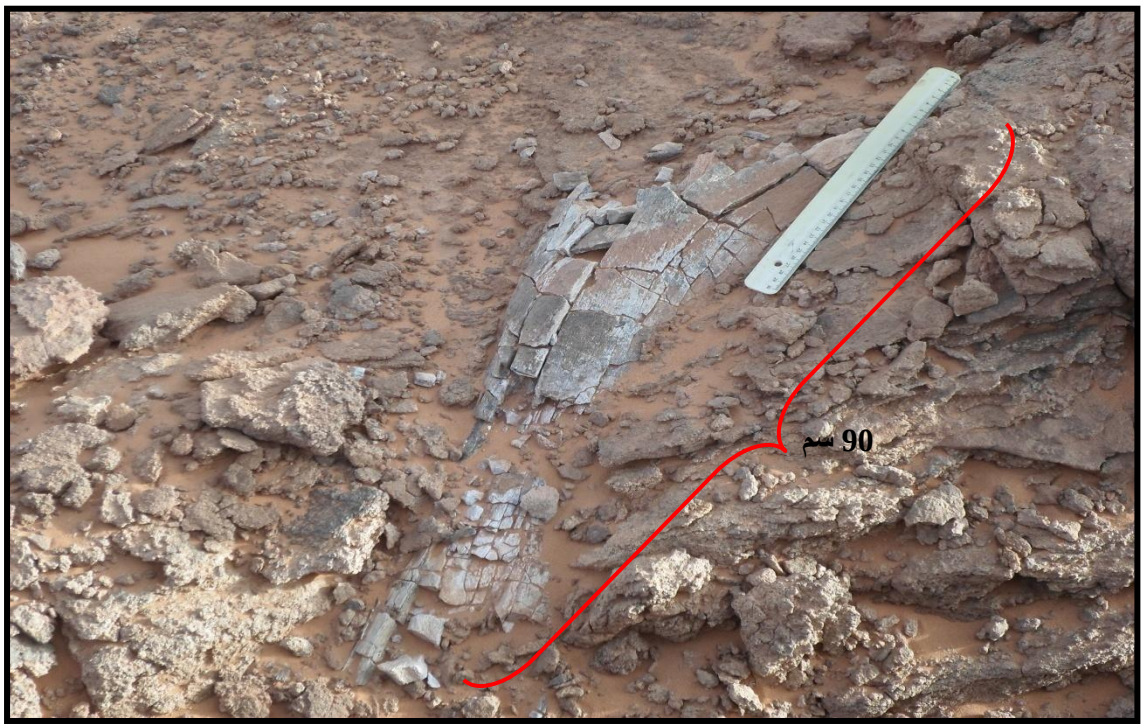
نوع التلف وأسبابه: كسور

الصيانة المقترحة : الحفظ الجيد

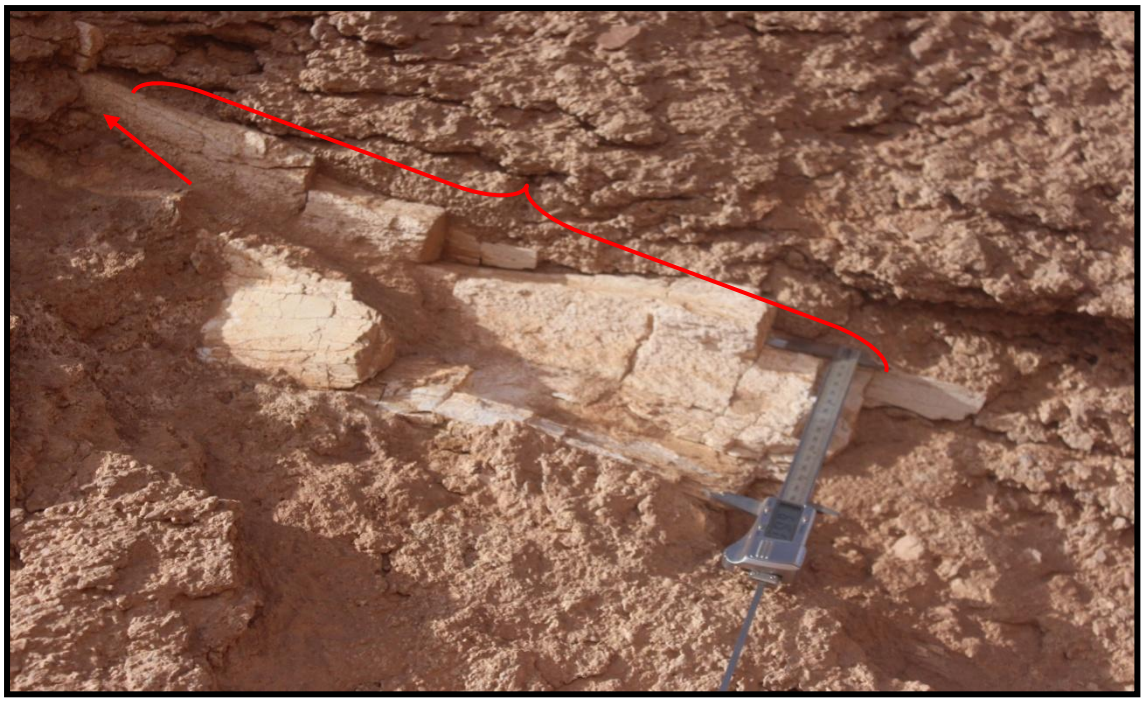
الوصف : قطعة عظمية متحجرة مجهولة المصدر من شمال عين صالح على حد قول احد الأعيان التي جلبها الى المنطقة مجوفة بطول القطعة بها انكساراتمن الجوانبوالتي تحمل بعض الترسبات ، وما يميز القطعة هي ألوانها المتعددة

ملاحظة : هذه القطة للمقارنة ، لاختلاف لونها ومصدرها

- **MNA-06-16 :** عينة للمقارنة من موقع مليانة(1)



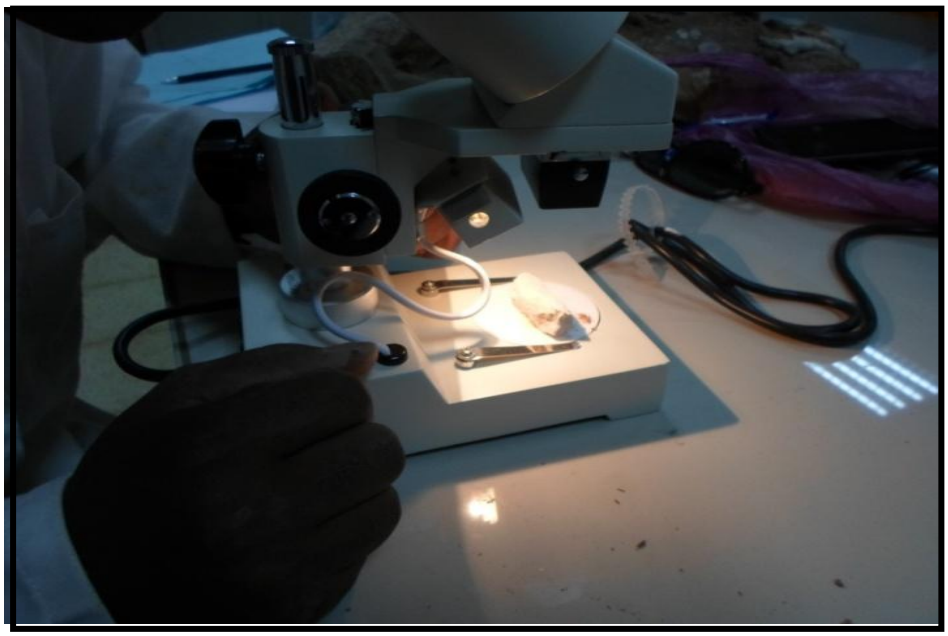
- **MNA-18-17 :** عينة للمقارنة من موقع مليانة:(2)



II. التحاليل:

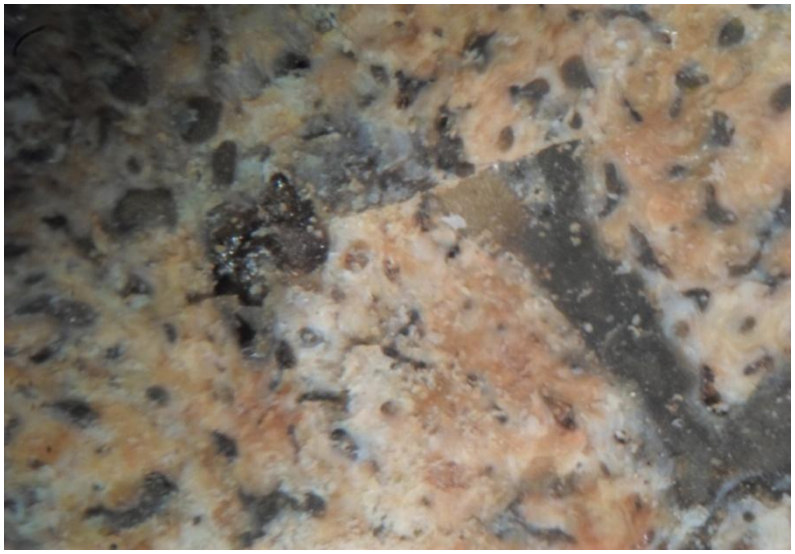
1. التحليل الميكروسكوبي:

اعتمدنا فيهذه المرحلة على التحليل الميكروسكوبي في تعيين التركيبة الفلزية وحالات التلف لبعض القطع كالشقوق، وهذا باستعمال الميكروسكوب الاليكتروني بالاعتماد على الضوء الطبيعي على بعض العينات المتاحة.



الصورة 82، 83 : فحص عينات الدراسة بواسطة المجهر الالكتروني (عن الطالب)

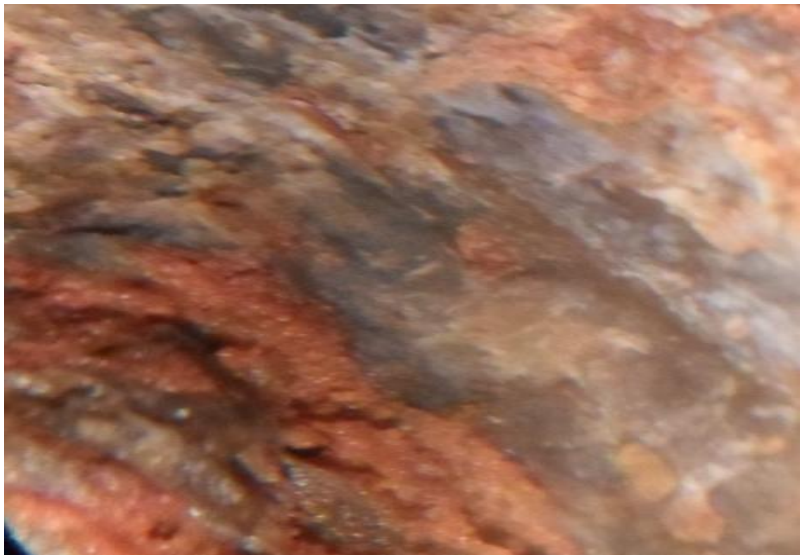
- **HMN-12-02 :**هي من نوع(Fossilia Hétéromorphia)، تحتوي على درع من الكالسيت ،تحول بفعل الماء إلى صوان ما يفسر تواجد العينات بمنطقة مائية



- **HMN-12-03:** هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، تحتوي هذه العينة على أوردة من الكالسيت متفاغرة (Anastomosés) ومتحللة في الاليمنيت (Dissolué d'Illimnite)

- **HMN-13-04 :**هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، بها فجوات ممتلئة بالغضار من منطقة جبسية.

- **HMN-12-05 :** هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، بها فجوات مغطاة بالكلس CALCAIRE و أوعية من الكالسيت وأكسيد الحديد .



- **HMN-12-06:** هي من نوع(Fossilia Hétéromorphia)، وهي عبارة عنكالسيت تحولت إلى كتلة من الجبس .

- **HMN-12-07**: هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، وهو درع من الكالسيت، أكسيد الحديد الايليمنيتي، وأوعية من الكالسيت،كما نلاحظ كسور وتشققات تكتونية.

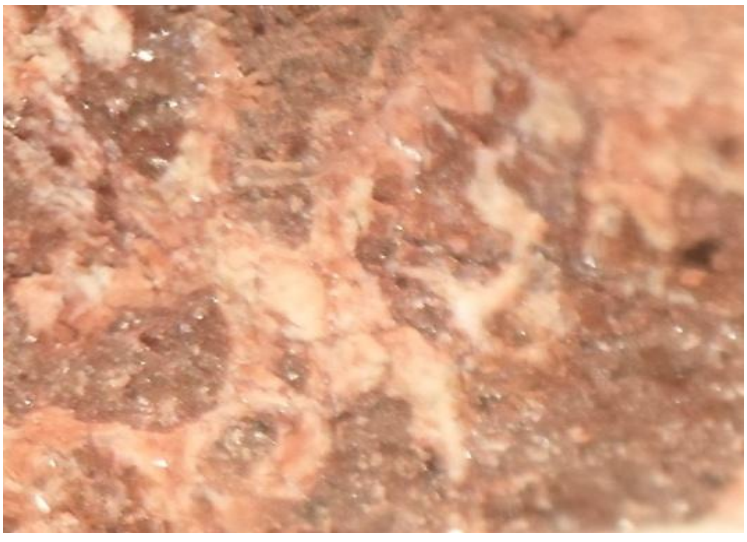
- **HMN-12-08:** هي من نوع(Fossilia Hétéromorphia)، وهو عظم متكلس - (Ossement Oolitisé) - حيث أن حبات الرمل تعرضت للنقل داخل العظم مع وجود الماء ما يسمح بتأكسد الحديد والمغنيزيوم ،ويحتوي نواة من الكوارتز (حبة رمل) مغطاة بقشرتين مؤكسدتين بكل من طبقة من الاليمنيت (Illimnite) وكذا طبقة من الفوسفات معروفة بـ(Motifs Eclatants Fossilisés)، كما أن اللون الأسود هو عبارة عن أكسيد المنغنيز.

طبقة من الفوسفات و الالمنيت

حبة الرمل

- **HMN-13-10:** هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، هذه العينة تحتوي على أوعية من الجبس (Gypse) ، تكون أحيانا على شكل (Réduisé en Soufre) مما يعطينا اللون الوردي مع أكسيد الحديد (Hydro Morphe) .

- **GBF5-2-15-1 3:** هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia) ، تحوي فوسفات محفوظة في الطين



- **HMN-13-11:** هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia)، وهي مؤكسدة وتحتوي على صفيحة من الكربونات ، وكذا من الاليمنيت.

تأثير محلول HCL على العينة

- **INS –X-14**: هي من نوع (Fossilia Hétéromorphia) هو عبارة عن قطعة عظمية صلبة متبوعة بالكوارتز ملتصقة غير (Agglutinés non Oolitisé)مع تركيبة الأوردة أو الفجوات مفاغرة (Veines Anastomosés)وممتلئة بالكوارتز ورقائق الميسكوفيت (Paillètes de Muscovite)

- **MNA-18-17 :**هي من نوع (Fossilia hétéromorphia) هو عبارة عن قطعة عظمية صلبة متبوعة بالكوارتز ملتصقة غير (Agglutinés non Oolitisé)ووجود بقع سوداء هي عبارة عن أكسيد المنغنيز .

- الفلزات والمعادن المكونة لعينات البحث من خلال التحليل الأولي (الميكروسكوبي):

من خلال التحاليل الأولية، الماكروسكوبية والميكروسكوبية للعينات المختارة، تبين تنوع الفلزات والمعادن المكونة لكل قطعة، هذا ما يجرنا إلى ذكر خصائص هذه المعادن المكونة للمتحجرات العظمية والتعريف بأهم هذه الفلزات و المعادن، و لقد ذكرنا في الفصل الأول بعض الفلزات التي تهمنا في موضوع بحثنا هذا (الفلزات المشكلة للصخور)، وسنحاول الآن أن نذكر بعض من التفصيل لأهم الفلزات التي بينها الميكروسكوب الالكتروني لعينات بحثنا والتي تساعدنا في فهم خصائص المتحجرات العظمية:

- **الكالسيت:** تركيبته الكيميائية $Ca\ CO3$ ويسمى كذلك كربونات الكلس معيني التبلور، وكثير الشيوع في الصخور الرسوبية، ذو ألوان مختلفة البياض أو الصفار وكذا الشفافية، سهل الانحزاز ويحدث فورانا مع الحموض بالبارد، في بعض الأحيان يعاد تبلورها على شكل كالسيت حبيبي كما يمكن أن يشكل عروقا في(الكالكشيست) أو شيست كلسي، كما أنه يتأثر بالمياه الحمضية و الغنية بغاز الكربون ما يسهل عملية التغلغل في فراغات الصخور وينتقل إلى مسافات كبيرة [1].

-**الكوارتز:** تركيبته الكيميائية SiO_2 هوأكسيد السيليسيوم [2]، ينتمي الكوارتز إلى السيليكات وتحديدا إلى مجموعة التيكتوسيليكات ويعتبر من أبسط الفلزات السيليكاتية ، حيث ترتبط كل ذرة(O)مع ذرتين من (Si)مشكلة بذلك سلسلة من (SiO_4). والكوارتز في الأصل عديم اللون أو أبيض، غير أنه يوجد في الطبيعة بألوان عديدة ويرجع ذلك إما بسبب وجود نسبة من الشوائب في بنيته أو لتشوه بلوري، ويتميز هذا الفلز بقساوة في حدود 7 على سلم "موس" وبعدم تعرضه للانفصام.[3]

-**الاليمنيت:** تركيبته الكيميائية$FeTiO_3$ حديد تيتياني يجتمع غالبا مع الأوليغيسيت الذي يشبهه من حيث المنظر ، يعطي بالفساد حبات من السفين[4].

---

[1] ليون موريه ، الوجيز في الجيولوجيا ، المرجع السابق ، ص ص ، 125. 127

[2], Kienast(JR) ,Les Cours de Sorbonne ,Minéraux courants des roches , Éléments de détermination au microscope polarisant , Centre de documentation universitaire ,5 place de la Sorbone, Paris .Vpp, 1.2

[3] Lameyere (J),Op.cit, p. 102.

[4] ليون موريه نفسه، 121.

- **السفين:** تركيبته الكيميائية CaO Ti(SiO2) سيليكو تيتانات الكلس ،نظام أحادي (Monoclinique) ، جد خشن هو عبارة عن فلز مكمل يتواجد في كل الصخور تقريبا ومع كل الفلزات ، يستطيع الامتزاج مع الكالسيت بصفة ضعيفة ممثلة بظاهرة الانعكاس (Phénomène de l'inversion) كما يمكن ضم السفين للـ (Rutile)[1]- وهو شائع في الصخور الغرانيتية[2]، و الشيست المبلور بريقه صمغي[3].

- **الجبس (Gypse) :** تركيبته الكيميائيةSO_4 Ca .$2H_2O$فلز ذو لون أبيض او شفاف عند التكتل او التبلور، وأحيانا يكون ذو لون وردي، يحز بالظفر وقابل للانحلال في الماء[4] .

- **الغضار Argile :** يتواجد في الصخور على أشكال مختلفةكالكاولينيت، الهالوازيت، وهي أنواع مبلورة على شكل حبيبات صغيرة مائلة إلى البياض أو عديمة اللون أو رمادية خاصة للصخور الغضارية ، ولكن الأكثر شيوعا هو البرافيزيت و الاليت .

- **الكاولان :** وهو ما يميز بوجود الكاولينيت، والذي يأتي من تفكك الصخور الصفاحية ذات الأورتوز ، لونه أبيض .

-**الفوسفات** : يعتبر الأباتيت $Ca_5(PO_4)_3$من أهم الفلزات الفوسفاتية المنتشرة في القشرة الأرضية، وهو عبارة عن فلز ثانوي يتواجد بشكل أكبر في الصخور النارية والمتحولة.[5]

-**الأوليت:**يكتب(Oolite) أو (Oolithe) مشتق من الإغريقية و يقصد به حبات البيض oon، و (lithos) التي تعني الحجارة[6]، وبالمعنى الجيولوجي نقصد به الترسبات الفلزية التي تشكل كريات صغيرة لا تتعدى 2ملم،أي بحجم حبات بيض السمك، يتكون من نواة ويبدأ في التطور بواسطة تركيز كيميائي أو كيميائي حيوي[7].

- **الميسكوفيت:** هو فلزمن عائلة السيليكات وهو الأكثر شيوعا في مجموعة الميكا،تركيبته الكيميائية$KAl_2(AlSi_3O_{10})(OH,F)_2$، يتبلور في نظام أحادي الميل [8]، وزنه النوعي 2.76

[1]Kienast(JR)op cit , p 21.

[2]ليون موريه ، 108

[3] يوسف الخوري ، موجز البتروغرافيا أو علم الصخور، المطبعة التعانية بدمشق، 1988، ص ص، 42. 43 .

[4].نفسه، ص ص، 127. 128

[5]Lameyere (J),Op.cit, p. 119.

[6]Perez(JB) « Notes sur les oolithes », Spéléo-Info Meurthe-et-Moselle n° 33, . (2013),pp.2-6.

[7]Hyac vanderyst(R. P),Les roches oolithiques du système schisto-calcareu x dan s l e congo occidenta l,Institut Royal Colonial Belge,Mémoires, Collection in-4° Tome I,fascicule 2,1931, p4.

