



HAL
open science

Livrable D1.1 Etat de l'art du marquage des biens culturels - projet NOSE

Chanteperdrix Marine

► **To cite this version:**

Chanteperdrix Marine. Livrable D1.1 Etat de l'art du marquage des biens culturels - projet NOSE. LRENSP. 2024. hal-04634115

HAL Id: hal-04634115

<https://hal.science/hal-04634115>

Submitted on 3 Jul 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

NOSE

Nouvelle encre de sécurité
pour le marquage des objets archéologiques

ANR-21-CE39-0014

Programme: Appel à projets générique 2021
CE39 Sécurité Globale, Cybersécurité
Projet de recherche collaborative

Livrable D1.1

Etat de l’art du marquage des biens culturels



Rédaction et contribution

Prénom NOM	Institution	Statut Rédacteur/Relecteur Contributeur
Marine CHANTEPERDRIX	ENSP	Rédacteur
Corinne CHARTRELLE	ENSP	Relecteur
Sabine FOURRIER	HiSoMA	Relecteur

Table des matières

REDACTION ET CONTRIBUTION.....	2
LE PROJET NOSE.....	4
INTRODUCTION	5
DEFINITION DU MARQUAGE	6
MARQUAGE D’IDENTIFICATION	7
<i>Avant-propos</i>	7
<i>Raison d’être de ce type de marquage</i>	7
<i>Cadre réglementaire</i>	7
<i>Mise en œuvre</i>	9
<i>Le marquage direct</i>	11
<i>Le marquage indirect</i>	14
<i>Recommandations par types de collections et par nature de matériaux</i>	15
<i>Toxicité des produits de marquage d’identification</i>	15
<i>Coût et durée de réalisation</i>	15
<i>Durabilité de ce type de marquage</i>	16
<i>Cas particulier des marquages traditionnels irréversibles</i>	17
<i>Les limites du marquage d’identification</i>	18
MARQUAGE DE GESTION	21
<i>Raison d’être de ce type de marquage</i>	21
<i>Mise en œuvre</i>	21
<i>Les étiquettes code à barres, avantages et inconvénients</i>	21
<i>La radio-identification (RFID - Radio-frequency identification), avantages et inconvénients</i>	24
MARQUAGE DE SURETE.....	28
<i>Raison d’être de ce type de marquage</i>	28
<i>Mise en œuvre</i>	29
<i>Marquage utilisant des techniques d’imagerie scientifique</i>	29
<i>Marquage par insert</i>	30
<i>Gravure, estampillage et poinçonnage</i>	30
<i>Micro-marquage</i>	30
<i>Micro-gravure</i>	31
<i>Trace chimique</i>	31
<i>Pollen et paillettes</i>	31
<i>Micro-cristaux</i>	32
<i>ADN</i>	33
<i>Encre invisible et évolutions prometteuses via les nanotechnologies</i>	33
<i>Avantages et inconvénients du marquage de sûreté</i>	35
INFORMATIONS COMPLEMENTAIRES	36
<i>Marquage dans d’autres secteurs d’activité</i>	36
<i>Acteurs publics et privés dans le domaine du marquage de bien culturels</i>	37
CONCLUSION ET OUVERTURE.....	40
BIBLIOGRAPHIE.....	44
ANNEXES	46
<i>Annexe n°1 “État de l’art du marquage des biens culturels et recueil des besoins – acteurs du marquage”</i>	46
<i>Annexe n°2 Recommandations de marquage en fonction de la nature de l’objet</i>	48

Le projet NOSE

Nouvelle encre de sécurité pour le marquage des objets archéologiques

Partenaires du projet :

- L2n, Université de Technologies de Troyes (coordinateur),
- CRENSP, Centre de recherche de l’École nationale supérieure de la police,
- HiSoMA - Histoire et sources des mondes antiques (Centre national de la recherche scientifique).

Durée : 42 mois (octobre 2021-mars 2025)

Financement : ANR

L'enjeu du projet NOSE est de mettre en œuvre une solution technique qui permette d’assurer la traçabilité et donc de protéger les objets archéologiques tant pour les archéologues que pour les personnels de musée et les forces de sécurité. Il s'agit donc d'offrir une solution robuste, durable et facile à mettre en œuvre sur un chantier de fouilles. Dans un contexte d’augmentation du trafic illégal et d’attention accrue portée à la protection du patrimoine, un fort intérêt est né il y a quelques années pour la recherche d'une solution à base de nanoparticules. Il semble raisonnable d'envisager une encre offrant différents niveaux de protection qui sera facilement mise en œuvre ou lisible par les utilisateurs finaux, c'est-à-dire les archéologues, les conservateurs de musées ou encore les forces de sécurité intérieure (LEA). Le projet NOSE se concentre donc sur le développement et l'utilisation d'une encre à base de nanoparticules pour la protection des objets archéologiques. Il est important de préciser à ce stade que le projet ne concerne que le marquage d’objets archéologiques susceptibles d’être volés. Ce sont des objets connus par les acteurs du patrimoine et idéalement documentés (identification, marquage). Les objets archéologiques susceptibles d’être pillés, quant à eux, ne sont pas la cible de notre solution technique. En effet, ces derniers sont inconnus car issus de fouilles illégales et donc impossible à marquer en amont du pillage. Une éventuelle solution d'imprégnation des sols des sites archéologiques par nanoparticules aurait pu être une solution pour ce type d’objet néanmoins pour des raisons évidentes de protection environnementale et de sécurité des personnes, nous avons rejeté d'emblée cette option.

Quatre objectifs principaux seront visés dans ce projet, des principes de base aux applications pratiques :

- Définition d'un cahier des charges complet (de l'archéologue à l'agent de police).
- Mise en œuvre technique de l'encre selon les spécifications définies (réalisation d'une ou d'un ensemble d'encres).
- Explorer les différentes propriétés physiques des encres réalisées et la possibilité de relier facilement une telle encre à une base de données protégée.
- Tester in situ (site archéologique, musée, frontières...) les solutions proposées.

Le produit final devra être facilement utilisable sur un site de fouille et comporter différents niveaux de sécurité. L’idéal serait de pouvoir produire une solution de marquage universelle (des sites de fouilles aux musées), facile à utiliser et à faible coût. À terme, on pourrait ainsi espérer participer à la lutte contre le trafic illicite de biens culturels en permettant l’établissement de la provenance d’un objet, l’identification de l’objet lors d’un contrôle de routine ou à la frontière, mais également lors d’un contrôle chez un antiquaire ou lors d’une perquisition.

Description officielle du projet NOSE sur le site internet de l’ANR : <https://anr.fr/Projet-ANR-21-CE39-0014>

Introduction

Dans le cadre de la tâche 1.1 du workpackage 1 “définition des spécifications”, un état de l’art du marquage des objets culturels (livrable D1.1) a été demandé dans le but d’avoir une photographie la plus précise possible de ce qui existe actuellement en termes de marquage. Cette étude permettra dans un second temps de contribuer au développement des solutions proposées par le projet.

Ce rapport repose sur une compilation de diverses sources d’informations principalement françaises : documents divers (guide pratique, protocole, rapports en lien avec le marquage), interviews d’acteurs du secteur réalisées par Corinne Chartrelle et Marine Chanteperrix sur la base d’un questionnaire (Annexe n°1 “État de l’art du marquage des biens culturels et recueil des besoins – acteurs du marquage”).

Les personnes interviewées ont été les suivantes :

- Sophie Marmois : cheffe de service du récolement au Musée du Louvre,
- Florence MOUSSET : ingénieure d’études – Responsable des biens archéologiques mobiliers et Bertrand TRIBOULOT : ingénieur d’étude – Administrateur territorial du département des Yvelines – Référent gendarmerie nationale pour le pillage archéologique pour le Service régional de l’archéologie (DRAC, Direction régionale des affaires culturelles d’Île-de-France),
- Pauline Maillard : archéologue, spécialiste en coroplathie (étude des figurines en terre cuite) et chercheuse post-doc en archéologie grecque et levantine à l’Université de Fribourg – Suisse.

Le rapport est organisé comme suit :

Nous définirons en premier lieu les grands types de marquage existants dans le secteur de la culture (identification, gestion, sûreté), accompagnés de nombreux exemples. Nous détaillerons leurs avantages et inconvénients. Nous nous attarderons ensuite sur les pratiques des autres secteurs d’activités (médical, agroalimentaire etc). Puis nous terminerons sur les actions des acteurs publics et privés dans le domaine du marquage des biens culturels.

Définition du marquage

De manière générale, le marquage d’un objet est “l’action d’apposer ou de faire une marque, une inscription sur ce dernier”¹. Il peut être direct sur l’objet ou indirect via un élément intermédiaire (exemple : étiquette), permanent ou temporaire, visible ou invisible. Dans le cas des objets culturels on distingue 3 types de marquages, dont les finalités se recoupent partiellement :

1. **Le marquage d’identification** de manière à relier l’objet à son contexte archéologique, et de faciliter sa distinction des autres objets semblables ou analogues. Ce marquage est indispensable au travail des archéologues.

Comment ? Principalement au moyen de techniques dites de marquage traditionnel (encres, crayons, feutres, peintures), réversible, direct ou indirect.

2. **Le marquage de gestion** pour le gérer, le classer (par rapprochement avec d’autres dans le cas d’une série ou d’un ensemble) et le sauvegarder tout au long de sa vie. La sauvegarde de l’objet comprend tant sa protection intrinsèque par la prise de mesures pour assurer la pérennité et la conservation, que sa protection extrinsèque par la mise en œuvre d’outils et de méthodes pour dissuader ou complexifier le vol, le recel, la revente, etc.

Comment ? Principalement au moyen de techniques automatisées de traitement de l’information (étiquette code à barres, puces radiofréquences).

3. **Le marquage de sûreté** afin de lutter contre son vol, le trafic illicite des biens culturels et la contrefaçon.

Comment ? Principalement au moyen de techniques plus ou moins sophistiquées (encres invisibles à base de pigments spéciaux, techniques d’imagerie scientifique, marquage aux pollen, paillette, ADN microgravure...).

Nous allons à présent explorer en détail chacun de ces types de marquage.

¹ Larousse, dictionnaire, <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/marquage/49581cifiée>

Marquage d’identification

Avant-propos

Au-delà des nombreux documents et interviews utilisés pour construire cette section, il est important de noter qu’une partie importante des informations qui vont suivre proviennent du travail de la commission française “Marquage des collections publiques” qui œuvre, depuis 2000, pour un marquage raisonné. Cette dernière œuvre à l’homogénéisation des pratiques de marquage sur ses collections (1) (2). Cette commission a comme autres objectifs la mise en place d’une certification des produits de marquage d’identification, la rédaction d’un guide pratique pour l’identification des collections publiques, la veille technologique et la formation des personnels chargés du marquage dans les musées de France. Des fiches réflexes ont notamment été mises à disposition courant 2023 sur le site internet² du C2RMF (Centre de recherche et de restauration des musées de France), pour guider le marquage des collections. Ces informations sont reprises dans le présent rapport.

Raison d’être de ce type de marquage

Ce marquage est essentiel pour connaître l’identité de l’objet, son origine et plus précisément son contexte archéologique. Sans cette information cruciale l’objet perdrait une grande part de sa valeur historique. L’information doit donc impérativement suivre l’objet. Ce marquage unique permet de le distinguer des autres objets semblables ou analogues. Il peut également permettre de tracer son propriétaire légal.

Dans l’idéal, un marquage d’identification doit être direct, présent physiquement sur l’objet sans interagir avec lui (réversible), lisible, résistant aux manipulations, au climat et à la lumière dans un bâtiment, facile à mettre en œuvre (coût, minimum de manipulation et d’outils de lecture). Nous verrons dans les paragraphes suivants que ce type de marquage présente des limites et qu’il repose sur un subtil jeu de compromis.

Cadre réglementaire

En France le marquage des objets provenant de fouilles est réglementé par le ministère de la Culture (arrêtés et décrets) (3). Le marquage d’identification des biens culturels doit faire l’objet d’une attention particulière pour répondre à l’obligation d’inventaire et de récolement de la **loi n° 2002-5 du 4 janvier 2002** relative aux musées de France, et pour assurer la gestion des dépôts, prêts d’œuvres protégées au titre du Code du patrimoine. Inventaire, récolement et documentation des biens protégés sont des tâches essentielles pour tous les responsables scientifiques des collections nationales, des musées de France, des fonds d’archives, des bibliothèques et du patrimoine archéologique ou protégé au titre des monuments historiques. Le marquage est donc toujours réalisé sous la responsabilité du responsable juridique des collections.

