فن الرّسوم الكهفية في عصر الرّقمنة:
نحو إنشاء نَموذج تَفاعلي لحفظ التّراث البدائي من الزّوال

The art of cave drawings in the age of digitization:
Towards creating an interactive model to preserve primitive heritage from disappearance

د. هندة بوحامد

المعهد العالي للفنون والحرف – صفاقس (تونس)

henda.bouhamed@isams.usf.tn

تاريخ الإرسال: 2024/10/14 **تاريخ القبول:** 2024/11/17

ملخص:

تهدف هذه الدّراسة إلى إثارة نقاشات شمولية حول مشروع رقمنة التّراث الفنّي العالمي المتصل تحديدا بالفن البدائي والرّسومات الجدارية في الكهوف وذلك بهدف استكشاف وتحليل الرّوابط بين شكلين فنّيين مترابطين وهما: الفن البدائي، الذي يشهد على عصور ما قبل التاريخ وعلى أثر الإنسان البدائي وكذلك العالم الرقمي وتطبيقات الذّكاء الاصطناعي التي أتاحت اليوم عبر البرمجيات المتطورة إمكانيات وافرة لحماية وحفظ الإرث الحضاري أمام المخاطر التي أصبحت تهدّده بالزّوال بسبب الظّواهر الطّبيعية والكونية وصدمات الزّمن التي قد تمحوه من ذاكرة المجتمعات. وعليه فقد توقفنا عند أنجح المشاريع العالمية المنخرطة في "الرقمنة الحمائية والوقائية" لحفظ التراث ولاسيما التّجربة الفرنسية التي نجحت في رقمنة إرثها الحضاري على غرار"كهف مرسولاس" الذي وقع حفظه عن طريق برمجيات الإنشاء الرّقمي ثلاثي الأبعاد عبر تحويله لمتحف افتراضي وفضاء للوساطة الثّقافية عبر الإمكانيات التّفاعلية التي وفرتها التّطبيقات الذّكية خاصة من تنويع في العرض الثّقافي وتيسير للسّياحة الافتراضية عبر الولوج في البيئة التّفاعلية ثلاثية الأبعاد صوتًا وصورة والدّخول في مغامرة من الاستكشاف والاستطلاع في فضاءات عرض جديدة لجمهور أكبر وأوسع. لنفتح بذلك سبل التّفكير في حفظ ورقمنة الرّسوم البدائية في العالم العربي التي تمثل متحفًا مفتوحا وكنزًا جيولوجيا وأثريًا لا يقدر بثمن عبر امتدادها التّاريخي والحضاري عبر تعظيم الجانب الوقائي لحمايتها وترسيخها في الواقعين المادّي والافتراضي.

الكلمات المفتاحية: الرقمنة، الرّسومات البدائية الكهفية، تطبيقات الذّكاء الاصطناعي الذّاكرة الحيّة، حفظ التّراث من الزّوال، تفاعل الاختصاصات، السّياحة الافتراضية.

Abstract:

The art of cave drawings in the age of digitization: Towards creating an interactive model to preserve primitive heritage from disappearance This study aims to raise comprehensive discussions about the project of digitizing the global artistic heritage specifically related to primitive art and cave wall paintings, with the aim of exploring and analyzing the links between two interconnected art forms: primitive art, which bears witness to prehistoric times and the impact of primitive man, as well as the digital world and applications artificial intelligence, which today, through advanced software, has provided ample possibilities to protect and preserve cultural heritage in the face of the dangers that threaten it with extinction due to natural and cosmic phenomena and the shocks of time that may erase it from the memory of societies. Accordingly, we stopped at the most successful global projects involved in "protective and preventive digitization" to preserve heritage, especially the French experience, which succeeded in digitizing its cultural heritage, such as the "Marsoulas Cave," which was preserved through three-dimensional digital construction software by transforming it into a virtual museum and a space for cultural mediation through the capabilities the interactivity provided by smart applications, especially in terms of diversifying the cultural display and facilitating virtual tourism by entering the three-dimensional interactive environment with audio and video and entering into an adventure of exploration and reconnaissance in new exhibition spaces for a larger and broader audience. Let us thus open ways to think about preserving and digitizing primitive drawings in the Arab world, which represent an open museum and an invaluable geological and archaeological treasure through their historical and cultural extension by maximizing the preventive aspect of protecting them and consolidating them in the physical and virtual reality.

Keywords: Digitization, primitive cave paintings, artificial intelligence applications, living memory, preserving heritage from extinction, interdisciplinary interaction, virtual tourism.

مقدمة

شهدت أساليب البحث في فن ما قبل التاريخ تغيّرات عميقة في ظل زخم التّكنولوجيا الرقمية وفي مقدمتها "المعالجة الرقمية ثلاثية الأبعاد"، ويمثل مشروع رقمنة التّراث الفني المتصل تحديدا بالفن البدائي أو الرّسومات الجدارية من أهم المسائل الحارقة في عصرنا وأصبح هاجس كل المنظمات الدّولية بما فيها "اليونسكو" السعي نحو خلق نظام رقمي لأرشفة التراث الفنّي البدائي والحفاظ عليه بخلق أنماط جديدة لاستنساخه عن طريق النّمذجة وتقنيات إنشاء النّموذج ثلاثي الأبعاد. واليوم تضاعفت الجهود أكثر فأكثر لحفظ التراث رقميا خاصة أمام مخاطر الاندثار والزوال التي تهدّده بسبب الظّواهر الطّبيعية والكونية وصدمات الزمن التي قد تمحوه من الواقع ومن ذاكرة المجتمعات. وقد ناقش **ماتيو تريلياني** Matteo TRELEANI المتخصّص في مجال رقمنة وحفظ التراث هذه المسألة قائلا: "هذه النقطة التي نسلط عليها الضوء يجب أن تتحدى المؤرخين الذين غالبًا ما يستقرون على الوسيلة المادية الأولية؛ أرشيف، كتاب، صحيفة، إلخ.. دون القلق على سبيل المثال بشأن تثمينها من خلال الرّقمنة، إذ يبدو لهم الانتقال النّهائي من "التراث كمخزون" وليس من "التراث المثمن"[1]. هذا وقد تزايد في الفترة الأخيرة الاهتمام العالمي بالتراث في محاولة تثمينه وتكييفه مع خصوصية هذه المرحلة التي يعبّر عنها بـ"رقمنة التّراث" التي صارت تقتضي فعليا إكساب التّراث الثّقافي العالمي قدرة الاندماج ضمنها وإتاحته على نحو واسع ضمن استعمالات مخرجات الثّورة التكنولوجية المتمثلة في الحواسيب وشبكات الأنترنيت والمنصات وأنظمة الحماية والتواصل الإلكتروني. وقد وضّح **جان دافالون** Jean DAVALLON الباحث والسّوسيولوجي في علوم المعلومات والاتصالات هذا الفكر الانتقالي الذي يخصّ تناول التّراث بقوله: "**التّراث موجود إلا في شكل مثمّن فعليا**"[2]. فمن خلال الوقوف عند بعض النّماذج العالمية التي وقع حفظها عن طريق برمجيات الإنشاء الرقمي ثلاثي الأبعاد سنحاول استكشاف وتحليل الرّوابط بين شكلين فنيين مترابطين وهما: الفن البدائي الذي يعكس التراث العالمي الشاهد على عصور ما قبل التاريخ وعلى أثر الإنسان البدائي وإبداعاته ونظرته للعالم من خلال "رسوماته على الكهوف الصخرية" التي توثق الحياة

اليومية البدائية والطقوس الدينية وصور الحيوانات والرموز الثّقافية الأخرى التي ساعدتنا على فهم ماضينا والثقافات التي سبقتنا، وكذلك الفن الرقمي الذي أصبح يتيح عبر تقنيات المسح والنّمذجة Modélisation 3D إمكانيات وافرة لحماية التّراث العالمي سواء منه المادي أواللاّمادي. وبالتالي سنوضح إمكانيات التّفاعل بين "الفنون البدائية" والعالم الرقمي وتطبيقات الذّكاء الاصطناعي من خلال الوقوف عند أول مشروع رقمنة ثلاثي الأبعاد للموقع التاريخي المعروف بـ" كهف مرسولاس" الواقع جنوب فرنسا والذي وقع حفظه عن طريق برمجيات الإنشاء الرقمي ثلاثي الأبعاد عبر"الإرسال" و"التّخزين"و"المسح الضّوئي" و"التّسجيل" و"التّصوير الفوتوغرافي الرقمي"، تقنيات ساعدت على استكشاف التّعبيرات الفنّية المتلاشية والمندثرة بفعل الزّمن في هذا الموقع. ففكرة الالتحاق بركب التّكنولوجيات و"الرّقمنة"[3] la Numérisation وتقنيات المسح ثلاثي الأبعاد Les Techniques de scanner 3D أصبحت ضرورة لحماية الإرث الحضاري من الاندثار والزّوال ومسألة تحويل الواقع المادّي إلى واقع افتراضي ومنتج رقمي مبتكر أصبح حاجة أساسية تزوّد المتلقي بإمكانيات "الزّيارة الافتراضية" للمواقع التاريخية عبر الولوج في البيئة التّفاعلية ثلاثية الأبعاد صوتا وصورة عبر الدخول في مغامرة من الاستكشاف والاستطلاع في فضاءات عرض جديدة لجمهور أكبر وأوسع. وبالتالي سيتم التعامل مع هذه الإشكالية عبر تبيان الارتباط الوثيق بين التّراث الثّقافي ومسار إدماجه في البيئة الرقمية وجهود الحماية المطلوبة مع التنويه بخطورة امتلاك التّكنولوجيا الرّقمية والقدرة على توظيفها في الهيمنة على الموروث الحضاري وما قد يتعداه إلى الاستيلاء على التراث العالمي ككل. من هذا المنظور سنحاول توضيح استخدامات الأدوات الرّقمية لتوثيق وحفظ "الفن التّراثي الكهفي" الذي يعكس الهوية الثّقافية الماضية والحاضرة على نحو سند معلوماتي يتم الرجوع إليه لاسترجاع كل المعطيات حول هذا التّراث الفني. لكن ما تزال هنالك أسئلة كثيرة قد توفّر وتفتح سبل التّفكير في كيفية حفظ وحماية الرّسوم البدائية في ضوء الرّقمي؛ فماهي ميزات الرسوم البدائية لكهف "مرسولاس" وكيف تم تحويله لموقع افتراضي ثلاثي الأبعاد، وماهي الإمكانيات التّفاعلية التي يوفرها؟ وكيف ساعدت الوسائط التّكنولوجية على استكشاف تعبيرات فنّية كانت قد تلاشت بفعل الزّمن ولا سيما التساؤل عن الإمكانيات التّفاعلية التي يوفرها هذا الموقع