[8]Rickwood (P), "The largest crystals",in American Mineralogist. 66**,** 1981,pp. 885-907.

إلى 3.1 ، أما القساوة 2 – 2.5، بريقه شفاف،زجاجي عديم اللون عند الصفائح الرقيقة أما الصفائح السميكة فهي تميل نوعا ما إلى الباهتة والصفراء والحمراء والخضراء[1]

-**أكسيد المنغنيز:** المنغنيز هو عنصر كيميائي تفاعلي على شكل أيوني Mn^{2+} متحركأو على شكل أكسيد [2]، أما أكسيد المنغنيز فهو مركب كيميائي من المنغنيز والأكسجين وهو على أشكال متعددة من درجة التأكسد[3].

- **الحجر الكلسي أو الجيري:** هو حجر رسوبي مكون في غالب الأحيان من كربونات الكالسيوم وكذا كربونات المغنيزيوم $MgCO_3$، كما توجد به بعض الشوائب كالسيليكا، الطمي، الرمل وشوائب معدنية مثل الاراجونيت وأكاسيد الحديد، هذه الشوائب التي تعطي لها ألوان مختلفة [4].

حاولنا في هذا العنصر ذكر أهم الفلزات التي استخلصناها من التحاليل الميكروسكوبية وهذا بصفة عامة وبدون نسب دقيقة تمكننا من معرفة الفلز الغالب في القطع العظمية، لكننا سنستعين بالتحاليل الأخرى من أجل التعمق في دراستنا، والتي من بينها المجهر القاطب.

2. التحليل بواسطة المجهر القاطب:

ذكرنا في الفصل الثاني أن أحد أهم طرق ووسائل التحليل للعظام المتحجرة باستعمال المجهر القاطب وذكرنا أهم مميزت هذا الجهاز، وقد حاولنا أن نقوم بتحليل عينات بحثنا هذا في معهد علوم الأرض بجامعة تمنراست لكن الخصائص الفيزيائية والكيميائية لهذه العينات لم تمكنا من إتمام مراحل تهيئة العينة للقراءة الجيدة تحت المجهر القاطب (أنظر مراحل تحضير الشفرات الرقيقة في الفصل الثاني).

[1]Dictionnaire classique des sciences naturelles, Volume 7, Par Pierre Auguste Joseph ,Drapiez, 1853, p. 331 .

[2] Chalmin(E), caracterisation des oxydes de manganese et usage des pigments s noirs au paleolithique superieur. Géologie appliquée, Thèse de doctorat ,Université de Marne la Vallée, 2003, p.43.

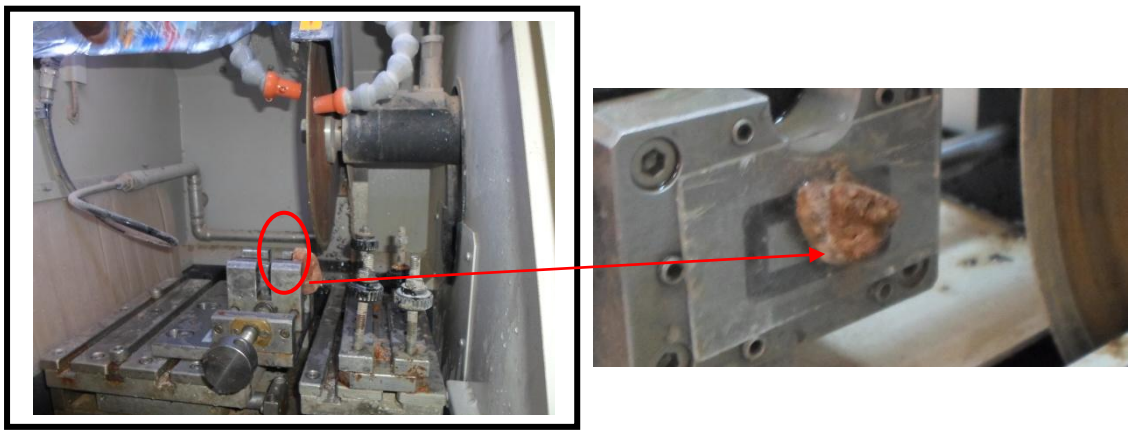
[3] Jeffrey(E), « Manganese oxide mineralsM crystal structure and economic and envirenmental significance », proc,Natl, Acad,Sci, Vol96, USA,1999, pp.3447-3454.

[4]DunhamR J) "Classification of carbonate rocks according to depositional textures". In Ham ، W. E. Classification of carbonate rocks. Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem. 1,1962,. 108.121.

- تحضير الشفرات الرقيقة:

قمنا في المخبر باختيار العينات لتحضيرها و تهيئتها من أجل قراءتها تحت المجهر القاطب، وقد أتممنا ثلاث مراحل قبل أن نتوقف عند المرحلة الأخيرة وهي مرحلة التلميس والتشكيل النهائي من أجل الحصول على سمكرفيع يقدر ب 30 µحيث لم نتمكن من مواصلة العمليةبسبب خصائص هذه المتحجرات التي تمنع مواصلة التصاقها مع الشفرات، وكما قلنا من قبل أن للسمك أهمية كبيرة لأن الألوان المستقطبة(Polarisation) (Teintes de تحتويعلى إشعاعات ضوئية (Radiations Lumineuse) مختلفة ومنتشرة بحسب مسافاتها داخل البلورة، ومن هنا فإننا سنقتصر فقط على عرض صور مراحل تحضير الشفرات الرقيقة التي تمكنا منها، إذ يصعب علينا قراءتها بسمك 2 ملم (الصور 84الى 87)

تهيئة الوسائل الخاصة بتحضير الشفرات



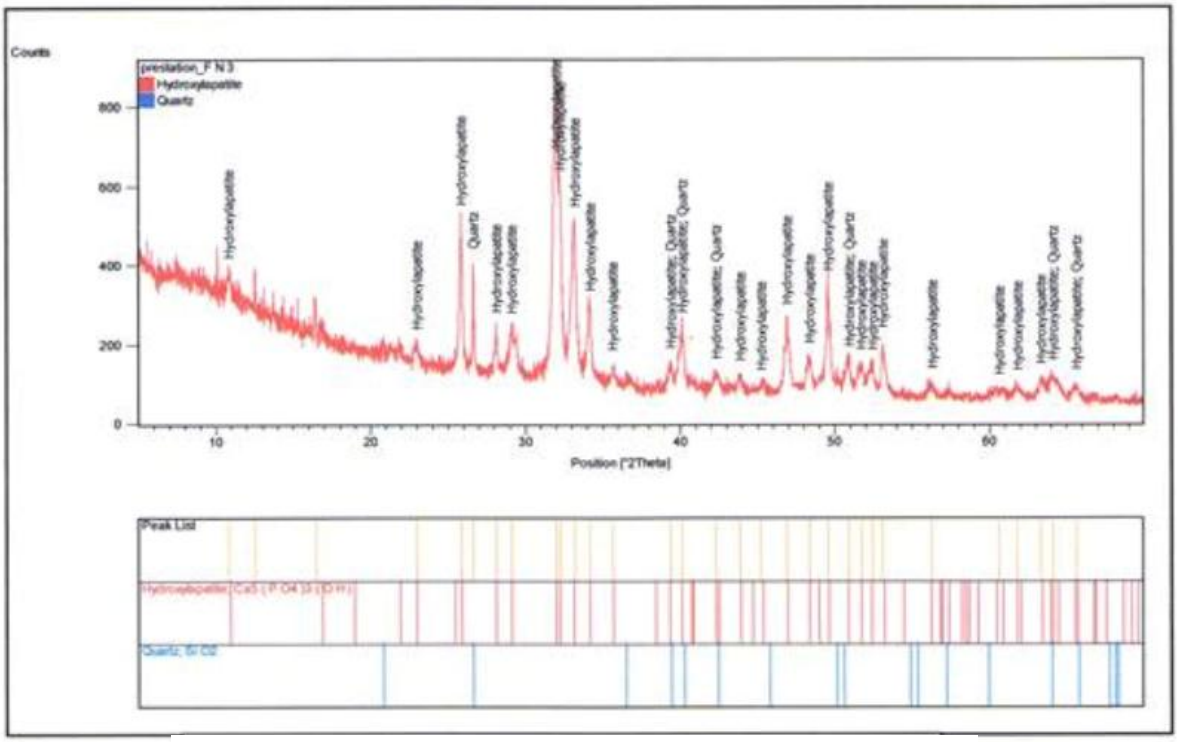
آخر سمك توصلنا إليه 2ملم

الصور 84 ، 87 : مراحل تحضير الشفرات الرقيقة

3. التحليل بواسطة انحناء الأشعة السينيةDRX:

يعتبر هذا التحليل من بين أهم التحاليل التي يجب الاعتماد عليها، وهذا من أجل التعرف على التركيبة الفلزية وخصائص البلورات كما جاء بيانه في الفصل الثاني، ومن هنا يسمح لنا هذا النوع من التحاليل من التعرف على الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمستحثات العظمية وبالتالي وضع شروط ومستلزمات الحفظ و كذا اختيار المواد الملائة للترميم، وقد اخترنا العينات التالية لعرضها لهذا التحليل ثلاث عينات فقط لعدم قدرتنا على تحليل كل عيناتنا، وهذا بمخبرالديوان الوطني للبحوث الجيولوجية والمنجمية ORGM ببومرداس، حيث استعمل جهاز الكشف عن الأشعة السينيةمننوع XPERT-PRO، بالإستعانة ببرنامجحاسوب DATACOLLECTOR,HIGHT SCORE (أنظر الملحق)، وهذا بعد طحن العينة وكانت النتائج كالتالي:

العينة الأولى HMN-12-03: مكونة بنسبة كبيرة من الهيدروكسيل أباتيت وبدرجة أقل الكوارتز.



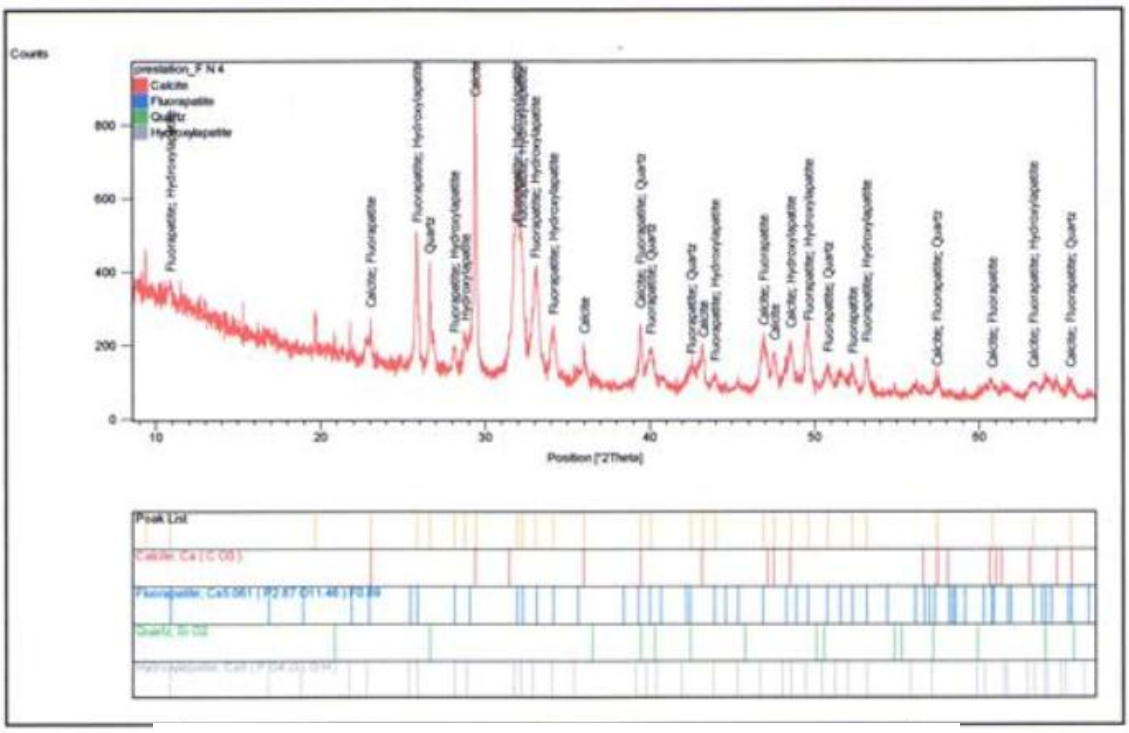
رسم بياني لتحاليل الأشعة السينية للعينة**HMN-12-03**

الفلز	هيدروكسيل اباتيت		**نظام التبلور**	سداسي
العائلة	الفوسفاتات(فلزات غير سيليكاتية)		**الصلابة**	5
الصيغة الكيميائية	$Ca_5(PO_4)_3(OH)$		**الخدش**	أبيض
اللون	عديم اللون،ابيض،أصفر،رمادي		**الكثافة**	3,21 -3,14

بطاقة تقنية للهيدروكسيل اباتيت

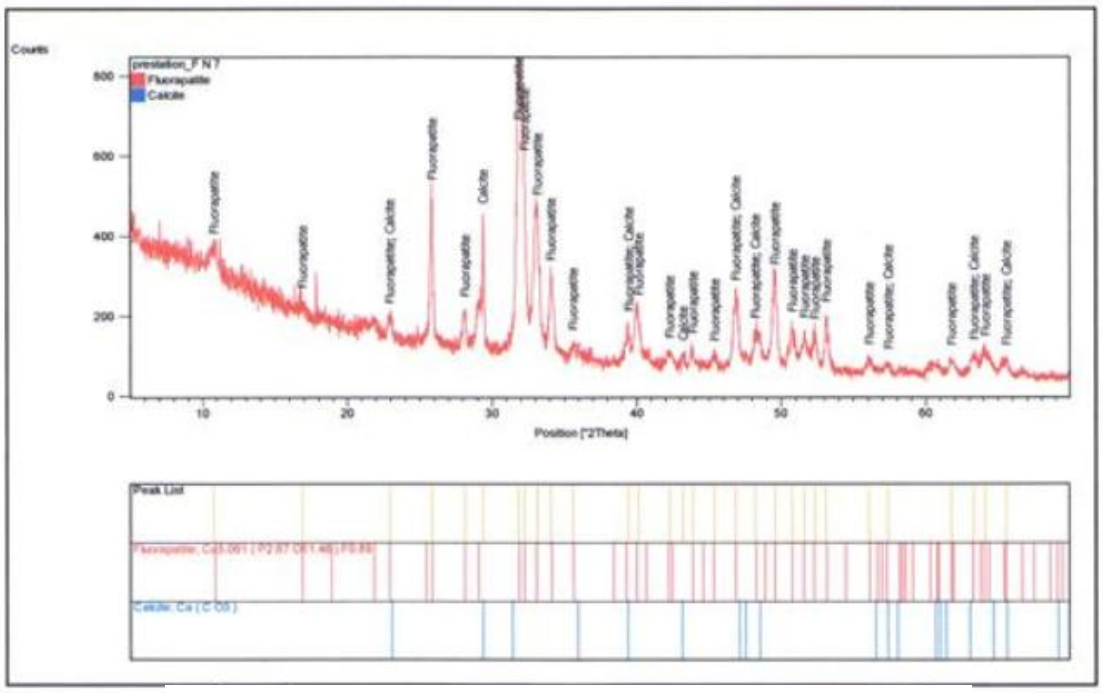
العينة الثانية HMN-13-04: حيث تظهر النتائج تباين في نسب الفلزات هي كالتالي:

- الكالسيت.
- فليوراباتيت.
- الكوارتز.
- الهيدروكسيل أباتيت بنسبة قليلة جدا.



رسم بياني لتحاليل الأشعة السينية للعينة **HMN-13-04**

العينة الثالثة HMN-12-07: مكونة من الفيوراباتيت والكالسيت



رسم بياني لتحاليل الأشعة السينية للعينة **HMN-12-07**

-الفلزات والمعادن المكونة لعينات البحث من خلال تحاليل الأشعة السينية:

يتبين من خلال تحليل ثلاث عينات تحليلا دقيقا بواسطة الأشعة السينية نوعين من الفلزات المكونة للعظام المتحجرة للديناصورات بمنطقة عين صالح بموقع حاسي مومن، النوع الأول هي فلزات أصلية مكونة للعظم تتمثل في الهيدروكسيل أباتيتالتي تعتبر الجزء اللاعظوي أو الفلزي في العظم ويتم إنتاجها أيضا من قبل الأسنان، وهي المسئولة على صلابة العظم ومقاومتها للضغط ، وتعتبر الأباتيت واحدة من عائلة الفوسفاتات تركيبتها الكيميائية $Ca_5(PO_4)_3(OH)$وتكتب عادة $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$للتأكيد على أن تركيبة الشبكة البلورية تحتوي على جزيئين،وتكون على ثلاث أنواع، وتعتبر الهيدروكسيل أباتيت أحد هذه الأنواع التي هي من مجموعة الأباتبت الهيدروكسيلية [1] التي من الممكن أن تعوض بالفليور أو الكلورأو الكربونات ، تتبلور في نظام سداسي (Hexagonal)، لونها الأصلي أبيض [2]، أما النوعين الآخرين فهماالكلورا باتيت (Chlorapatite)، وكذا الفليورا باتيت، هذه الأخيرة هي النوع الثاني من الفلزات المبينة بواسطة الأشعة السينية بالنسبة لعينات دراستنا، تركيبتها الكيميائية هي $Ca_5(PO_4)_3F$ هو أيضا من الفلزات الفوسفاتية (فلوروفوسفات الكالسيوم)، بريقه زجاجي إلى راتنجي قاتم، كثافته من 3.1الى 3.2، الصلابة 5 على سلم موس، أبيض عند الخدش[3].

أما النوع الأخر من هذه الفلزات فهو الكالسيت الذي هو أيضا مكون أساسي للعظام،وهو شائع جدا في الطبيعة ومن بين أهم مكونات المستحثات العظمية التي تم الكشف عنها سواء بالميكروسكوب أو عن طريق الأشعة السينية، وقد ذكرنا بعض مميزاته في العنصر السابق، و ينتمي الكالسيت لعائلة الكربونات ويسمى أيضا كربونات الكالسيوم وهو الأكثر استقرارا،ويتبلور ضمن النظام الثلاثي [4] ، شائع في الصخور الرسوبية، قساوته 3 على سلم موس، وقد أوردناه في العديد من المواضع في الفصل الأول (مكونات الأجزاء الصلبة)

[1] نقصد بالهيدروكسيلة في علم الفلزات والكيمياء وجود الهيدروجين والأوكسيجين بقد أيون في كل عنصر.

[2] Bouyer (E) et al, « Morphological study of hydroxyapatite nanocrystal suspension », Journal of Materials Science: Materials in Medicine, vol. 11, n° 8, 2000,pp. 523-531.

[3]« Fluorapatite », Mineral Data Publishing, version 1, 2001-2005.

[4]Teghidet(H), Etude de la cristalisation controlée de la calcite par voie électrochimique- effet des ions étrangers au système calcocarbonique sur la nucleation craoissancede la calcite , Thèses de doctorat , spécialité électro chimie, université Pierre et Marie Curie, Paris, 2012, pp.5-6.

وكذا الفصل الثاني وحتى الفصل الرابع في العنصر السابق ونتائج التحليل الميكروسكوبي لعينات الدراسة.

أما النوع الأخر من الفلز الذي لا يمكن أن يدخل في تكوين العظام و هو الكوارتز فهو يقوم بعملية الإستبدال الجزيئي (épigénie) خلال مرحلة الإستحاثة (أنظر مراحل الإستحاثة) وقد تقم بيان خصائص هذا الفلز في العنصر السابقفي التحليل الميكروسكوبي، والذي يعتبر من بين اهم وانسب الفلزات المكونة للمستحثات

ترميم القطع العظمية المتحجرة: خصصنا في الفصل الثالث جزءا هاما عن كيفية صيانة وترميم المستحثات العظمية في الموقع وقد رأينا أن بعض مواد الترميم (اللصق) لم يكن فعالا في اطالة مدة حفظه على الأقل، ومن هنا حاولنا تطبيق نوعين من الصيانة وهما وصل الأجزاء أو اللصق و كذا التقوية، وهذا باستعمال مادة البارالويد B72

-تحضير مادة البارالويد :

حيث تستعمل في كلا العمليتين أي في الوصل و في التقوية، و يكون الاختلاف في تركيز مادة البارالويد عند اضافة الأسيتون لاذابة الحبيبات، وهذا بحسب الاستعمال، وتكون طريقة التحضير، بوضع حبيبات البارالويد في قطعة قماش و تغمر في مادة الاسيتون من أجل اذابة متجانسة وقد استبدلنا في حالتنا مادة الاسيتون بمادة اخرى هي مادة (Diluente nitro 700)، تركناه لمدة 24 ساعة للتحلل الجيد من أجل الاستعمال.

صور 88 إلى89: التحضير لإذابة مادة البارالويد في محلول Diluente

اخترنا لهذه العملية القطع المتدهورة وهما جزء من فك و عظم كتف، وقد بدئنا بتنظيف هذه القطع ميكانيكيا بواسطة الة حادة لازالة الرواسب الملتصقة، وفرشاة من أجل ازالة الشوائب و الغبار الذي قد يعيق دخول المادة المقوية داخل هذه القطع، وقد اخترنا طريقة علاج بواسطة تمرير المادة المقوية باستعمال الفرشاة، حيث أن هناك طريقة اخرى وهي الغمر مباشرة في المحلول، لكن نقص المادة منعنا من استعمال الطريقة الثانية وهي الغمر و سنقوم بعرض صور لعملية العلاج المطبقة على قطعة الفك.