- Arrêté du 27 septembre 2004 portant définition des normes de contenu et de présentation des rapports d’opérations archéologiques.
- Arrêté du 16 septembre 2004 portant définition des normes d’identification, d’inventaire, de classement et de conditionnement de la documentation scientifique et du mobilier issu des diagnostics et fouilles archéologiques.

² <https://c2rmf.fr/le-marquage>

- Arrêté du 7 février 2022 portant définition des données scientifiques de l’archéologie et de leurs conditions de bonne conservation.

Art. 2. – Le mobilier archéologique se compose des objets transformés par l’activité humaine recueillis lors de l’opération. Le mobilier archéologique est mis en état pour étude, classé, marqué et inventorié. Chaque objet est référencé par un code identifiant unique, inscrit de manière discrète et indélébile. Toutefois, les séries abondantes et homogènes d’artefacts à faible potentiel informatif individuel et non encore isolés peuvent être regroupés en ensembles sous une même indexation. Les mobiliers ayant bénéficié de traitements conservatoires particuliers ou en nécessitant sont explicitement signalés. Leur conditionnement est adapté par type de matériaux et organisé en fonction des unités topographiques.

Il est important de savoir que lorsque le préfet de région prescrit, dans les conditions prévues par l’Article R.523-19 ou R523-21, la réalisation d’une fouille, il assortit son arrêté de prescription d’une ou plusieurs tranches opérationnelles et d’un cahier des charges scientifique qui (...) détermine les mesures à prendre pour la conservation préventive des vestiges mis au jour. (Article R523-39 alinéa 4° du Code du patrimoine). À l’issue de toute opération, les données scientifiques de l’opération, accompagnées d’un rapport d’opération, sont remises à l’État. Les données scientifiques d’une opération archéologique sont constituées des vestiges archéologiques mis au jour et de la documentation archéologique de l’opération (Article R546-1 du Code du patrimoine). Indépendamment du régime de propriété des vestiges, qui ne peut être constaté et établi que par l’État (DRAC, SRA) et du lieu de conservation, temporaire ou définitif, des vestiges recueillis, toute opération archéologie autorisée, décidée ou prescrite par l’État s’achève par la remise des vestiges et de la documentation à l’État. Pour l’archéologie préventive, cette étape suit la remise du rapport final d’opération et vient clore l’opération archéologique. Dans la mesure où le Code du patrimoine a étendu cette disposition – en particulier pour la documentation scientifique – à l’ensemble des opérations, les dispositions prévues dans le protocole (3) sont étendues à la recherche programmée. Dans ce cadre particulier, les modalités et les échéances de remise de cet ensemble (vestiges / documentation) feront l’objet d’un accord écrit entre le conservateur régional de l’archéologie et le responsable scientifique de cette recherche, en particulier pour les fouilles programmées pluriannuelles. L’objectif de ce protocole est donc d’organiser cette phase de remise à l’État dans les meilleures conditions possibles, tant pour le responsable scientifique d’opération ou l’opérateur que pour tout archéologue bénéficiant d’une autorisation au titre de la recherche programmée. Il vise également à faciliter la conservation et l’accessibilité aux données de la fouille dans les lieux (3)

À noter également que si les institutions publiques françaises doivent se conformer aux dispositions du Code du patrimoine. Il est également important de signaler que les règles juridiques concernant les fouilles archéologiques et les obligations d’identification des objets mobiliers varient selon les lois du patrimoine de chaque pays. À Chypre, pays d’expérimentation du projet NOSE, on distingue différentes situations.

- Les fouilles préventives (dites de diagnostic en France) sont exclusivement du ressort du Département des Antiquités de Chypre.
- Les fouilles programmées peuvent être réalisées par le Département des Antiquités ou par des archéologues de l’Université de Chypre et des missions étrangères.

Dans le cas de fouilles du Département des Antiquités, les responsables de la fouille (archéologues ou techniciens) adressent au directeur un rapport. Les objets sont inventoriés par les techniciens du musée de conservation des objets, selon le mode d’inventaire général du musée, et une copie de

l’inventaire est adressée au directeur. Par exemple, au Musée de Larnaca, les tombes fouillées lors d’opérations préventives à l’occasion de travaux de construction portent un numéro d’inventaire du musée, du type MLA (Musée de Larnaca)-1848 (numérotation continue). Chaque objet de la tombe porte un numéro spécifique, du type MLA-1848/1, etc., inscrit à l’encre sur l’objet. Le mode d’inventaire varie selon chaque musée de Chypre.

Dans le cas des fouilles programmées réalisées par d’autres acteurs (chypriotes ou étrangers), ces derniers sont tenus de fournir à l’issue de la campagne un rapport détaillé, accompagné de toute la documentation scientifique (plans, relevés, photographies, dessins, etc.). Le système d’inventaire est laissé à la discrétion des équipes. Nous prendrons le temps de le détailler dans la suite de ce document ([Exemple de la fouille de Kition \(Chypre\) : Mission archéologique de Kition \(ministère des Affaires Étrangères-laboratoire HiSoMA, Maison de l’Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux\)](#)).

Les collections privées quant à elles doivent être déclarées auprès du Département des Antiquités, avec un inventaire conservé dans les archives du Département. Le mode d’inventaire est laissé à la discrétion du propriétaire ainsi comme il n’y a pas d’obligation stricte de nombreux objets de ce type de collection restent exempts de marquage.

Mise en œuvre

Par qui est fait le marquage et quand ?

Le marquage d’identification est généralement fait par les archéologues eux-mêmes au moment de leur campagne de fouille (opérations préventives et programmées). En fonction des fouilles, on peut aussi retrouver des étudiants en archéologie, ainsi que des bénévoles sans formation scientifique à proprement parler. D’autres personnes peuvent par la suite agir sur le marquage existant ou procéder à de nouveaux marquages. C’est le cas des musées lors de l’entrée de l’objet dans leurs collections ou lors des récolements décennaux (restaurateurs ou tout personnel formé et spécialement habilité à la réalisation des marquages).

*Le récolement est l’opération qui consiste à vérifier, sur pièce et sur place, à partir d’un bien ou de son numéro d’inventaire : la présence du bien dans les collections, sa localisation, son état, son marquage, la conformité de l’inscription à l’inventaire avec le bien ainsi que, le cas échéant, avec les différentes sources documentaires, archives, dossiers d’œuvres, catalogues.*³

Le marquage se fait au plus près de l’extraction de l’objet de son site de fouille. Le but de l’archéologue étant d’identifier à quelle couche archéologique est attaché l’objet pour pouvoir ensuite dater cette dernière. C’est une information essentielle qui peut très rapidement se perdre au cours des manipulations d’excavation. Lors des fouilles à Chypre par exemple les archéologues utilisent un seau dans lequel est mis au fond une étiquette identifiant précisément la zone de fouille. L’étiquette est ensuite recouverte par les objets collectés, une fois le seau plein, il est renversé dans une bassine, les objets sont nettoyés et l’étiquette est alors collée à la bassine. Le marquage de l’objet à proprement parler arrive après l’étape de nettoyage, le plus tôt étant le mieux pour ne pas risquer de perdre la connexion entre l’objet et l’information. Sur le terrain le marquage peut avoir lieu dans l’idéal dans la semaine de la fouille (Kition-Chypre) mais il n’est pas rare que sur des fouilles plus conséquentes, le marquage des céramiques prenne des mois en raison du grand nombre d’objets à traiter. Rigueur,

³ <https://www.culture.gouv.fr/Regions/Drac-Occitanie/La-Direction-regionale-des-affaires-culturelles-DRAC-Occitanie/Patrimoines-et-architecture/Musees/Le-recolement-decennal-dans-les-musees>

minutie et belle écriture sont des compétences clés pour éviter les erreurs et avoir ainsi un marquage le plus lisible possible.

Marquage systématique de tous les objets ?

Tous les objets n’ont pas besoin d’être marqués isolément. Les séries abondantes et homogènes d’artefacts à faible potentiel informatif individuel et non encore isolés peuvent être regroupés en ensembles sous une même indexation par un marquage indirect du contenant par exemple. Au vu de la quantité d’objets à traiter, il convient de privilégier un marquage raisonné des collections associé à un étiquetage rigoureux. (3)

Emplacement du marquage

Les œuvres de même type doivent toujours être marquées au même endroit pour identifier facilement le numéro d’inventaire et éviter les manipulations inutiles. Connaissant la localisation du marquage, toute tentative d’enlèvement sera facilement détectée en cas de vol. Le marquage est adapté à l’usage, si l’objet est exposé il doit être discret ; a contrario s’il est dans une réserve il peut être visible.

En fonction de la taille de l’objet l’emplacement est variable : les grands objets sont marqués en plusieurs points. Pour les petits objets, le numéro est inscrit sur le conditionnement, le montage ou le socle. Toutes les parties des objets complexes sont marquées pour limiter le risque de dissociation. Quand l’objet est composite, il faut marquer le matériau le moins fragile à l’endroit le plus adapté, au cas par cas si possible au revers, de préférence là où l’objet est brut. Il est déconseillé de manipuler les œuvres à l’emplacement du marquage et il est interdit de marquer sur une restauration ou sur des parties fragiles. On peut aussi ajouter qu’il ne faut pas marquer sur les pigments de peinture, sur les vernis, polychromie, sur le visage des statuts, sur les tranches, ce qui pourrait perturber les éventuels collages.

Description de la méthode

La méthode employée est assez simple à mettre en œuvre comparativement aux autres types de marquage que nous aborderons plus loin (sûreté et gestion). Elle ne nécessite pas de matériel très élaboré et sa lecture se fait directement à l’œil nu. Comme nous allons le détailler ci-après, le marquage est soit directement apposé sur l’objet ou via un élément intermédiaire (étiquette). Il sera adapté à la fragilité, à la couleur, à l’état de surface et aux dimensions de l’objet. Il est primordial de rappeler que le marquage doit être réversible (facilement enlevé à des produits type acétone) et ce pour plusieurs raisons :

- Le marquage ne doit pas altérer l’objet conformément aux principes déontologiques régissant les activités des acteurs du secteur de la culture (archéologue, restaurateur etc).
- Les personnes qui marquent sont parfois différentes de celles qui vont étudier l’objet, le marquage peut alors être fait à un endroit clé d’identification. Il faudra alors pouvoir l’effacer et le repositionner.

- Lors des rapprochements d’objets, s’il y a deux fragments pour un même objet et que chacun possède un numéro, il va falloir en supprimer un (en général le second) et préciser dans la base de données que les deux numéros sont réunis en un seul.

De ce fait certaines pratiques de marquage sont à proscrire comme : visser une plaquette de métal dans du bois, appliquer les numéros à chaud ou les graver, utiliser l’estampage et les poinçons, faire des trous dans les objets, utiliser des attaches, des fils métalliques, des épingles, des agrafes..., utiliser les procédés de marquage temporaires réversibles de type pâte adhésive, ou encore toute expérimentation de méthode nouvelle ni testée ni approuvée scientifiquement. (2)

On distingue deux sous-types de marquage d’identification, le marquage direct et le marquage indirect.

Le marquage direct

Contrairement à ce que nous pourrions penser, le marquage n’est pas apposé directement sur l’objet mais sur vernis protecteur. Ce dernier est aussi très utilisé pour sa capacité à être retiré sans difficultés. Il peut être à base de résine synthétique, en solution ou en dispersion (vernis dits « à l’eau »). Le produit généralement utilisé est une solution de Paraloïd B72 (copolymère de méthacrylate d’éthyle et d’acrylate de méthyle). Il s’agit d’une résine acrylique thermoplastique de dureté moyenne, insensible à la lumière et au vieillissement, non-réticulante et idéale pour un usage général.