الذي تحوّل لمتحف افتراضي ومساحة للوساطة الثّقافية التي توفّر تنويعا في العرض الثّقافي أشبه بمنصة مشتركة تسهل الزيارة على الباحثين من كافة التخصّصات والمجالات؟ وفي ظل ذلك هل يمكن التوفيق بين إخضاع التراث لمقتضيات البيئة الرقمية التي يشهدها العالم وضرورات التّفكير جدّيا في "براديغما" جديدة لتثمين التّراث تكنولوجيا Le paradigme de la valorisation techno-patrimoniale وإيجاد حلول فيما يخص مسألة "التّرميم" لحماية التّراث من الانتهاكات التي قد تطاله. أسئلة كثيرة قد تفتح لنا سبل التّفكير في كيفية حفظ وحماية ورقمنة الرّسوم البدائية سواء منها الصّخرية أو الجدارية في تونس والعالم العربي التي تمثل متحفًا مفتوحا وكنزًا جيولوجيا وأثريًا لا يقدر بثمن عبر امتدادها التاريخي والحضاري خاصة تلك التي عثر عليها في تونس في "جبل وسلات بالقيروان"و"جبل بلّيجي بتمغزة توزر" خلافا إلى مغاور جبلية أخرى تم اكتشافها بالسّند من ولاية قفصة والتي تعتبر بدورها من أهم ملامح الحضارة البربرية الأمازيغية في الجنوب التّونسي، هذا خلافا للرّسوم والنّقوش الصّخرية التي يزخر بها المغرب العربي مثل موقع أكاكوس Acacus في ليبيا وكهوف طاسيلي Tassili بالجزائر والتي تبقى واحدة من أهم التّشكيلات للرسومات الكهفية لما قبل التاريخ إلى غيرها من المواقع التي يجب التّفكير جدّيا في حمايتها وترسيخها في الواقعين المادّي والافتراضي بالاستفادة من التّجارب العالمية الرّائدة في هذا المجال؟ ولا نريد أن نختم هذه الورقة دون أن نتساءل عن مخاطر الرّقمنة، فهل لها أن تنهي الزّيارات الميدانية وتلغي هوية الشّعوب؟

I- نحو رقمنة الرّسوم البدائية وحفظها من الزّوال

العديد من المواقع التّاريخية في العالم أصبحت مهدّدة اليوم بالزّوال أمام تقلبات الطبيعة وصدمات الزمن، حيث تعاني العديد منها سقوطا للصّخور وتداخل لرسومات الأمس برسومات وخربشات اليوم، كذلك الشقوق الغائرة أضحت تهدّد الجدران الصّخرية للرسومات، فمعظمها أصبح متلاشيا وغير مرئيا ما يتطلب ترميما وحفظا في ظل الأزمات الطبيعية والإنسانية. وأمام مخاطر الزّوال التي أضحت تهدّد الرسومات الصّخرية، كان على الباحثين ابتكار تقنيات لتسجيل البيانات وحفظها، وهي الطريقة التي يتم بها تطوير ما

يسمى بتقنية المسح عبر إعادة إنتاج الرّسومات والآثار الحفرية لهذه المواقع مما يسمح بتكرار الأعمال ونسخها. وقد شملت هذه التّقنية العديد من المواقع في فرنسا وإسبانيا وجنوب إفريقيا منذ الستينات الماضية، عبر إجراء المسح بشكل متزايد باستخدام التصوير الرقمي. وبمجرد نشر هذا التسجيل الأولي للبيانات، فإنه يعمل كأساس في الأبحاث العلمية ويساعد الباحثين والفنّانين الحصول على تفسيرات ونصوص وكتابات وصور أصبحت بديلاً للمواقع الأثرية الأصلية وخاصةً منها المواقع التي أصبح من الصعب الوصول إليها.

1- الرّسوم البدائية: بين مخاطر الزّوال وضرورات الانخراط في البيئة الرّقمية

تعتبر الرسومات البدائية إحدى الخصائص المميزة لفن ما قبل التاريخ، وظلت استعادة وحفظ هذه الرسوم من أكثر الصعوبات التي لم يكن من الممكن التغلب عليها على امتداد قرن من قبل الفوتوغرافيين والرّسامين خاصة من حيث الوصول إلى ترجمة هذا الإرث الحضاري بدقة توحّد الإبداع البشري على مر التّاريخ. وكما هو الحال في العديد من مجالات المعرفة الأخرى، شهدت أساليب البحث في فن ما قبل التاريخ تغيّرات عميقة في ظل زخم التّكنولوجيا الرّقمية وفي مقدمتها المعالجة ثلاثية الأبعاد وتقنيات المسح الرقمي الجد متطورة. فاليوم يتم تطبيق التقنيات الرقمية في دراسة الكهوف والمغارات المنتمية إلى العصر الحجري القديم بنجاح متزايد لما تقدمه من عرض ثلاثي الأبعاد للجدران المرسومة لتلبية القيود المختلفة للزمان والمكان بما يحفظ خصوصية الموقع. وفي تطور مستمر، تظهر هذه التّقنيات كوسائل جديدة لحماية التّراث العالمي عبر تشكيل قواعد بيانات تتعلق بمختلف التخصّصات العلمية المعنية بدراسة مواقع ما قبل التاريخ. وقد تنبأ الفيلسوف الألماني **بنيامين** Benjamin بأثر التّكنولوجيا في الفن ودور وسائل الاتصال في تغيير الطابع التفردي للفن واستحدث مفهوماً إجرائيا هو "الهالة" Aura[4]، إنّها الهالة التي لا يمكن فصلها إطلاقا عن كونها جزءًا لا يتجزأ من نسيج التقاليد الفنّية والحضارية التي تميز الأعمال الفنية التي يغلّفها نوع من الهيبة بفعل تفردها وثقل دورها الشعائري الذي تؤديه في المجتمعات. فاليوم يجري ربط التراث على نحو واسع بتطورات التكنولوجيا، حيث صار هناك توظيف للرقمنة في التعامل مع محتويات الإرث الحضاري والمواقع الأثرية، وهي العملية التي

تعرف على نحو عام بكونها عملية تحويل المعلومات إلى تنسيق رقمي. وضمن هذه العملية تصبح المعلومات أسهل في التخزين والتوثيق والإرسال، لذا تمثّل الرقمنة وسيلة فاعلة لحفظ المواد التراثية النادرة والقيّمة أو تلك التي تكون حالتها المادّية هشة حيث يصعب على الباحثين والزّوار الوصول إليها وزيارتها. كما تعمل هذه الآلية على تقليص التواصل مع المواقع الأصلية عبر إتاحة نسخ بديلة في شكل رقمي تكون في متناول الباحثين ضمن دائرة اطلاع إلكتروني أوسع تجمع مستفيدين من كافة أنحاء العالم.

فمنذ التّسعينيات الماضية، سمح الماسح الضوئي اللّيزري بإحراز تقدم كبير في هذه النقطة من خلال تقديم عمليات ترميم ثلاثية الأبعاد للمواقع التّاريخية. إلا أن هذه التّقنية الفعالة كانت لها بعض العيوب الاستخدامية منها الثّقل وصعوبة النّقل والتّنقل تحت الأرض ناهيك عن قلة ونقص عدد المتخصّصين ومزوديها الذي يعتبر قليلا في كافة العالم. ولكن مع تطور هذه التقنية خاصة مع توفر تقنيات الماسح الرقمي ثلاثي الأبعاد Techniques de scanner 3D، أصبح من الممكن إنتاج سلسلات رقمية ثلاثية الأبعاد للعديد من الكهوف في العالم منها "شوفاي" Chauvet و"لاسكو" Lascaux و"كوسكاي" Cosquer. وقد أدى تطور التقنيات إلى تقدم عمليات الحصول على بيانات الكهوف وحفظها خاصة مع ظهور التّصوير الرقمي وتطبيقات المسح الليزري الرقمي التي تم اعتمادها للحصول على زيارات افتراضية للمواقع. فكانت البداية مع موقع "مرسولاس" Marsoulas التاريخي الواقع جنوب فرنسا والزّاخر بالرّسومات الجدارية الصّخرية، حيث ساهمت هذه التقنية في الحصول على رؤية "مجسمة" لتلك الرسومات انطلاقا من التصوير في الموقع ثم التحول لإنشاء النموذج الرّقمي والانتهاء بتركيبه بطريقة ثلاثية الأبعاد. هذا المسار تأسّس على استخراج صور فوتوغرافية متعامدة والتّخطيط لنسبة عالية من اللّقطات المتداخلة؛ بمعنى أن مساحة تتراوح ما بين ثلاثة وخمسة أمتار مربع تتطلب أحيانًا التقاط مئات الصور الفوتوغرافية وهذا يعود لحالة الرّسومات ومدى وضوحها في بيئتها الطّبيعية، ليتم معالجتها فيما بعد وتحويلها من صور ثنائية الأبعاد إلى صور ثلاثية الأبعاد باعتماد تقنية (SfM) Structure for Motion[5] لما توفره من استعادة للبنية ثلاثية الأبعاد من المجال ثنائي

الأبعاد وهي عملية تكرارية تحصل بأخذ البيانات ومعالجتها حتى يقع إنتاج نموذج ثلاثي الأبعاد عالي الدقة. وبالتالي الجمع بين نسيج الصّورة الفوتوغرافية والنّموذج ثلاثي الأبعاد يكون من خلال إنشاء تمثيل افتراضي مفصل للغاية للسطح المرسوم عبر إنشاء نسيج ثلاثي الأبعاد لنفس السطح الجداري لتعمل برامج معالجة الرسومات الحاسوبية للصور الرقمية مثل "داستراش"[6] DStretch وهي أداة معالجة لتحسين صور الفن الصخري واستكشافها من جديد لتجعل الصور المتلاشية وغير المرئية والتي تكاد تكون غير محسوسة بالعين المجردة des pictogrammes presque imperceptibles à l'oeil إلى مرئية وواضحة من جديد. هذه الأداة تعمل بشكل مذهل على تسهيل فك رموز لوحات الكهوف خاصة تلك التي أصبحت اليوم تالفة ومتآكلة لتوفر استخدامات منهجية وإضافية تسمح بالحصول على قراءات جديدة لـ"فنون ما قبل التّاريخ" لتكتشف أيضا الاختلافات في الألوان خاصة منها "الأحمر" و"الأصفر" الباهت وتعمل بصور مشفرة بالمبدأ ثلاثي الألوان RGB (الأحمر والأخضر والأزرق) وهي الألوان المعمول بها في استخدامات الفيديو والآلات الفوتوغرافية الرّقمية والعرض الإلكتروني.