صورة 90: تحظير وسائل التنظيف

صورة 91:قطعة من فك في حالة تلف(شقوق)

صورة 92: تنظيف القطعة

صورة 93تطبيق العلاج وتقوية القطعة

صورة 94، 95 : قطعة الفك بعد المعالجة وعملية التقوية

ملاحظة: يمكن استعمال عجينة التيتان من أجل سد الفراغات .

-عملية اللصق (وصل الأجزاء) (Assemblage et Collage): اخترنا لهذه العملية قطعة عظمية متحجرة طويلة أو ما يسمى بالعظم الطويل مسكورة الى أربعة أجزاء، فبعد إزالة الغبار بواسطة الفرشاة و تهيئة مادة البارالويد على أساس اللصق لا التقوية باضافة تركيز المادة، قمنا بعملية اللصق على مرحلتين حيث لم نتمكن من وصل كل الأجزاء في يوم واحد، حيث قمنا بالصاق القطع كل قطعتين لوحدهما و انتظرنا جفاف المادة اللاصقة وهذا لثقل القطعة العظمية المتحجرة، حيث يؤثر الثقل على فعالية المادة عندما تكون على شكل سائل، لنقوم بعدها بجمع القطع كلها

صور96الى 99: مراحل ترميم القطعة

تناولنا في هذا الفصل القسم الثاني من الجانب التطبيقي والذي كان حول مراحل الصيانة العلاجية وخاصة التشخيص الذي يعتبر أهم مرحلة، وقد كان اختيار العينات بشكل متنوع من أجل الخروج بنتائج دقيقة بقدر الإمكان ومعرفة خصائص المستحثات العظمية من أجل اختيار الوسائل والطرق اللازمة في الوقاية والحفظ، حاولنا في المرحلة الأولى الكشف بواسطة المجهر القاطب، لكن لم نستطع الوصول إلى سمك معين عند تهيئتنا للشفرات الرقيقة، واكتفينا كمرحلة أولية تحليل العينات بواسطة المجهر الإلكتروني، لكن هذا التحليل يبقى غير كاف في تحديد نسبة الفلز الغالب على العينة حيث استنتجنا مجموع الفلزات المكونة لكل عينة فقط ، هذا ما بينته لنا التحاليل بواسطة الأشعة السينية، التي اكتفينا بتحليل ثلاث عينات فقط وهي HMN-12-03 و HMN-13 -04 و HMN-12-07 ، والمتمثلة على التوالي في كل من عظم الكتف المتكون من الهيدروكسيل أباتيت و الكوارتز، وكذا فقرة مكونة من الكالسيت، الفليورأباتيت والكوارتز، وبنسبة قليلة جدا من الهيدروكسيل أباتيت، أما العينة الأخيرة فهي التي حاولنا تطبيق العلاج عليها وقمنا بعملية اللصق والمتمثلة في عظم طويل مكونة من الفليور أباتيت والكالسيت، وما يمكن استخلاصه من خلال هذه النتائج هو وجود نسبة الفلزات الأصلية في العظام (الأباتيت- على شكل هيدروكسيل أو فليور- و

الكالسيت) بالرغم من أن الكالسيت منتشر بشكل كبير في الطبيعة، ويبقى الكوارتز من بين الفلزات المناسبة التي تساعد على الاستحاثة.

من خلال عرض خصائص هذه الفلزات المكونة للمستحثات العظمية للديناصورات والتماسيح بموقع ضاية الحمير بحاسي مومن (للصخور الرسوبية) يمكننا تحديد نوع القساوة وبالتالي اختيار الأدوات المناسبة في التنظيف، أما بالنسبة لإختيار الوسائل المعالجة فقد اعتمدنا على الدراسات السابقة، كون أننا لم نتمكن من إجراء تحاليل المسامية فاستعملنا مادة الباراليد كما بينته العديد من التجارب السابقة في صيانة وترميم الحجارة وخاصة المستحثات العظمية للديناصورات(أنظر الفصل الثاني الباراليد).

تحليل النتائج

تحليل النتائج:

حاولنا في بحثنا أن نتطرق إلى موضوعيجمع بين العديد من العلوم يكون مجال الصيانة والترميم جامعا لها، حيث أننا قمنا بمحاولة دراسة عينة تنتمي إلى التراث الجيولوجي وهي المستحثات العظمية للديناصورات والتماسيح، هذه المستحثات ما هي إلا عظام تعرضت بفعل عوامل طبيعية على مر الأزمنة إلى ظاهرة نادرة جدا، وهي عملية الإستحاثة، أي أنها تعرضت إلى تغير في بعض خصائصها العظمية واستبدال بعض من فلزاتها الأصلية المكونة لها بأخرى موجودة في محيط الدفن، هذا ما دفعنا إلى دراسة هذه العظام وتحليلها لمعرفة المحيط الذي دفنت فيه هذه الحيوانات المنقرضة، حيث تعاملنا معها على أساس حجارة رسوبية مشكلة من عدة فلزات ترسبت عليها وتغلغلت في شبكتها الداخلية خلال مرحلة التحجر وكذا الفلزات الأصلية المكونة للعظم (الهيدروكسيل أباتيت)، كما لا يمكن إهمال أحد أهم الفلزات المترسبة وهي الكوارتز الذي يعتبر فلز مناسب في الإستحاثة، ليس في تحجر العظام فقط بل حتى في تحجر الأشجار كما رأينا في الفصل الأول، حيث بينت التحاليل احتواء العينات المدروسة على نسبة من كبيرة من مادة الكوارتز.

إن الهدف من دراستنا هذه هي وضع أسس وقواعد الصيانة والترميم الصحيحة للمستحثات العظمية، حيث أنه يعتبر عمل منهجي أكثر منه تطبيقي، وبالرغم من أننا لم نتمكن من تجسيد كل ما أوردناه في الجانب النظري خاصة التحاليل التي تعتبر أهم الوسائل الواجب الاعتماد عليها في التشخيص، إلا أننا قمنا بذكر أهم هذه الوسائل، من بينها الكشف بالأشعة السينية DRX بعد طحن العينة وعرضها على الجهاز، وهذا يبين لنا أهم الفلزات المكونة لهذه المتحجرة من أجل الإستعمال الأنسب للأدوات والوسائل والمواد في الصيانة والترميم بعد التعرف على خصائص الفلزات المكونة لها، بالإضافة إلى جهاز قياس المسامات الذي يساعد في معرفة حجم ونوع المسامات وهذا من أجل الإختيار المناسب للمادة المعالجة، كما يمكن عرض القطع على المجهر الماسح MEB فهذا يمكننا من التعرف على نوع التلف الذي لايمكننا معاينته بالعين المجردة وبالتالي اقتراح العلاج المناسب في التقوية مثلا.

لقد ذكرنا في المقدمة بعض الصعوبات التي واجهتنا في موضوع بحثنا هذا خاصة الجانب التطبيقي، الذي يعتبر مهما جدا في معرفة وقراءة العينات قراءة علمية دقيقة، وقد قمنا بعرض أهم ما يمكن الإستعانة به من وسائل في الفصل الثاني من تحاليل الأشعة السينية التي شخصنا منها عينات قليلة جدا في موضوعنا هذا، بالرغم من أننا عرضنا 14 عينة للتحليل علما أن منهج بحثنا هذا يعتمد أيضا على المقارنة بين العينات المدروسة و عينات أخرى من مواقع مختلفة في منطقة عين صالح، حيث تبين أن العظام المتحجرة التي أجرينا عليها تحاليل الأشعة السينية لم تفقد كل تركيبتها الفلزية الأصلية(الهيدروكسيل أباتيت)، فإذا قمنا بمقارنتها بالمتحجرات العظمية لديناصورات "قوبي " بمنغوليا مثلافيمكن القول بأنها تمتاز بمظهر خارجي جيد وحالة حفظ ممتازة من الداخل، نسيجيا وكيميائيا، نسيج قنوات هافار جيدة الحفظ، ومن خلال حالة حفظها الجيدة يتبين محيط الدفن الجاف أو الشبه جاف داخل الغضار[1]، نفس ما يمكن قوله في العينات المدروسة الحالية بالنسبة لعظام الديناصورات بعين صالح، بالإضافة إلى أنهما يحتويان على الكربونات والفوسفات، حيث أنها تتحجر دون أن تعوضه آو تعوض المادة الأصلية بل تضاف إليه [2]، و إذا ازداد محتوى الكالسيوم في كل الأنسجة العظمية في محيط الاستحاثة ف إن غناها بال فوسفور يكون ذا علاقة بالطبيعة الفوسفاتية للرسوبيات وتقوم بتعديل تركيباتها العضوية وال فلزية من خلال عملية التحول[3](Diagenitique)،كما يمكن لبعض بقايا الديناصورات أن تحافظ على جوانب معينة من الآثار الحيوية والكيميائية الأصلية من نسيج العظام، وقد لوحظ تغيرات مستمرة في تكوين العظام خلال العصر الطباشيري[4]، كما تبين التحاليل الإحصائية التي أجريت بواسطة (Microsonde)على عظام مستحثة وأخرى حالية ارتفاع العناصر الترابية النادرة بالنسبة

[1]SAMOILOV,(VS) &BENJAMINI(C), « Geochemical features of dinosaur remains from the Gobi Desert, South Mongolia ». - Palaios11, Tulsa/Okl, 1996, pp 519–531 .
[2]Ibid
[3]DAUPHIN(Y) &LANGE-BADRE, (B) , « Composition chimique de quelques mammifères fossiles d'un milieu continental phosphaté (Aubrelong 1, France, Oligocène inférieur) »op cit,pp257–266.
[4]Ibid .

للمستحثات،والاختلافات النسبية للحموضةالمحتملة لمحيط الدفن، هذه التقلبات تحصل في الأنهار القديمة[1].

إن الفائدة من معرفة مكونات هذه المستحثات في مجال الصيانة والترميم يكمن في معرفة خصائص هذه المتحجرات من أجل الإستعمال المناسب لوسائل الحفظ والترميم، فمعرفة قساوة هذه المتحجرات مثلا يمكننا من إختيار الأدوات المناسبة في التنظيف الميكانيكي، فبالنسبة لعينة بحثنا ومن خلال الفلزات المكونة لهذه المتحجرات يمكن استنتاج قساوتها ما بين 3 الى 7 على سلم موس، ما يتيح لنا استعمال بعض الأدوات في التنظيف التي لا تضر بعيناتنا كنصلات السكين بالنسبة للفلزات الأكثر صلابة كالأباتيت والكوارتز، (أنظر جدول رقم1 وسائل قياس الصلابة)، ويستحسن استعمال عيدان خشبية، كما أن معرفة الخصائص الكيميائية تمكننا من استعمال المواد المناسبة التي يجب أن تكون ملائمة، فمثلا الكالسيت يتأثر بحامض HClكما رأينا في التحليل الميكروسكوبي(عينة HMN-13-11ص195)، وبالتالي يجب علينا اختيار مادة قليلة الحموضة كحامض HCl10% .

ومن أجل معرفة نوع المواد المعالجة قمنا بعرض أهمها في الفصل الثاني وهذا بحسب نوع الفلزات المشكلة للمستحثات العظمية وقد ذكرنا خصائص هذه المواد ومكوناتها التي أغلبها هي عبارة عن راتنجات، لكن يجب أولا معرفة نوع المسامات للمادة المطبق عليها، كما ذكرنا سابقا بخصوص جهاز قياس المسامية، حيث أن معرفة الهندسة المسامية يساعدنا في تحديد واختيار نوع المادة المناسبة في الترميم، وبما أننا لم نتمكن من القيام بهذا النوع من التحليل قمنا في عملية الترميم بالإعتماد على الدراسات السابقة التي أجريت على مثل هذا النوع من العينات، حيث استعمل فيه مادة البارالويد في ترميم العظام المتحجرة للأكتيوصور.

سبق القول أن المتحجرات العظمية تتأثر بمحيط الدفن الذي تكسب منه خصائصه الفلزية ما يدفعنا إلى الحديث عن نوع التربة التي وجدت فيه.

[1]DAUPHIN, et al, Diagenetic alterations of micromammal fossil bones from Olduvai Bed I of the Lower Pleistocene sequence at Olduvai Gorge, Tanzania. - Journal of Sedimentary Research69 (3), Tulsa/ Okl , 1999,pp 612–621.

تحليل الطبقات الستراتيغرافية :

لكل طبقة ستراتيغرافية خصائص دقيقة مميزة تؤثر على حالة العظم المتحجر ومورفولوجيته المتغيرة بعد وفاة الحيوان (Post Mortem) والذي يعتبر عامل هام من أجل التعرف على معطيات الاستحاثة[1](Enregistrements Fossiles)، وتعرضه للتلف التافونومي لسطح العظام [2]، كما أنها معرضة لتلف تركيبتها عند الاستحاثة ، ونلاحظ علاقة النتائج المتحصل عليها من التحاليل وجود الكوارتز كفلز أساسي في تكوين القطع العظمية المتحجرة (أنظر وصف الطبقات الستراتيغرافية – الفصل الثالث ص154-) ووجود نوعين من الرمل الأول ذو لون رمادي متماسك على شكل حجر رملي، والثاني ذو لون أصفر غير متماسك.

عامل المناخ:

يلعب المناخ دورا هاما في بقاء أو تدهور المستحثات في محيط الدفن ما يبين تنوع حفظه [3]، ولقد عاينا في الموقع أن بعض العظام المتحجرة لا يمكن انتزاعها بسبب هشاشتها، ولقد بينت أبحاث مجموعة رودونتياRodontia بمنطقة تيغنيف بمعسكر مدى تأثير التغير المناخي على وسط الدفن الذي بدوره يؤثر تأثيرا مباشرا على المتحجرات العظمية [4]، فالأمطار تحدد رطوبة الوسط التي تلعب دورا كبيرا في التغيرات التي تطرأ على المستحثات من خلال حركة السوائل من الوسط إلى المادة وما تحمله من عناصر كيميائية بالإضافة إلى تأثيرها على حموضة الوسط .

من خلال التحاليل المخبرية التي قمنا بها(DRX)، واعتمادا على الدراسة النظرية يمكن تقسيم الفلزات المشكلة للعينات المدروسة إلى قسمين:

1 -الفلزات الأصلية المشكلة أساسا من الأباتيت بنوعيه (الهيدروكسيل و الفليور)(أنظر الملحق رقم 1).

[1]DAUPHIN(Y)et al , Assemblage data and bone and teeth modifications as an aid to paleoenvironmental interpretations of the open air Pleistocene site of Tighenif (Algeria). - Quaternary Research42, New York, 1994,pp 340–349,

[2]DENYS(C), « Diagenetical changes in Pleistocene small mammal bones from Olduvai bed I », Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology126, Amsterdam, 1996,pp 121–134.

[3]DAUPHIN(Y) et al . , op cit

[4]DENYS(C), OP CIT.

2 -الفلزات الدخيلة المترسبة والمتغلغلة عند مرحلة التحجر وهما الكالسيت و الكوارتز بنسب أكثر، وفلزات أخرى بنسب قليلة كالجبس.

وبعد تحديد المكونات الأساسية للمستحثات العظمية المدروسة، ومعرفة خصائصها الفيزيائية والكيميائية، يمكننا إقتراح مختلف عمليات التدخل التي تهدف أساسا إلى إيقاف التلف باستعمال الوسائل والمواد الملائمة وتهيئة الظروف المحيطية لضمان حالة من الإستقرار و التوازن بين المستحثات العظمية ومحيطها الخارجي.

فمن خلال مرحلة التشخيص وانطلاقا من الخصائص الفيزيائية والكيميائية للمستحثات العظمية المدروسة، اقترحنا المراحل العلاجية التالية :

1 -التنظيف : وتهدف هذه العملية أساسا إلى نزع الترسبات و الأتربة من على سطع المادة باستخدام أدوات غير قاسية كالأفرشة البلاستيكية، والعيدان الخشبية، كما يمكننا في بعض الحالات استعمال التنظيف المائي، كما يمكن استعمال بعض الأحماض المخففة كحمض الأسيتيك أو حمض كلور الماء.

2 -التقوية : تهدف عملية التقوية إلى علاج المادة التي فقدت تماسكها بفعل عوامل مختلفة، وتستعمل في هذه العملية نوعين من المقويات:

- المقويات العضوية:ونستعمل عادة الراتنجات الحرارية Thermoplastique)(التي تتميز بإرجاعية عالية، واستعملنا في الجانب التطبيقي من دراستنا هذه مادة البارالويد B72 تركيز 10% .
- المقويات الفلزية: في الحالة التي تكون فيها نسبة الكالسيت عالية في المستحثات العظمية يمكن استعمال ماء الجير المخفف (حليب الجير lait de chaux) الذي يعطي بعد تصلبه كربونات الكالسيوم التي لها نفس خصائص الكالسيت، والتي تضمن إعادة تماسك القطع الهشة .

3 -وصل الأجزاء: صادفنا خلال التدخلات الإنقاذية عدة حالات تدهور القطع خاصة المنكسرة منها، ما دفعنا إلى التدخل المباشر على القطع بغرض إعادة إلصاقها، وقد استعملنا مادة البارالويد بتركيز 50%، كما يمكن استعمال الراتنجات الحرارية الصلبة(Thermodurcissable).

وبعد عمليات التدخل يجب خلق محيط ملائم للمستحثات العظمية بهدف وقايتها من تلف محتمل وذلك من خلال التحكم في الشروط التخزين، والحفظ ومن خلال ما سبق من دراسات في مجال الصيانة الوقائية تبين أن نسبة الرطوبة المناسبة للحفاظ على المستحثات العظمية تكون ما بين 45%إلى50%[1]، أما بالنسبة لدرجات الحرارةفـيجب أن تكون بمتوسط 19°[2]، وقد تلعب التغيرات المفاجئة في درجات الحرارة دورا سلبيا في حالة حفظ المستحثات، حيث أن هذه الأخيرة مشكلة من عدة فلزات كما رأينا سالفا ويختلف معامل التمدد الحراري لكل منها، ففي حالة التغير المفاجئ لدرجة حرارة المحيط يؤدي إلى اختلاف في التمدد والتقلص للفلزات ما يخلق ضغوطا ميكانيكية داخلية قد تؤدي إلى حدوث شقوق مجهرية التي تتحول بفعل عوامل مختلفة إلى شقوق كبيرة.

[1]ODDY(WA)., « The conservation of pyritic stone antiquities », dans *Studies in Conservation*, vol. 22,1977 , p. 68-72.

[2] Odin(G) et al,« Étude de collections de paléontologie De la caractérisation à la reproduction des altérations de fossiles; dits pyriteux », op cit .

الخـــــاتمة

بينت دراستنا هذه أن مجال الصيانة والترميم شاسع جدا، حيث قمنا ببحث متشابك في شمل علوم عدة، حيث أن هذا النوع من العينة المدروسة (المستحثات) تندرج ضمن التراث الجيولوجي وعلى وجه الخصوص علم الباليونتولوجيا، هذا الأخير يجمع بين علمين وهما البيولوجيا والجيولوجيا، ما دفعنا إلى التطرق إلى أهمية هذا النوع من التراث واليات حمايته، مع توضيح بعض المفاهيم فيما يخص عالم الأحياء القديمة، وقد رأينا أنه من الضروري تثمين هذا النوع من التراث بذكر أهم أنواع ومناطق تواجدها خاصة بمنطقة عين صالح، كونها تشكل الإطار المكاني لموضوع بحثنا هذا، أي العظام المتحجرة المكتشفة بموقع حاسي مومن، كما أن ذكر أهم أنواع المستحثات في المنطقة ساعدنا في وضع عينة دراستنا هذه أي الديناصورات في محيط بيولوجي متنوع، من أنهار و بحار كما هو الحال بالنسبة للمستحثات البحرية والمائية لقواقع الرخويات كرأسيات الأرجل و الامونيت، أو بالنسبة للنباتات والأشجار السائدة في ذلك الوقت كالصنوبريات و السرخس، ما يجعلنا نؤكد فرضية تنوع هذه الحيوانات الفقارية والتماسيح وكذا الديناصورات بكل أنواعها العاشبة منها واكلات اللحوم و آكلات الأسماك.

سبق وذكرنا أن هذه المستحثات قد استبدلت بعضا من فلزاتها الأصلية بأخرى رسوبية ما أعطاها شكلا من أشكال الحجارة الرسوبية، هذا دفعنا إلى اللجوء إلى علم آخر وهو علم الصخور أوالبتروغرافيا، ومن أجل فهم عملية التحول التي تطرأ على العظام قمنا بذكر مفاهيم وتعريفات خاصة بالعظم في حالته الطبيعية، وقد عرفنا مكوناته الأساسية التي يمثل فيها فلز الأباتيت 70% من تكوينه، هذا ما يساعده في إطالة عمره وعدم تحلله خلال مرحلة الدفن، حيث يمر على مراحل عدة قبل أن تترسب فيه الفلزات الخارجية وتعوض نسب من فلزاته الأصلية، ما يضعنا أما التعامل مع عينة من نوع صخري.