<p>Le Paraloïd B 72 est utilisé en restauration et dans le domaine de la conservation d’œuvres d’art (traitements par imprégnation, fixage et consolidation de peintures murales et tableaux, imprégnation de fond, vernis de finition, fixatif pour les arts graphiques, les dessins à la craie, au fusain, et aux pastels), il convient également comme colle pour le verre et la céramique, ou pour la conservation et la consolidation du bois.</p>	
<p>Description détaillée⁴ : Non jaunissant : il s’applique sur revêtements transparents ou pigmentés, même sur des pigments phosphorescents ou luminescents.</p>	
<p>Compatible avec d’autres matières filmogènes telles que les vinyles, les matières cellulosiques, les caoutchoucs chlorés et les silicones. Il est alors possible de réaliser de nombreux revêtements aux caractéristiques variées.</p>	<p>Résistant & durable : son caractère thermoplastique le rend très résistant à l’eau, aux alcalis, acides, huiles et vapeurs chimiques.</p>
<p>Grande tolérance à l’Ethanol : cette propriété lui permet d’être utilisé dans des cas où l’utilisation de solvants puissants ne peuvent être tolérés. Les solutions à l’Alcool Ethylique peuvent être laiteuses mais après application, des films clairs et homogènes se formeront.</p>	<p>Revêtement très élastique et adhérent sur de nombreux supports dont les métaux légers.</p>
<p>Masse molaire élevée : en conséquence, il n’a pas de point de fusion défini. Le Paraloïd B 72 commence à fondre à 70-75°C. Son point d’écoulement est à 145-150°C.</p>	<p>Séchage à l’air libre ou au four.</p>

Tableau 1. Description du Paraloïd B72

Les restaurateurs fabriquent eux-mêmes leur Paraloïd. Ils fournissent ensuite les solutions prêtes à l’emploi aux archéologues qui appliqueront leurs recommandations.

Il faut ensuite attendre le séchage complet du vernis avant de marquer l’objet. La deuxième couche de vernis n’améliore pas la résistance et prolonge inutilement le marquage. Il est également important de

⁴ <https://www.mon-droguiste.com/paraloïd-b72.html>

signaler que l’usage du vernis ne doit jamais être systématique car il peut s’avérer inadapté, voire être une cause de dégradation sur certains types de supports poreux (acryliques, papiers, plastiques, textiles) (2).

Concernant le matériel de marquage, il s’agit principalement de stylo à encre, de peintures ou encore de crayons de diverses couleurs (blanc, jaune, noir, rouge) et ayant comme base de l’eau éthanol ou aromatique. Le noir sera plutôt utilisé pour les fonds clairs, c’est la couleur traditionnelle réputée la plus stable. D’autres couleurs comme le blanc, le rouge ou le jaune peuvent également être utilisées pour marquer les collections mais peuvent présenter des limites. Le blanc est par exemple non lisible sur le marbre de Carrare, le rouge résiste mal à la lumière (2) .

En France la commission de récolement des dépôts d’œuvres d’art (CRDOA) a été spécialement créée pour sélectionner et faire certifier des produits n’altérant pas les œuvres, faciles d’application, lisibles, résistants au climat et à la lumière et réversibles après vieillissement. Jusqu’en 2016 83 produits de marquage étaient certifiés par le laboratoire national de métrologie et d’essais (LNE) (4) mais faute de nouveau financement par le Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France ou d’éventuels industriels, cette certification s’est arrêtée.

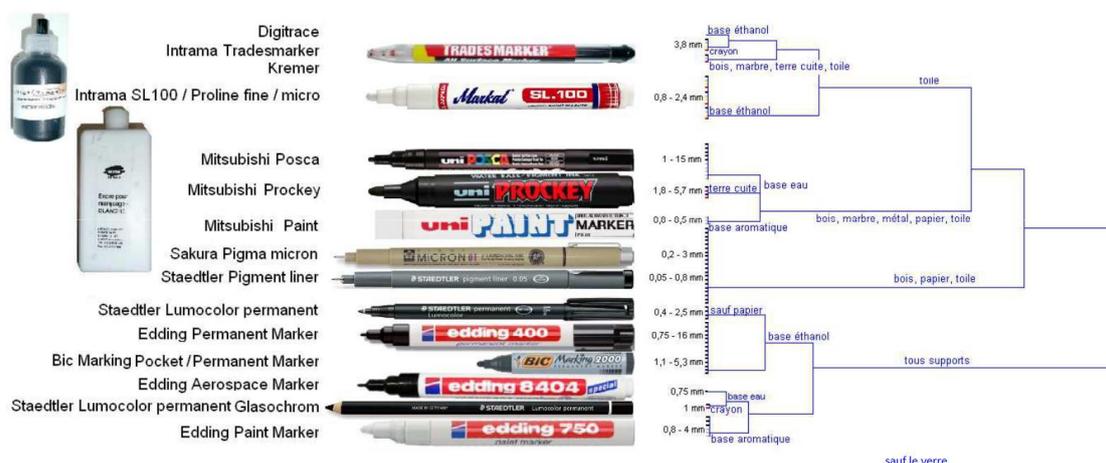


Figure 1. Exemples de produits certifiés jusqu’en 2016 (4)

Comme pour tout marquage, plusieurs précautions s’imposent : on peut noter que la nature de la pointe de l’outil de marquage (métal, crayon...) et son diamètre devront être adaptés au support de l’œuvre et à ses dimensions, le principal risque étant de rayer le support ; (3) ou encore que les surfaces peintes peuvent réagir avec les produits de marquage. Dans ce cas le marquage indirect est alors préconisé.

Au vu de la diversité de la nature des objets, le marquage peut s’avérer complexe. En règle générale, il est recommandé d’utiliser des produits de marquage fabriqués de façon artisanale et dont la composition chimique est connue. On évite ainsi les interactions possibles avec les supports à marquer. En effet les indications sur la composition chimique exacte des produits commercialisés sont très difficilement accessibles, d’où l’existence d’un certain nombre de risques. (2). En cas de doute sur la nature du support et les interactions chimiques possibles il est préférable de procéder à un marquage indirect. Le personnel en charge du marquage peut également s’appuyer sur l’expertise de divers acteurs comme les restaurateurs spécialement formés pour faire le choix le plus adapté à leurs besoins. Voici une liste de structures compétentes :

- Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF)
- Laboratoire d’archéologie des métaux (LAM)

- Laboratoire de recherche des monuments historiques (LRMH)
- Centre technique de la Bibliothèque nationale de France (CTBnF)
- Centre de recherche sur la conservation des collections (CRCC)
- Laboratoires de recherche et ateliers de restauration régionaux
- Laboratoire de restauration et de recherche sur les objets d’art (Arc’Antique)
- Atelier régional de conservation pour la sauvegarde du patrimoine culturel et des objets d’art (ARC Nucléart)
- Centre interrégional de conservation et de restauration du patrimoine (CICRP)
- Service de restauration du musée national d’Art moderne - Centre de création industrielle du Centre Pompidou (MNAM-CCI) du Centre Pompidou
- Musée Galliera, Muséum national d’histoire naturelle

Type d’information marquée

Les informations marquées varient légèrement d’un acteur à l’autre.

Selon le « protocole pour la conservation, le conditionnement, l’inventaire et la remise du mobilier et de la documentation scientifique issus des opérations archéologiques » (3) le marquage direct reprend le code identifiant unique de chaque objet ou lot d’objets constitué des 4 champs suivants séparés par un point :

- le n° d’opération (OA précédé du code régional soit le 10) ;
- le n° d’UE (Unité d’Enregistrement, c’est-à-dire US, fait, structure...)
- le code matière (selon liste SRA ex 20 – CERAMIQUE 21 - CER ANI 22 - CER MET 23 - CER VEG 24 - CER MIN VER) ;
- le n° d’ordre.

Exemple : 104906.24.20.7 correspondrait à la céramique n°7, code matière 20 ; de l’UE n°24 de l’opération 10 4906

Autre exemple d’information marquée sur les sites de fouille :

Il comprend généralement un système de numérotation interne à la mission, ce dernier cohabitait avec un autre système de numérotation propre aux musées. Il y a donc une double authentification et donc des livres d’inventaires différents pour chaque identification.

Il faut savoir qu’une fouille est toujours associée à un musée, les archéologues sont en charge de l’étude, de manipuler les objets et de publier leurs études. Ils n’ont pas le droit de conserver les objets ni de les restaurer, c’est le rôle des musées qui sont en lien avec l’état.

Exemple de la fouille de Kition (Chypre) : Mission archéologique de Kition (ministère des Affaires Étrangères-laboratoire HiSoMA, Maison de l’Orient et de la Méditerranée Jean Pouilloux)

Tous les objets provenant des fouilles de cette mission sont stockés dans des réserves communes gérées par le Département des Antiquités. À Larnaca, ces réserves sont localisées sur la parcelle de *Mantovani/Terra Umbra*. Chaque équipe dispose d’un espace qu’elle gère en autonomie. Sur un lot de tessons céramiques provenant d’une même US de fouille (Unité Stratigraphique), seul une infime partie est marquée individuellement (tesson dit diagnostic) :

Exemple : K22-1876 soit K(Kition)2023(année) XXXXX (numéro d’inventaire continue par année)

Ce mobilier est enregistré dans la base de données de la mission, en relation avec l’US de fouille correspondante. Le reste du mobilier n’est pas marqué, mais conservé dans des sacs en plastique et des caisses identifiées par des étiquettes (site, année de fouille, US).

Certains de ces objets sont ensuite sélectionnés pour aller au Musée de Larnaca (objets de valeur historique, par ex. un tesson inscrit dit ostracon, une figurine, un objet en bronze, en or etc). Ils reçoivent alors un marquage supplémentaire :

Exemple : KEF-1605 soit KEF(Kition Expédition Française)XXXXXX(numéro d’inventaire selon une numérotation continue)

Ils sont marqués de façon directe quand c’est possible, indirecte si nécessaire (objets métalliques avant restauration, etc.). Les objets sont déposés au Musée à l’issue de la campagne, et la liste vérifiée par le responsable du Musée. Le dépôt fait l’objet d’un document officiel, signé par les parties. La liste à jour est conservée à la fois dans les archives du musée et dans celles de la mission française.

Exemple de la Fouille d’Erétrie (Grèce) : ESAG (École suisse d’archéologie en Grèce)

En Grèce tous les objets sont marqués individuellement et vont au musée. N’est noté que le numéro de couche archéologique (US). Les US ne sont pas forcément distincts par période chronologique, elles peuvent correspondre à un état, un contexte de la même période.

X objets de la même couche ont donc le même numéro. Pendant le marquage une liste papier est renseignée avec le numéro de marquage, une description pour discriminer l’objet (taille, couleur etc). Cette base d’inventaire sera ensuite gardée sous forme informatique.

En l’occurrence, le marquage de tous les objets est un avantage non négligeable car pendant l’étude toutes les couches sont mélangées pour faire des interprétations et des rapprochements.

Le marquage indirect

Il arrive qu’aucun endroit ne convienne pour le marquage (surface trop fragile, objet corrodé, objet trop petit pour être marqué), la parade consiste alors à relier l’objet à une étiquette et à reporter les informations sur l’étiquette (2). L’étiquette est généralement en papier sans acide ou en non-tissé de polyéthylène collée à la colle acrylique. Reliée à son objet par un simple lien le plus neutre possible (non comestible et sans colorant comme le fil de polyester, ficelle de polypropylène), elle peut être épinglée au lien avec une épingle en acier inoxydable. Le SRA Île-de-France, recommande par exemple l’usage d’étiquettes résistantes à l’eau de type Tyvek(R), Styron® ou polyester opaque blanc (non

adhésif). La taille minimum conseillée est de 56 mm x36 mm ou 35 mm x79 mm. On peut aussi retrouver à la place des étiquettes des rubans : en coton écru, en nylon ou en non-tissé de polyéthylène cousus avec un fil en coton ou en polyester (2).

Certains objets ne peuvent être marqués ni directement ni indirectement par l’intermédiaire d’une étiquette attachée à l’objet. Dans ce cas, le marquage indirect ne peut se faire que sur le contenant ou la boîte de conditionnement de l’objet. (2)

Type d’information marquée sur les étiquettes

Là aussi les informations marquées varient d’un acteur à l’autre. Selon le protocole pour la conservation, le conditionnement, l’inventaire et la remise du mobilier et de la documentation scientifique issus des opérations archéologiques l’information portée sur l’étiquette doit comprendre le n° identifiant de l’objet ou du lot d’objets soit :

- le n° d’opération (OA ; précédé du code régional soit le 10),
- le n° d’UE (Unité d’Enregistrement c’est-à-dire US, fait, structure...),
- le code matière (selon liste SRA ex 20 – CERAMIQUE 21 - CER ANI 22 - CER MET 23 - CER VEG 24 - CER MIN VER),
- le n° d’ordre,
- la localisation du site : département, nom de la commune, lieu-dit,
- l’année de l’opération (3).