II- حفظ التّراث العالمي والانخراط في البيئة الرّقمية ثلاثية الأبعاد: كهف مَرسُولاس نموذجًا

اتجهت فرنسا في السّنوات الأخيرة نحو استدراك التأخر في مجال حفظ التراث، وتجاوز حالة الإهمال التي طالته، حيث أطلقت بوابة الكترونية مخصّصة للتراث المادي واللاّمادي إضافة إلى المتاحف والمواقع الافتراضية الخاصة بالمواقع التاريخية والأثرية بهدف إبراز ثرائها وتنوعها، وجعلها في متناول أكبر عدد من الجمهور عبر طريقة عمل تعتمد على أخذ بصمات رقمية ثلاثية الأبعاد للمواقع الأثرية على غرار "مرسولاس" للاحتفاظ بقاعدة بيانات شاملة واستغلالها فيما بعد للترميم في حال ما إذا تعرضت للتخريب بفعل أي عوامل أكانت طبيعية أو بشرية. من هنا تبرز الحاجة إلى إدراك التّهديدات الواقعة على التراث العالمي في عصر ميزته الأساسية التطور الفائق في التكنولوجيات المتصلة رأسا بالرّقمنة وفاعلية الاسترجاع والحماية من كل المخاطر التي تهدّده.

1- كهف مرسولاس التّاريخي وخطر زوال الرّسومات البدائية

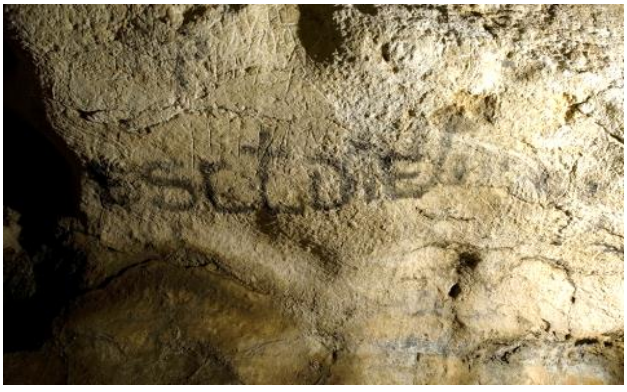


صورة 1 – كهف مارسولاس من الخارج



صورة 2 – كهف مارسولاس من الداخل

وفقا لأحدث الدراسات التي أجراها كل من الباحثين الشّهيرين **جيل توسولو**[7] Gilles TOSSELO و**كارول فريتز**[8] Carole FRITZ يقدّم كهف مرسولاس[9] الواقع جنوب فرنسا[10] العديد من التّمثيلات والرسومات والنقوش الجدارية التي تضم مئات الأشكال الحيوانية والبشرية والعلامات الهندسية والخطية. أما تاريخيا تم إنشاء هذه الرسومات على طول الكهف الذي ينتهي بمنحدر من المياه أصبح يهدد هذا الموقع، فاليوم تتعرض هذه الرسومات للتلاشي بسب تكدس الكلسيات وتراكم الشّقوق خلافا للتّغيرات المناخية التي أثّرت على طبيعة هذه الرسومات كالحرارة الشّديدة التي أثّرت تأثيرا كبيرا على مناخ الكهف من الداخل الذي يعرف بالرطوبة.



صورة 3 – أفعال التّخريب التي لحقت بالموقع التّاريخي

غرافيتي ورسومات حديثة تسبّبت في تخريب وتشويه وتغطية الرّسومات البدائية

كما شهد الموقع تخريبا لحق بعض الرسومات وهو الحال في غالبية الكهوف التابعة للعصر الحجري القديم، حيث أن الرسومات الجدارية في كهف مارسولاس أصبحت متعرضة للزوال والتّلاشي بسبب الأفعال التّخريبية التي ألحقها بعض الزّوار والعابرين بهذا الموقع والتي كانت في عمومها تدخلا بالغرافيتي[11] (صورة 3) ما تسبّب في تشويه وتغطية الرّسومات الأصلية التي تدل على عراقة المكان وتشهد على انتماء لحقبات ما قبل التاريخ، ذلك ما تطلب تدخلا سريعا من الحكومة الفرنسية لحفظه. حيث تم إغلاقه بالكامل سنة 1996 باعتبار أن إجراءات الحماية لم تعد فعالة تماما، وتوجهت كل الجهود نحو الانخراط في البيئة الرقمية ثلاثية الأبعاد لحفظ هذا الموقع التّاريخي بتقنيات وبتكنولوجيات جدّ متطورة.

2- من الصّور الجدارية إلى الصّور الرّقمية: استكشاف للتّعبيرات الفنّية المتلاشية عبر الزّمن

إن عملية الربط بين جهود حفظ التراث من جهة والحاجة إلى الاستعانة بمخرجات التكنولوجيا خلق دافعية للدخول إلى مجال الرقمنة وجعل التّراث مجالا للبحث العلمي والنفع الاقتصادي في اللآن ذاته في محاولة لحفظه من الضّياع والتعريف به وجعله في متناول الباحثين والمهتمين، والأهم من كل ذلك صيانة ذاكرة الأمة وهويتها من الضّياع.

وضمن هذا التوجّه برز مشروع حماية موقع "مرسولاس" عبر "الرقمنة الوقائية" La numérisation intégrale de la cavité التي بدأت عام 2017 بفضل أدوات المسح الرقمي ذات الدقّة "الأنفرا– مليمترية" Des instruments d’une précision infra-millimétrique ليتحول هذا الكهف لمنتج رقمي بواسطة "المسح الطوبوغرافي" باعتماد تقنية الماسح الضّوئي ثلاثي الأبعاد المخصّص لمثل هذه المواقع المتميزة بتجاويفها وتضاريسها الخاصة بها.



صورة 4

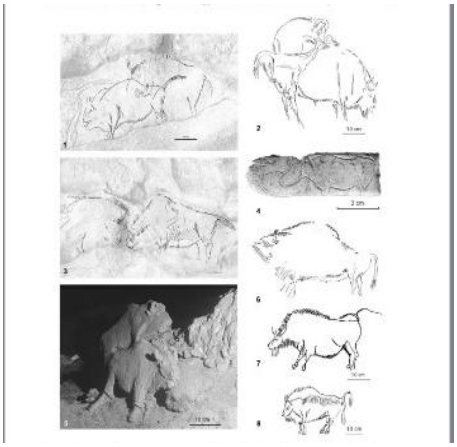
المسح الرقمي اللّيزري للموقع

تبدأ عملية أرشفة الموقع ورسوماته بأخذ مئات الصّور عبر المسوحات الطّبوغرافية الميدانية باستخدام جهاز لوحي رقمي يوثّق ارتفاعات وبيانات وقياسات الموقع كذلك التّعبيرات الفنّية التي هي من ابتكار وصنع الإنسان البدائي. وأبعد من ذلك فإنّ هذه التّقنية تفتح مجالات واسعة لاستعادة الآثار التي اختفت وأصبحت مهدّدة بالزّوال أو حتى المتضرّرة منها بسبب التآكل والتلف الناتج عن التّخريب البشري[12].

هكذا أتاح استخدام القياس التّصويري الرقمي الوصول لإنشاء نموذج رقمي لعديد اللّوحات التي يتعذّر الوصول إليها حيث تعتبر الماسحات الضّوئية باللّيزر ثلاثية الأبعاد مناسبة لدراسات فن ما قبل التّاريخ لما تتطلبه من دقة قصوى في الحصول على صور دقيقة للمكان. لذا يتم استخدام تقنيات تكنولوجية جدّ متطورة منها الماسح الضّوئي اللّيزري من نوع "سوازيك" أو "لايكا" Un scanner laser 3D de type Soisic ou Leica لما توفره من نسيج دقيق من النقاط وفق معايير رياضية.

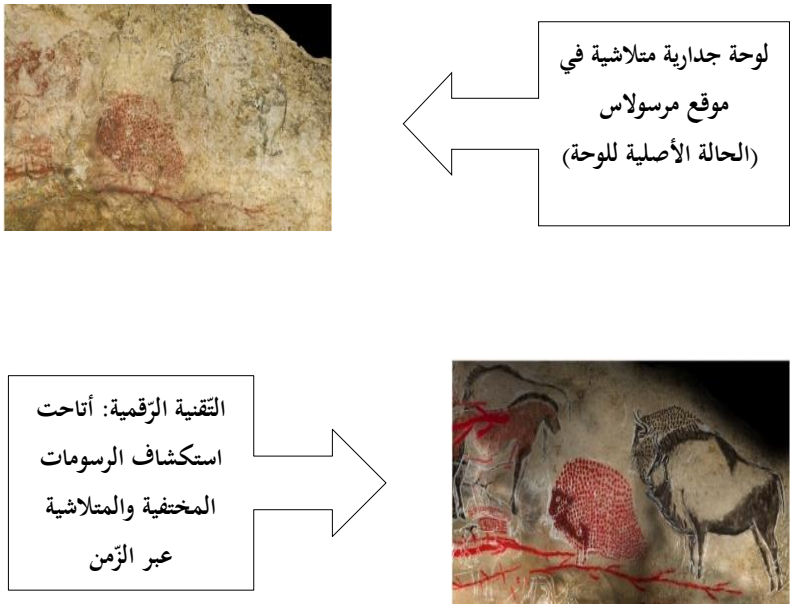


صورة 5
رسومات لأشكال وتعبيرات تلاشت وتم استرجاعها بتقنية الماسح الرّقمي اللّيزري



صورة 6
بعض الرسومات التمثيلية لأشكال حيوانية في موقع مرسولاس

على بعد 19 مترًا من المدخل الرئيسي للكهف هنالك لوحة أشبه برسم مشهدي يحتل موقعًا مركزيًا في الكهف على طول أكثر من 7 أمتار لـ"ثور ضخم" بكتلة حمراء هائلة يبلغ طوله 1.70 م ليأخذ رأسه لونا أسود يتناقض مع باقي الجسم بالبرتقالي. إذ بفضل الفحص الدّقيق والمسح الرقمي تم اكتشاف رسومات أخرى مختفية[13] بجواره حيث وقع الكشف عن رأس ثور آخر إضافة إلى حصان مرسوم تحت الثّور الكبير في الاتجاه المعاكس يشير بقرنيه إلى الجزء الخلفي من الثّور الكبير (صورة رقم 5)[14]. أمّا اليوم فقد تآكلت هذه الرسوم وحجبت بسبب الجريان المائي على الجدران الصخرية لذلك توجه الباحثون نحو توفير نسخ رقمية تضمن استمرارية البحث وتساهم في الحفاظ على المواقع التّاريخية والرّسومات الجدارية الكهفية (صورة 6)[15].