تتعرض الصخور الرسوبية كباقي الصخور إلى عوامل وظواهر تساهم في إفقادها لتماسكها و في بعض الأحيان إلى تلفها الكلي ما دفعنا للحديث إلى عنصر مهم وهو تفسير كيفية حدوث التلف أي آليات تلف هذه المستحثات العظمية، الفيزيائية منها والكيميائية والفيزيوكيميائية، وهذا حتى يتسنى لنا التعامل الصحيح مع القطع العظمية المتحجرة بدءا من حقل الحفرية ومحيط الدفن إلى تسييرها نحو مكان المعالجة والتخزين، إلى تطبيق مبادئ

الصيانة والترميم، بدءا بالتشخيص الماكروسكوبي و الميكروسكوبي هذا الأخير يعتمد على عدة وسائل و أجهزة تقنية تكشف و تشخص لنا محتوى القطع ومكوناتها الفلزية و حتى معرفة مساماتها، ومن بين هذه الأجهزة نذكر جهاز قياس المسامية وكذا جهاز الكشف عن انحناء الأشعة السينية الذي لا يستغن عنه في مثل هذه الدراسات والدراسات الأخرى المتعلقة بمعرفة مكونات الصخور والفلزات، كل هذه الأجهزة تساعد في التشخيص الجيد الذي هو أساس أي علاج، فمعرفة الخصائص الفيزيائية والكيميائية للصخور والفلزات يساعدنا في تهيئة وتوفير المحيط الملائم لها، أو اختيار المواد المناسبة وتطبيق العلاج اللازم في حالة الترميم البارالويد (ب72) الذي يستعمل للصق والتقوية، وكذلك أسيتات البوليفينيل، وعجينة التيتان التي تستعمل لسد الفراغات، ويكون اختيار هذه الأنواع من المواد المعالجة بحسب خصائصها خاصة كونها إرجاعية ولا تترك آثار جانبية.

توصلنا خلال دراستنا الى تسطير أهم خطوات الصيانة والترميم المطبقة على عينتنا بموقع حاسي مومن، الذي يقع بمدينة عين صالح وسط الصحراء الجزائرية، حيث أننا قمنا بوصف مكان الاكتشاف والمنطقة بصفة عامة، وارتأينا عرض أهم مراحل التدخلات الاستعجالية على الموقع و مصادر وطرق جلب القطع العظمية المتحجرة من أجل إضفاء الجانب العلمي والمنهجي وكذا تثمين هذا الاكتشاف والمكتشفات العظمية، فبالإضافة إلى الصيانة الوقائية في الموقع وحتى العلاجية في بعض الأحيان التي مكنتنا من حماية و استرجاع عدد كبير من القطع العظمية المتحجرة التي فاق عددها 4000 قطعة، مختلفة الأحجام و الأنواع للعديد من الديناصورات والتماسيح، وقد استطعنا جرد جزء هام من هذه القطع التي من بينها الفقرات و الفكوك و الأنياب، بالإضافة إلى الصفائح الجلدية وبعض العظام الطويلة وغيرها مما يمكن التعرف عليه أو مما لا يمكن التعرف عليه لحالة حفظه السيئة، أما الشق الثاني من الجانب التطبيقي والذي كان حول مراحل الصيانة العلاجية وخاصة التشخيص الذي يعتبر أهم مرحلة، وقد كان اختيار العينات بشكل متنوع من أجل الخروج بنتائج دقيقة بقدر الإمكان ومعرفة خصائص المستحثات العظمية من أجل اختيار الوسائل والطرق اللازمة في الوقاية والحفظ، حاولنا في المرحلة الأولى الكشف بواسطة المجهر القاطب، لكن لم نستطع الوصول إلى سمك معين عند تهيئتنا للشفرات الرقيقة،

واكتفينا كمرحلة أولية تحليل العينات بواسطة المجهر الإلكتروني، لكن هذا التحليل يبقى غير كاف في تحديد نسبة الفلز الغالب على العينة حيث استنتجنا مجموع الفلزات المكونة لكل عينة فقط ، هذا ما بينته لنا التحاليل بواسطة الأشعة السينية، التي اكتفينا بتحليل ثلاث عينات فقط وهي HMN-12-03 و HMN-13 -04 و HMN-12-07، والمتمثلة على التوالي في كل من فقرة لديناصور الصوروبد المتكون من الهيدروكسيل أباتيت و الكوارتز، وكذا فقرة مكونة من الكالسيت، الفليورأباتيت والكوارتز، وبنسبة قليلة جدا من الهيدروكسيل أباتيت، أما العينة الأخيرة فهي التي حاولنا تطبيق العلاج عليها وقمنا بعملية اللصق والمتمثلة في عظم طويل مكونة من الفليور أباتيت والكالسيت، وما يمكن استخلاصه من خلال هذه النتائج هو وجود نسبة الفلزات الأصلية في العظام (الأباتيت- على شكل هيدروكسيل أو فليور- و الكالسيت) بالرغم من أن الكالسيت منتشر بشكل كبير في الطبيعة، ويبقى الكوارتز من بين الفلزات المناسبة التي تساعد على الاستحاثة.

بالرغم من أن هذه الدراسة يشوبها الكثير من النقص خاصة من الجانب التطبيقي واستعمال وسائل التحليل، إلا أن الهدف الأساسي والرئيسي منها هو إعطاء منهجية صحيحة في صيانة وترميم المستحثات العظمية باختلاف أنواعها واختلاف محيطها ومناخها، ووضع قواعد علمية تعتمد بالدرجة الأولى على تقنيات حديثة ومتطورة، حيث أن لوسائل التحليل دورا هاما في التشخيص الذي يعتبر مفتاح العلاج، حيث أننا اليوم لازلنا نعاني من نقص هذه الوسائل الضرورية، التي من المفروض أننا نستعملها بشكل يومي ودوري في مجال تخصصنا، فالصيانة والترميم في بلدان أخرى أصبحت أكثر تطورا، وهذا بفضل توفير الأجهزة والوسائل التقنية والعلمية المتطورة، عكس ما مررنا به نحن في تجربتنا هذه حيث أن الكشف عن الأشعة السينية كان صعبا جدا، بالرغم من أن بعض الدول تستعمله في كل بحوثها بشكل جد عادي وهو متاح لكل الفئات، ومن هنا أدعوا كل المهتمين في مخالف المجالات الخوض في مجال المستحثات، كل بحسب تخصصه سواء المختصين في مجال الصيانة والترميم من أجل استكمال ما قمنا به أو المختصين في الباليونتولوجيا من أجل إعادة تشكيل الهيكل العام للحيوانات المكتشفة، وحتى يتسنى لنا كذلك التعرف على التنوع

البيولوجي القديم السائد في المنطقة، بل والتفكير في تجسيد متحف مختص في التاريخ الطبيعي تكون منطقة عين صالح مكانا مناسبا له.

- **توصيات واقتراحات**

لحماية التراث الجيولوجي وتثمينه[1]:

يعتبر التأخر والإهمال في المناهج الدراسية في بلدنا في مجال الجيولوجيا والتراث الجيولوجي بصفة عامة من بين أهم أسباب اللامبالات التي تصادفنا في أمر الواقع ، بالرغم من أننا نادرا ما نجدها تدرس بصفة جدية ، حيث تعتبر مادة صعبة الإرضاء منذ الثانوي التي تدرس على أساس أنها مادة العلوم الطبيعية وهي ليست متعمقة في علوم الأرض أما الجامعة فالوقت المخصص لمادة التراث الجيولوجي غير كافية ، هذا إذا نظرنا من القاعدة، بالإضافة إلى نقص في مواد التشريع القانوني والفجوات وعدم الدقة في المفاهيم حول التراث الجيولوجي،أما بالنسبة للمؤسسات المكلفة بحفظ وحماية التراث الجيولوجي فنجدها تفتقر الجرد المنهجي والمتواصل في بعض الأحيان حتى من المؤسسات المخولة بذلك، وتبقى التهيئة المتسرعة والاستغلال الأعمى وغير العقلاني وغير الهدروس لمواقع التراث من بين أهم أسباب تخريب الثروة الجيولوجية، ومن هنا نلخص مجموعة من النقاط التي يتبين أنها تفيد في حماية وتثمين التراث الجيولوجي بما فيه الباليونتولوجي :

- ضبط المفاهيم والتعريفات والصياغة القانونية بكل ما يتعلق بالجيولوجيا كتراث .
- يعتبر الجرد أول خطوة في حماية المواد التراثية عامة والتي توكل إلى المؤسسات التراثية [2].
- الجرد العام والمنهجي للمواقع الجيولوجية والتي تبين نوعه وصنفه وانتماءه كمستحثات أو فلزات.
- نشر المعلومات المتعلقة بالمواقع المهمة خاصة عند المختصين .

[1] سامر كريم « التراث الجيولوجي في الجزائر – المستحثات بمنطقة عين صالح ا نموذجا- »، مجلة الحكمة للدراسات التاريخية ، العدد 15 ،السداسي الثاني، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع 2018، ص ص ،297 -310.

[2] يوسف محمد عبد الله ،« الحفاظ على الموروث الثقافي وسبل تنميته» ، جامعة صنعاء ، ص، 13.

- متابعة المختصين في مجال الجيولوجيا والباليونتولوجيا للمواقع والورشات،حيث يكون في اتصال مباشر مع المخابر لمعرفة قيمة الموقع وهذا من اجل إيجاد الحلول للمحافظة على الموقع بالإضافة إلى تكوين المبتدئين لكي يكونوا يقضين لأي تجاوز.
- تبني إستراتجية للدفاع عن التراث الجيولوجي من الأخطار التي تمس الأرض وما تحتها[1]وقد تبين نجاعتها عندما قامت الحظيرة الثقافية للاهقار بتوقيع بروتوكول مع الشركات العالمية [2](BP , PETROFAC)من أجل التبليغ العاجل في حالة المساس بكل ما هو تراث جيولوجي وطبيعي وثقافي، فوق الأرض وتحت الأرض (أنظر البروتوكول في الملحق)
- تطوير و تعميم وسائل التعليم والنشر عن طريق المعارض الدائمة والمؤقتة من طرف المتاحف بطابع تعليمي وجمالي حتى باستعمال المواد الأصلية والصور.
- إدراج مادة الجيولوجيا بما فيها الباليونتولوجيا وبالطرق الحديثة والميدانية لتكوين الطفل على الملاحظة الدقيقة واحترام الأرض مع بعض الرحلات التي لها اثر كبير في التعليم و التحسيس.
- تثمين أكثر للثروات الطبيعية والثقافية من طرف الحظائر الطبيعية والثقافية والمتاحف والمحميات.
- مضاعفة المعارض، الأشرطة العلمية والنشر في نطاق واسع في المجلات والجرائد لإبلاغ الجمهور كما تفعل حاليا الحظيرة الثقافية للطاسيلي في مجلتها (Racines) للتنبيه حول أهمية التراث بكل أنوعه .
- إدخال السياحة الجيولوجية بتجهيز مناطق للزيارات كالأهقار والتاسيلي وجرجرة، غابات عين صالح المتحجرة ... .
- إنشاء متحف التاريخ الطبيعي مختص [3].

[1]جاء في تعريف التراث عند المشرع الجزائري بكل ما يتعلق بالممتلكات الثابتة والمنقولة وما فوق الأرض وتحتها (أنظر المادة 2 من قانون 98-04) .

[2] Aouali (A), Directeur de l'Office National du Parc Culturel de l'Ahaggar, « Article a l' Horizon » , Mercridi 16 Janvier 2013.

[3] Aouimeur (FC), « Aménagement et développement… », op cit, pp 128-139

- هدف المعروضات هي التعريف للسياح الشغوفين بتراث البلاد المحلي والوطني وإطاره الجيولوجي المتعلق بالطبيعة، المعادن والصخور والمستحثات وتركيباتها وحتى خصائصها الفيزيائية والكيميائية أين تخدم المتمدرسين والجامعيين وتجذب معها كل التخصصات المتعلقة بالجيولوجيا الجيوفيزياء،
جيوكيمياء،البترولوجياالباليونتولوجيا، علم الفلزات ....[1]
- تأسيس الحظائر الجيولوجية[2] Géo Parc.
- الاستفادة من تجارب البلدان الأخرى في مجال حماية التراث الجيولوجي، كما حدث في مؤتمر دين(Digne) بفرنسا عام 1991م أين عرض الباحثون تجارب بلدانهم في تسيير التراث الجيولوجي وحمايتها من النهب والكوارث الطبيعية.
- توسيع الملتقيات وضم الأشخاص المهتمين بالتراث لتكوين قوة في المحافظة غلى التراث والمحيط
- مضاعفة الملتقيات والتعارف الوطنية و الجهوية والمحلية التي تحمل طابع خاص حول التراث الجيولوجي لتطوير مفهومه وقيمته .
- إشراك المختصين في حماية التراث في متابعة كل أنواع التنقيب والحفر خاصة البترولية والغازية[3].

ويبقى القول بان كل التشريعات والقوانين والدراسات وحتى الإرادات السياسية يجب أن تضاف إليها التحلي بروح المسؤولية والضمير من طرف الكل الفاعلين والباحثين وحتى المواطن البسيط والزوار لان كل القطاعات والجمعيات سواء حكومية أو غير حكومية وغيرها تساهم في عملية الحفاظ[4].

إن الجزائر تملك من الكفاءات والقدرات من أهل التخصص لضم و جرد كل تراثها الجيولوجي لحمايته وحفظه من كل الأخطار كالنهب والنسيان باعتبارها شواهد لا تعوض

[1] Aouimeur (FC), « Aménagement et développement… », op cit, .

[2] **الحظيرة الجيولوجية:** هي حظائر وطنية وظيفتها جيولوجية فقط (انظر مارتيني2010، اوقارتا)التي تحتوي على نتوءات معروضة بشكل جيد والتي تحتوي كذلك على مستحثات ، وتاريخ تكتوني جد غني ومناظر طبيعية متنوعة ، والتي اقترحت أن تكون حظيرة جيولوجية في الأيام الدراسية للستراتيغرافيا ببني عباس في2009 من طرف نجاري وفطيمة عويمر.

[3] Inrap, archéologie et gazoducs-40ans d'histoire communes-, mémoire de fouille,2017, pp.1-43 .

[4] فريد قاضي ، « دور الجمعيات الحكومية وغير الحكومية في المحافظة على التراث الأثري »، المتاحف والحضارة والتنمية ، عمان، المملكة الاردنية الهاشمية ، 1994، المجلس الدولي للمتاحف، ص.181.

حيث أن ثرواتنا تنهب حتى بتواطؤ من أبناء الوطن كالوكالات السياحية التي لا تراقب السياح فينهبون كل ما هو ثمين ، وتقارير المراقبة بالمطارات بالنسبة للحظيرة الثقافية للاهقار تبين حجز كم هائل من التراث الجيولوجي والثقافي كل سنة، ومن هنا نقول وعلى الفورأنه يجب وضع حدا لإتلاف المواقع الجيولوجية و الباليونتولوجية أو الفلزية او المعدنية والتي لها قيمة خاصة بدءا بالتعريف وتحديد المواقع وجردها في قوائم وبالتالي وجب علينا وبصفة استعجاليه وضع جرد وطني للثروة الجيولوجية الجزائرية كطريق الديناصورات الأطلسي، مستحثات الاوراس، اوقارتا، قورارة[1]، الغابات المتحجرة بعين صالح ...، كل هذا يساهم أيضا في تفعيل السياسة الوطنية في جعل التراث بصفة عامة يخدم السياحة والاقتصاد وتطوير الجانب الاجتماعي كذلك[2] .

إن حماية التراث يعود لوزارة الثقافة لكن هناك فجوة كبيرة بين الوزارة والجامعة لأنه يجب التفريق بين الآثار و الباليونتولوجيا، فالآثار تتعلق بالإنسان وشواهده المادية، أما الباليونتولوجيا فهي أقدم وتتعلق بشواهد تعود لملايين السنين ومن هنا فان العمل المشترك بين الثقافة والمختصين في ال جيولوجيا بصفة عامةأمر لابد منه حيث يجب ترك الباحثين يتجولون بكل حرية في ميدان بحثهم وتوفير المخابر اللازمة ، كما هو الحال بالنسبة للدول المتقدمة [3]، و في الأخير يمكن القول أن التراث الجيولوجي يعبر عن هوية الأمة لما فيه من قيم تراثية نادرة وتميزه قيم اجتماعية ثقافية وقيم جمالية و علمية [4].

. ملاحظات واستنتاجات حول التدخلات على الموقع : من خلال التدخلات على موقع الحفر استخلصنا بعض الملاحظات يمكن تلخيصها في النقاط التالية :

- جمع عدد كبير من القطع العظمية عن طريق غربلة أكوام التراب المنزوعة من الخندق ما بين تمركزها هناك باتجاه شرق/غرب من أنبوب الغاز Pipeline"32 Gazoducs، عكس الجهة الجنوبية التي نسبة العظام فيها قليلة ، وتنعدم كلما اتجهنا شمالا .

[1]Aouimeur (F C) « Aménagement et developement… », op cit , p.135.

[2] براهيمي فايزة « التوجيهات الاستراتيجية للمحافظة على التراث الوطني رهانات وتحديات » ، مجلة أثار ، عدد خاص ، معهد الاثار 2013، ص،ص30،23.

[3]Mahboubi(M), « Il est inconcevable d'interdire aux chercheurs algériens de faire leur travail »,El watan , Vendredi , 1 Avril 2016 .

[4] Merle (D) , Dewever(P) , « Stratotype lutétien »,op cit ,pp.140-143 .

- مستوى عمق تواجد العظام يبدأ من 50سم إلى 80سم حسب خندق الاكتشاف و 30سم حسب عملية التنقيب غير أن هذه الأخيرة من المحتمل أن تكون على مستوى السطح نظرا لإشغال الحفر التي سبقت الاكتشاف .

- أن اختلاف طبقات تواجد العظام يرجح فرضية أن العظام المتحجرة قد تحركت من مكانها إما بفعل الحركة المستمرة للآلات أو بفعل طبيعي .

- إن تواجد العظام بشكل عشوائي في طبقات مختلفة من التربة يرجح فرضية أن العظام نقلت بفعل طبيعي(مياه) خاصة إذا علمنا أن المنطقة عبارة عن نهر قديم Paléo lac.

- إن حالة حفظ القطع العظمية المتحجرة داخل خندق الاكتشاف مختلفة بالمقارنة مع التي جلبت من التنقيب في المنطقة 3، حيث أن عامل العمق و المكان (طريق سير الآلات)عمل على تحطيم وتكسير تقريبا كل القطع المستخرجة من الحفرية كما تبينه الصورة رقم 55 لفك متحجر لحيوان الديناصور أو التمساح في حالة تلف كبيرة .

- هشاشة بعض القطع العظمية في منطقة الحفر رقم 3 التي تبين عدم اكتمال استحاثتها أو محيط الحفظ أو الدفن غير ملائم .

- عدم تجانس الطبقات الستراتيغرافية من خلال السبر الأثري الذي أجري عبر أماكن مختلفة يبين مدى عدم استقرار الأرضية .

- التشابه الكبير في نوعية وحجم وشكل ولون المستحثات المكتشفة في موقع حاسي مومن و التي اكتشفت من بعد في موقعي قارة بيفينا ،الذي يبعد ب 15كم شمالا، هذا يرجح إمكانية تواجد مواقع أخرى، وخاصة إذا أجريت دراسات و أعمال ميدانية حول المنطقة ككل خاصة بمعرفة توجه الأحواض الرسوبية والأودية ونوع التربة .

- إن عامل التجوية خاصة الرياح في الصحراء التي تجلب معها الرمال يلعب دورا هاما في تلف وحفظ المستحثات العظمية في آن واحد حيث انه من الممكن أن تكشفها وتتلفها كما يمكن أن تغطيها وتحفظها.

- معظم المستحثات العظمية ذات لون رمادي مغطاة بلون طيني بني .

- اختلاف أحجام العظام وأشكالها وبكميات هائلة لم يتم استخراج إلا القليل منها يبين وجود العديد من الديناصورات والتماسيح باختلاف أنواعها، والتي لا تختلف عن نظيرتها في

صحرائنا الكبرى من آكلات الأعشاب (صوروبود) خاصة إذا علمنا إن المنطقة في فترة الطباشيري كانت عبارة عن غابات استوائية كبيرة يبينه حاليا الغابات المتحجرة الموزعة على كل منطقة التيديكل ت، واكلات اللحوم كالكاركارود أوالسبينوزور وهذا من خلال الأنياب المستخرجة من الموقع والتي تصل إحداها 11سم(صورة61)، أي اكبر من التي اكتشفت مؤخرا في البرازيل 10سم.

- اختلاف حالات حفظ ودرجات تلف المستحثات العظمية للديناصورات تستدعي دراسة دقيقة لمكونات العظام ، مع دراسة محيط الدفن حالة الحفظ الحالية .

- حالة حفظ العظام يجب إن يكون وفق دراسة علمية عن الحرارة والرطوبة اللازمتين لها من اجل الحفاظ عليها مع إتمام عملية الجرد .

- تدخل المختصين الباليونتولوجيين في مثل هكذا اكتشافات شيء لابد منه لتسييرها وفق مناهج صحيحة .

- معرفة نوع الديناصورات بالأجهزة والوسائل الحديثة يساعد في معرفة محيط مناخ المنطقة و حتى كيفية معالجة وترميم العظام باستعمال الوسائل الهلائمة .

- وضع تصور آو إعادة تصوير آو تشكيل نوع الديناصور داخل المتحف يمنح الخصوصية التامة للمنطقة وللبلاد عامة .