N° d’OA 1020500			N° d’OA 1020500			N° d’OA 1020500		
N° U. E. 2432			N° U. E. 2432			N° U. E. 2432		
N° Matière 10 - ANIMAL			N° Matière 20 - CERAMIQUE			N° Matière 20 - CERAMIQUE		
N° Ordre 1			N° Ordre 1			N° Ordre 2		
Site	PARIS Parc des Buttes Chaumont	Année 2050	Site	PARIS Parc des Buttes Chaumont	Année 2050	Site	PARIS Parc des Buttes Chaumont	Année 2050

Figure 2. Modèle d’étiquettes d’objets isolés ou de lot - DRAC Ile-de-France/Service régional de l’archéologie/Protocole pour la conservation (3)

Recommandations par types de collections et par nature de matériaux

Les pratiques de marquage des collections publiques, des musées de France, du Mobilier national, du Centre des monuments nationaux et de la Bibliothèque nationale de France ont servi à rédiger des préconisations pour le marquage des objets archéologiques en fonction de leur nature cf annexe n°2 (1) (5) (2).

Toxicité des produits de marquage d’identification

Une possible toxicité de contact et/ou respiratoire pourrait être attendue en raison des solvants utilisés. Cet aspect n’a pas été démontré dans ce rapport.

Coût et durée de réalisation

Le marquage d’un objet est en soit rapide, moins d’une minute en général. Le temps total passé à marquer dépendra surtout du nombre d’objets à traiter.

Concernant son coût, il varie en fonction des méthodologies suivies. Le matériel de marquage en lui-même est peu onéreux (étiquette, vernis, crayon...). Quant au financement des personnes en charge du marquage, ce poste de dépense peut s’avérer non négligeable. Lorsqu’on choisit, comme pour les fouilles de Kition, de ne marquer que certains objets, l’exercice peut prendre de 30 min à 2h par jour et mobiliser peu de monde. A contrario, les missions telles que celles réalisées en Grèce, où chaque objet est marqué, demandent l’intervention de plusieurs personnes à temps plein, faisant ainsi augmenter les coûts.

Durabilité de ce type de marquage

Il est de la responsabilité des différents acteurs (opérateur, responsable scientifique d’opération programmée) d’éviter toute dégradation des objets et donc d’assurer leur conservation dans des conditions environnementales adaptées (cf. figure n°3).

Il importe de conserver le mobilier à température et humidité constantes en évitant les brusques changements d’atmosphère et/ou de température. De manière générale, il convient pour le mobilier métallique de privilégier une ambiance tempérée-sèche et pour les matières organiques une atmosphère humide-fraîche à l’abri de la lumière. Le verre peut s’accommoder d’une humidité relative légèrement supérieure à 50% mais doit absolument être protégé de la lumière. (3)

Atmosphère	Humidité relative	Température	Matière	Éclairage
Non contrôlée	40% à 60% (+- 5%)	10/25 °C (+- 5 °C)	Céramique, lithique	moyen
Contrôlée	50-55% HR	15/20 °C	Textile	à l’abri de la lumière
			Ivoire et os	< à 150 lux
			Cuir et bois	
			Lignite et ambre	
			Verre	
			Os humain, faune	moyen
Contrôlée	30 à 40 %	15/20 °C	Métal	moyen
En cuve	En eau	15/20 °C	Bois gorgé d’eau	à l’abri de la lumière

Figure 3. Conditions environnementales optimales pour le marquage - DRAC Ile-de-France/Service régional de l’archéologie/Protocole pour la conservation (3)

La pérennité du marquage dépendra donc de multiples facteurs tels que la fréquence de manipulation de l’objet, le lieu de sa conservation (température, lumière...), la présence de nuisibles (petit animaux, insectes) pouvant détériorer les étiquettes et sachets marqués, la nature des produits de marquage utilisés et dans le pire des cas la destruction du marquage par des voleurs. À l’exception de ce cas extrême, la durée communément admise de durabilité du marquage dans des conditions optimales est d’une dizaine d’années ; néanmoins elle peut être moindre surtout dans le cas des marquages indirect sur étiquette ou au contraire aller au-delà, il n’est pas rare que les archéologues héritent de collections d’objets marqués dans les années 1960 et dont le marquage sur Paraloid est toujours exploitable aujourd’hui. Le récolement décennal est en cela important car il permet de vérifier l’état du marquage et d’y apporter les réparations nécessaires.

Cas particulier des marquages traditionnels irréversibles

Bien que le marquage irréversible soit proscrit de nos jours, il persiste dans certaines institutions. Ces marquages, avant tout historiques et sécuritaires, permettent de marquer des biens et de signaler leur appartenance à une collection historique (2) (6) :

- **Technique de la gravure (machine ou produits chimiques) :**

L’idée est d’effectuer un marquage suffisamment profond pour que toute tentative d’oblitération du marquage comporterait le risque de défigurer l’œuvre en question. Méthodes simples, dont les avantages sont l’accessibilité des techniques utilisées et un coût faible. Ces techniques, cependant, requièrent que les biens marqués puissent supporter de tels systèmes sans que leur esthétisme et leur valeur n’en soient affectés.

- **Technique de l'estampillage :**

Il s’agit d’un processus consistant à marquer ou à imprimer une forme, un motif ou des informations sur une surface en appliquant une force externe. Cela peut être fait à froid ou à chaud. L’estampillage à froid utilise souvent des matrices ou des poinçons pour imprimer des informations, des symboles ou des numéros sur des métaux, des plastiques ou d’autres matériaux. L’estampillage à chaud implique l’utilisation de matrices chauffées pour marquer le matériau. Cela peut être utilisé pour créer des motifs décoratifs ou pour apposer des marques distinctives sur des produits. L’estampillage des archives, recommandé par la circulaire « Sécurité des documents et prévention des vols dans les services d’archives de la Direction des archives de France », est un signe d’appartenance des collections. Il sert également de preuve de propriété en cas de vol, si l’estampille n’est pas camouflée ou détruite. Pour l’estampillage, un tampon en cuivre est préféré à un tampon en caoutchouc. Il permet en effet d’obtenir une empreinte nette et sans bavure lors du deuxième tamponnage sans avoir repris d’encre. Il vaut mieux éviter l’utilisation de tampons pré-encreés, inaptes à la conservation. (6)

- **Technique du poinçonnage :**

Elle consiste à découper des formes, des trous ou des motifs dans un matériau à l’aide d’un poinçon et d’une matrice. Contrairement à l’estampillage qui marque la surface, le poinçonnage implique la découpe à travers le matériau pour créer des formes spécifiques, des trous ou des marques précises. Cette technique est souvent utilisée dans la fabrication de pièces où la précision est primordiale, comme dans l’industrie automobile, la fabrication de pièces métalliques, etc. Elle permet de marquer des objets tels que les sculptures, les cuivres, les étains et les bois. Le poinçon possède généralement une forme unique pour chaque collection. Elle permet également un marquage à faible coût. Cependant, les inconvénients de cette technique sont, d’une part, qu’elle peut altérer et/ou abîmer les objets, et d’autre part, qu’elle ne permet ni le stockage d’informations, ni l’identification d’une œuvre individuelle, à moins de disposer d’une variation infinie de types de poinçons. Par contre, le poinçon résiste aux tentatives d’effacement, ce qui sert également de facteur dissuasif en cas de vol, dans la mesure où une tentative d’effacement altérerait l’œuvre de manière visible.

Les limites du marquage d’identification

Le marquage d’identification présente des limites et ce pour plusieurs raisons :

Son format ne lui permet pas de contenir toutes les informations utiles à l’identification complète de l’objet. Ce dernier doit impérativement être documenté par un dossier scientifique, une couverture photographique (selon les recommandations de l’OCBC (Office Central de Lutte contre le Trafic des Biens Culturels) dans son document “Photographier ses objets de valeur” (7)) et macrophotographique des particularités, imperfections, griffures et entailles de l’objet.

La macrophotographie (5) : cette technique consiste à prendre des photographies en plan extrêmement rapproché. Cette méthode est utile pour l’identification d’objets pour lesquels des systèmes de marquage physiques sont inappropriés, comme par exemple les bijoux, l’argent ou la céramique. La photographie montre la partie sélectionnée de manière très détaillée, ressemblant à une ‘empreinte digitale’, unique à l’objet. Les griffures, les entailles, les imperfections, les traits de pinceau, la fibre du bois, ainsi détaillées, sont également impossibles à reproduire.

Cet ensemble de documentation est l’un des moyens les plus sûrs pour identifier l’objet. On peut également ajouter que les dossiers d’œuvre, les constats d’état et les dossiers de restauration établis par les restaurateurs, les conservateurs, dans les laboratoires et services de restauration du ministère de la Culture et de la Communication et des grandes institutions constituent également une documentation clef pour la connaissance de l’œuvre (matériaux et techniques) et son identification. En cas de vol, l’ensemble de ces documents seront remis au tribunal pour faciliter l’enquête.

Ajoutons également que l’ensemble des informations d’identification (documentation, emplacement de son marquage...) doit être enregistré dans une base de données. Ces dernières peuvent être simples ou complexes, électroniques (disque dur, données sur des clouds) ou non (version papier). Elles sont également associées à la macrophotographie comme alternative au marquage pour les objets particulièrement sensibles et dommageables qui ne peuvent être marqués (5). La puissance d’un système informatique réside dans sa capacité à stocker une quantité quasi-infinie de données sur un objet culturel, de les modifier au besoin et d’effectuer des recoupements avec des informations émanant d’autres bases de données. Il en existe autant que de structure et d’acteurs manipulant les objets (2). Les collections du musée du Louvre utilisent par exemple la base de données « MuseumPlus » qui n’est accessible qu’aux personnes des départements en charge des collections, mais il existe également des bases ouvertes, telles que la base POP : <https://www.pop.culture.gouv.fr/>. La DRAC quant à elle possède ses propres bases. Du côté des archéologues, de nombreux systèmes différents coexistent. En France, on mentionnera notamment le système d’enregistrement Syslat <https://syslat.hypotheses.org/quest-ce-que-le-logiciel-syslat> .

Exemple des fouilles de Kition (Chypre) :

Une base de données, développée sous le logiciel FMPro et hébergée sur le serveur Huma-Num, est maintenue par l’équipe d’archéologues travaillant sur le site de fouille. Cette dernière est alimentée au fur et à mesure des découvertes. Une photo est insérée dans la base avec les autres informations sur l’objet, la photo n’existe que pour les objets inventoriés (du type K21-x et KEF-x). Les dessins de l’objet sont aussi insérés dans la base. Il est en effet courant que les céramiques soient dessinées pour restituer le profil du vase, en cela le dessin permet une interprétation que ne permet pas la photographie. Il en est de même pour un certain nombre d’objets fragmentaires ou difficiles à lire à partir de la photographie. La base est en ligne, facilement consultable et sécurisée. Pour l’heure ces

données de terrain ne sont rendues publiques, via le portail d’exposition de la Maison de l’Orient (<https://chypre.mom.fr/>), que si une publication relative à l’objet est réalisée.

Exemple des fouilles d’Erétrie (Grèce) :

Il y a une base pour chaque US mais pas pour les objets, seules les données de fouilles sont enregistrées. Les objets ne sont pas recensés car les volumes produits sont trop importants et les archéologues n’en ont pas le temps. Il appartient à chaque spécialiste de faire sa propre base de données. Il y a donc autant de base de données que de chercheurs. Pauline Maillard, archéologue, utilise par exemple le logiciel FMPro pour une base consacrée aux figurines en terre cuite dont elle est spécialiste. De nos jours les bases sont indispensables mais ne sont pas infaillibles (perte et fuite de données, difficulté pour récupérer les informations de bases anciennes avec les logiciels actuels, etc...).

Une des autres limites de ce type de marquage est qu’il ne permet pas d’assurer la totale sécurité de l’objet. Il ne le prémunit pas d’une disparition d’origine involontaire (perte de l’objet au moment de sa gestion dans les réserves), ou volontaire à la suite d’un vol. Visible et facile à retirer par nature, son unique rôle est de pouvoir rattacher l’objet aux informations de contexte indispensables au travail des archéologues.

Autre point négatif, il n’est pas durable dans le temps de par la nature même des produits de marquage utilisés et les aléas extérieurs pouvant l’altérer (destruction à cause de la lumière, humidité, animaux etc). Il n’est pas rare de retrouver des objets de collections anciennes dont le marquage a complètement disparu avec le temps.