صورة 7

نموذج للوحة جدارية متلاشية عبر الزمن

وقع استعادتها بواسطة التّقنية الرّقمية

توضّح (الصّورة رقم7) عملية استعادة الرسومات المتلاشية بواسطة التّكنولوجيا الرّقمية، هذه الرسومات في عمومها تشمل صورة "أسد" و"ثورين" و"خيول" ورسوم لنفس الحيوانات مقطوعة الرؤوس، هذه المشاهد جاءت متفرقة على أكثر من 13 م داخل الكهف. كذلك على بعد 27 مترًا من المشهد الأول يضيق الممر داخل الكهف ليستحيل المشي بشكل مستقيم حيث توجد عدة رسومات أخرى في عمومها تمثيلات باهتة تمامًا تلاشت بمرور الزّمن. وعند التوغل في حدود 40 مترًا من المدخل الرئيسي، تنخفض أرضية الكهف الذي ينتهي بلوحة جدارية من النقوش التي تمتزج فيها صورة الثّيران مع الخيول وبعض الأشكال البشرية والعلامات الأخرى الذي وقع استكشافها بتقنية المسح الرّقمي[16].



صورة 8



صورة 9



صورة 10

صور توضّح عمليات المسح الرّقمي
التى ساعدت على اكتشاف التّعبيرات المندثرة بفعل الطّبيعة والزّمن

وبالتالي ساعدت تكنولوجيا التّصوير المساحي اللّيزري ثلاثي الأبعاد استكشاف تعبيرات ورسومات متلاشية عبر الزّمن كما تبيّنه الصّور أعلاه (صورة 8 – 9 – 10)[17].



صورة 11
المشهد الأصلي (كتابات حديثة
فوق الرسومات الصخرية)



صورة 12
صور توضح المسح الرقمي
واستكشاف تعبيرات قديمة متلاشية

عمليات المسح الرّقمي والتّكنولوجي المتطور ساعدت على اكتشاف التّعبيرات المندثرة بفعل الأفعال التّخريبية

إضافة إلى المسح الرقمي والتّكنولوجي المتطور لاكتشاف التّعبيرات المندثرة بفعل الزّمن، كان هاجس الباحثين في هذا المجال إعادة ترميم بعض الرّسومات والأشكال والعلامات والرّسوم التّربيعية والشّبكية حفاظا عليها من التّأثيرات المناخية[18]، هذا ما نتبينه من خلال الصّور التّالية:



صورة 13



صورة 14

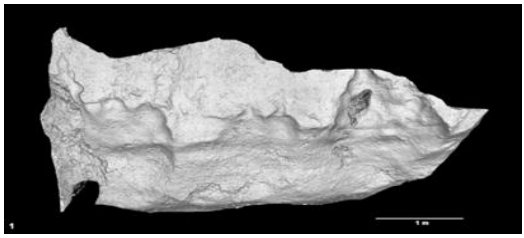


صورة 15

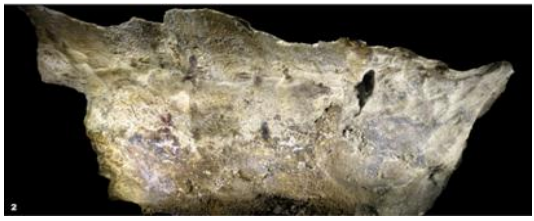
علامات ورموز وقع ترميمها من جديد في موقع مرسولاس

3- من المسح الرّقمي اللّيزري إلى النّمذجة ثلاثية الأبعاد: آلية تفاعلية لحفظ التراث

تشكّل الصّور الطّبوغرافية المتحصل عليها من المسح الرّقمي جزءًا لا يتجزأ من مشروع الرقمنة ثلاثي الأبعاد بما توفره من رؤية حجمية شاملة للموقع. هذه المرحلة تتأسّس على النّمذجة عبر تجميع البيانات المتحصل عليها رقميا لإنشاء تمثيلات مرئية للموقع الرقمي الحالي في شكل صور بانورامية des représentations visuelles du site sous la forme d'images panoramiques عالية الوضوح عبر سحب نقطية ثلاثية الأبعاد تسهل صناعة الموقع الافتراضي الشبيه بنسخة مطابقة للموقع الأصلي البدائي. لذلك فإن عملية حماية هذا التراث الهش افتراضيا Une restauration virtuelle تبدأ عبر عملية إنشاء وفق ثلاث خطوات رئيسية وهي: إنشاء نموذج رقمي مطابق للموقع الأصلي بطريقة ثلاثية الأبعاد modèle numérique à partir des clichés du panneau 3D ثم المرور لإنشاء النّموذج الرّقمي للصور المستخرجة من الصور ثلاثية الأبعاد orthophotographie extraite du modèle 3D en haute définition لتنتهي العملية بتركيب الصور بطريقة ثلاثية الأبعاد عبر تقديم مسح كامل للّوحة على أساس الصّورة الفوتوغرافية الرّقمية التي كشفت عن تعابير متلاشية بفعل الزّمن relevé complet du panneau réalisé sur la base de l'ortho –photographie.



المرحلة 1: إنشاء النّموذج الرقمي المطابق للموقع الأصلي



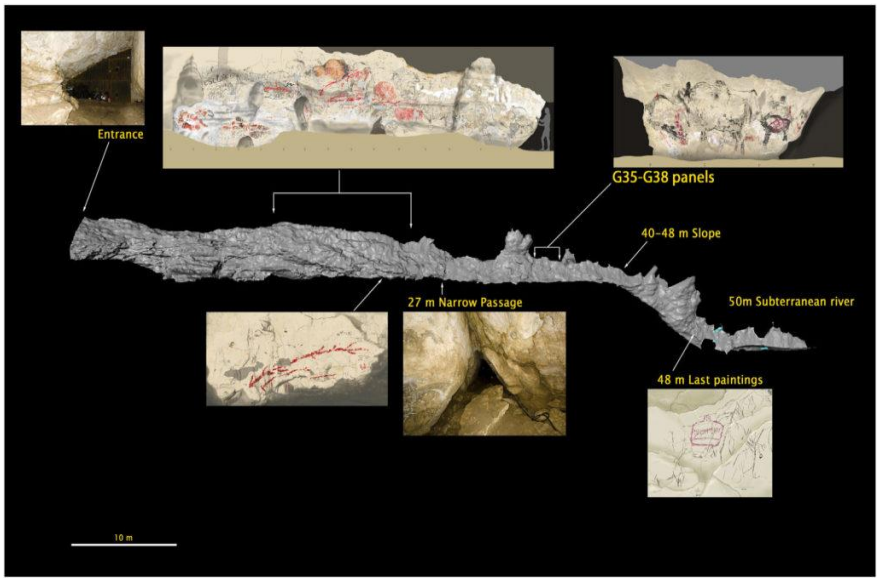
المرحلة 2: تركيب الصور المستخرجة من النموذج ثلاثي الأبعاد



المرحلة 3: تركيب الصور على أساس الصورة الرقمية الليزرية التي كشفت عن تعابير متلاشية بفعل الزّمن

تعتبر المرحلة الأولى وهي إنشاء النّموذج الرّقمي الأصعب على الإطلاق، حيث خضعت كل اللوحات الجدارية لتغطية كاملة بالصور؛ ما أتاح تحديد الأسطح الملونة وتحليلها بشكل منهجي عن طريق معالجة الصور ليقع المرور إلى النّموذج ثلاثي الأبعاد لتتحول بذلك الظّلال والأضواء والشّقوق التي تظهر من خلال التّصميم ثنائي الأبعاد فوريا إلى شكل ثلاثي الأبعاد، وبهذا المسار وقع استكشاف العديد من الرسومات المتخفّية وحتى المتلاشية منها على السّطوح الصّخرية[19]. فإنّ إنشاء متحف افتراضي وما يتبعه من زيارة افتراضية visite virtuelle بتقنية ثلاثية الأبعاد يتطلب الجمع بين الرسومات ثنائية الأبعاد

مع الرسوم البيانية ثلاثية الأبعاد لتحل محل نسيج الصور، وبذلك يقع الحصول على صورة رقمية شاملة للجدار الأصلي مع إمكانية قراءة جميع البيانات بوضوح في شكل ملف ثلاثي الأبعاد يمكّن من تسهيل الزّيارة الافتراضية وإكسابها إحساسًا واقعيا. هكذا وقع التحول تدريجيا إلى النّمذجة ثلاثية الأبعاد التي كانت هاجس الباحثين والعلماء في هذا المجال بالجمع بين التّكنولوجيا ثلاثية الأبعاد ونتائج الدراسة العلمية للموقع عبر المسح الرّقمي الليزري للجدران الصّخرية المزخرفة بالرّسوم والنّقوش.