- متحف خاص بالتاريخ الطبيعي في منطقة كعين صالح جد ملائم لها نظرا لموروثها الطبيعي والجيولوجي الهائل و كذا الثقافي المادي واللامادي الهام، مما يجعل منها منطقة للسياحة الترفيهية ، المتحفية، وخاصة العلمية.

- الاهتمام بالتراث الجيولوجي والباليونتولوجي خاصة يساهم في إعادة بعث الحياة كما كانت عليه منذ ملايين السنين ويساعد في كتابة تاريخ الأمة .

- إشراك وتحسيس المواطنين و إلمامهم بالموروث الطبيعي والثقافي يعطي فرص اكبر من أجل الحفاظ على التراث المكتسب.

- لا يوجد فرق بين الحفرية الأثرية و الباليونتولوجية ، وهذا ما يجرنا إلى الحديث عن طريقة تسيير هذه العظام من موقع الحفر إلى المخبر .

قائمة المراجع

المراجع :

بيرديكو ماري ، الحفظ في علم الآثار الطرق و الأساليب العلمية لحفظ وترميم المقتنيات الأثرية، مؤلف جماعي، ترجمة احمد محمد الشاعر ،المعهد العلمي الفرنسي للآثار الشرقية بالقاهرة مجلد 22،

التومي الحاج سعيدان، سكان التيديكلت القدماء والاتكال على النفس، العالمية للطباعة والخدمات2012.

حسني فريدة ابراهيم و إمام علي حسين، مجموعة المصطلحات العلمية والفنية التي أقرها المجتمع، الهيئة العامة لهيئة لشؤون المطابع الاميرية، القاهرة، ،المجلد7، 1975.

حشاد أحمد حسين ، ومحمد أحمد قزاز، أسس الجيوكيمياء، مركز النشر العلمي ،جامعة الملك عبد العزيز،ص ب،104،جدة ،21441، المملكة العربية السعودية.

الخوري يوسف ، موجز البتروغرافيا أو علم الصخور، المطبعة التعاونية بدمشق، 1988.

العقيد دوماس، الصحراء الجزائرية ، دراسة تاريخية، إحصائية وجغرافية ، باريس 1845 ، ترجمة عبد الرحمان بالنوي.

كامل عطاالله ميشيل ، أساسيات الجيولوجيا ، دار الميسرة للنشر والتوزيع والطباعة ، عمان، 2000.

ماثيوز ويليام، ما هي الجيولوجيا؟ ، ترجمة مختار رسمي ناشد، الهيئة المصرية العامة للكتاب،1995.

محمد عبد المقصود ، الصخور من المنشأ والتكوين إلى الحضارة والعمارة والفنون ،الهيئة المصرية العامة للفنون ، 2008.

مرسلي عبد الحميد، التراث الثقافي الجزائري والنصوص المتعلقة به (قوانين ونصوص تنظيمية، الكتاب العربي ،2009.

موريه ليون، الوجيز في الجيولوجيا ، ترجمة د يوسف خوري، عبد الرحمن حميدة ، دار طلاس للدراسات والترجمة والنشر ، دمشق، الطبعة الأولى ،1987.

نصوص تشريعية:

الجريدة الرسمية، العدد 44، 2012.

قانون 98-04.

المراجع باللغة الاجنبية:

Albert(E) et al,Résolution structurale par diffraction des rayons X , sur monocristal, CNRS, Université Henri Poincaré.

Angeli(M), Etude multi échelle de la dégradation des roches par la cristallisation de sels dans les réseaux poreux , Université de Cergy Pontoise , Doctorat Soutenue novembre 2007.

Aouimeur(FC) , Les collections de fossiles de l'université d'Alger , un patrimoine scientifique et Historique, Impression : Sarl el Hacene , Alger 2011.

Auger(P), Boulmier(JL), La prosimètrie au mercure et son application aux échantillons de poudres , BRGM , direction de la technologie, département minéralogie géochimie analyses , DT 038, MGA , 1986.

Autour des dinosaures, un voyage du jurassique au crétacé, Musée d'Histoire naturel , département éducation formation , Paris 2015.

Beaux (JF) et al, Atlas de géologie et pétrologie, Dunod, 5rue Laroni Guiere, 75005,Paris, 2015.

Beaux (JF) et al,Atlas de pétrologie, Dunod ,Paris 2012.

Becquet(M) et al, Mise au point d'un porosimetre a mercure , Application a l'étude des graphites nucléaires , Rapport CEAN 2093 , Centre d'études nucléaires de Saclay 1961.

Belhai(D), Histoire de la géologie de l'Algérie, Edition,ANEP, Imprimerie ANEP,2012.

Berner(R),Principles of chemical sedimentology, Mc Graw-Hill Companies, 1971.

Berry(J), The encapsulation of salts by consolidants used in stone conservation, institut of archeologiy 5, 1994.

Boher(C), Etude expérimentale et modélisation de la diffusion gazeuse a travers des milieux poreux partiellement saturés en eau , Application aux verres

Vy cor geopolymere , et pates de ciment CEMV , Université de Toulouse institut national des sciences appliques , (INSA) 2012.

Bour(I), TP initiation aux fossiles , licence 1 stu – géosciences 2 , pétrographie , laboratoire de géologie de lyon , université Claude Bernard , Lyon 1

Bromblet(P), Guide sur les techniques de Conservation de la pierre, CICRP, 2010.

Buenzli(P), Sims(NA),Quantifying the osteocyte network in the human skeleton,Bone, 2015

Cagné(D) et al, Archéologie préventive, guide pratique a l'intention des municipales du Quebec, ministere de la culture et des communication du quebec, direction du patrimoine et de la museologie, Archeo-Quebec, 2012.

Carrega(M), Matières plastiques, Aide mémoire, ,Dunod, 2 ed , 2009.

Chalmin(E), caracterisation des oxydes de manganese et usage des pigments s noirs au paleolithique superieur. Géologie appliquée, Thèse de doctorat ,Université de Marne la Vallée, 2003

CRMD, ,Diffraction desRayonsX exemples d'applications, Unité mixte de recherches ,6619, CNRS , Université d'Orléans ,1b rue la Férollerie , 45071 , Orleans CEDEX 2.

CRRMF, Le vade-mecum de la Conservation préventive, département Conservation préventive du C2RMF ,15 mai 2006.

D'Archiac(A), Cours de paléontologie stratigraphique , 2 éme partie, F.Savy éditeur, librairie des sociétés géologiques et météorologiques de France , 24 rue haute feuille , Paris ,1862-1864.

Daïant (J), Porometrie au mercure le model XDQ , Université joseph Fourier , 2007.

Debelmas (J)t al, Les grandes structures géologiques, Dunod, 2008 .

Delgado(J), Consolidation of decayed stones. A delicate problem with few practical solutions, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, Portugal, Guimarães, 2001.

Domasloswski(W),Conservation préventive de la pierre, Traduit par woszyck(I), UNESCO, Paris, 1982.

Dubois(L), Initiation a la paléontologie et aux fossiles.

El Albani(A) et al , Nature , 446-1, 2010

Ezzdine(R), Endommagement des monuments historiques en maçonnerie , these pour obtenir le grade de docteur spécialité : Mecanique, université Bordeaux 1, 2007

Fabre(J) et al, Introduction a la géologie du Sahara Algérien et des régions voisine , 1.la couverture phanérozoïque , SNED, Alger 1976.

Fratzl (P), Collagène, structure and mechanics an introduction , 2008.

Godefroit (P) , Leduc (T), La conservation des ossements fossiles le cas des Iguandons de Bernissart , Exposition restauration d'objets d'art , 2008

Gravereau(P), Introduction a la pratique de la diffraction des Rayons X par les poudres, ICMCB- CNRS, Université Bordeaux 1, France , 2012.

Hanrion(C), Techniques utilisées pour pour la préparation des lames minces pétrographiques, ORSTOM, BPV51 Abidjan, 1976.

Hyac vanderyst(R.),Les roches oolithiques du système schisto-calcareu x dan s l e congo occidenta l,Institut Royal Colonial Belge,Mémoires, Collection in-4° Tome I,fascicule 2,1931.

ICCROM, Évacuation d'urgence des collections du patrimoine, UNESCO, Paris, 2018.

Inrap, archéologie et gazoducs-40ans d'histoire communes-, mémoire de fouille,2017.

Inrap, Archéologie préventive, guide pratique de l'aménagement,Paris.

Jung(J), Précis de pétrographie, éditions Masson, Paris 1966

Lameyere (J), Roches et minéraux, éditions doin, Paris 1975.

Le grand livre de la terre , Edition des deux coqs d'or , 1981.

Ludovic(M) , Drapeyron, Revue de géographie, tome 46, , Imprimeries réunies B, Rue Saint Benoit 7 directeur moteroz ,1900.

Martin(A), Introduction to the Study of Dinosaurs. Second Edition. Oxford, Blackwell Publishing,2006.

Martin(I), Introduction à la pratique de l'archéologie, BA2 Histoire,2015.

McNamara(C),Ralph(M),Microbial Deterioration of Historic Stone,Reviewed Work(S):Source: Frontiers in Ecology and the Environment, Vol. 3, No. 8, Published by: Ecological Society of AmericaStable URL, 2005.

GEMO, Mesure du taux de porosité des explosif par porosimetre , , FE – 207-A-1 , 1985 .

Musée national d'histoire naturel , Parcours de visite de la galerie de paléontologie, galerie d'anatomie comparée et de paléontologie, Paris V.

Nesbitt(SJ), « The early evolution of archosaurs: relationships and the origin of major clades » Bulletin of the American Museum of Natural History, 352, 2011.

ONPCA, CNRPAH, Sahara, Patrimoine, Art et Mémoire , Ministère de la Culture

Orgel(JP) , On the packing structure of collagen: response to Okuyama et al.'s comment structure of type I collagen in situ, biological crystarllography , Volume 65| Part 9| September2009.

Park(CF)et al, Geologia economica. yacimientos minerales. mineralogia. petrologia , San francisco , Freeman edición ; 3a. ed, 1975.

Proposition de sujet de thèse, Muséum National d'Histoire Naturelle, CNRS

Rey(C)etal, Bioactive Calcium Phosphate Compounds: Physical Chemistry,Comprehensive Biomaterials, Volume 1, 2011.

Rouchon(V),Altération des collections de paléontologie compréhension des mécanismes, Diagnostique et optimisation des conditions de conservation des fossiles, MNHN, Centre de recherche sur la conservation des collections, CNRS, USR, 3224, 2011.

SAMOILOV(VS) &BENJAMINI(C), Geochemical features of dinosaur remains from the Gobi Desert, South Mongolia. - Palaios11, Tulsa/Okl, 1996.

Schuler(M), Environnements et paléoclimats paléogènes, Editions du BRGM,1990 .

Thérèse(M), Sur quelque Bois Fossiles de la région Niçoise (priabonien quaternaire ancien ou pliocène) , Mzen papier.

Thomson (G) and White(R), The pH of Rain and the Destruction of Alkaline Stone, Author(s): Reviewed work(s):Source: Studies in Conservation, Vol. 19, No. 3, Published by: International Institute for Conservation of Historic and Artistic WorksStable, 1974.

Torraca(G), Materiaux de construction poreux, traduit par Di Matteo(C), ICCROM, Rome, 1986 .

Tortosa(T), Principes de paléontologie,Donod, Paris 2013.

Touret(J), Travaux du comité Français d'Histoire de la géologie, Troisième série , Tome XX , N 8, 2006.

Trotignon(JP) et al, Matières plastiques, Structures propriétés, mise en oeuvre, normalisation. Nathan 2 éd., 2006.

Wardeh(G) and Perrin(B), Modélisation numérique du comportement d'un milieu poreux consolidé exposé au gel, Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC), INSA Génie Civil, 135 Av de Rangueil 31077 Toulouse Cedex 04, France.

الرسائل الجامعية :

بلعيبود بدر الدين، دراسة فعالية تقوية الحجارة الأثرية – دراسة تطبيقية على عينات من الحجارة الرملية، رسالة دكتوراه في الصيانة والترميم ، معهد الآثار ، جامعة الجزائر 2، 2013 .

بلعيبود بدر الدين، دراسة تحليلية لعملية ترميم تابوت "بيليروفون"بالمتحف الوطني للآثار القديمة، رسالة ماجيستير، معهد الآثار، 2008.

- **Angeli (M)** , Etude multi échelle de la dégradation des roches par la cristallisation de sels dans les réseaux poreux , Université de Cergy Pontoise , Doctorat Soutenue novembre 2007.

Azzedine (R) , Endommagement des monuments historiques en maçonnerie , Thèse pour obtenir le grade de docteur spécialité : Mécanique, université Bordeaux 1, 2007.

Beck(K), Etude des propriétés hydriques et des mécanismes d'altération de pierres calcaires à forte porosité, Thèse de doctorat en sciences des matériaux, université d'orleans, soutenue en octobre 2006.

Boyer(A),Synthèse, caractérisation et évaluation biologique d'apatites phosphocalciques carbo silicatées. Biotechnologies, Thèse de doctorat en: Génie des procédés, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 2014.

Sylvain(B), préservation de fossiles organiques au cours de la diagenèse et du métamorphisme –Etude d'échantillons naturels et approche expérimentale- Thèse de doctorat en géochimie a l'université de Denis Diderot , Paris VII , 2008.

Teghidet(H), Etude de la cristalisation controlée de la calcite par voie électrochimique- effet des ions étrangers au système calcocarbonique sur la nucleation craoissancede la calcite , Thèses de doctorat , spécialité électro chimie, université Pierre et Marie Curie, Paris, 2012.

المقالات:

براهيمي فايزة ، « التوجيهات الاستراتيجية للمحافظة على التراث الوطني رهانات وتحديات » ، مجلة أثار ، عدد خاص ، معهد الاثار2013.

خوادجية سميحة حنان، "حماية الممتلكات الاثرية في ظل قانون التراث الثقافي "، مجلة دفاتر السياسة القانونية، العدد15، كلية الحقوق، جامعة منتوري، قسنطينة، 2015.

سامر كريم، « التراث الجيولوجي في الجزائر – المستحثات بمنطقة عين صالح ا نموذجا- »، مجلة الحكمة للدراسات التاريخية ، العدد 15 ،السداسي الثاني، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع، 2018.

سامر كريم، « ماهية المتحف المفتوح على الهواء الطلق من خلال الحظيرة الثقافية للأهقار »، مجلة الايكوم العربي، (المنظمة العربية للمتاحف)، أغسطس 2017.

سامركريم، "الفن الصخري بمحطة حاسي لقويرة بعين صالح –وصف حالة – "، مجلة الحكمة للدراسات التاريخية ، مؤسسة كنوز الحكمة للنشر والتوزيع ، العدد الثالث عشر ، السداسي الأول،2018.

السليماني احمد، "دراسة نقدية للمصادر والآثار والأصول تاريخ إفريقيا الشمالية القديم الإنسانية والحضارية "، مجلة الدراسات التاريخية ، جامعة الجزائر، معهد التاريخ ' الملكية للطباعة' العدد السادس 1992.

قاضي فريد ،« دور الجمعيات الحكومية وغير الحكومية في المحافظة على التراث الأثري »، المتاحف والحضارة والتنمية ، عمان ، المملكة الاردنية الهاشمية ، المجلس الدولي للمتاحف،1994.

يوسف محمد عبد الله ،« الحفاظ على الموروث الثقافي وسبل تنميته» ، جامعة صنعاء.

« Petrified foreste nationl park », Service US departement of the interior, Arizona, Février 2012.

Abane (M) , « sur les traces du dinosaure de l'Atlas saharien » , El watan , le 01-04-2016.

Ait Menguellet(Z), « El Menéa un paradis pour les amoureux de dinosaures », El watan , 18-05-2016 .

Amokrane(S), « Un model de gestion adaptée aux réalités patrimoniales et culturelles de notre territoire » ,in RACINES ,Revue annuelle de l'Office du Parc National de Tassili ,N1 , 2009.

Aouali (A), Directeur de l'Office National du Parc Culturel de l'Ahaggar, « Article a l' Horizon » , Mercridi 16 Janvier 2013

Aouimeur (F),« Aménagement et développement durable : Quelle place pour le patrimoine géologique » , in Mémoire du service géologique de l'Algérie N 19 , ministère de l'industrie et des mines (ASGA) ,Alger 2016 , recueil de notes sélectionnée au 4eme semaine national de stratigraphie Khenchla du 4 au 6 octobre 2011.

Barker (J) et al, « Mésozoïque reptilles as diagenitic » , in Bulletin de la societé, 1997.

Baron(MG) et al, « Anew hypothesis of dinosaur relationships and early dinosaur evolution », inNature, vol. 543, 2017

Beauchamp(J), « Structure et mode de silicification de quelques bois fossiles ». In*:* Sciences Géologiques. Bulletin, tome 34, n°1, 1981.

Bensalah.(M) et al, Le géologue algérien, « Présence d'empreintes de pas de dinosaures dans le crétacé au nord d'el Bayadh (djbel Amour Algérie) » Publié sur science et technologies, Université Mantouri , Constantine, Algérie, B-N23 juin 2005.

BOSSEAU(R), « Réflexions sur la restauration du patrimoine paléontologique à travers la réhabilitation scientifique d'un fossile d' Ichthyosaure », Romanella Bosseau, Published with Lodel - 2009.

Bouyer(E)et al, « Morphological study of hydroxyapatite nanocrystal suspension », Journal of Materials Science: Materials in Medicine, vol. 11, n° 8, 2000.

Bowen(H), « Trace Éléments in Biochemistry ».in Academic Press, 1966, (2nd edition, 1976

Bromblet(P) et al, « Consolidation et hydrofugation de la pierre Monumental »,in Revue scientifique et technique des monuments historiques, Editions du patrimoine, 2002.

Brown(B), « The Ankylosauridae, a new family of armored dinosaurs from the Upper Cretaceous », in Bulletin of the American Museum of Natural History 24, 1908.

Buffetaut(E), « New remains of the enigmatic dinosaur Spinosaurus from the Cretaceous of Morocco and the affinities between Spinosaurus and Baryonyx, Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte (2) ,1989.

Bulletin technique 4, Le Conseil Canadien des Systèmes d'Isolation et de Finition Extérieure (SIFE), (416) 499-4000, Février 2006.

Butler(R),Galton(P),« The dermal armour' of the ornithopod dinosaurHypsilophodon from the Wealden (Early Cretaceous: Barremian) of the Isle of Wight: a reappraisal », Cretaceous ResearchVolume 29, Issue 4, August 2008.

Caneva(G)et Salvadori(O), « ltération biologique de la pierre, La dégradation et la conservation de la pierre », texte des cours internationaux de Venise sur la restauration de la pierre , publié sous la direction de Lazzarini(L) et pieper (R) , UNESCO 1982

Chandra(A), Gerson(A), « The mechanisms of pyrite oxidation and leaching *: a* fundamental perspective », Surface Science Reports 65 ,2010.

Charvet(B), « Composition chimique différentielle des os fossiles et des os d'animaux actuels ».

Cheylan(G) et al, « Minéraux ,Roches , Fossiles de méditerranée »,in Museum d'Histoire Naturelle d'Aix – Emprovence Companie des Editions de la Lesse.

CORNISH,(L), DOYLE(A), « Use of ethanolamine thioglycollate in the conservation of pyritized fossils », dans Paleontology, vol. 27, n° 2,1984.

DAUPHIN(Y), « Spectrométrie infrarouge (DRIFT) des os de rongeurs fossiles de Tighenif (Pléistocène Algérie) ». - Palä- ontologische Zeitschrift6 (3/4) , Stuttgart ,1993

Dauphin(Y), Bardé(B), « Composition chimique de quelques mammifères fossiles d'un milieu continental phosphaté » (Aubrelong 1, France, Oligocène inférieur).- Paläontologische Zeitschrift71 (3/4), Stuttgart, 1997.

Dauphin(Y), Bardé(BL), « Evaluation de la conservation de l'os fossiles : integration des différents niveaux d'observation », in plaz, , Volume 74, issu3 , 2000.

DAUPHIN, et al, « Diagenetic alterations of micromammal fossil bones from Olduvai Bed I of the Lower Pleistocene sequence at Olduvai Gorge, Tanzania », Journal of Sedimentary Research69 (3), Tulsa/ Okl , 1999 .

DAVID,(H), et al, Conservation de sucres dans les phases organiques d'os de bovidés fossiles.- Bulletin du Museum National d'Histoire Naturelle de Paris, (4)18, sect. C, 2/3, Paris, 1996

De La Torre (M) « Biochemical Mechanisms of Stone Alteration Carried out by Filamentous Fungi Living in Monuments », Gonzalo Gomez-Alarcon, Carmen Vizcaino, Ma TeresaGarciaReviewed work, Source: Biogeochemistry, Vol. 19, No. 3 Published by: Springer, 1993.

DENYS(C), « Diagenetical changes in Pleistocene small mammal bones from Olduvai bed I », Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology126, Amsterdam, 1996.

De Pauw, « Note sur les fouilles du charbonnage de Bernissart, Découverte solidification et montage des Iguandons », Imprim, photo, litho, J H et **Jumpertz(P)**, 150d'Auderghem, 1902.

Dunham(R), « Classification of carbonate rocks according to depositional textures », Ham, (WE). « Classification of carbonate rocks ». Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem. 1,1962

Farida(M) et al ,Presedented by **Taquet (Ph)** , « The giant of Ksour , a middle , jurassic Sauropod dinosaur from algeria » , comptes rendues , C R Palevol 2005

Fastovsky(D), Weishampel(D), « Dinosaurs, A Concise Natural History », Cambridge University Press, 2009.