D’une façon générale, il apparaît qu’aucun produit de marquage ne répond aux critères réunis d’absence d’interaction avec l’œuvre, de réversibilité, de lisibilité, de pérennité et de résistance aux tentatives d’effacement pour l’ensemble des supports. **Le choix du procédé de marquage est toujours bâti sur des compromis** comme le prouvent les essais menés par le C2RMF⁵ et le LNE⁶ (2).

Une autre limite vient du fait que **les méthodes de marquage d’identification actuelles prennent beaucoup de temps** comme le montre l’expérience sur les fouilles d’Erétrie (Grèce). Les archéologues perdent du temps à marquer les objets, ce qui les éloigne de leur mission principale : l’analyse des objets. De plus **leur travail peut être rendu encore plus complexe** si les marquages ne sont pas systématiques faute de moyen humain/financier. Lors des fouilles de Kition, par exemple, la comparaison des objets entre lots est délicate car l’absence de marquage rend impossible leur mélange. Il faut alors ouvrir un seul lot à la fois et éventuellement faire des marquages temporaires (au crayon à papier) pour pouvoir procéder aux comparaisons.

Dernier point, **les pratiques ne sont pas encore complètement normalisées entre les différents acteurs que ce soit au sein d’un même pays ou entre pays**. Au niveau français on note néanmoins depuis une dizaine d’année l’ambition d’aller vers une normalisation des marquages d’identification avec l’apparition d’un cadre réglementaire (arrêtés et décrets relatifs au code du patrimoine) ainsi que des groupes de travail sur la question (Commission marquage des collections publiques). Sur le terrain on observe encore des disparités, dues en partie à un déficit au niveau de la formation des personnes en charge du marquage (marquage au mauvais endroit, marquage illisible etc). Au niveau international il existe depuis plus de deux décennies une procédure normalisée promue par l’ICOM (International Council Of Museums – Conseil international des musées), non par pour marquer mais pour

⁵ C2RMF : Centre de recherche et de restauration des musées de France

⁶ LNE : laboratoire national de métrologie et d’essais

documenter et décrire les objets archéologiques et culturels : Object ID (Object Identification)⁷. Cette norme de documentation internationalement reconnue a été conçue pour identifier et enregistrer les biens culturels en collaboration avec les musées, les forces de police, les services des douanes, le marché de l’art, le secteur des assurances et les experts en objets d’art. La norme Object ID définit neuf catégories d’informations : type d’objet, matières et techniques, mesures, inscriptions et marques présentes, signes particuliers, titre, sujet, date ou époque et fabricant. La norme indique également qu’il convient de photographier l’objet, de rédiger une description contenant des informations supplémentaires ainsi que de conserver la documentation constituée dans un lieu sécurisé.

⁷ <https://icom.museum/en/resources/standards-guidelines/objectid/>

Marquage de gestion

Raison d’être de ce type de marquage

Les marquages de gestion au moyen de techniques automatiques de traitement de l'information (code à barres, puces radiofréquences) assurent l’identification, la localisation et le suivi de l’objet placé en réserve, transporté ou exposé. Leur utilisation permet une meilleure visibilité sur les œuvres en réserve, facilite les opérations d’inventaire et de récolement en les automatisant et renseigne les opérations de transport d’œuvres et de chantier des collections. Ces techniques sont des solutions complémentaires aux produits traditionnels de marquage d’identification. (2) Ce type de marquage contribue également à la protection de l’objet en permettant de détecter plus facilement s’il a disparu et en donnant accès aux autorités à un ensemble d’informations qui seront nécessaires à l’enquête.

Mise en œuvre

Par qui est fait le marquage et quand ?

Ce type de marquage s’adresse principalement aux structures ayant à leur charge la gestion d’une quantité conséquente d’objets, sur un ou plusieurs sites et nécessitant une traçabilité standardisée la plus efficace possible des réserves aux lieux d’exposition (bibliothèque nationale, musée etc).

Ce système de marquage est plutôt lourd et complexe à mettre en œuvre, il fait intervenir divers acteurs allant des informaticiens aux gestionnaires des collections. Il nécessite la formation du personnel aux manipulations et aux mouvements des œuvres ainsi qu’à la gestion informatisée. Il est souvent mis en place au moment du récolement d’une collection en remplacement des méthodes de gestions traditionnelles ayant présenté leur limites (papier, base de données simple).

Dans ce présent rapport nous détaillerons deux méthodes couramment utilisées, les étiquettes codes à barres et la radio identification.

Les étiquettes code à barres, avantages et inconvénients

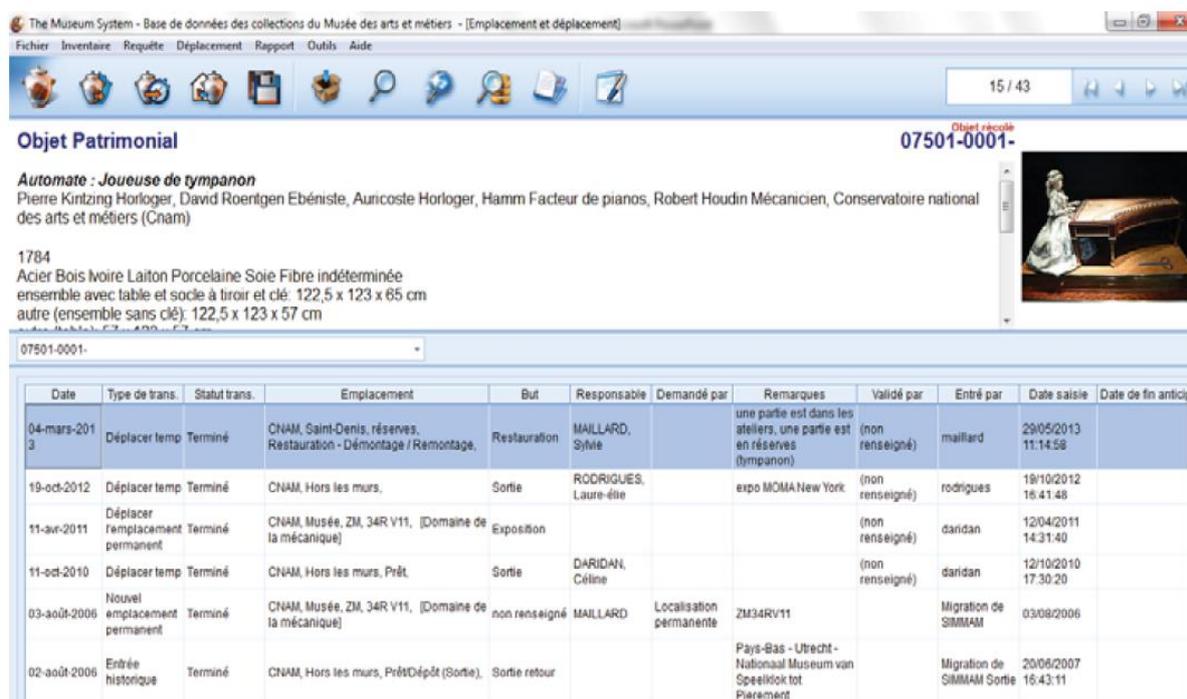
Description

Cette technologie permet de réaliser une lecture directe du code “à vue” contrairement aux méthodes que nous décrivons plus loin (radio identification par Tag RFID, fréquence UHF HF).

Les étiquettes code à barres contiennent un numéro ou un code alpha-numérique (succession de barres et d'espaces de différentes largeurs), dont la juxtaposition représente un codage d’informations reliées à une base de données. Le marquage de ce codage peut se faire selon différentes techniques comme le jet d'encre, la gravure laser et l'impression thermique. Ce type de codage doit également être associé à un dispositif de lecture optique tel que le crayon, le pistolet laser, le scanner ou la douchette.

Ce système est largement utilisé dans le secteur de l’agroalimentaire, où le code-barre de type EAN (European Article Number) permet d’identifier chaque unité constituant un lot, de la fabrication jusqu’à la distribution. Cette technique est également très répandue dans les secteurs industriels nécessitant une gestion de collection ou de stock. (6) Dans le domaine de la culture on peut citer les exemples suivants :

Aperçu de la base de données :



Objet Patrimonial 07501-0001-

Automate : Joueur de tympanon
 Pierre Kintzing Horloger, David Roentgen Ebéniste, Auricoste Horloger, Hamm Facteur de pianos, Robert Houdin Mécanicien, Conservatoire national des arts et métiers (Cnam)

1784
 Acier Bois Noire Laiton Porcelaine Soie Fibre indéterminée
 ensemble avec table et socle à tiroir et clé: 122,5 x 123 x 65 cm
 autre (ensemble sans clé): 122,5 x 123 x 57 cm

Date	Type de trans.	Statut trans.	Emplacement	But	Responsable	Demandé par	Remarques	Validé par	Entré par	Date saisie	Date de fin anticip.
04-mars-2013	Déplacer temp.	Terminé	CNAM, Saint-Denis, réserves, Restauration - Démontage / Remontage,	Restauration	MAILLARD, Sylvie		une partie est dans les ateliers, une partie est en réserves (tympanon)	(non renseigné)	maillard	29/05/2013 11:14:58	
19-oct-2012	Déplacer temp.	Terminé	CNAM, Hors les murs,	Sortie	RODRIGUES, Laure-élite		expo MOMA New York	(non renseigné)	rodrigues	19/10/2012 16:41:46	
11-avr-2011	Déplacer l'emplacement permanent	Terminé	CNAM, Musée, ZM, 34R V11, (Domaine de la mécanique)	Exposition				(non renseigné)	daridan	12/04/2011 14:31:40	
11-oct-2010	Déplacer temp.	Terminé	CNAM, Hors les murs, Prêt,	Sortie	DARIDAN, Céline			(non renseigné)	daridan	12/10/2010 17:30:20	
03-août-2006	Nouvel emplacement permanent	Terminé	CNAM, Musée, ZM, 34R V11, (Domaine de la mécanique)	non renseigné	MAILLARD	Localisation permanente	ZM34RV11		Migration de SIMMAM	03/08/2006	
02-août-2006	Entrée historique	Terminé	CNAM, Hors les murs, Prêt/Dépôt (Sortie)	Sortie retour			Pays-Bas - Utrecht - Nationaal Museum van Speelklok tot Piereement		Migration de SIMMAM Sortie	20/06/2007 16:43:11	

Ces dernières années des QR bidimensionnels (2D) sont apparus et tendent à remplacer les codes-barres unidimensionnels (1D). Les codes QR (Quick Response) sont des codes pouvant stocker beaucoup plus d’informations que les codes-barres, ce qui les rend plus polyvalents et plus utiles dans divers contextes. Une autre différence réside dans la manière dont ils sont lus. Les codes QR sont généralement lus à l’aide d’un smartphone ou d’un lecteur de codes QR, tandis que les codes-barres nécessitent un lecteur de codes-barres spécifique⁸.



Figure 7. Illustration d’un QR code

Avantages et inconvénients du système de marquage : étiquettes code à barres

Les avantages de ce système sont :

- Suivi de l’objet de bout en bout,
- Accessibilité et recherche de l’objet facilitées,
- Risque de disparition limité, l’œuvre étant localisée à tout instant,
- Possibilité d’avoir le même outil pour différents sites de stockage,
- Utilisation simple et rapide, bien adaptée aux applications d’automatisation et à la saisie d’informations répétitives,
- Marquage en lui-même peu coûteux,
- Système simple et reconnu auquel peuvent se greffer les innovations technologiques pour le rendre plus performant (QR code),

⁸ <https://commentouvrir.com/info/qr-code-vs-barcode-principales-differences-et-utilisations/>

- Possibilité de rendre les informations infalsifiables et confidentielles grâce au scellement du support imprimé et à un codage de l'information.

Les inconvénients de ce système sont :

- Le système peut confondre une localisation avec un objet et vice versa,
- L’intervention humaine peut entraîner des erreurs de saisie,
- Le transfert informatique des données demande le contrôle d’un opérateur,
- Édition des étiquettes via une imprimante (la qualité de l’impression influence la lecture par le lecteur optique),
- Risque lié à l’évolution des systèmes informatiques, compatibilités futures avec les nouveaux logiciels à démontrer,
- Besoin d’être au contact de l’objet pour le lire via un lecteur,
- Pour les objets de taille inférieure au code barre il est impossible de l’apposer en marquage direct,
- Sécurité de l’objet = les étiquettes peuvent être détectées et ôtées de l’objet facilement (6),
- Investissement technologique conséquent (lecteurs optiques, système d’étiquetage, voire système d’échange de données informatiques), ainsi qu’un investissement humain (formation du personnel). (5)

La radio-identification (RFID - Radio-frequency identification), avantages et inconvénients

Description

Contrairement aux techniques en lecture directe précédemment décrites, cette dernière permet une lecture indirecte du code, c’est à dire à distance de l’objet et sans contact. (8) (9)

Les radio-étiquettes sont de petits objets, telles que des étiquettes adhésives ou des puces, qui peuvent être collées ou incorporées dans des œuvres (implantées dans une surface plastique, bois ou métal). On peut ainsi procéder à un marquage direct sur l’objet ou de manière indirecte en marquant le conditionnement, étiquette, housse etc.