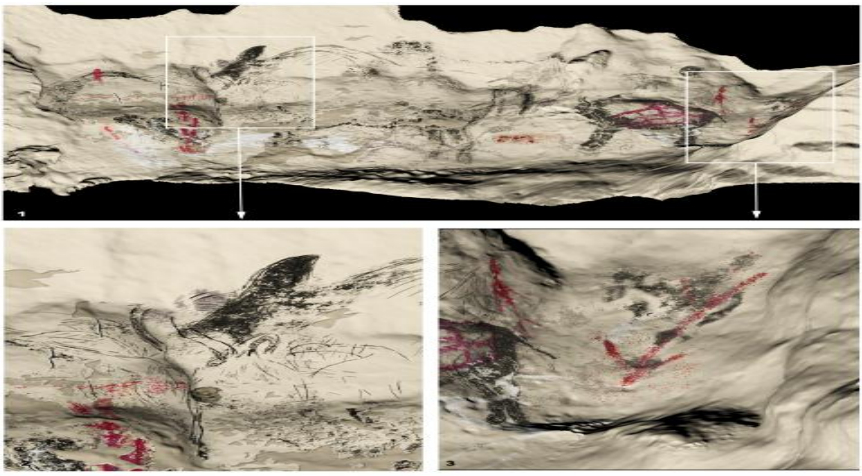


صورة 16

جولة افتراضية في موقع مرسولاس التاريخي من المدخل إلى أعماق الكهف

تحوّل كهف "مارسولاس" لمتحف افتراضي ثلاثي الأبعاد باعتماد تطبيقات ذكية مثل "فويستراد" Voicethread و"آرستابس" Artsteps لإنشاء هذا الموقع الذي أصبح أشبه بمنصة مشتركة تفاعلية تضم قاعدة بيانية حول المكان، تسهل على الباحثين من كافة التخصّصات والمجالات سواء منهم علماء الآثار والحفريات والفنانين والزّوار من كافة أنحاء العالم الدخول إلى الموقع بسهولة عبر قاعدة بيانية تضمّ كل المعلومات حول المكان مع فهرسة ونظام معلومات جغرافي للمكان وكذلك لوحات صخرية ثلاثية الأبعاد تيسّر الزّيارة

والتّجول الافتراضي بطريقة تحمي الزّائر من مخاطر كانت تهدّده عند التّحرك في الفضاء المادي تحت الأرض فـ"الأثر الفنّي في ثوبه وفي عرضه الميزيو – غرافي والتّقني والتّعليمي أصبح كائنًا جماليًا للاستهلاك الشّامل"[20].



صورة 17

صور من الجولة الافتراضية لموقع مرسولاس

تتأسّس أيضا الزّيارة الافتراضية للموقع على مبدأ "التّخاصص"؛ فتداخل الاختصاصات في هذا المشروع الرقمي أصبح ميزة هذه التّجربة، فالتّصور الجديد للعمل الفني كمشروع يستدعي إلى تشاركية في ابتكار فضاء يفتح المجال لتداخل الاختصاصات la transdisciplinarité كما يوضّحها **ادغار مورين** Edgar MORIN بأنّها تشاركية محمّلة بمعاني التّعاون والتّبادل الفعلي في إمكانيات إنشاء نوع من العلاقة العضوية التي قد تتخطّى الحدود الملزمة للتخصّص[21].

هذا الفكر التّبادلي والتشاركي الذي ميز عملية إنشاء هذا المشروع الرقمي لموقع مرسولاس اجتمع فيه مصمّمين ومصورين فوتوغرافين وعلماء في الجيولوجيا Géologues وأركيولوجين Archéologues، وفزيائيين Physiciens وعلماء الكمياء الجيولوجي Géochimistes وفنانين أيضا. تلك هي الشّراكة الحقيقية التي ناقشها **جون**

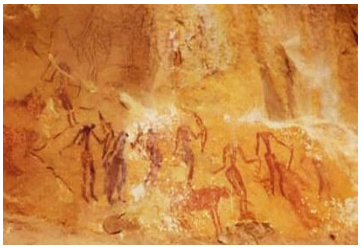
دافالون Jean DAVALLON في كتابه المعنون "عرض العمل الفني: استراتيجية التواصل والوساطة الرّمزية" L'exposition à l'œuvre: Stratégies de communication et médiation symbolique مبيّنا أنها ساهمت في خلق استراتيجيات تواصلية جديدة ساهمت في تحقيق مسمّى الجولة الافتراضية التي تعزّز الحالة الإدراكية والحسّية للموقع المادّي[22]. كما سهّلت الأنظمة والوسائط الرّقمية عملية الولوج والتحرّك في الموقع، لتتحقق الجولة الافتراضية عن طريق النّمذجة ثلاثية الأبعاد من المدخل إلى أعماق الكهف، لينشأ بذلك فعل التّواصل مع اللّوحات الجدارية والكتابات النصّية المصاحبة لها والتي تسمح بعيش تجربة تبعث على الإحساس بالزّيارة الحقيقية والواقعية، إذ "يحقّق مفهوم المعرض الافتراضي أهدافه من خلال تشجيع الجمهور على التواصل مع الأعمال الرقمية والسماح لهم بعيش تجربة زيارة حقيقية[23]. وأصبح من الممكن أيضا صناعة صور شديدة التّطابق لا حصر لها من أصل اللوحات الجدارية التي تسمح للمتلقي باستقبالها عبر استكشاف الماضي، وزيارة الموقع التاريخي وفق نموذج مطابق للأصل، فتشبع فضوله البشري في السياحة وبتكلفة أقل.

ونشير إلى أن الموقع يشهد حاليا نسبة مشاهدات هامة خاصة وأن عملية تصميم الموقع تميزت بالكثير من الدقّة والحرفية في الإنجاز؛ بمعنى أن هذا المتحف شمل خصائص الموقع المادي وأتاح فرصة المشاهدة والتّجول والعبور وتكرار الزّيارة بطريقة سلسلة وبسيطة وغير معقدة حيث يمكن تكبير زاوية المشاهدة أو تغييرها دون فقدان إمكانية القراءة والتّتبع بما فيها من إحساس بواقعية الجولة. كما أصبح المتحف مساحة خاصة وعامة على حد سواء بما يتبعه من تنوع في عدد الزّوار وجنسياتهم وبما يوفره أيضا من استخدامات مكملة للموقع المادي مع تجدّد لمساحة العرض وتوفير إمكانات الوصول إلى الرسوم الجدارية الأصلية رقميا مع إتاحة قراءة أفضل للتراث من حيث التعامل مع النّصوص والبيانات الجيو– تاريخية المصاحبة له خاصة مع توفّر أدوات رقمية تسهل القراءة؛ مثل إجراءات التّكبير والتّصغير وتتبّع الأبعاد وتفاصيل أخرى حول الموقع من خلال منظومة الروابط فائقة السرعة.

ونوّه في هذا الشأن إلى أهمية تطوير الدّعم الرقمي المشترك بين مختلف التخصّصات التي ساهمت بشكل فعال في إنشاء نظم المعلومات الجغرافية التي تشهد اليوم تطورًا سريعًا ويلوح في الأفق القريب التحول أيضا نحو مسمى "نظم المعلومات الجغرافية ثلاثية الأبعاد" ما سيسمح بالتحديد المكاني للمواقع وبتخزين كميات كبيرة من بيانات التّحليل والعينات ومعالجة البيانات وما إلى ذلك على النّموذج ثلاثي الأبعاد. هذا التطور التكنولوجي والرّقمي سيؤدي إلى توطين فوري للمعلومات المطلوبة والإحالة المرجعية للبيانات التي يوفرها الموقع لإلقاء نظرة خاطفة عليها عند الجولة الافتراضية؛ خلافا لما يوفره من حفظ لبيانات الموقع التي أصبحت متاحة للاستخدام البشري لتساهم في معرفة أفضل للفن البدائي. خلافا لذلك فإن النّموذج الرّقمي يمكّن من محاكاة الإضاءة وقياس شدّتها وتأثيرها على توزيع ورؤية الرّسوم الجدارية في الفضاء تحت الأرض، وبالتالي تحول هذا الموقع التاريخي إلى مساحة للوساطة الثقافية التي توفر تنويعا في العرض الثّقافي.

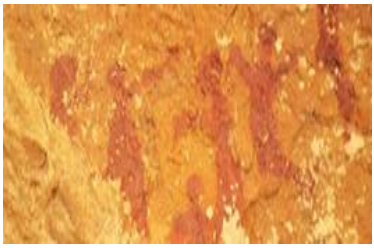
III– هل من إمكانيات لحفظ التّراث المحلّي والعربي في الواقعين المادّي والافتراضي ؟

لا ننكر أنّ كل ما له علاقة بالعالم الافتراضي من منصّات ومواقع تسهل اليوم عملية التواصل والبحث ولها جانب تفاعلي وتواصلي إيجابي، ولكن هل من إمكانيات لحفظ التّراث المحلي والعربي في الواقعين المادّي والافتراضي. من هنا يجب التّفكير جديا في إعادة ترميم وحفظ التراث في المجال المادّي والافتراضي في تونس والعالم العربي حتى لا يندثر إرثنا الحضاري وما قد يتبعه من انتهاء الزّيارات الميدانية وما يليها من إلغاء لهوية الشّعوب. هذا ما يدعونا لطرح تساؤلات حول قدرات الحماية للتراث المادي في البلاد العربية على نحو أكثر فعالية وأشد ردعا لأي انتهاكات قد تطاله. فالالتحاق بالبيئة الرقمية التي خصت المشاريع العالمية التي كانت سباقة في هذا المجال أصبح ضرورة، فإلى اليوم مازلنا لم نبرهن على قدرتنا في تطويع وتفعيل هذه الإمكانيات فالزائر والباحث ما يزال رهين المواقع التي أصبحت تهدّد اليوم سلامته خاصة بعد تعرض بعضها للاندثار والسقوط إثر الصّدمات الطّبيعة وما خلفته من أثر على الرسوم الكهفية.