Fauner(G) , Endlich(W), Manuel des techniques de collage [« Angewandte Klebtechnik: Ein Leitfaden und Nachschlagewerk für die Anwendung von Klebstoffen in der Technik »], Paris/Munich, Soproge/ (Soproge) . (trad. E. Degrange), Carl Hanser Verlag, 1979 (Hanser)-1984.

Fauner(G), **Endlich(W)**,Description sur les fragments d'un bas-relief provenant du tombeau du vizir Rekhmirê, de Thèbes, en 1470 av. J.-C.

Flamand (GBM), « Une mission d'exploitation scientifique au tidikelt », Annales de géographie , Tome 9 , 1900.

« Fluorapatite », Mineral Data Publishing, version 1, 2001-2005.

Gabani(A) et al, « Le crétacé continental vertébrés de la bordure sud du plateau de Tinhert : Découverte paléontologique et considération stratigraphique », in Mémoire du service géologique de l'Algérie N 19 , ministère de l'industrie et des mines (ASGA) ,Alger 2016.

Gerhard(F)et Wilhelm (E), tra**Degrange (E)**, *[«* Angewandte Klebtechnik: Ein Leitfaden und Nachschlagewerk für die Anwendung von Klebstoffen in der Technik »], Manuel des techniques de collage Paris/Munich, Soproge/Carl Hanser Verlag, 1979 (hanser)-1984.

Godefroit(P), Leduc(T), « La conservation des ossements fossiles le cas des Iguandons de Bernissart », Exposition restauration d'objets d'art , 2008.

Griswold(J) and Uricheck(LS), « Compensation Methods for Stone », Reviewed work(s):Source: Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 37, No. 1, Published by: The American Institute for Conservation of Historic & Artistic WorksStable, Spring, 1998.

Inrap, « l'archéologie préventive en France, les étapes de la fouille », 21-12-2015.

Jeffrey(E), « Manganese oxide mineralsM crystal structure and economic and envirenmental significance », proc,Natl, Acad,Sci, Vol96, USA,1999.

Kamel ed-din (MM), « Petrified wood from the FRAFRA, Oisis , Egypt », département of botany, faculty of university of ain shams ,Cairo ,Egypt , IAWA journal,vol 2,2003.

KEENE (S), « Some adhesives and consolidants used in conservation », *The Geological Curator*, 1986, vol. 4, n° 7, p. 421-425. Et RIXON(AE), « Fossil animal remains. Their preparation and conservation », inThe Athlone Press, University of London, 1976.

Kevin(N), « Geoheritage, Assesment, Protection, and management, Fossils, Heritage and conservation » , Management demands on a precious Resource, 2018.

Knopman(D), « Conservation of Stone Artworks: Barely a Role for Science », Reviewed work(s): Source:Science, New Series, Vol. 190, No. 4220, Published by: American Association for the Advancement of Science (Dec. 19, 1975.

Knopman(D), « Conservation of Stone Artworks: Barely a Role for Science », Reviewed work(s): Source:Science, New Series, Vol. 190, No. 4220, Published by: American Association for the Advancement of Science (Dec. 19, 1975.

Le géologue algérien, « les dinosaures …et leur monde dans le mésozoïque », N1 fervrier mars 2016.

Legros(J), « Sols, milieux naturels et conservation archéologique »,in Séance du 30 Mai 2011, conférence 4150, bull. 42.

Mahboubi(M), « Il est inconcevable d'interdire aux chercheurs algériens de faire leur travail »,El watan , Vendredi

Matares(M), « quand les dinosaures peuplaient l'Algérie » , El watan , le 18 aout2008.

Mazrou(S)et al « La formation a Bois Fossile du continental intercalaire (néocomien – Barrémien présumé) du Sahara algérien Gourara, Touat, Tidikelt, contextes biorhexistasique et climatique »,in mémoire du service géologique de l'Aalgerie N 19 , 2016, pp.91-112 .

Mosser(C), Étude géochimique de quelques éléments traces dans les argiles des altérations et des sédiments. Strasbourg : Institut de Géologie – Université Louis-Pasteur, 1980.

Naish(D) et al , « Dinosaurs of Great Britain and the role of the Geological Society of London in their discovery: Ornithischia ».in Journal of the Geological Society, London, 165 (3).

Navarro(C) et al, « The Role of Clays in the Decay of Ancient Egyptian Limestone Sculptures » Source: Journal of the American Institute for Conservation, Vol. 36, No. 2, Published by: The American Institute for Conservation of Historic & Artistic Works Stable 1997.

ODDY(WA), « The conservation of pyritic stone antiquities », dans Studies in Conservation, vol. 22,1977.

Odin(G) et al, « Étude de collections de paléontologie De la caractérisation à la reproduction des altérations de fossiles dits pyriteux », Open Edition Journals member – Published with Lodel -, 2013.

Ouakhlef(A) et al, « Détermination de la distribution de taille pores d'un milieu poreux par la méthode des fluides a seuil », 2em congrès Français de mécanique , Besançon , 29aout au 2 septembre 2011.

Padian(K) et al, « The Dinosauria », Berkeley: University of California Press, 2004.

Pain(S), « Formation des archéologues a la conservation préventive : pour une demarche de conservation », In situ revue du patrimoine, N 19, 2012.

Paltani(S), « La fin des dinosaures » université de Genève , faculté des science, Département d'astronomie UNIGE, EPFL, Mai 2008.

Paul(R)et al, « Time Scales of Critical Events Around the Cretaceous-Paleogene Boundary », in Science, vol. 339, no 6120, 2013.

Perez(J), « Notes sur les oolithes », Spéléo-Info Meurthe-et-Moselle no 33, 2013.

Perret (R) , « Le climat du Sahara », in Annales de géographie , T. 44, N 248, 1935.

Pomerol(H) et Fouet(R), « Les roches sédimentaires sédimentaires »,in presses universitaire de France 108, Boulevard Saint-Germain , Paris ,1953.

Rickwood (P), "The largest crystals",in American Mineralogist. 66**,** 1981,pp. 885-907.

Rimsdit(J),**Vaughan(D),** « Pyrite oxydation a state of réaction mechanisme », Geochimica et cosmica acta, 67, 2003.

Robling(A), **Stout (S)** « Morphology or the Drifting Osteon », Cells Tissues Organs 164, 1999.

Ruffié (J) et al, « Etude hemotypologique des populations du Tidikelt (Sahara Central) » , Bulletins et mémoires de la société d'anthropologie de paris , série 11 , T 4 , fascicule 3 , 1963.

Séance du 23 janvier 1886. In: Bulletin de la Société d'anthropologie de Lyon, tome 5, 1886.

SAMOILOV,(VS) &BENJAMINI(C), « Geochemical features of dinosaur remains from the Gobi Desert, South Mongolia ». - Palaios11, Tulsa/Okl, 1996, pp 519–531 .

SCHWEITZER(M) etal, « Preservation of biomolecules in cancellous bone ofTyrannosarus rex», in Journal of Vertebrate Paleontology17(2), Chicago, 1997

Seeley(HG), « On the classification of the fossil animals commonly named Dinosauria» Proceedings of the Royal,Society of London 43, 1888.

Skoulikidis(T) and **Beloyannis(N)** ,« Inversion of Marble Sulfation: Reconversion of Gypsum Films into Calcite on the Surfaces of Monuments and Statues » Author s Reviewed work(s):Source: Studies in Conservation, Vol. 29, No. 4 ,1984.

Steyer(S), « voyage au centre de la pangée », sur pourlascience.fr, 15 avril 2009.

Taquet(Ph), « Dinosaures la vie en grand » ,Musée National d'Histoire Naturelle, exposition au jardin des plantes grande gallérie, 36 rue geoffroy Saint Hilaire ,Paris 5, 2012.

Taquet(Ph), l'empreinte des dinosaures ,carnets de piste d'un chercher d'os ,Edition Odile jacob, Paris,2004.

Tupikina(O)et al, « Patterns of pyrite oxydation by different micro organisms , Microbiologie », 78, 2009.

Turner(C) and **Peterson(F)**, « Biostratigraphy of dinosaurs in the Upper Jurassic Morrison Formation of the Western Interior, U.S.A. » In Gillette, DD. (ed.),Vertebrate Paleontology in Uta ,1999.

Vannât (E), « Caractérisation des milieux poreux simulation d'un essai de prosimètre », SMN 24Mars 2011.

Vergés –Belmin(V) et al, « Glossaire illustré sur les formes d'altération de la pierre », ICOMOS , ateliers 30 impression champigny , Marne , France,2008 , p.10.

WALLER(R), « An Experimental Ammonia Gas Treatment Method for Oxidized Pyritic Mineral Specimens », dans ICOMcomittee for conservation, *Sydney*,Actes, Grimstad, K. (ed.), The Getty Conservation Institute, 1987.

Wang Het al, « Oxidation of marcasite and pyrite by iron-oxidizing bacteria and archaea »,in Hydrometallurgy 88 (2007)

Weishampel(D) et al , « The Dinosauria » (2d édition), Berkeley, University of California Press, 2004.

Wilson(J) etal,« Dynamic Locomotor Capabilities Revealed by Early Dinosaur Trackmakers from Southern Africa **»,** Editor**:** Andrew Allen Farke, Raymond M. Alf Museum of Paleontology, United States of America, 2009.

« Fluorapatite », Mineral Data Publishing, version 1, 2001-2005.

التقارير

ONPCA in salah , Compte rendue de la réunion sur les dépassements Du site de GBF 5 , le 21-04- 2014.

ONPCA in salah , Rapport de réunion du 26/01/2016, le 10/02/2016 .

Samer (K), Rapport technique, Mission d'intervention a Hassi Moumene, Opération de tamisage de 10-12-2012 au 15-01-2013 , ONPCA In salah 2013 .

Samer (K), Rapport Technique ONPCA In Salah, Mission d'intervention et prospection a Taghid et Taghidit / Igoston 15/16AVRIL2013 .

Samer(k), Rapport de surveillance 26-11 au 02/12/2012, ONPCA In salah.

Samer(K),Guerriche(A), Fouille de Sauvetage HMN2013 ,Rapport Quotidien de 11-05Au 09-06-2013, ONPCA 2013.

Smer (K) ,Kalouane (A),Rapport Technique Mission a HassiMoumen De 12/11 au 18/11/2012 ONPCA In salah 2012.

الموسوعات والمعاجم :

المنجد للطلاب ، عربي –فرنسي ، فرنسي –عربي ، المكتبة الشرقية، الطبعة الخامسة ، بيروت ، لبنان 2008، - 037– 17 -ISBN : 087-9953

Collins (JL),Propriétés des époxydes, Encyclopedie de sécurité et de santé au travail,Chapitre 104, 3e Ed Française, Bureau international du travail.

Dictionnaire classique des sciences naturelles, Volume 7, Par Pierre Auguste Joseph ,Drapiez, 1853.

Encyclopédie des dinosaures,Copyright 2012 Gallimard jeunesse , ,N d'édition : 240094, Paris , Dépôt légal. Octobre 2012 .

Foucault(A), Dictionnaire de Géologie - 7e édition, Dunod, 2010.

Haddad (E.W), dictionnaire des termes techniques et scientifiques, français-arabe, librairie de Liban publishers, Beyrouth 1998

International chronostratigraphic chart 2014 .

المحاضرات والدروس:

مسعود حميان، عموميات حول المواد الأثرية،- دروس الماجيستير - جامعة بومرداس ،كلية الهندسة، قسم هندسة المواد،2009، 2010 .

Auzende (AL),Techniques analytique en sciences de la terre - Quelques techniques de la minéralogie physique matière condensée-,Cours Université de Paris 7.

Belayachi(A), Diffraction des Rayons X par les solides , Université Mohammed V Agadir faculté des sciences , Rabat , Département de physique LPM .

Beneito(J), Chaussier(JB), Cours de Minéralogie Pétrographie, Département formation , Service coopération , Bureau de recherches geologique et minieres, Avenue de concyr , Orleans la source (loiret), BP 6009-45060 ,cedex, France.

Bissuer (H), Le sahara Français , Conférence sur les questions saharienne , faite le 21 et le 31Mars 1891,Alger Adolphe Jordan Editeur ,imprimeur libraire de l'académie, 4 place de gouvernement 4 , 1891.

Constantin(A), Physiologie du tissu osseux, DFG SM - Module 10 - Appareil locomoteur.

Département de Médecine, Tissu osseux Cours en médecine, Division d'Histologie de l'Université de Fribourg, Pérolles,CH-1705 Fribourg, Suisse, 2004-2005.

Giligny(F), La fouille archéologique, Cours Université de Paris 1 – UFR d'Histoire de l'Art et d'Archéologie.

Kienast(JR) ,Les Cours de Sorbonne ,Minéraux courants des roches , Éléments de détermination au microscope polarisant , Centre de documentation universitaire ,5 place de la Sorbone, Paris .V.

Taquet(Ph), Vie et mort des dinosaures , Conférence.

المجلات :

Bulletin analytique, ANGCM, Service géologique national, sous direction Géo information, Bibliothèque des sciences de la terre, 2013.

Bulletin signalétique2 , ASGA, division cartographie, département documentation, Bibliothèque des sciences de la terre, 2015.

Catalogue des publications, ANGCM, edition du service géologique national, - Algerie, Alger 2013.

مواقع الانترنت :

http://blog.caseo.fr/colles-ecologiques/colle-dos-et-colle-de-peaux/

http://passion.bois.free.fr/le%20materiau%20bois/colles/Les%20colles%20a%20bois.htm

Ménard(G), Les colles d'animales , Droguerie des Halles , 4 rue des Halles, 30000 Nîmes www.droguerie-couleur.com

www.Natural-History-Conservation.com, Conserving the 'Spilsby ichthyosaur' Nigel Larkin March 2015

الملاحق

الملحق الأول: تحاليل الأشعة السينية لعينات بحثنا.

ORGM
DIRECTION GENERALE

شـــركـــة عـمـــومـيـــة اقـتـصـاديـــة
ENTREPRISE PUBLIQUE ECONOMIQUE / ORGM.Spa
Société par actions au Capital Social 1.500.000.000 DA

DIRECTION DES LABORATOIRES ET VALORISATION

LABORATOIRE DE PETRO-MINERALOGIE

RAPPORT D'ANALYSE RX

Client : SAMER Karim

Commande N° 01/SK/19

Mois: MAI 2019

Siège Social : Cité Ibn Khaldoun - B.P. 102 Boumerdès 35000 - Algérie
Tél. : 213 (24) 79.10.46 - Fax : 213 (24) 79.10.49

ORGM	ENREGISTREMENT SYSTEME QUALITE	Edition 16/05/2019
	RESULTATS DES ANALYSES	ENR. 9852-4

Numéro de commande interne	LB 431/19
Commande	01/sk/19
Nombre des échantillons	03
Nature de l'échantillon	Poudre
Date de réception	
Date de l'analyse	
Nature des analyses	Analyse par Diffraction des Rayons X
Chargée de l'étude	ALMOUBOUDI.K

ANALYSES REALISEES:

-Détermination et identification des minéraux par la méthode de la diffraction des rayons X.

MODALITES D'ANALYSES:

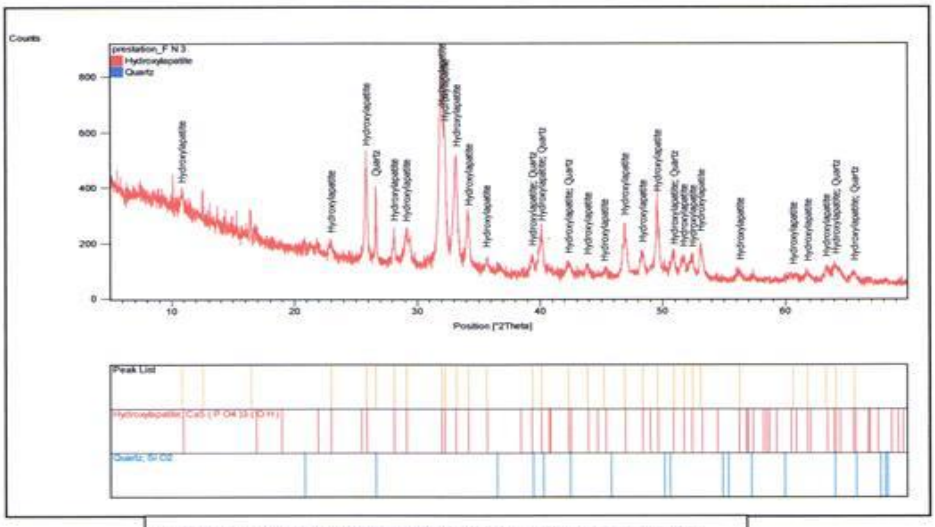
-Appareillage utilisé: DIFFRACTOGRAMME XPERT-PRO.

-LOGICIEL: DATA COLLECTOR, HIGHT SCORE.

-Mode opératoire: MO-9852-

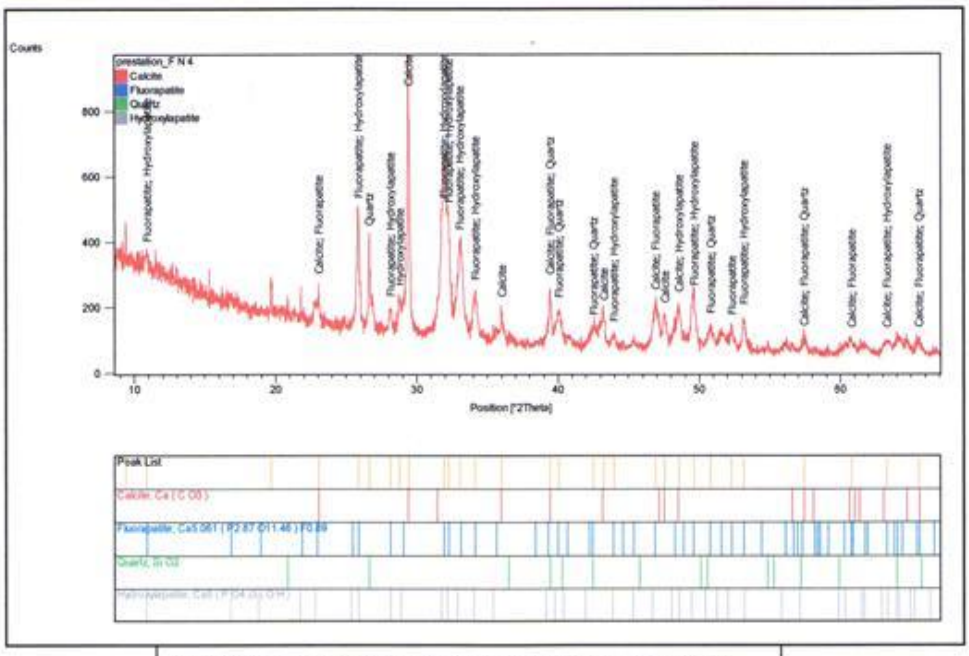
2

ORGM	ENREGISTREMENT SYSTEME QUALITE	Edition 16/05/2019
	RESULTATS DES ANALYSES	ENR. 9852-4

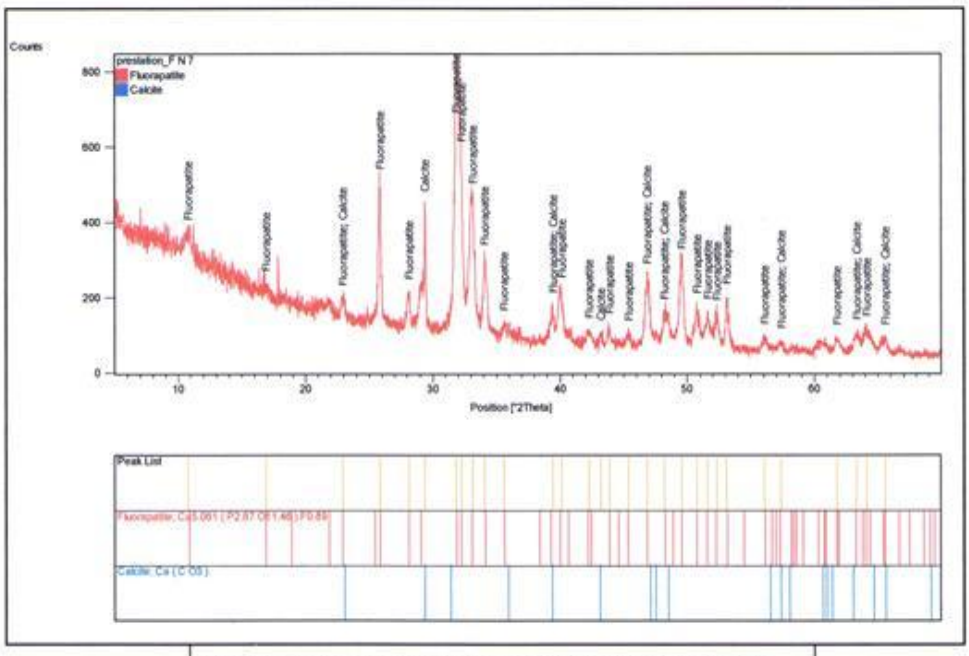


Diffractogramme aux rayons X de l'échantillon HMN-12-03

ORGM	ENREGISTREMENT SYSTEME QUALITE	Edition 16/05/2019
	RESULTATS DES ANALYSES	ENR. 9852-4



Diffractogramme aux rayons X de l'échantillon HMN-13-04



Diffractogramme aux rayons X de l'échantillon HMN-12-07

ORGM	ENREGISTREMENT SYSTEME QUALITE	Edition 16/05/2019
	RESULTATS DES ANALYSES	ENR. 9852-4

INTERPRETATION:

L'analyse des échantillons par la méthode de la diffraction des rayons X montre que:
L'échantillon N° HMN-12-03 est composé d'hydroxylapatite et de quartz.
L'échantillon HMN-13-04 est composé de calcite, fluorapatite, quartz et hydroxylapatite.
L'échantillon N° HMN-12-07 est composé de fluorapatite et de calcite.