La radio-identification (RFID - Radio-frequency identification) est une méthode qui permet de stocker des données, d’en récupérer et de répondre à des requêtes radios émises depuis un émetteur-récepteur à plus ou moins longue distance. Cette solution discrète comprend :

- le transpondeur (TRANSmetteur+réPONDEUR) - ou puce RFID contenant un identifiant unique et des informations sur l’objet marqué pouvant être modifiées au besoin



Figure 8. Puce RFID

- le lecteur PDA servant à communiquer avec les puces RFID, il possède une ou plusieurs antennes qui émettent des ondes radio et reçoivent en retour des signaux de la puce,



Figure 9. Lecteur PDA

- le logiciel de gestion des données (6).

En France, la normalisation sur la traçabilité des objets est gérée par la Commission de normalisation CN 31 Identification automatique et technique de saisie des données de l’AFNOR (Association française de normalisation). Les normes ISO publiées en RFID concernent le protocole technique du produit. Elles garantissent l’interopérabilité des matériels et permettent de créer un réseau de partage d’informations. (2)

Elles sont aussi connues et utilisées par exemple dans le cadre de l’automatisation de production, les élevages d’animaux, l’inventaire instantané en vrac, ou la facturation électronique. D’autres applications possibles de la puce RFID comprennent l’identification des patients dans les hôpitaux et/ou l’autorisation d’accès par le personnel médical aux fiches des malades, ainsi que le marquage et la traçabilité des produits agro-alimentaires, à la suite des récentes crises sanitaires dans le secteur. (5) Dans le domaine de la culture les puces RFID sont utilisées depuis 1994 pour la présentation des "types" dans la Grande galerie du Muséum national d'histoire naturelle. Elles ont également été choisies, en 2005, pour mener les opérations de récolement au département des arts d'Islam du Musée du Louvre et, en 2007, pour assurer le suivi du chantier des collections du Musée Fabre à Montpellier.

Focus sur technologie NFC (near field communication) ou communication en champ proche :

Le NFC est un sous-ensemble particulier de la RFID, celui qui consiste à communiquer en passif et en champ magnétique, et plus particulièrement à 13,56MHz. Cette fréquence présente de nombreux avantages : elle est libre dans le monde entier, elle permet un débit de communication intéressant, mais elle reste d'une complexité technique raisonnable, ce qui la rend accessible et facile à miniaturiser (10). Cette technologie peut être aussi utilisée pour tracer les objets. On la retrouve également à destination du grand public comme aux Musei Capitolini de Rome où elle sert au visiteur pour obtenir plus d’informations sur l’œuvre observée via un téléphone portable.



Figure 12. Musei Capitolini de Rome marquage NFC

Évaluation des impacts sanitaires :

Selon le rapport de l’AFSSET de janvier 2009 (11) rien pour le moment ne permet d’affirmer qu’il existe un danger sanitaire dû aux champs électromagnétiques lié aux RFID. Pour les particuliers, le danger est moindre que l’utilisation d’un téléphone portable. Il est avéré que l’exposition est croissante à mesure que le sujet s’éloigne de la source d’émission. Le risque professionnel est différent selon le poste occupé et n’est pas à négliger selon le principe de précaution.

Avantages et inconvénients du système de marquage par radio identification

Les avantages de ce système sont :

- Permet de limiter les manipulations des objets,
- Permet d’identifier et de suivre plusieurs objets en simultané,
- Amélioration de la gestion : visibilité sur les œuvres en réserve, simplification de l’inventaire permanent, suivi du transport des œuvres, des flux,
- Renforcement du récolement décennal, pour assurer un continuum, plus grande transparence et une meilleure connaissance des collections,
- Marquage discret / invisible des salles où sont stockés les objets,
- Marquage par code ID immédiat des œuvres,
- Mise à jour des mouvements par simple scan,
- Identification et accès direct à la base de données sur le lecteur PDA,
- Taille réduite des puces allant d’un centimètre de hauteur pour quelques millimètres de largeur à la taille d’une pièce de monnaie selon que la puce soit passive ou active (6) . La plus petite puce passive actuellement disponible sur le marché fait 0,4 x 0,4 millimètres de diamètre. Plus fine qu’une feuille de papier, elle est pratiquement invisible,
- Capacité de stockage d’information, et la possibilité pour un intervenant extérieur de mettre à jour les informations qu’elle contient (6),
- Les puces « actives » ont une portée de plusieurs dizaines de mètres, et leurs piles possèdent une durée de vie pouvant aller jusqu’à plusieurs années,
- Possibilité de protéger l’information par un mot de passe.

Les inconvénients de ce système sont :

- Contraintes lors des transports : effets négatifs de la température, l’hygrométrie, les vibrations et les accélérations sur les puces,
- Incompatibilité en présence d’humidité, métal qui peut perturber voire rendre impossible la lecture. Besoin d’adapter la nature du tag au matériau de l’objet, et au lieu de stockage de l’objet,
- Coût plus élevé que le marquage par code barre qui va de 1 à 10 € pour les puces équipées de capteurs (6),
- Durée de vie de quelques années (6),
- Possible contrefaçon (6),
- Distance de lecture limitée en fonction de la technologie choisie
- Sécurité de l’objet : les puces peuvent être détectées et ôtées de l’objet marqué facilement (6)
- Risque sanitaire, exposition humaine aux rayonnements liés aux fréquences spécifiques des RFID,
- Puces polluantes utilisant notamment des métaux rares,
- Absence de standardisation pour le choix des fréquences (interopérabilité dans un système ouvert), rend le système difficile à utiliser entre différents pays. Les scanners de la police britannique, à même de détecter une puce émise au Royaume-Uni, ne seraient pas nécessairement en mesure de repérer une puce similaire sur un bien en provenance de l’Italie par exemple. D’où la nécessité d’établir un protocole commun au niveau européen sur l’usage et la standardisation des systèmes de marquage pour les biens culturels (6),
- Investissement technologique et humain (formation du personnel) conséquent et non accessible aux petites structures.

Marquage de sûreté

Raison d’être de ce type de marquage

Comme expliqué dans les parties précédentes, les marquages d’identification et de sûreté ne sont pas sûrs car plus ou moins visibles et réversibles. Malheureusement, les biens culturels font l’objet de vol, de recel et de trafic illicite. Afin de lutter plus efficacement contre cette criminalité⁹, il est donc fortement recommandé de renforcer les éléments de sécurité du marquage (encres à base de pigments spéciaux, intégration d’éléments chimiques codants, techniques d’imagerie scientifique...). Il est toutefois important de noter que le marquage de sûreté n’est pas une opération se substituant aux autres mesures de sécurité qui peuvent être entreprises par les acteurs détenant ces objets (surveillance vidéo, ronde de nuit etc). Le marquage de sûreté est une possibilité supplémentaire s’inscrivant dans l’arsenal dissuasif contre le vol et les infractions.

Le type de marquage utilisé établira un niveau de sécurité plus ou moins fort, autrement dit, renforcera son facteur de dissuasion. En effet, un tel marquage suggère non seulement que les caractéristiques et l’origine de l’objet sont connues, répertoriées et donc facilement identifiables par les services de police, mais également que toute tentative d’effacer l’identifiant pourrait endommager l’objet en question, ce qui réduirait fortement sa valeur et rendrait son écoulement difficile, voire impossible. (6) Le marquage sera certainement analysé par des équipes de malfaiteurs et de criminels afin de pouvoir contourner au maximum ce marquage (effacement, modification, destruction, etc.). Il est donc indispensable d’innover perpétuellement pour contrer ces contournements et ainsi avoir une longueur d’avance sur les criminels.

Les premières questions liées à une déclaration de vol concernent toujours la description et les signes distinctifs de l’objet disparu, afin de permettre son identification et son éventuel recouvrement, d’où l’importance d’avoir le maximum d’informations sur l’objet (dossier scientifique, couverture photographique et macrophotographique..). Un marquage de sûreté est un réel plus pour espérer retrouver l’objet en question, en témoignent les difficultés rencontrées par Interpol lors des restitutions. En effet les objets n’ayant pas été marqués, et en l’absence d’une déclaration de vol et d’indications permettant de lier formellement ces objets à leurs propriétaires, leur provenance et leur appartenance sont souvent impossibles à établir. De même, lors d’un prêt d’un objet ou d’une collection par un musée pour une exposition temporaire, le marquage permet de vérifier non seulement la bonne réception des objets envoyés, mais également de vérifier au retour que les biens rendus sont ceux qui avaient été originalement prêtés. En outre, dans le cas de la circulation des biens culturels à l’intérieur du marché unique européen, le marquage permet d’éviter que des objets de provenance illicite puissent pénétrer le marché légal de l’art, sous couvert d’une fausse origine certifiée. (6)

Plusieurs stratégies de marquage de sûreté sont possibles grâce à des méthodes visibles ou invisibles toujours plus innovantes. Pour certaines elles peuvent même avoir une application double : sûreté et identification de l’objet.

⁹ En France, l’Office central de lutte contre le trafic de biens culturels (OCBC) de la direction nationale de la police judiciaire (DNPJ) est compétent au niveau national.

Mise en œuvre

Quels objets sont concernés ?

Contrairement à ce qu’on pourrait croire, ce type de marquage n’est pas exclusivement réservé aux objets de grande valeur. Bien que de nombreux objets de grande valeur, tels que des œuvres d'art, des artefacts historiques, des bijoux anciens, des manuscrits rares, etc., soient souvent sujets à des mesures de sécurité renforcées, d'autres objets culturels de moindre valeur peuvent également bénéficier de ces mesures de protection. On retrouve ainsi ceux qui ont une importance historique, culturelle ou émotionnelle significative. Par exemple, des documents anciens, des photographies, des objets artisanaux traditionnels, des pièces de musée ou des souvenirs de famille peuvent être précieux pour des raisons autres que leur valeur monétaire.

Par qui est fait le marquage et quand ?

Le marquage sécuritaire des biens culturels est souvent effectué par des professionnels spécialisés dans la préservation du patrimoine culturel. Cela peut inclure des conservateurs, des restaurateurs, des experts en sécurité des musées et des galeries, ainsi que des techniciens spécialisés dans le marquage des biens culturels.

Le marquage sécuritaire des biens culturels est généralement effectué lors de plusieurs étapes clés tout au long de la vie d'un objet culturel, notamment :

- **Acquisition** : Lorsqu'un objet est acquis par une institution culturelle, il est souvent marqué et enregistré pour établir sa provenance et son authenticité.
- **Exposition** : Avant d'être exposé, un objet peut être marqué pour des raisons de sécurité, permettant de le surveiller et de prévenir le vol.
- **Stockage** : Pendant le stockage, les objets culturels peuvent être marqués pour faciliter leur suivi et leur gestion.
- **Restauration** : Lors de processus de restauration, des marques discrètes peuvent être ajoutées pour identifier les interventions et conserver l'authenticité.
- **Prêts ou échanges** : Avant qu'un objet soit prêté ou échangé avec d'autres institutions, il peut être marqué pour assurer sa sécurité et son suivi.

Ces processus de marquage peuvent varier en fonction des normes de sécurité de chaque institution et de l'importance attribuée à la préservation des biens culturels. A noter qu’il peut également être réalisé par des sociétés privée spécialisées dans le marquage et à la demande de collectionneurs privés.

Marquage utilisant des techniques d’imagerie scientifique

Le marquage opaque aux rayons X en est une et consiste à intégrer des matériaux ou des marques dans un objet culturel, rendant cette zone spécifique opaque aux rayons X. Cette technique vise à dissimuler des informations ou des éléments de sécurité dans l'objet lui-même sans altérer visiblement sa surface.