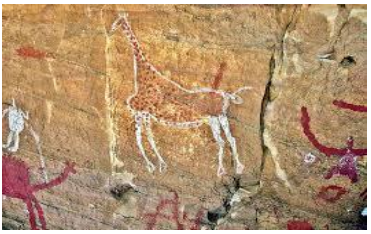
صورة 18

رسوم بدائية بالوسلاتية عثر عليها في جبل وسلات في عين خنفوس من ولاية القيروان



صورة 19

رسوم بدائية عثر عليها في جبل بليجي بتمغزة



صورة 20

رسوم بدائية في جبال طاسيلي جنوب الجزائر



صورة 21

رسوم بدائية من موقع أكاكوس في ليبيا

نذكر أنّ المواقع التاريخية في تونس والعالم العربي تمثل متحفًا مفتوحا وكنزًا جيولوجيا وأثريًا لا يقدر بثمن عبر امتدادها التاريخي والحضاري، وبالتالي فإن تثمين التراث المادي من رسومات تؤثث اللوحات الجدارية الكهفية والصّخرية التي يزخر بها الوطن العربي أصبح ضرورة، حيث تم اكتشاف عدد هائل من الرّسوم والنّقوش الصّخرية في مواقع عديدة في ليبيا مثل موقع أكاكوس Acacus والرسومات الصّخرية في كهوف طاسيلي Tassili بالجزائر والرسومات الصّخرية التي عثر عليها في تونس وتحديدا في "جبل وسلات بالقيروان" و"جبل بلّيجي بتمغزة "خلافا إلى مغاور جبلية أخرى تم اكتشافها بالسّند من ولاية قفصة والتي تعتبر بدورها من أهم ملامح الحضارة البربرية الأمازيغية في الجنوب التونسي تميزت بلوحاتها الفنّية التي تعود إلى فترة ما قبل التاريخ وهي عبارة عن صور تبين نمط عيش

الإنسان البدائي على امتداد حضارات متعاقبة ساهمت في إثراء المخزون المادّي التّراثي[24]. هذه الإبداعات الفنّية جسّدها الإنسان البدائي وهي شهادات حية على هذا التراث الذي يتعلّق بتاريخ الإنسان في تجارب ماضيه وعيشه في حاضره وإطلالته على الماضي، إرثا تركه الأوّلون لتستمدّ من خلاله الشّعوب جذورها وأصالتها وهويتها. فلا شكّ أن الرّسوم البدائية تمثّل الذّاكرة الحيّة للفرد والمجتمع، وهي تمثّل هوية يتعرّف بها الناس على شعبٍ من الشّعوب؛ هذا التراث بقيمه الثّقافية والاجتماعية يمثّل مصدرا فنّيا يشهد على الماضي ويومياته والبيئة السّائدة في تلك الفترات بثقافتها وبكل جوانبها الاجتماعية والعقائدية. هذا الإرث العريق يكاد يذوب وسط سياسة التّهميش، فالمخاطر التي أضحت تهدّده من الطّبيعة ومن الانسان تمثّل مشكلة إذ لم تتّجه كل الجهود وتتظافر من أجل حفظه ورقمنته، فالدفع بتراثنا نحو العالم الافتراضي عبر اكسابه الطبيعة الرقمية يعد مكسبا هاما حتى يتحول لذاكرة حية لا تزول. وقد أشار الفيلسوف الإيطالي "ماوريزيو فيراريس" Maurizio Ferraris إلى العديد من الأفكار المرتبطة بـ"التّراث الرقمي" و"النّسيان" والذّاكرة" و"التّسجيل" و"التّواصل" ولخّصها بقوله: "إنّنا نعيش اليوم في مجتمع التّسجيل أكثر بكثير مما نعيشه في مجتمع الاتصالات"[25]. فتراكم الخبرات هو المكون الأساسي لإدراك محورية تراثنا البدائي في تحديد الهويات، لكن يجب التّعامل مع البيئة الرّقمية باحترافية كبيرة خاصة في ظل أعمال القرصنة الالكترونية والأساليب المتطورة في التّزييف إلى جانب أنشطة الاستيلاء غير الشرعي على مكونات التّراث الثّقافي بشكل يضر بهوية الشّعوب وبخصوصية المواقع وعمقها التّاريخي. فهناك حاجة كبيرة لحماية التراث في المجال المادي بالاستعانة بالتّقنيات الحديثة عبر تزويد المواقع التّاريخية بكاميرات مراقبة والتوسع في الاستعانة بأنظمة الأرشفة والتسجيل والتّتبع عن بعد، وتكوين هوية للآثار ضمن قاعدة بيانات يجري تحديثها باستمرار.

وقد تصاعد في المدة الأخيرة الاهتمام العلمي والأكاديمي بقضية التراث العالمي وكيفية حفظه في محاولة لحماية كل الهويّات الثّقافية على تنوعها وإشعار الأفراد بانتمائهم لماضيهم وهو الوضع الذي يحقق لهم كينونتهم واتصالهم بالماضي وحقّ الهوية الثّقافية التي تتحدّد

أكثر بالارتباط بالتراث الثقافي والمادي. وهناك رؤية أخرى أخذت مكانها في الغرب مؤدّاها أن التراث العالمي في مُجمله خاصة ما صنّفته "منظمة اليونيسكو" يعتبر مكسبا هامًّا تتقاطع فيه مصالح الشّعوب والأمم وأفكارهم ورؤاهم وقد أصبح موضوعا مشتركا في صُنعه وإنتاجه. فتثمين الموروث الحضاري من خلال التّبادل الثّقافي، والاستفادة من التّجارب الرائدة مع واقع يشهد تحدّيات تكنولوجية كبرى أصبح ضرورة خاصة أمام مستقبل تسيطر فيه التّقنية والتّعامل الافتراضي، وبالتالي فالدخول حيّز الرقمنة والانخراط فيها قد يحفظ تراثنا في تونس والعالم العربي بما يعكس من تراكم خبرة الإنسان في حواره مع الطبيعة وتجربته المتبادلة مع محيطه. ومع ذلك، إذا كانت التّكنولوجيا توفّر لنا إمكانيات استرداد التّراث والمحافظة عليه رقميا، فلا شيء يمكن أن يحل محل التّجربة الحية التي نعيشها في الفضاء المادي والواقعي في اتصال مع الفنون البدائية وبيئتها. لذا من الضّروري المحافظة على التراث المادّي والسعي نحو ترميمه وحمايته من الزّوال، فالباحث الذي كان في الماضي يلمس الجدار المزخرف بيديه، يعمل الآن على إبقائه بعيدا فيصبح موضوع بحثه افتراضيًا أكثر فأكثر. ولا يمكن أن ننسى أن هذه الفنون نتجت عن التفاعل بين الفرد والجماعة والبيئة المحيطة خلال الأزمنة الماضية، وتحولت لإنتاجٍ جماعي يختزن خبرات الأفراد والجماعات، وبقدر ما هو مخيال للجماعة فإنه جدار متين لحفظ هويتها ومحرك لها في الاستمرارية والوجود لتصل إلى الأجيال القادمة. خلافا لذلك نذكر تعرض العديد من هذه المواقع للنّهب والسّرقات حيث دخلت عديد الشبكات في سوق المتاجرة بالآثار والتصرف فيها بالبيع والشّراء عبر الشّبكات الاجتماعية والفايسبوك وغيرها من المواقع التواصلية التي أصبحت تهدّد تاريخنا وحضارتنا بالضّياع والاندثار.

في سياق آخر تعتبر المواقع الأثرية في خطر بفعل النّمو السكاني والتوسع المصاحب للقرى والمدن والتطورات الصناعية وإنشاء السدود وبناء الطرق والنهب والاتجار غير المشروع بالقطع الأثرية والتّدمير المتعمد والمستهدف للتراث لأسباب دينية أو إيديولوجية. فمن الضروري التحرك بسرعة للحفاظ على فنوننا البدائية، فالزيارات الافتراضية هامة جدا وهي تجربة تواصلية وتفاعلية لا مثيل ولكنها لا تكتمل إلا في امتدادها وإثرائها للموقع الواقعي

والمادي. ويظل الخطر قائما على التراث العالمي من حيث نشوء فكرة "التّسليع" وجعل كل شيء منتجًا رقميا ومصدرا للكسب المالي، ولكن أمام احتياجاتنا لمواكبة مخرجات التكنولوجيا، تظهر الحاجة الماسة نحو التوفيق بين إخضاع التراث لمقتضيات البيئة الرقمية التي يشهدها العالم وضرورات الحماية القانونية من أي انتهاكات قد تطاله في ظل المضامين الجديدة للرقمنة وسلبياتها. إذ تظل هناك مخاوف من أن تكون المعايير الجديدة والمطالب الجديدة لحماية التراث بلا قيمة حين لا تبذل جهود كافية لتطبيقها من خلال إرساء مستوى عال من الحس المدني وتثمين الموروث الحضاري عبر اخضاع التّكنولوجيا لمتطلبات الحماية ومعايير التّنمية حتى يكون لها دور في تطوير الموارد المالية وكذلك النهوض بقطاع السّياحة والرقي بالمؤسّسات التّعليمية ومراكز البحث التي تتصدرها الجامعة ومختبراتها. هذه الحماية في المجال المادي من شأنها أن تحافظ على ذاكرة المجتمعات أو كما فسرتها "تمبل كريستين" Christine TEMPLE في كتابها "مقدمة لعلم نفس الدماغ البشري والسّلوك" An Introduction to the Psychology of the Human Brain and Behaviour، بأنّها الحماية التي تمكّننا من فهم العالم خاصة عندما نربط بين خبرتنا الراهنة ومعارفنا السابقة عن العالم وكيفية اشتغاله[26].