Chargée de RX:
K.ALMOUBOUDI

Directeur Des Laboratoires Et Valorisation:
N.MENDILI

الملحق الثاني: بروتوكول حماية وتثمين التراث بين حظيرة الأهقار و شركة بيتروفاك.

يحمل هذا الإتفاق عدة نقاط من أجل حماية ما فوق و ما تحت الأرض كما جاء به المشرع الجزائري، وقد ارتكزت جل مواده على القوانين الجزائرية خاصة قانون 98-04، وقد كان الإتفاق ممضي بين مسؤلي المؤسستين، حظيرة الأهقار الثقافية الممثلة لوزارة الثقافة و شركة بيتروفاك العالمية المختصة في البناءات البترولية، كل هذا من أجل حماية، حفظ وتثمين التراث بكل أنواعه، بما فيه الطبيعي، والجيولوجي خاصة المستحثات والخشب المتحجر كما بينته المادة3، والذي يمتد من هضبة التادميت إلى كل منطقة التيديكلت.

تتمثل وثيقة البروتوكول في معلومات مستمدة من تقارير ميدانية و مواد قانونية وتشريعات معمول بها خلال التنقيب والحفر من أجل تفادي أي إتلاف للتراث، كما حثت هذه الإتفاقية على الرجوع دائما إلى المؤسسة المخولة بحماية التراث وهي الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للأهقار في حال العثور على مواد التراث سواء من أجل أخذ التدابير اللازمة (المادة 5، 6)هذا بالنسبة للشق الأول(من الصفحة 1 إلى 7)، أما باقي أوراق الوثيقة (من الصفحة 8 إلى 83) فهي متعلقة بدراسة ميدانية للبروفيسور نجيب فرحات تمثلت في تقرير مفصل حول أهم مواقع المسح لمنطقة التشييد والبناء الخاصة بشركة بيتروفاك، وسنقوم بعرض ما يهمنا في موضوع بحثنا في هذا الملحق.

إن الغرض من عرض هذا الملحق هو بيان مدى نجاعة مثل هذه الخطوات خاصة في المناطق الصناعية وعلى وجه أخص في المناطق الصحراوية، حيث بات من الضروري حماية تراثنا بطرق قانونية وبدون المساس بالاقتصاد الوطني، وبالتالي هذه المبادة هي مفيدة لكلا الجانبين ويمكن لكل المؤسسات الثقافية الاتجاه إلى العمل المشترك مع الشركات الإقتصادية وحماية التراث الوطني.

كما يجدر بنا أن نكر التعاون الكبير لشركات بمنطقة حاسي مومن المكلفة بمشروع عين صالح غاز(سوناطراك، بريتيش بيتروليوم، بيتروفاك) خاصة عند التدخلات الإستعجالية في موقع حاسي مومن.

FRAMEWORK PROTOCOL

between

OPNA and PETROFAC

Desiring to strengthen their co-operation
Anxious to promote their exchanges of experience in the field of the conservation and enhancement of heritage

This Protocol is duly signed by

The ... ... legal representative of Ahaggar National Park Agency (OPNA) AOUAG AHMED

And

The Eldin Mylc **legal representative of Petrofac Company**

PREAMBLE

On ... ... OPNA and Petrofac Company sign a framework protocol of partnership for the conservation and enhancement of cultural and natural heritage discovered during construction activities of the ISG Southern Field Development Project (SFDP). The ISG SF Project area includes the four Southern Fields (GBF, IS, GMD and HMN) to be developed, the area between the fields in which pipelines will be routed (Right of Way ROW) and the SFDP facilities will be located, and the area in which activities at existing ISG facilities (REG and ICP) will take place. This protocol is only applicable to activities generated by this project.

This protocol is subject to HSE policies and Petrofac's standards and guidelines developed in full compliance with the conditions established by the Algerian laws and regulations and with international guidelines ratified by Algeria.

OPNA and Petrofac recognize the importance of historical and heritage findings that have been or will be discovered in the Southern Fields Development Project area. The two entities share common goals, such as the conservation, enhancement, and sustainable development of Tidikelt and Tademaït regions as integral parts of the Ahaggar National Park.

OPNA and Petrofac also aim at conducting the necessary works associated with management of archaeological sensitivities in a way which respect the constraints and commitments made by Petrofac with respect to third parties including In Salah Gas. The principle of anticipation of resources and timely response from both Parties is at the heart of the agreement, as well as compliance with Ahaggar regulation and Algerian law.

1

PROTOCOLE – CADRE

entre

OPNA et PETROFAC

Désireux de renforcer leur coopération

Soucieux de promouvoir leurs échanges d'expériences dans le domaine de la protection et la mise en valeur du Patrimoine

Le présent protocole est dûment signé par

Le …… représentant légal de l'Office du Parc National de l'Ahaggar (Opna)

Et

Le …… représentant légal de l'Entreprise Pétrofac

PREAMBULE

En date du …….. L'OPNA et l'Entreprise Pétrofac signent un protocole – cadre de partenariat pour la protection et la valorisation du patrimoine culturel et naturel découvert à l'occasion des travaux de construction du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas (SFDP). La zone du projet de champs du sud d'In Salah Gas comprend les quatre champs du sud (GBF, IS, GMD et HMN) à développer, la zone comprise entre les champs dans laquelle les pipelines seront acheminés (droit de passage) et les installations du projet SFDP seront situées, et la zone dans laquelle les activités au niveau des installations ISG existantes (REG et ICP) auront lieu. Ce protocole s'applique seulement aux activités générées par ce projet.

Le protocole sera assujetti aux Politiques HSE, aux normes et directives adoptées par Petrofac, en conformité totale avec les conditions établies par les lois et les réglementations Algériennes et par les directives internationales ratifiées par l'Algérie.

L'OPNA et l'Entreprise Petrofac reconnaissent l'importance des découvertes historiques et patrimoniales qui ont été ou seront mises en évidence dans la zone du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas. Les deux entités partagent des objectifs communs, comme la protection, la mise en valeur, et le développement durable de la région du Tidikelt et du Tademaït, comme parties intégrantes de l'Ahaggar.

Le but de **L'OPNA et l'Entreprise Petrofac** est de réaliser les travaux nécessaires liés à la gestion des sensibilités archéologiques dans le respect des contraintes et des engagements pris par Petrofac à l'égard de tiers, y compris d'In Salah Gas. Le principe d'anticipation des moyens, et la rapidité d'action des deux parties est au cœur de l'accord, de même que le respect de la réglementation de l'Ahaggar et des lois algériennes.

REFERENCES REGLEMENTAIRES ET LEGISLATIVES :

La protection de l'héritage culturel en Algérie est gouvernée par la Loi N° 98-04 du 15 Juin 1998, et le Décret Exécutif N° 03-323 du 5 octobre 2003.

Conformément à la Loi mentionnée ci-dessus, le patrimoine historique et culturel national est considéré comme une propriété réelle, comprenant des biens mobiliers et immobiliers, héritée par plusieurs civilisations successives depuis la préhistoire jusqu'à nos jours, située dans le sol et le sous-sol du domaine national ainsi que dans les aquifères et dans les eaux du territoire national.
Les biens immateriels résultant des manifestations sociales, des créations individuelles ou collectives exprimées depuis des temps immémoriaux jusqu'à nos jours sont aussi considérés comme faisant partie du patrimoine historique et culturel.
Conformément à l'article 8 de cette loi, les biens culturelles immobiliers comprennent les monuments historiques, les sites archéologiques et les unités urbaines ou rurales. ils sont protégées par un des trois systèmes de protection suivants: l'inscription dans l'inventaire supplémentaire, la classification ou la création de secteurs protégés.
L'article 50 définit les biens culturels mobiliers comme le produit de recherches archéologiques, les objets antiques tels que les outils, poteries, inscriptions, monnaies, sceaux, bijoux, vêtements traditionnels, armes et restes funéraires, entre autres. Ils sont protégés soit par l'inscription dans l'inventaire supplémentaire ou la classification.
L'Article 62 stipule que l'exportation hors du territoire national de biens culturels mobiliers protégés est interdite.
Les Articles 77 et 78 sont d'une importance particulière car ils décrivent le processus de déclaration à suivre lorsqu'un bien culturel est découvert au cours de travaux sur site et stipule qu'il est interdit de prélever, déplacer, dégrader ou altérer tout bien culturel ainsi découvert.
La liste ci-dessous présente les lois et règlements pertinents applicables dans le cadre du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas.

- Loi N° 98-04 du 15 juin 1998 relative à la protection du patrimoine culturel ;
- Décret Exécutif N° 03-323 du 5 octobre 2003 portant modalités d'établissement du plan de protection et de mise en valeur des sites archéologiques et de leur zone de protection ;
- Décret N° 87 – 231 du 11 mars 1987, portant création de l'Office du Parc National de l'Ahaggar ;
- Loi N° 01-20 du 12 décembre 2001 relative à l'aménagement et au développement durable du territoire ;
- Loi N° 03-01 du 17 février 2003 relative au développement durable du tourisme ;
- Décret exécutif N° 03-322 du 5 octobre 2003 portant maîtrise d'œuvre relative aux biens culturels immobiliers protégés ;
- Convention internationale pour la protection du patrimoine mondial du 16 novembre 1972 ratifiée par l'Algérie en décembre 1975 relative à la protection du patrimoine naturel et culturel.

IL EST CONVENU ENTRE L'OFFICE DU PARC NATIONAL DE L'AHAGGAR ET L'ENTREPRISE PETROFAC CE QUI SUIT:

Section A- Conditions générales

Article 1 - Le présent article s'applique au patrimoine culturel découvert au cours des études archéologiques menées par Petrofac en mois de novembre et décembre 2011 (voir Section B) et à tout autre vestige patrimonial qui pourrait être découvert au cours des activités de construction liées au projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas (voir Section C).

Article 2 - Les artefacts et vestiges archéologiques reconnus dans cette région où se situe le projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas sont de l'époque préhistorique et de l'époque musulmane. Ils sont, de ce fait, conformes à tous ceux reconnus dans tout le centre du Sahara.

Article 3 - Les régions du Tidikelt et du plateau du Tademaït se caractérisent par une importante richesse fossilifère dont le bois pétrifié en est l'élément principal. Afin de répondre à cette spécificité, une attention particulière est donnée à cet aspect dans le présent protocole.

Le bois pétrifié affleure dans le paysage sous trois aspects principaux :

- Des débris désagrégés par l'érosion concentrés sous forme de pastilles de dimensions variées.

- Des troncs isolés plus ou moins complets dont les parties affleurantes sont en place.

- De grandes zones de concentration, souvent d'aspect noirâtre, où affleurent des troncs entiers en forte concentration.

Article 4 - Les vestiges patrimoniaux culturels sont classés selon leur degré de sensibilité. Ce degré de sensibilité est appelé indice de sensibilité. Il est classé du moins sensible à valeur 1 au plus sensible à valeur 5. Ce degré de sensibilité est déterminé selon plusieurs critères:

- Le sens et la signification du vestige archéologique dans la compréhension de l'occupation de la région par les hommes aux temps de la Préhistoire.
- La spécificité du vestige patrimonial quant à son apport à la connaissance du peuplement préhistorique du Sahara
- L'aspect unique ou multiple du vestige
- L'importance d'occupation du sol du vestige
- Le bois pétrifié : le bois pétrifié est une richesse d'une importance primordiale pour la région. Par conséquent, sa sensibilité est considérée comme élevée selon le tableau ci-dessous, et classé à valeur 5 pour les zones de fortes concentrations et 2 pour les zones présentant des débris désintégrés.

L'indice 1	une zone qui présente une faible sensibilité en raison du caractère non figé des vestiges archéologiques
L'Indice 2.	une zone de moyenne sensibilité comme des vestiges isolés et souvent non indicateurs d'installation humaines répétitives
L'Indice 3	une zone de sensibilité moyenne-supérieure comme des lieux où des vestiges présentent des concentrations en raison de fréquentations répétitives et non de longues durées.
L'indice 4	une zone de forte sensibilité indiquant des lieux d'installations humaines pérennes, mais non complexes.
L'indice 5	une zone de très forte sensibilité comprenant de nombreux vestiges archéologiques témoignant d'installations humaines pérennes sur de longues périodes.

Article 5 - Tout vestige patrimonial découvert au cours d'études ou d'activités effectuées sur les chantiers du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas sera enregistré par Petrofac dans le Registre des Artefacts du projet. L'annexe A présente le Registre des Artefacts utilisé par le projet.

Article 6 - Conformément à la règlementation algérienne, l'OPNA, l'Office du Parc National de l'Ahaggar est l'ultime Partie responsable en matière de gestion des vestiges patrimoniaux du projet de développement
des champs du sud d'In Salah Gas.

Article 7 - Plus particulièrement, si le prélèvement ou le déplacement de vestiges patrimoniaux est jugé nécessaire par l'Office du Parc National de l'Ahaggar (OPNA), l'OPNA est responsable de l'exécution de ces activités ou de la nomination d'un délégué pour effectuer ce travail sous son autorité.

Article 8 - Un Formulaire de Gestion d'Artefacts sera renseigné pour chaque artefact découvert au cours des activités du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas. Sur ce formulaire seront enregistrés toutes les actions de gestion convenues avec l'OPNA, les entités responsable de l'execution de ces actions, et le calendrier d'execution y afférent. Ce formulaire doit être signé par les deux parties lorsque l'action est complétée. Un modèle de Formulaire de Gestion d'Artefacts à utiliser dans le cadre de ce protocole est fourni à l'Annexe B.

Article 9 - Si des artefacts doivent être prélevés ou déplacés en raison des activités du projet, la section adéquate du Formulaire de Gestion d'Artefacts sera signée au moment du déplacement de l'artefact du site des travaux d'In Salah Gas par Petrofac et l'OPNA, OPNA étant l'entité responsable réceptionnant l'artefact.

Article 10 - Les mesures de protection des vestiges patrimoniaux dans les zones de construction du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas doivent être convenues par les deux parties et doivent être mises en œuvre et maintenues par Petrofac pour la durée des activités de construction du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas. Une fois les activités de construction terminées, un visite de relève sera organisée entre les deux parties et la responsabilité de la protection des artefacts sera rendue à l'OPNA et le formulaire de gestion d'Artefacts sera signé, en conséquence.

Article 11 - La protection des vestiges patrimoniaux découverts lors des études réalisées pour le projet de développement de champs du sud dIn Salah Gas, mais situés à l'extérieur des zones de construction de ce dernier est de la responsabilité exclusive de l'OPNA.

Article 12 - Les deux partenaires s'engagent à fournir des ressources suffisantes, y compris un personnel compétent afin de satisfaire à leurs obligations comme convenu et décrit dans ce protocole.

Article 13 - Le présent protocole prendra effet à compter de la date de sa signature par les deux parties pour une durée de deux (02) années, qui sera prorogée d'un commun accord entre les deux parties à moins qu'il y soit mis fin par l'une desparties, donnant un préavis par écrit trois mois à l'avance à l'autre partie.

Article 14 - En cas de désaccord au sujet de la mise en œuvre ou de l'interprétation de la présente convention, les deux parties constitueront d'un commun accord une commission pour trancher le différend. Cette commission peut être composée de plusieurs spécialistes désignés par chacune des deux parties.

Section B – Vestiges patrimoniaux découverts pendant l'étude archéologique de PETROFAC menée en novembre et décembre 2011.

Article 15 - Petrofac a mandaté le Dr Nadjib FERHAT, un expert archéologique national pour effectuer une étude archéologique en novembre et décembre 2011 sur les zones de construction suivantes du projet de développement de champs du sud In Salah Gas

- Tracés des pipelines et droit de passage allant des futurs puits de SFDP situés dans les champs de gaz de Garet El Befinat (GBF), Hassi Moumene (HMN), In Salah (IS) et Gour Mahmoud (GMD) à la région du futur CPF.
- Tracé et droit de passage du pipeline d'injection d'eau du CPF au puits de réinjection d'eau situé à HMN.
-Tracé du pipeline et le droit de passage allant du CPF à ISG REG CPF
- Tracé du pipeline et le droit de passage allant de REG CPF à ICP
- Les futurs plateformes de puits GBF et HMN: GBF4, GBF5, GBF7, HMN4, HMN5 et HMN6

La longueur totale des pipelines faisant partie de l'étude est d'environ 286 km. En outre, cette étude a également pris en considération les routes d'accès supplémentaires, les zones de stockage des pipelines et une zone d'exxtraction de matériel (borrow pit) qui n'ont pas été inclus dans les études précédemment menees.

Le but de cette étude était d'identifier tous les objets archéologiques et les vestiges dans la zone du projet de développement de champs du sud In Salah Gas, classer leurs sensibilités en fonction de l'indice défini à l'Article 4 et formuler des recommandations quant à leur gestion.

Article 16 - Le rapport de cette étude archéologique est fourni à l'Annexe D. Il présente tous les objets archéologiques et les vestiges découverts dans la zone du projet de développement de champs du sud In Salah Gas couverte par cette étude. Conformément à la règlementation algérienne, le rapport d'étude archéologique ci-joint constitue donc la déclaration formelle de Petrofac à l'OPNA des découvertes patrimoniales présentes dans la zone du projet de développement de champs du sud In Salah Gas.

Article 17 - Le Registre des Artefacts du projet a été mis à jour par Petrofac sur la base du rapport d'étude indiqué ci-dessus et suite aux discussions engagées avec l'OPNA. Il est joint à l'Annexe A. Il décrit tous les vestiges archéologiques découverts à ce jour, leurs emplacements exacts par rapport à la zone du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas et leur sensibilité sur la base du tableau d'indice défini à l'Article 4.

En outre, ce registre indique les actions à entreprendre pour gérer ces découvertes en conformité avec les exigences de l'OPNA et de la réglementation algérienne, la Partie responsable de l'exécution de ces actions et le calendrier y afférent.

Article 18 – Le respect du calendrier convenu indiqué en Annexe A pour l'exécution des actions liées à la bonne gestion des vestiges patrimoniaux découverts lors de l'étude de Petrofac est une exigence primordiale pour chacune des Parties signataires du présent Protocole.

Article 19 - Comme indiqué dans l'Article 8 de la Section A, un Formulaire de Gestion d'Artefacts sera renseigné pour chaque artefact découvert au cours de l'étude archéologique réalisée par Petrofac en 2011. Ces formulaires doivent être signés par les deux parties, lorsque les actions de gestion convenues pour chaque artefact sont complétées.

Section C – Autres vestiges patrimoniaux pouvant être découverts pendant les activités de construction du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas

Article 20 - La présente section ne s'applique pas aux vestiges déjà identifiés à la date de la signature de ce protocole (voir Section B) et déjà inscrits dans le Registre d'artefacts du projet fournit à l'Annexe A.

Article 21 - Conformément à la règlementation, tout nouveau vestige patrimonial culturel découvert pendant les activités de construction du projet de développement de champs du sud d'In Salah Gas sera officiellement déclaré par Petrofac au bureau de l'OPNA situé dans la ville de In Salah dans les 24 heures suivant la découverte par l'intermédiaire d'un Formulaire de Notification d'artefacts. Le modèle du Formulaire de Notification d'Artefacts à utiliser par le projet est fourni à l'Annexe D. Ce formulaire indiquera le classement préliminaire de la sensibilité du vestige découvert tel que défini par l'archéologue de Petrofac sur le chantier.

Article 22 - Conformément à la Section A, les artefacts et vestiges nouvellement identifiés seront enregistrés par Petrofac dans le Registre d'Artefacts du Projet et un formulaire de gestion d'artefacts sera renseigné.

Article 23 – Lebureau de l'OPNA situé dans la ville de In Salah mobilisera son représentant officiel sur le chantier du projet de développement de champs du sud dans les 2 jours ouvrables suivant la réception de la notification d'artefacts afin de confirmer le classement de sensibilité.

Si l'indice de sensibilité du vestige est compris entre 1 et 3 (inclus), l'action de gestion à entreprendre sera définie immédiatement par l'OPNA lors de sa visite sur le chantier et le calendrier quant à l'exécution de cette action convenu, simultanément, avec Petrofac. Ces éléments convenus seront enregistrés dans la section adéquate du Formulaire de Gestion d'Artefacts qui sera signé, en conséquence.

Si l'indice de sensibilité du vestige est de 4 ou 5, l'action à entreprendre sera définie et communiquée au Directeur HSSE du projet de Petrofac par l'OPNA dans les 5 jours ouvrables suivants la visite du chantier. Le calendrier quant à l'exécution de cette action sera ensuite convenu entre l'OPNA et Petrofac en tenant compte autant que possible du calendrier d'avancement des travaux du projet de développement de champs du sud. Ces exigences convenues seront enregistrés dans la section pertinente du Formulaire de Gestion d'Artefacts qui sera signé par les deux parties, en conséquence.

Article 24 - Conformément à l'Article 8 de la Section A, les sections pertinentes du formulaire de gestion d'artefacts seront signées par les deux parties lorsque l'action de conservation convenue est réalisée afin de valider la clôture de cette action.