Voici comment cela fonctionne :

- **Intégration de matériaux opaques** : Des matériaux spécifiques sont intégrés à l'intérieur de l'objet, de manière à bloquer ou à rendre opaque la zone où ils sont placés lorsqu'ils sont soumis à des rayons X.
- **Dispositif de sécurité dissimulé** : Ces matériaux opaques peuvent contenir des informations spécifiques, des marques de sécurité ou d'autres éléments d'identification uniques.
- **Analyse par rayons X** : Lorsque l'objet est scanné par des rayons X, les zones où ces matériaux opaques ont été intégrés apparaissent comme des zones bloquées, dissimulant ainsi les informations qu'ils portent.

Cette méthode offre une sécurité supplémentaire en dissimulant des dispositifs ou des informations d'identification à l'intérieur des objets, rendant ces éléments difficiles à détecter sans des équipements spécialisés d'analyse par rayons X. Cela renforce la sécurité et l'authentification des biens culturels en offrant une couche de protection dissimulée.

Marquage par insert

Le marquage des objets culturels par insertion implique l'ajout d'un dispositif ou d'un élément d'identification à l'intérieur de l'objet lui-même. Cela peut se faire de différentes manières, notamment en intégrant des puces RFID, des capsules microscopiques ou d'autres dispositifs miniaturisés dans la structure de l'objet. Cette méthode offre une forme de marquage discrète et interne, rendant l'objet lui-même porteur des informations d'identification. Cela renforce la sécurité et l'authentification des biens culturels en fournissant des moyens de suivi et de vérification de leur authenticité sans altérer leur surface visible.

Gravure, estampillage et poinçonnage

Comme nous avons déjà pu le voir dans la première partie du rapport ([Cas particulier des marquages traditionnels irréversibles](#)) et au-delà de leur rôle d'identification, ces trois méthodes correspondent au premier type de marquage sécuritaire ayant vu le jour.

Micro-marquage

Le micro-marquage est une approche de sécurité discrète, largement utilisée dans la protection des biens culturels pour préserver leur valeur, leur histoire et leur intégrité. Il consiste à apposer des marques ou des identifiants minuscules, souvent microscopiques, sur des biens culturels pour des raisons de sécurité, de suivi et d'authentification. Ces marques peuvent être pratiquement invisibles à l'œil nu, nécessitant souvent une analyse spécialisée pour être détectées. Ce processus peut inclure l'utilisation de diverses techniques de marquage, telles que la gravure laser, l'application de paillettes, l'usage de codes QR microscopiques, l'insertion de puces RFID ultrafines ou d'autres méthodes discrètes comme l'ADN. L'objectif est d'assurer une identification fiable et difficile à altérer des biens culturels sans altérer leur apparence ou leur intégrité.

Les applications du micro-marquage dans les objets culturels comprennent :

- **Sécurité** : Pour prévenir le vol, la contrefaçon et le trafic illicite en permettant l'identification des biens volés ou perdus.
- **Authentification** : Pour garantir l'authenticité des objets, en fournissant des preuves tangibles de leur provenance et de leur histoire.

- **Traçabilité** : Pour suivre le parcours des objets culturels, des expositions aux prêts ou aux ventes, en conservant des informations sur leur localisation et leur propriété.

Micro-gravure

Cette technique est appréciée pour sa polyvalence et sa capacité à s'adapter à une grande variété de matériaux, notamment le verre, le métal, le bois, le plastique et même certains tissus. Elle est utilisée dans la préservation des objets culturels pour améliorer leur traçabilité, leur sécurité et leur identification, sans compromettre leur intégrité. Cette méthode très précise est réalisée par un faisceau laser concentré qui va retirer une fine couche de matériau sans endommager leur intégrité structurelle. La gravure laser peut être utilisée de plusieurs manières. Elle peut être employée pour graver des numéros de série, des codes QR, des symboles ou d'autres informations uniques pour identifier l'objet de manière discrète. Elle peut être utilisée en vue de préservation pour des objets fragiles, sans risque de les endommager. Et bien évidemment elle peut aider à renforcer la sécurité en marquant les objets d'une manière difficile à contrefaire, facilitant leur suivi et leur authentification.

Trace chimique

Le marquage avec trace chimique est une méthode de sécurité visant à marquer des objets à l'aide de substances chimiques uniques, permettant de les identifier, et ce même s'ils ont été altérés ou nettoyés. Ces substances, souvent invisibles à l'œil nu, peuvent être détectées à l'aide de techniques spéciales telles que la lumière ultraviolette, des réactifs chimiques ou des scanners spécifiques, spectroscopie Raman et FTIR permettant d'établir le profil chimique unique d'une œuvre. Cette approche de marquage avec trace chimique est un outil intéressant dans la préservation et la sécurité des biens culturels, fournissant des informations indélébiles et difficiles à contrefaire pour identifier et protéger ces objets précieux.

Pollen et paillettes

Ce procédé implique l'application de pollen spécialement traité sur la surface des objets.

La caractéristique distinctive du pollen utilisé à des fins de marquage est sa capacité à adhérer à la surface des objets de manière très subtile et pratiquement invisible à l'œil nu. Ce pollen est souvent traité pour contenir des informations uniques, comme des isotopes ou des éléments chimiques spécifiques, ce qui permet d'identifier l'origine du pollen.

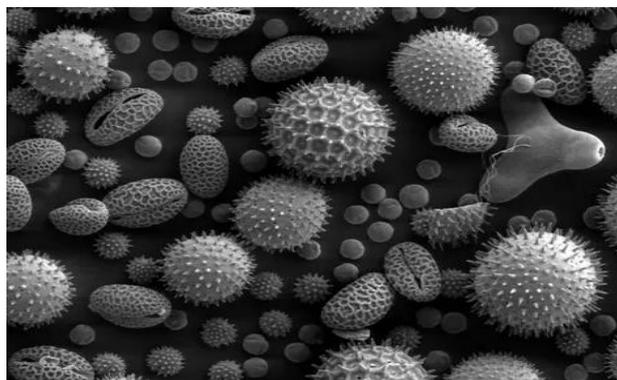


Figure 13. Pollen au microscope électronique, source wikipedia

L'application du pollen se fait généralement de manière discrète, à l'aide de méthodes spécialisées pour garantir sa fixation sur l'objet sans altérer sa surface ou sa valeur culturelle. Ce marquage peut être utilisé pour aider à authentifier les objets, suivre leur provenance, et aider à prouver leur propriété en cas de vol et de trafic illicite.

Lorsqu'une œuvre d'art ou un objet marqué est soumis à une analyse, le pollen peut être identifié grâce à des techniques de microscopie et comparé à une base de données pour établir des liens avec

sa provenance ou son histoire. Cela offre une forme de sécurité supplémentaire pour la préservation et la traçabilité des biens culturels.

Les détails spécifiques sur les cas d'utilisation de cette méthode de marquage peuvent parfois être confidentiels en raison de leur nature sécuritaire.

Le marquage avec des paillettes est une méthode de sécurité similaire au marquage au pollen, mais utilisant des paillettes spécialement traitées pour marquer des objets culturels ou des œuvres d'art.

Ces paillettes sont généralement fabriquées à partir de matériaux très légers et réfléchissants, ce qui les rend difficilement détectables à l'œil nu une fois appliquées sur la surface d'un objet. Comme le pollen, ces paillettes peuvent être traitées pour contenir des informations uniques, comme des isotopes ou des éléments chimiques spécifiques, permettant d'identifier l'origine des paillettes.

L'application des paillettes est souvent effectuée de manière subtile pour éviter d'altérer l'apparence ou la valeur esthétique de l'objet. Cette méthode de marquage est utilisée pour authentifier les objets, surveiller leur provenance, et renforcer leur sécurité.

Lorsqu'un objet marqué avec des paillettes est soumis à une analyse, ces paillettes peuvent être identifiées et analysées pour établir des liens avec leur origine, aidant ainsi à suivre l'histoire et la provenance de l'objet.

De même que pour le marquage au pollen, les détails spécifiques sur les cas d'utilisation du marquage avec des paillettes peuvent souvent être confidentiels en raison de la nature sécuritaire de cette technique.

Les coûts associés au marquage au pollen, paillette : Ils peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment la taille et le type des objets à marquer, la quantité de matériel nécessaire, les techniques de marquage spécifiques utilisées, et les équipements spécialisés requis.

Les coûts pourraient inclure :

- **Matériaux :** Le prix du pollen traité ou des paillettes spéciales utilisées pour le marquage.
- **Équipement :** Coûts liés à l'acquisition d'équipements spéciaux pour appliquer le marquage de manière discrète et précise.
- **Main-d'œuvre :** Les honoraires des professionnels spécialisés chargés de réaliser le marquage.
- **Analyse et suivi :** Les coûts associés à la gestion et à l'analyse des données pour suivre les marquages.

Ces coûts peuvent varier en fonction de la complexité du marquage, du niveau de sécurité requis et des spécifications individuelles de chaque projet. Malheureusement, il n'y a pas de coût fixe standard, car cela dépend grandement des besoins spécifiques du client et des exigences de sécurité.

Micro-cristaux

Cette technique consiste à appliquer des cristaux, souvent de taille microscopique, sur la surface des objets culturels. Chaque ensemble de micro-cristaux peut comporter des caractéristiques uniques, ce qui permet de les associer de manière spécifique à un objet particulier. Pour voir ces micro-cristaux, on peut utiliser des appareils ou des technologies spécifiques, tels que des scanners, des microscopes ou d'autres outils de détection spécialisés. Cette méthode est utilisée pour renforcer la sécurité et l'authentification des biens culturels, car les cristaux offrent une forme discrète de marquage difficile

à altérer ou à contrefaire sans l'équipement approprié. Ils aident à suivre la provenance des objets et à prouver leur authenticité en cas de besoin.

Cette technologie peut être associée aux puces RFID pour permettre une détection à distance des objets culturels.

ADN

Cette technique moléculaire consiste à se servir de l'ADN synthétisé indétectable pour coder des substances, des matières ou des produits. Les différents supports envisagés sont la colle, l'encre, le papier, le verre ou le métal. Chaque objet peut recevoir un numéro d'identification unique et inviolable grâce à l'application d'une quantité infinitésimale de produit (de l'ordre d'une partie par milliard). Dans le cas d'un bien culturel, l'ADN peut être appliqué, par exemple, sur une petite zone du vernis d'une peinture, et/ou par le biais de micro-points (6). Les avantages présentés par cette méthode de marquage sont considérables. Chaque séquence d'ADN est unique et peut stocker une quantité d'information considérable. En outre, le marquage ADN permet d'identifier individuellement les pièces d'une large collection et de stocker, par le biais d'une base de données, les détails uniques propres à chacun des objets. Alternativement, un code d'ADN peut également servir de système d'identification pour l'ensemble des pièces provenant d'un même musée, et de limiter ainsi le coût du marquage. L'identification d'une pièce serait certes limitée à son lieu de provenance, mais en cas de vol, l'établissement serait largement en mesure de fournir les preuves de propriété nécessaires pour que l'œuvre lui soit restituée en cas de recouvrement. Par ailleurs, dans les limites des connaissances actuelles, il est impossible de copier l'ADN, ce qui rend toute œuvre marquée par cette technique infalsifiable et difficile à remplacer par une copie sans que cela puisse être vérifié. Il est également impossible d'effacer les traces d'ADN, tout particulièrement dans le cas de substances poreuses, telles que la poterie ou la pierre. Ceci présente un avantage pour la sécurisation d'objets trouvés lors de fouilles archéologiques. Les objets pourraient ainsi être marqués sur place, ce qui rendrait très difficile leur subtilisation et leur revente, sous le nom d'un propriétaire fictif, sur le marché licite de l'art. Un autre avantage de ce système de marquage est son faible coût unitaire. Les prix sont approximativement de 400 € pour 200 marquages, ce qui revient à 2 € l'unité ; une analyse coûte environ 60 €. Le seul inconvénient du marquage par ADN est qu'il requiert une analyse en laboratoire. Celle-ci peut être effectuée par un laboratoire médico-légal, auquel ont accès les services de police, également chargés de l'identification et la restitution de biens culturels perdus ou volés. Le fait que le marquage ADN soit invisible, indétectable et irréversible en fait un des systèmes de marquage les plus robustes du moment. (6)

Encre invisible et évolutions prometteuses via les nanotechnologies

Les encres invisibles sont souvent utilisées dans la protection des biens culturels, des documents sensibles, des billets de banque, des produits de valeur, etc. Elles offrent une méthode discrète pour identifier, suivre et authentifier les objets sans altérer leur apparence. La méthode consiste à marquer un objet avec une encre spéciale qui reste invisible à l'œil nu. Le marquage se fait via divers procédés, comme des tampons, des stylos spéciaux, des vaporisateurs, etc. L'encre invisible dans des conditions d'éclairage normal devient visible sous certaines conditions, généralement sous l'effet d'une lumière ultraviolette ou d'un réactif chimique spécifique qui révèle le marquage. C'est le cas des marqueurs contenant des composants fluorescents qui sont révélés sous l'UV. Elles peuvent aussi être associées à d'autres types de marquage comme celui à l'ADN. L'encre invisible permet alors de retrouver plus

facilement où est apposé l’ADN. (6). À ce jour, un ensemble important de solutions a été développé pour le marquage anti-contrefaçon d'objets de valeur (12) (13) (14) (15) (16). Malheureusement ces techniques sont plutôt bien connues des faussaires. Au-delà de ce problème, elles présentent leurs limites, ces solutions sont en effet compliquées à utiliser, coûteuses et parfois non optimales. On peut citer la solution commerciale « Smart trace » développée par la société « Smartwater »¹⁰. Il s'agit a priori d'un aérosol basé sur des nanopigments et selon les informations disponibles, la durée de vie après l'application de l'aérosol sur un objet est limitée à quelques semaines.