خاتمة

نخلص أنّ للتكنولوجيا الرقمية دورها وأهميتها في استعادة الفنون البدائية والحفاظ عليها، حيث فتحت آفاقًا جديدة في مجال معالجة الصور بفضل استخدام تقنيات المسح ثلاثي الأبعاد التي أثبتت امكانياتها في استكشاف الرسوم المتلاشية عبر الزمن[27]. هي تطبيقات رقمية من أعلى مستوى تم الاستعانة بها في الكهوف لحفظ التراث العالمي الذي يعود إلى عصور ما قبل التاريخ خلافا إلى النّجاح في تحويل صور المسح الرقمي إلى مواقع رقمية عبر النّمذجة ثلاثية الأبعاد التي سهّلت المرور للرسومات الجدارية، حيث أصبح من الصّعب اليوم الوصول إليها باعتبار المخاطر التي تهدّدها بالزّوال بفعل صدمات الطّبيعة والزّمن التي أثرت عليها تأثيرا كبيرا[28]. إذ وفرت هذه المواقع الافتراضية على غرار موقع "مرسولاس" جميع أدوات الزيارة الميدانية من خلال قاعدة بيانية وملفات وتصميم يسهّل

الجولة الافتراضية فيكيّفها الزّائر وفقًا لاحتياجاته من الزّيارة. كما أدى تضاعف عدد الزوّار والمشاهدين إلى تسهيل تبادل الصور والبيانات وتقديم جولات افتراضية، تساعد على معرفة أفضل للفن البدائي، الذي غالبًا ما يكون غير معروف للعامة. والشّيء الأكثر إيجابية من خلال الانخراط في البيئة الرّقمية هو إمكانية الحصول على تفاصيل أدق عن المواقع التاريخية عن طريق المعالجة الالكترونية، ومعالجة الألوان وترميم ما فسد من الأصل عبر استعادة الرّسومات المندثرة والمتلاشية بفعل الزّمن. فربط التّراث بالرّقمنة يضمن وجود قيمتين له؛ تتعلق الأولى بالجانب العاطفي الذي يربط الشّعوب بموروثها ويترسخ في بناء هويتها، أما الثانية فهي ذات طابع تواصلي حيث يصبح هذا التراث المادي مجال اتصال في حركة تثقيفية للمكان الذي ينتمي إليه[29]. كما وضحنا عبر الموقع الافتراضي "مرسولاس" فإن الانخراط في البيئة الرقمية يتطلب الكثير من العمل والبحث والتّحيين، فعلى مدى السّنوات العشر الماضية كان التفاعل بين كل الاختصاصات العلمية والفنّية ميزة هذه التّجربة والوصول إلى تلك النتائج المبهرة التي وقع عرضها في محتوى الدراسة لم يكن بالشّيء الهين إذ يجب أن يكون ذلك من بين أولوياتنا واهتماماتنا في تونس والعالم العربي حتى نحمي إرثنا الحضاري من الضّياع. فعلى رأي المؤرخ الأمريكي "ميلاد الدّويهي" Milad Doueihi الذي عمل على الأبعاد الأخلاقية للإنسانية الرقمية في توافقها مع عصر التّبادلات المعرفية يقول: "الرقمي، ليس واقعًا تقنيًا فحسب، بل هو أيضًا، وقبل كل شيء واقع وحقيقة ثقافية واجتماعية يجب تقديرها على حقيقتها"[30]. هذه الحماية تتطلب تظافرا للجهود، فيجب أن يشارك الباحثون الشّبان في البيئة الرقمية لحفظ التراث ودعمهم للحصول على إمكانيات وتكوين في مجال "الرّقميات"و"الحماية الرّقمية"و"النّمذجة"و"معالجة البيانات" و"المسح الضّوئي والطّوبوغرافي". ولا يقف هذا الحرص عند تلك الحدود بل يجب التّفكير جدّيا في حماية وترميم الموروث الصّخري خاصة أمام أساليب الاستغلال والانتهاك غير المشروع للتراث إلى جانب السّلوكيات الهمجية التّدميرية التي أصبحت تطال هذا الإرث الحضاري أمام ضعف فعالية التحرك الأمني، ولا ننسى في المقابل أن الزائر الذي كان في الماضي يلمس الصّخور والجدران المرسومة، يعمل الآن على إبقائه بعيدًا، لتصبح زيارته

افتراضية أكثر فأكثر. ويجدر التّنبيه إلى خصوصية الثّورة التكنولوجية، التي تستدعي توظيف مخرجاتها لتوفير حماية التراث الإنساني. كما يجب استغلال الفضاء الرقمي في الإبلاغ عن الحفريات غير الشرعية، ولابد للمواقع الالكترونية خاصة مواقع التواصل الاجتماعي أن تحافظ على جميع أدلة الاتجار بالآثار ومواد التراث بدلا من حذفها أو التّغطية عليها.

ففي رأيي مهما تضاهت النّسخة المنقولة من العمل الفني، فإنها تبقى مفتقدة إلى عنصرين هما الزمان والمكان فبقدر الدعوة إلى الالتحاق بركب الرّقمنة لحفظ التّراث يتوجّب أولا الاهتمام بهذا التراث وحمايته وترميمه عند الاقتضاء؛ بمعنى يجب التّوجه نحو تعظيم الجانب الوقائي مع الاستفادة من التجارب العالمية الرائدة في سبيل الوصول إلى حلول في المجالين الواقعي والافتراضي. وإن كانت التّكنولوجيا توفّر لنا التحليل الفعال وإمكانيات الاسترداد والحفظ، فلا بد من المحافظة على المواقع وإعادة النظر في إمكانيات ترميمها لحفظ تراث وهوية شعوبنا من الزّوال.

الهوامش والإحالات

(1)- Matteo TRELEANI affirme : « *Ce point que nous soulignons devrait interpeller les historiens qui très souvent encore se contentent du support physique initial (une archive, un livre, un journal…) sans se préoccuper par exemple de sa valorisation via la numérisation ... sur de telles archives leur paraît être le nec plus ultra de leur passage de « patrimoine comme stock » à celui de « patrimoine valorisé ». Jean DVALLON, L'exposition à l'œuvre : Stratégies de communication et médiation symbolique,* L'Harmattan, Paris, 2000, p.41-58.

(2)- Jean DVALLON explique dans son livre, *L'exposition à l'œuvre: Stratégies de communication et médiation symbolique* que « *le patrimoine n'existe que dans une forme déjà valorisée*», *op.cit.*, p.53.

(3)- *Ibidem.*

(4)- Le parcours de Walter Benjamin présente une très grande cohérence, associant errances et paradoxes idéologiques, persécutions silencieuses et la déchéance physique qui en résultait.

Le philosophe de «l'aura », du passage, de la trace, auteur de L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique. Walter BENJAMIN, *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique*, éd Allia, Paris, 2011, p.10.

(5)- «*The Structure from motion is a photogrammetric interval imaging technique intended to estimate the 3D structure of something from 2D images...The fully automated estimation of the 6 degrees of freedom camera motion and the imaged 3D scenario using as the only input the pictures taken by the camera has been a long-term aim in the computer vision community. The associated line of research has been known as Structure from Motion (SfM). An intense research effort during the latest decades has produced spectacular advances; the topic has reached a consistent state of maturity and most of its aspects are well known nowadays. 3D vision has immediate applications in many and diverse fields like robotics, videogames and augmented reality; and technological transfer is starting to be a reality »*. CIVERA Javier , J. DAVISON Andrew, MARTINEZ José María , *Structure from Motion Using the Extended Kalman Filter*, éd Springer, Berlin, 2011, p.4.

(6)- *DStretch est un outil de traitement pour l'amélioration des images d'art rupestre écrit par Jon Harman. Il peut rendre visibles des pictogrammes presque imperceptibles à l'œil nu. Il détecte des différences de teinte et les met en évidence, son domaine préféré d'application est les pictogrammes, particulièrement les rouges, et les jaunes pâles. Il fonctionne à partir d'images codées en RGB (Rouge Vert Bleu), la représentation utilisée par les appareils photo numériques. Il est basé sur Java et fonctionnera sur PC Mac ou Linux.* SIMONIS Roberta, RAVENNA Adriana, ROSSI Paolo, LE QUELLEC Jean Loïc, Ennedi, Pierres historiées, *Art rupestre dans le massif de l'Ennedi*, éd All'Insegna del Giglio, France, 2017, p.16.

(7)- Gilles Tosello Diplômé en arts graphiques, et docteur en préhistoire, son projet de recherche porte sur l'art paléolithique (thèse de doctorat de l'Université de Paris I publiée en 2003). Il travaille dans deux grottes ornées majeures des Pyrénées : Le Tuc d'Audoubert et Marsoulas (14 à 15000 ans). TOSELLO Gilles, *Prehisto art Gilles Tosello : illustrateur depuis 950,000 ans*, éd Auréoline, Paris, 2005, p.5.

(8)- FRITZ Carole Archéologue Spécialiste de l'art préhistorique, Chercheure au CNRS et responsable du Centre de recherche et d'études de l'art préhistorique Émile-Cartailhac (CREAP Cartailhac) à la Maison des sciences de l'homme et de la société de Toulouse. FRITZ Carole, *L'art des sociétés préhistoriques rencontres internationales doctorants et post-doctorants : actes du colloque international de Toulouse*, éd Société Préhistorique Ariège-Pyrénées France, 2011, p.4.

(9)- «Marsoulas» première grotte ornée découverte au sud de France en 1897, elle recèle un art pariétal abondant et complexe et renferme des niveaux archéologiques attribués au début du Magdalénien dans les Pyrénées. REGNAULT Félix, *Peintures et gravures dans la grotte de Marsoulas*, Impr nationale, France, 1904, p.7.

(10)- Par une collecte systématique des faits, on vise à replacer Marsoulas au sein des réseaux culturels magdaléniens en utilisant les analogies stylistiques et thématiques avec d'autres sites, proches ou lointains. Dans ce domaine, les résultats acquis sont déjà substantiels et relancent une problématique de définition des territoires, dans une perspective plus large de géographie humaine des groupes paléolithiques du Sud-Ouest européen.

FRITZ Carole, TOSELLO Gilles, *Entre Périgord et Cantabres: les Magdaléniens de Marsoulas*, éd du CTHS, Paris ,2005, p. 311-327.

(11)- GINJA Catarina, WRIGHT Elizabeth, *Cattle and People Interdisciplinary Approaches to an Ancient Relationship*, éd Lockwood Press, 2022, p.193.