Article 25 - Petrofac cessera immédiatement les travaux dans la zone où le vestige patrimonial culturel/ artefact a été identifié jusqu'à ce que les actions concernant la gestion de cette découverte soient convenues et complétées. Ainsi, l'exécution des actions convenues énoncées à l'Article 22 et le respect du calendrier fixé pour leur

realisation afin d'assurer la bonne gestion des vestiges patrimoniaux découverts est une exigence primordiale pour chacune des parties signataires du présent Protocole.

ANNEXES

Annexe A – Registre d'artefacts du projet
Annexe B - Formulaire de gestion d'artefacts
Annexe C - Formulaire de notification d'artefacts
Annexe D – Etude archéologique menée par le Dr Nadjib Ferhat en mois de novembre et décembre 2011

قائمة المصطلحات

قائمة المصطلحات:

A

- Acétate de Polyvinyle ..... أسيتاتالبوليفينيل
- Acide acétique ..... حامض الخليك
- Acide Arsénieux ..... أكسيد الزرنيخ
- Acide Sulfurique ..... حمض كبريتي
- Albite ..... الالبيت
- Ambre ..... الكهرمان
- Ammonite ..... الأمونيت
- Analyseur ..... المحلل
- Anastomosés ..... متفاغرة
- Anisotrope ..... مختلف الاتجاهات
- Anisotrope ..... متباين
- Ankylosaure ..... الأنكيلوصور
- Anode ..... أنود
- Archosaurien ..... ملكة السحاليالأركوصورات
- Argentinosaurus ..... أرجنتينوزوريس
- Autotrophes ..... الذاتية التغذية

B

- Biomolécules ..... جزيئات الحيوية
- Bipèdes Tridactyles ..... ذات القدمين وثلاث أصابع
- Biréfringence ..... الانكسار المزدوج

C

- Calcaire Dolomitique ..... الحجر الجيري الدولوميتي
- Carbonifére ..... الكاربوني

- Carbonisation التفحم .....
- Carboxyle Glutamique .... كاربوكسيل الغلوتامي
- Carcharodontosaurus ..... الكاركارودونتوزوريس
- Cellules Osseuses Matures..... الخلايا العظمية الناضجة
- Cellules Osseuses souches..... الخلايا العظمية البانية للعظم
- Cénomanien..... السينومانيان
- Chambre de Diffraction ..... غرفة الانحناء
- Chebsaurus ..... شابزوريس
- Clivage ..... الانفصام
- Collagénases ..... الكولاجيناز
- Collagène ..... الكولاجان
- Conifères الصنوبريات .....
- Continental Intercalaire ..... المتداخل القاري
- Contre empreinte ..... البصمة المضادة
- Coupe Géologique ..... المقاطع الجيولوجية
- Crétacé ..... الطباشيري

D

- Dinosaure ..... الديناصور

E

- Efflorescences Cristallines ..... التزهرات البلورية
- Eléments Traces ..... عناصر أثر
- Eléments Volatifs ..... عناصر طيارة
- Epigénie ..... التخلق المتوالي
- Ere Secondaire ..... الحقبة الوسطى (الميزوزويك)
- Erosion ..... التجوية الحت

- Ethanol amine Thioglyco.....الايثانول أمين ثيوغليكو
- Ethanol .....الإيثانول
- Ex situ .....خارج الموقع

F

- Facies Fluviatile .....الأوجه النهرية
- Ferrobacillus .....الفيروباسيلوس
- FossileCorporel المستحاثة الجسدية .....
- Fossile .....المستحاثة (الأحفورة)

G

- Gastéropodes .....الحلزونيات
- Gazoducs (Pipeline).....أنبوب الغاز
- Gondwana .....كوندوانا
- Gymnosperme .....العارية البذور

H

- Hadrosaures .....الهايدروصور
- Havers .....هافار
- Helaesaurus .....هيلايزوريس
- Hétérotrophes .....المتعددة التغذيات
- Hexagonal .....نظام سداسي
- Hydrolyse .....الحلمأة
- Hydroxyle apatite .....هيدروكسيل أباتيت
- Ichtyosaure .....الإكتيوصور (السمكي سحلي)

I

- Iguanodon .....اغوانادون
- Ilion(Ilium) .... عظم الحرقفة

- Illite ..... الإليت
- In situ..... داخل الموقع
- Inclusion..... الشمولية
- Incrustation..... الترصيع
- Ionisation..... التأين
- Iridium..... الايريديوم
- Ischium(Os coxal ، Os iliaque)..... عظم الإسك
- Isotope واحد النظائر.....

K

- Kaolinite ..... الكاولينيت

L

- Lapidifique السوائل المعدنية.....
- Lumière Convergente Polarisé ..... ضوء مستقطبة متقاربة

M

- Marginocephales ..... مارجينوسيفاليات
- Matrice Organique ..... الشبكة العضوية
- Matrice Osseuse ..... النسيج العظمي
- Megalosaurus ..... السحلية الكبيرة
- Mésozoïque الحقبة الوسطى .....
- Métal ..... معدن
- Microscope Polarisant ..... المجهر القاطب
- Minéral ..... فلز
- Minéraux Diagénétiques ..... الفلزات المتصلبة
- Mollusques Céphalopodes ..... رخوياترأسيات الأرجل
- Momification naturelle ..... التحنيط الطبيعي

- Mono réfringence ..... الانكسار الأحادي

N

- Néocomien ..... النيوكوميان

O

- Ornithischiens ..... طيريات الحوض
- Ornithopodes ..... الأورنيثوبودات
- Orogénique ..... تكون الجبال
- Orthocére مستقيمة القرن.....
- Orthorhombique..... النظام البلوري المعيني القائم
- Os Compact العظم القشري.....
- Os cortical ..... متماسك أو عظم قشري
- Os Mature ..... العظام الناضجة
- Ostéoclasts ..... ناقضة العظم
- Oxirane ..... الاوكسيران

P

- Paléo Faune ..... النباتات القديمة
- Paléozoïque ..... الباليوزويك
- Pangée ..... البانجي
- Paralititan ..... الباراليتيتان (عملاق الموج ،ديناصور المد والجزر)
- Permien ..... البارميان
- Perminéralisation ..... التحلز
- Pétrification ..... التحجر (خاص بالأشجار)
- Plagioclases ..... البلاجيوكلاس
- Plaque Polaid ..... قطعة قاطبة
- Plaques Dermiques ..... الصفائح الجلدية

- Polariseur ..... المستقطب
- Post Mortem ..... ما بعد الموت
- Ptérosaures ..... التيروصورات
- Pubis ..... عظم العانة

O

- Quadrupède ..... ذات أربع أقدام

R

- Radiations Lumineuse ..... إشعاعات ضوئية
- Rhodorsil RC70 ..... رودورسيل (مادة مقوية)

S

- Sauropode ..... الصوروبود
- Saurischiens ..... سحليات الورك أو الحوض
- Schistosités ..... التورقات
- Sénonien ..... السينونيان
- Silicate d'Ethyle ..... راتنج أثلي
- Silicification ..... التفلز بالسيليس (خاصة عند الأشجار)
- Spectroscopie ..... المجهر المطياف
- Spectroscopie ..... جهاز التحليل الطيفي
- Spinosaurus ..... السبينوزويس (السحلية الشوكية)
- Stégosaure ..... الستيجوزوريس
- Stéreologie ..... التجسيم
- sulfure de fer ..... كبريتات الحديد
- Système de rift ..... نظام الصدع

T

- Teinte de Polarisation ..... لون استقطاب

- Théropodes ..... ثيروبودات
- Thyreophores ..... تيريوفورات
- Tiobacillus ..... تيوباسيلوس
- Trabéculaire ..... العظم الأسفنجي
- Trias ..... الترياس (العصر الثلاثي)
- Turonien ..... التوروني

V

- Vade-mecum ..... الدليل (الرفيق الملازم)
- Valanginien ..... الفالنجيني
- Vélociraptore ..... فيلوسيرابتور(الممسك السريع)

الفهرس

فهرس الصور :

صورة 1 : مقالع استغلال الحجارة من موقع" تاغيد وتاغيديت " للمستحثات البحرية.....ص 22.
صورة 2 : مستحثة بحرية من منطقة المقالع موقع تاغيد وتاغيديت.....ص22.
صورة 3 : حشرة محفوظة داخل كهرمان أصفر.....ص29.
صورة 4:آثار التفحم لنبتة السرخس من منطقة عين صالح.....ص29.
صورة 5: موقع تاغيد وتاغيدت لقواقع الرخويات المتحجرة.....ص35.
صورة 6 : مستحثات بحرية لمستقيمة القرن من موقع تاغيد وتاغيدت.....ص35.
صورة 7:حلزونيات متحجرة من موقع عين الحجاج.....ص37.
صورة 8:اثار تفحم أوراق نبات السرخس على الطين من منطقة عين صالح.....ص38.
صورة 9 : الغابة المتحجرة مجرى سوف.....ص39.
صورة 10 : تركيبة ميكروسكوبية لخشب متحجر من الكوارتز.....ص39.
صورة 11: خشب متحجر من الاليت والكاولينيت.....ص40.
صورة 12: خشب متحجر من الجبس.....ص40.
صورة 13: شجرة سيكاد.....ص40.
صورة 14: الأشجار الصنوبرية.....ص41.
صورة 15 : مراحل البانجي.....ص42.
صورة 16: إعادة تصوير التنوع البيولوجي القديم الذي يشبه إلى حد ما المحيط السائد قبل نهاية الطباشيري بمنطقةعين صالح..... .....ص43.
صورة 17 : نموذج عن طيريات الحوض.....ص47.
صورة 18 : نموذج عن سحليات الحوض.....ص48.
صورة 19: أنواع الديناصورات حسب حوضها.....49.
صورة20 : عظام متحجرة لديناصور مليانة.....ص58.
صورة 21 : موقع عين الناقة بالجلفة.....ص58.
صورة22: بصمات ديناصور عين الناقة.....ص59.
صورة 23: بصمات ديناصور رقاصة.....ص59.
صورة24: بصمات ديناصور وافق بالبيض.....ص59.
صورة 2 عظم متحجر من موقع 2 قارة بيفينا 5 .....ص62.
صورة 26 : فقرة ديناصور من موقع 1 قارة بيفينا 5 .....ص62.
صورة 27: تشققية معادن الهاليت.....ص71.

صورة 28: تشققية الميكا.....ص71.
صورة 29:آثار تورقات -الأسهم الحمراء- على قطعة عظمية متحجرة مسترجعة من موقع حاسي مومن .....ص81.
صور 30: أثار تشققات - بالأسهم الحمراء - لقطعة عظمية متحجرة مسترجعة من موقع حاسي مومن .....ص82.
صورة 31: الخلايا العظمية.....ص86.
صورة 32 : مقطع لقطعة عظمية.....ص88.
صورة 33 : مقطع يبين الخلايا العظمية و قنواة هافار.....ص88.
صورة 34 : مقطع لعظم طويل متحجر يبين قنوات هافار.....ص89.
صورة رقم 35: صورة ميكروسكوبية للعينة HMN-13-04 تبين قنوات هافار.....ص89.
صورة 36 : آثار أكسدة على إحدى عينات الدراسة (صفيحة جلدية).....ص95.
صورة 37 :آثار تشققات وكسور مع آثار خدوش بسبب التنظيف الميكانيكي السيئ .....ص96.
صورة38 : صورة ميكروسكوبية للعينة HMN-13-10 تبين تشققات دقيقة تفوق 1ملم.....ص96.
صورة39: قطعة عظمية متحجرة من موقع حاسي مومن تعرضت لظاهرة التفتت بعد عملية التقوية بمادة غير ملائمة.....ص98.
صورة40: آثار الانفصامات لقطعة عظمية متحجرة من موقع حاسي مومن.....ص98.
صورة 41: القطعة العظمية المتحجرة2013-05-N1-9 ph قبل استخراجها سنة2012.....ص104.
صورة 42: القطعة العظمية المتحجرة2013-05-N1-9 ph وتعرضها إلى التجوية الفيزيائية قبل استخراجها سنة2013.....ص104.
صورة 43: الوسط المسامي لمادة صلبة .....ص110.
صورة 44 : خندق الاكتشافات العظمية بموقع حاسي مومن بعين .....ص137.
صورة 45: فكوك وأنياب من موقع الاكتشاف.....ص138.
صورة 46: القطع العظمية المسترجعة من مكان الاكتشافات بحاسي مومن.....ص140.
صورة47: قطعة من عظم الفخذ متحجرة مسترجعة من الهوقع.....ص1139.
صورة 48: فقارات مختلفة الأشكال والأحجام للديناصورات والتماسيح مسترجعة من عملية الغربلة.....ص141.
صورة 49: أنياب و مخالب مسترجعة من عملية الغربلة.....ص141.
صورة 50 : كيفية تقسيم جدران الخندق إلى أجزاء لتسهيل عملية الجمع والوصف وتحديد تموقع كل قطعة.....ص151.

صورة51: طريقة استرجاع العظام المتحجرة من خندق الاكتشافات المعرضة للتلف والتجوية.....ص 143.
صورة 52: قطعة من عظم طويل متحجرة خلال عملية الاسترجاع من خندق الاكتشافات.....ص144.
صورة53:خندق السبر الأثري اليدوي.....ص149.
صورة رقم54: Carré من الجهة الشمالية لـ Zone 3.....ص145.
صورة 55:جزء فك متحجر في حالة تلف من منطقة رقم 3 مربع B الجهة الشمالية.....ص146.
صورة56: عملية التنقيب اليدوي.....ص147.
صورة ساتيليتية لموقع حاسي مومن بعد التدخلات .....ص148.
صورة57:الطبقات الستراتيغرافية بداية خندق الاكتشافات العظمية المتحجرة.....ص151.
صورة58خندق السبر الأثري.....ص152.
صورة 59: الطبقات الستراتيغرافية في خندق السبر الأثري.....ص152.
صورة 60 : السبر الأثري في المنطقة 3 من المربع B للجهة الشمالية تبين تواصل التكوين الصخريمن S1 و S2.....ص153.
صورة61: ناب متحجر بطول 11سم من موقع الاكتشاف.....ص154.
صورة 62 : المعلومات الأولية للقطع العظمية المتحجرة في الموقع قبل مرحلة التغليف جلبت عن طريق الغربلة.....ص155.
صورة 63: المعلومات الأولية للقطع العظمية المتحجرة في الموقع قبل مرحلة التغليف جلبت عن طريق الحفرية.....ص155.
صورة64:مرحلة توثيق المعلومات الأولية للقطع بواسطة بطاقات.....ص156.
صورة65:مرحلة تغليف القطع وتصنيفها.....ص156.
صورة66:عملية الصيانة (تقوية) لأحد العظام المتحجرة الهشة في موقع الحفرية .....ص156.
صورة67: نتائج الترميم السيئ للعظام المتحجرة.....ص157.
صورة68: قطعة عظمية متدهورة و معرضة للتلف.....ص158.
صور69 إلى 77: مراحل عملية التقوية بالجبس لإحدى العظام المتحجرة المتدهورة في الموقع لتسهيل عملية انتزاعها.....ص158
صورة78:مرحلةحفظ وترتيب القطع.....ص161.
صور79،80 : تصنيف القطع داخل الصناديق و تموضعها في المخبر.....ص162.
صورة81:موقع الاكتشافات العظمية للديناصورات بعد عملية حمايته وتسييجه.....ص162.
صورة82،83:فحص عينات الدراسة بواسطة المجهر الالكتروني.....ص183.

صور84 إلى 87:تبين مراحل تحضير الشفرات الرقيقة من عينات دراستنا للعظام المتحجرة للديناصوراتمن موقع حاسي مومن.....ص195

صور88إلى 89: التحضير لإذابة مادة البارالويد في محلول Diluente.....ص199.

صورة90:تحظير وسائل التنظيف.....ص200.

صورة91:قطعة من فك في حالة تلف(شقوق).....ص200.

صورة92:تنظيف القطعة.....ص200.

صورة 93تطبيق العلاج وتقوية القطعة.....ص200.

صورة94،95: قطعة الفك بعد المعالجة وعملية التقوية.....ص201.

صور96الى99:مراحلترميم القطعة.....ص202.

الرسومات البيانية والأشكال:

الشكل1: أنواع المسمات.....ص111.

رسم بياني رقم 1: تقسيم منطقة الحفر.....ص146.

رسم بياني رقم 2 : سمك و طول الطبقات الستراتيغرافية في خندق السبر الأثري.....ص152.

فهرس الخرائط :

خارطة رقم 1: توزع الحظائر الثقافية في الجزائر.....ص21.

خارطة رقم 2 : حدود الحظيرة الثقافية للاهقار.....ص25.

خارطة 3 : توزيع الغابات المتحجرة على منطقة عين صالح.....ص42.

خارطة 4: توزيع أهم مناطق الديناصورات في الجزائر.....ص60.

خارطة5: توزيع مواقع الديناصورات بمنطقة عين صالح.....ص63.

فهرس الجداول:

جدول 1: وسائل قياس الصلابة.....ص71.

جدول 2 : أهم الفلزات وتركيباتها الكيميائية.....ص74.

جدول 3 : أهم الفزات الغير سيليكاتية المشكلة للصخور.....ص 75.

جدول 4:مقارنة بين أصناف الصخور.....ص76.

جدول 5 : الخواص الفيزيائية لبعض المعادن المشهورة.....ص77.

جدول 6 : ألوان الأستقطاب.....ص121.

جدول 7:إحصاء العظام المسترجعة من التدخلات الاستعجالية.....ص140.

جدول 8: طرق استرجاع القطع العظمية المتحجرة خلال التدخلات الاستعجالية.....ص149.

جدول 9: الطبقات الستراتيغرافية.....ص150.

جدول10:العينات المختارة للدراسة.....ص167.

المخططات :

مخطط 1: آليات تلف الصخور.....ص84.

مخطط 3: مراحل استحاثة العظام.....ص93.

مخطط رقم 4 : غرفة الانحناء(Drx).....ص116.

مخطط رقم 5 : مركز الغرفة(Drx).....ص116.

مخطط 6: التركيبة الكيميائية لأسيتات البوليفينيل.....ص127.

الفهرس العام

قائمة المختصرات

المقدمة

الفصل الأول: عموميات حول التراث الجيولوجي والمستحثات

I . التراث الجيولوجي..... 14

1. تاريخ الأبحاث الجيولوجية في الجزائر..... 14

2. أهمية التراث الجيولوجي..... 16

3. الحظائر الطبيعية والثقافية وسيلة للحفاظ على التراث الجيولوجي..... 19

4.تعريف الحظيرة الثقافية..... 23

5.الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار..... 23

6.مهام الديوان الوطني للحظيرة الثقافية للاهقار..... 24

II . المستحثات..... 25

1.تعريفات ومفاهيم حول المستحثات..... 25

2. أنواع المستحثات بمنطقة عين صالح..... 33

IIIالديناصورات..... 43

1. اكتشاف الديناصورات..... 44

2. لمحة عامة عن محيط الديناصورات في فترة الجوراسيك إلى الطباشيري.....44

3. تصنيف الديناصورات..... 45

4 . نهاية الديناصورات وأزمة الطباشيري..... 50
5. الديناصورات في الجزائر..... 53
الفصل الثاني: الصيانة الوقائية والعلاجية للمستحثات العظمية
I.عموميات حول الصخور والفلزات المكونة لها..... 66
1.أنواع الصخور الرسوبية ذات الأصل العضوي..... 67
2. الخصائص الفيزيائية للفلز..... 78
3.أهم الفلزات المشكلة للصخور..... 72
II. تلف الصخور والعظام المتحجرة..... 78
1.آليات التلف..... 78
III.المستحثات العظمية للديناصورات..... 85
1.العظام..... 85
2. تحجر(استحاثة)العظام..... 91
3. مظاهر تلف المستحثات العظمية للديناصورات..... 95
IV. منهجية حفظ وعلاج المستحثات العظمية للديناصورات..... 104
1.حفظ المستحثات العظمية للديناصورات..... 104
2. علاج المستحثات العظمية للديناصورات..... 108
1.2 التشخيص..... 108
1.1.2وسائل التحليل المعتمدة في دراسة عظام الديناصورات المتحجرة..... 110
2.2 البحث عن العلاج (إقتراح العلاج)..... 121
الفصل الثالث: التدخلات الاستعجالية لموقع الإكتشافات العظمية المتحجرة
I . التعريف بمنطقة عين صالح..... 133
المكتشفات العظمية المتحجرة بمنطقة حاسي مومن بعين صالح 135
III.التدخلات الاستعجالية والحفريات الإنقاذية التي أجريت على الموقع..... 137
IV.نتائج التدخلات على الموقع..... 153
1. مصادر القطع العظمية المتحجرة..... 149

V. مراحل تسيير العظام المتحجرة من موقع حاسي مومن 154

الفصل الرابع: دراسة تطبيقية تحليلية على العينات المختارة من حفرية حاسي مومن

I.اختيار عينات الدراسة..... 166

II. التحاليل..... 183

III. ترميم القطع العظمية المتحجرة..... 199

تحليل النتائج..... 205

الخاتمة..... 212

قائمة المراجع..... 222

الملاحق..... 241

قائمة المصطلحات..... 257

الفهرسة..... 265

فهرس الصور..... 265

فهرس الأشكال..... 268

فهرس الخرائط..... 268

فهرس الجداول..... 269

فهرس المخططات..... 269

الفهرس العام..... 269