(12)- Depuis quelques années, les techniques de scanner 3D sont appliquées dans des grottes et abris préhistoriques ornés avec un succès croissant car elles offrent une vision en volume de l'art pariétal, attrayante et accessible à tous. Jusqu'à présent, les technologies 3D ont été plutôt utilisées pour la phase finale de l'étude, synthétisant l'ensemble des données et proposant une vision d'ensemble du site. Au-delà, elles ouvrent de vastes champs d'expérimentation et autorisent la reconstitution de monuments disparus ou parvenus jusqu'à notre époque à l'état de vestiges. Appliquée à l'art paléolithique, l'imagerie 3D peut même aider à restaurer les parois des cavernes atteintes par l'usure du temps et le vandalisme des hommes. Datée de 15 000 ans, la grotte pyrénéenne de Marsoulas (Haute-Garonne) convenait parfaitement à ce type d'expérimentation plutôt

ambitieuse. À notre connaissance, une telle «restauration virtuelle» d'une galerie ornée au Paléolithique n'avait jamais été tentée; cependant, cette première n'a pu être accomplie qu'en combinant la technologie 3D aux résultats de l'étude scientifique du site et du relevé des parois ornées. JEAN PIERRE LARUE Frédéric, *Numérisation de pièces d'art en termes de forme et d'apparence*, éd universitaires européennes, France, 2010, p.10.

(13)- ANATI Emmanuel, *La typologie de l'art rupestre*, éd l'Atelier, France, 2020, p.20.

(14)- GINJA Catarina, WRIGHT Elizabeth, *Cattle and People Interdisciplinary Approaches to an Ancient Relationship, op.cit*, p.193.

(15)- *Ibid*, p.95.

(16)- DECHELETTE Joseph, *Manuel d'archéologie préhistorique celtique et gallo-romaine*, éd A Picard et fils, France, 2010, p.250.

(17)- Pour générer le modèle numérique, ce panneau a fait l'objet d'une couverture photo complète; l'opération a permis aussi de repérer les surfaces colorées, systématiquement analysées par traitement d'image. Ainsi, du côté droit du panneau, sous la fine couche de pigment noir qui recouvre le corps d'un bison se dissimule un signe tectiforme («en forme de toit») rouge, pratiquement invisible sur place. En outre, le traitement d'image a révélé deux autres entités graphiques inédites à l'extrémité droite du panneau : un signe barbelé rouge, recouvert par une tête animale noire vue de face, placée sur un angle. LAMING-EMPERAIRE Annette, *La signification de l'art rupestre paléolithique*, éd A. & J. Picard, France, 1962, p.20.

(18)- Les signes de la grotte de Marsoulas sont extrêmement diversifiés. On y trouve des signes paléolithiques, comme des tectiformes, des rectangles, des grappes de lignes, des nappes de points et des tirets, des formes inversées en «T», des grilles, grandes formes de «barbelés» et groupes plus courts de marques obliques. ANATI Emmanuel, GRAZZINI Maria, COPPENS Yves, *L'art rupestre dans le monde*, éd Larousse, France,1997, p.45.

(19)- L'application conjointe de la technologie 3D, apporte une évolution remarquable dans la traduction graphique des ensembles pariétaux mais aussi de leurs supports rocheux, par l'expression des volumes. Les ombres et lumières, les fissures

qu'il fallait auparavant représenter par le dessin en « 2D » sont immédiatement lisibles grâce à la 3D ; on peut aussi changer le point de vue, modifier la direction de l'éclairage pour améliorer la perception des œuvres dans leur contexte. BARBOZA Corinne Welger, *Le Patrimoine à l'ère du document numérique , Du musée virtuel au musée médiathèque*, L'Harmattan, Paris, 2001, p.15.

(20)- « *L'œuvre dans son «emballage» muséographique, technique, pédagogique – est devenu un objet esthétique pour une consommation de masse* ». Cité dans Françoise CHOAY, *le Patrimoine en questions*, éd Seuil, Paris, 2009, p.217.

(21)- Edgar MORIN, *Introduction à la pensée complexe*, éd points, Paris, 2014, p.15.

(22)- Jean DAVALLON, *L'exposition à l'œuvre: Stratégies de communication et médiation symbolique*, L'Harmattan, Paris, 2000, p.12.

(23)- *Le concept d'exposition virtuelle atteint ses objectifs en favorisant la mise en contact du public avec les œuvres numériques et lui permet de vivre une « réelle » expérience de visite.* CHABERT Ghislaine, BOUILLOT Daniel, *Du réel au virtuel : Une expérience de visite dans l'exposition*. In : *Culture & Musées,* Paris, 2010, p.131.

(24)- *L'art rupestre en Tunisie est un ensemble d'œuvres d'art essentiellement des peintures réalisées par l'homme sur des rochers ou sur des parois d'abris-sous-roche, en Tunisie. Cette forme d'art occupe une place majeure dans l'art préhistorique d'Afrique. En Tunisie, les principaux sites sont ceux du djebel Ousselat, dans la région de Oueslatia, du djebel Bliji.* BEN NASR *Jaâfar, Quatre Abris Peints Découverts Au Jebel Ousselat, France,* 2002, p.159.

(25)- Le philosophe Maurizio FERRARIS affirme: «*nous vivons aujourd'hui dans une société de l'enregistrement bien plus que dans une société de la communication*» Maurizio FERRARIS, *Manifeste du nouveau Réalisme*, éd Numilog, Paris, 2014, p.28.

(26)- Christine TEMPLE, *The Brain: An Introduction to the Psychology of the Human Brain and Behaviour*, Penguin Books Ltd,1993, p.25.

(27)- Le premier bilan de cette expérience « *pluridisciplinaire* », qui se situe au carrefour de compétences variées, est très positif. Bien sûr, la « *restauration* » réalisée virtuellement à Marsoulas n'est

qu'une première tentative mais elle permet à chacun, spécialiste ou profane, en effaçant les outrages du temps, d'avoir une vue d'ensemble sur l'art pariétal du site, certainement plus proche de la réalité préhistorique que les vestiges qui en subsistent aujourd'hui. Un site web consacré à Marsoulas montre un extrait du film 3D. La 3D fournit la base d'une restitution de l'espace souterrain et des fresques qui peuvent être d'un grand intérêt pour la diffusion vers le public mais aussi pour la recherche. Dans l'avenir, nous souhaiterions parachever la visite virtuelle en ajoutant les secteurs ornés de la seconde moitié de la grotte, où la progression est la plus pénible. CAU-DURBAN François, *La grotte de Marsoulas (Haute-Garonne)*, éd Reinwald, France 2014, p.19.

(28)- CHIROLLET Jean-Claude, *Numériser, reproduire, archiver les images d'art,* L'Harmattan, Paris, 2005, p.45.

(29)- BARBOZA Corinne Welger, *Le Patrimoine à l 'ère du document numérique, Du musée virtuel au musée médiathèque*, L'Harmattan, Paris, 2001, p.26.

(30)- Selon Milad DOUEIHI « *Le digital, ce n'est pas seulement une réalité technique, c'est aussi, et surtout, une vérité culturelle et sociale qu'il faut apprécier pour ce qu'elle est* » Milad DOUEIHI, *Pour un humanisme numérique*, éd du Seuil, Paris, 2011, p. 62.

قائمة المصادر والمراجع

(1)- ANATI Emmanuel, *La typologie de l'art rupestre*, éd l'Atelier, France, 2020.

(2)- ANATI Emmanuel, GRAZZINI Maria, COPPENS Yves, *L'art rupestre dans le monde*, éd Larousse, France, 1997.

(3)- BARBOZA Corinne Welger , *Le Patrimoine à l 'ère du document numérique , Du musée virtuel au musée médiathèque*, L'Harmattan, Paris, 2001.

(4)- BEN NASR Jaâfar, *Quatre Abris Peints Découverts Au Jebel Ousselat*, France, 2002.

(5)- BENJAMIN Walter, *L'œuvre d'art à l'époque de sa reproductibilité technique,* éd Allia, Paris, 2011.

(6)- CAU-DURBAN François, *La grotte de Marsoulas (Haute-Garonne)*, éd Reinwald, France, 2014.

(7)- CHIROLLET Jean-Claude, *Numériser, reproduire, archiver les images d'art,* L'Harmattan, Paris, 2005.

(8)- CIVERA Javier, J. DAVISON Andrew, MARTINEZ José María, Structure *from Motion Using the Extended Kalman Filter*, éd Springer, Berlin, 2011.

(9)- CHABERT Ghislaine, BOUILLOT Daniel, *Du réel au virtuel: Une expérience de visite dans l'exposition*. In: *Culture & Musées*, Paris, 2010.

(10)- CHOAY Françoise, *le Patrimoine en questions*, éd Seuil, Paris, 2009.

(11)- DECHELETTE Joseph, *Manuel d'archéologie préhistorique celtique et gallo-romaine*,éd A Picard et fils, France ,2010.

(12)- DAVALLON Jean, *L'exposition à l'œuvre: Stratégies de communication et médiation symbolique,* L'Harmattan, Paris, 2000.

(13)- DOUEIHI Milad, *Pour un humanisme numérique*, éd du Seuil, Paris, 2011.

(14)- FERRARIS Maurizio, *Manifeste du nouveau Réalisme*, éd Numilog, Paris, 2014.

(15)- FRITZ Carole, *L'art des sociétés préhistoriques rencontres internationales doctorants et post-doctorants: actes du colloque international de Toulouse*, éd Société Préhistorique Ariège-Pyrénées, France, 2011.

(16)- FRITZ Carole, TOSELLO Gilles, *Entre Périgord et Cantabres: les Magdaléniens de Marsoulas*, éd du CTHS, Paris, 2005.

(17)- JEAN PIERRE LARUE Frédéric, *Numérisation de pièces d'art en termes de forme et d'apparence*, éd universitaires européennes, France, 2010.

(18)- GINJA Catarina, WRIGHT Elizabeth, *Cattle and People Interdisciplinary Approaches to an Ancient Relationship*, éd Lockwood Press, 2022.

(19)- LAMING-EMPERAIRE Annette, *La signification de l'art rupestre paléolithique*, éd A. & J. Picard, France, 1962.

(20)- MORIN Edgar, *Introduction à la pensée complexe*, éd points, Paris, 2014.

(21)- REGNAULT Félix, *Peintures et gravures dans la grotte de Marsoulas*, Impr nationale, France, 1904.

(22)- TOSELLO Gilles, *Prehisto art Gilles Tosello: illustrateur depuis 950,000 ans*, éd Auréoline, Paris, 2005.

(23)- TEMPLE Christine, *The Brain: An Introduction to the Psychology of the Human Brain and Behaviour*, Penguin Books Ltd, 1993.