Malgré les limitations de certains types d'encre invisibles, il existe une grande variété de pigments à base de nanoparticules (organiques ou inorganiques) avec diverses propriétés physiques, qui devraient permettre la fabrication de nouvelles encres répondant à des spécifications ambitieuses en termes de protection du patrimoine directement sur les sites archéologiques, mais aussi en simplifiant le travail des agences chargées de l'application de la loi dans la localisation et la détection d'objets volés.

Les nanotechnologies sont un domaine scientifique et technologique qui se concentre sur la manipulation de la matière à l'échelle nanométrique, soit environ un milliardième de mètre. Elles visent à créer des structures et des dispositifs aux propriétés spécifiques en exploitant les caractéristiques uniques émergentes à cette échelle, avec des applications diverses dans des domaines tels que la médecine, l'électronique et les matériaux.

Encore à l’état de recherche, on peut citer le travail d’équipes comme celle de Yang Liu de l’Institute of Optoelectronic Technology, Fuzhou university, China (17). Son équipe développe un nouveau type d’étiquette de sécurité basée sur des points quantiques (nanostructure semi-conductrice ayant des propriétés quantiques) imprimés par jet d'encre, qui sont à la fois non clonables et décodables par intelligence artificielle (IA). Ces étiquettes exploitent la capacité des points



quantiques à former des motifs uniques lorsqu’ils sont déposés sur un substrat par impression à jet d'encre. Ces motifs, grâce à leur caractère aléatoire et unique, offrent une fonction de sécurité physique inimitable. En utilisant des points quantiques émettant dans le rouge, le vert et le bleu, les étiquettes peuvent également afficher des images en couleur complète invisibles à l’œil nu et ne devenant visibles que sous lumière UV. L'authentification de ces motifs se fait rapidement et de manière fiable via une stratégie basée sur l'IA, capable de décoder les variations de netteté, de luminosité, de rotation et d'amplification des images des étiquettes. Ce système en cours de développement laisse entrevoir une solution efficace contre la contrefaçon, facile à produire en masse et à bas coût, tout en étant extrêmement difficile à copier ou à falsifier.

Figure 14. Image fluorescente rouge, 2D QR code et code à barre imprimé par jet d’encre avec des points quantiques

D’autres équipes comme celle de Xi Chan du College of light Industry and food Engineering, China, ont travaillé quant à elles sur le développement d'une encre fluorescente à base d'eau contenant des points quantiques de ZnO (ZnO QDs) (16) conçue pour des applications anti-contrefaçon. Les points quantiques de ZnO, en raison de leurs propriétés optiques exceptionnelles, offrent une méthode prometteuse pour améliorer la sécurité des documents

¹⁰ <https://www.protectsmartwater.fr/smarttrace/>

et des emballages, avec l'avantage supplémentaire d'être respectueux de l'environnement. L'encre résultante est transparente sous lumière du jour et émet une fluorescence jaune sous lumière UV, avec de bonnes propriétés de résistance et adaptée à l'impression par sérigraphie.

Avantages et inconvénients du marquage de sûreté

Au-delà des avantages propres à chaque technique préalablement décrite, on peut noter les points forts suivants :

- Associées à un système informatique qui permet un stockage quasi-infini d'informations techniques, visuelles ou même auditives, ainsi que l'établissement de bases de données personnalisées, flexibles et sécurisées (6),
- Difficilement falsifiables,
- Plus petites et plus respectueuses de l'esthétisme de l'œuvre que les marquages visibles,
- Plus difficiles à repérer, les marquages invisibles sont également difficiles, voire impossibles à effacer. Ceci facilite la lutte contre la contrefaçon, la falsification et le recel (6),
- Solutions prometteuses à venir du côté des nanotechnologies.

Les inconvénients de ces systèmes innovants sont principalement :

- Leur invisibilité pour la plupart ne permet pas aux archéologues d'identifier facilement et rapidement un objet,
- Nécessite d'avoir des outils de pointe pour le marquage et la lecture limitant une utilisation généralisée,
- Nécessite des compétences particulières des personnes faisant le marquage et le lisant,
- Coûteux à mettre en œuvre,
- Limitation intrinsèque aux technologies utilisées, des évolutions sont possibles mais à l'état de recherche actuellement.

Informations complémentaires

Marquage dans d’autres secteurs d’activité

Les marquages ne sont pas l’apanage du monde culturel et artistique. Nous l’avons déjà aperçu dans les précédentes parties développées dans ce rapport. De nombreux domaines bénéficient de techniques de marquage plus ou moins pointues : secteurs fiduciaire, sportif, médical, œnologique, automobile, judiciaire, etc.

Ces secteurs utilisent des technologies similaires et/ou différentes en fonction des buts recherchés avec des marquages directs ou indirects. Généralement, le terme de marquage est associé à la traçabilité, autrement dit à la possibilité de suivre la circulation d’un objet ou certaines étapes et, éventuellement, de façon rétrospective avec une disposition d’accès à un ensemble d’information.

Voici quelques exemples à titre d’information :

Industrie manufacturière : Dans ce secteur, les composants et les pièces sont souvent marqués avec des numéros de série, des codes-barres ou des puces RFID pour suivre leur fabrication, leur assemblage et leur traçabilité. Cela permet de garantir la qualité des produits finis et de détecter toute anomalie dans la chaîne de production.

Secteur médical : Les dispositifs médicaux, les échantillons et les médicaments sont marqués pour assurer leur traçabilité et leur authenticité. Les puces RFID et les codes uniques aident à suivre ces articles tout au long de leur fabrication, de leur stockage et de leur distribution, assurant la sécurité des patients et la qualité des produits.

Sécurité agroalimentaire : Les produits alimentaires sont souvent marqués avec des codes-barres, des QR codes ou des puces RFID pour suivre leur provenance, leur date de production, et pour garantir leur sécurité et leur qualité. Cela permet de retracer les produits en cas de rappel, d’assurer leur fraîcheur et d’identifier rapidement les sources de contamination.

Logistique et expédition : Les palettes, les colis et les biens expédiés sont marqués avec des codes-barres, des étiquettes RFID ou d’autres dispositifs pour permettre leur suivi tout au long de la chaîne logistique. Cela facilite la gestion des stocks, la localisation des produits et l’efficacité des opérations de distribution.

Sécurité et contrôle d’accès : Les badges et les cartes d’accès utilisent souvent des technologies de marquage, telles que des puces RFID ou des codes-barres, pour permettre l’accès sécurisé à des zones restreintes. Cela garantit une gestion efficace des accès tout en assurant la sécurité des lieux sensibles.

Anti-contrefaçon dans l’industrie : Les produits de luxe, l’électronique grand public et d’autres articles à risque de contrefaçon utilisent des marquages spécifiques, tels que des hologrammes, des QR codes uniques ou des puces RFID pour prouver leur authenticité. Ces marquages aident à prévenir la contrefaçon en offrant des moyens de vérification de l’authenticité des produits.

Acteurs publics et privés dans le domaine du marquage de bien culturels

En 2004 le rapport « Étude sur la traçabilité des biens culturels » (6) a été émis par un groupe de travail dont l’objectif était d’examiner les structures et les mécanismes de diffusion des informations nécessaires aux autorités compétentes dans les États membres de l’Union européenne et de l’Espace économique Européen afin de garantir l’application de la directive relative aux biens culturels. Pour compléter cet état de l’art, il nous semble intéressant de mettre en lumière les actions en cours et/ou envisagées dans les États membres de l’Union Européenne et des acteurs privés dans le domaine du marquage.

À ce jour, bien que l’offre du secteur privé dans ce domaine soit croissante, il semblerait qu’aucune étude systématique de marquage de biens culturels publics, ayant pour objectif d’identifier à terme une norme nationale et européenne, n’a abouti. Néanmoins, certains pays membres comme la **France** ont mis en route une série d’études visant, notamment, à identifier des systèmes de marquage appropriés pour les biens culturels. Ceci est motivé, entre autres, par la lutte contre le trafic illicite d’œuvres d’art, ainsi que par la nécessité de créer des systèmes efficaces de récolement du patrimoine culturel national.

En **Belgique**, la Communauté française a passé une loi imposant un procédé d’identification des biens culturels mobiliers classés en cas d’exportation ou d’expédition. Le marquage de ces biens par un procédé d’identification agréé par le gouvernement (en principe une puce invisible) permettra de vérifier l’authenticité d’un bien culturel à la suite d’une exportation temporaire. La loi n’ayant été approuvée qu’en 2002, ce système de marquage n’est pas encore pleinement appliqué. Un arrêté d’application devrait prochainement indiquer quel système utiliser. Cependant, après avoir effectué des recherches dans ce domaine, la Communauté Française s’oriente à présent vers l’établissement de critères visant à la création d’un label dont pourraient bénéficier les sociétés privées spécialisées dans le marquage, plutôt que vers l’utilisation d’un système unique.

En **Italie**, l’ICCD (Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione) a, en 2004, proposé un projet de marquage digital de biens culturels, destiné en particulier aux biens meubles. Les différentes formes de marquages envisagées comprenaient le code magnétique, le code-barre et la puce électronique. La fiche de catalogue de chaque objet devait être reliée à une base de données fiable et sécurisée. Ceci devait permettre l’identification instantanée de l’objet, d’éviter des duplications de catalogage, de maintenir un contrôle permanent des mouvements des œuvres lors de prêts, de sessions de restauration et d’offrir de bonnes conditions de sécurité. L’adoption d’un système de marquage efficace, selon l’ICCD, permettrait également de mieux reconstituer des collections et de restituer des œuvres évacuées lors, par exemple, de tremblements de terre dans certaines régions du pays. Le projet, non prioritaire, n’a pas pu aboutir en raison d’une allocation financière insuffisante.

Au **Royaume-Uni**, dans le cadre de la lutte contre la criminalité et de la restitution de biens volés, l’Association of Chief Police Officers (ACPO) Sub-Committee on Crime & Disorder Reduction et l’Unité de Action Against Crime & Disorder du ministère de l’Intérieur ont publié une série de lignes directrices concernant, d’une part, les dispositifs de marquage de biens, et d’autre part, les bases de données d’enregistrement d’informations relatives à ceux-ci. Les services de police et les compagnies d’assurance préconisent le marquage des biens par une méthode sûre, visible et permettant d’identifier leurs propriétaires. Ces recommandations concernent, bien entendu, l’ensemble des objets à protéger, et non pas spécifiquement les biens culturels. Ceux-ci, pour différentes raisons (sécurité, contrefaçon, conservation, esthétique) nécessitent des méthodes de marquage spécifiques.

Du côté du secteur privé, il existe plusieurs sociétés spécialisées dans le marquage d'objets d'art, offrant des services tels que la documentation, l'authentification, la conservation et la gestion des collections.

La prolifération d'entreprises privées commercialisant des produits de marquage et l'instabilité du secteur (de nombreuses entreprises font faillite dans ce domaine concurrentiel aux coûts de recherche élevés) ont suscité un grand scepticisme de la part des pouvoirs publics à son égard. Le secteur nécessiterait pourtant d'importants investissements et une maîtrise technique totale pour pouvoir fournir une solution satisfaisante à l'ensemble des acteurs concernés par la protection des biens culturels.

Le secteur privé du marquage des biens culturels se compose de deux catégories d'entreprises. Dans le premier cas, il s'agit d'entreprises « généralistes » et dans le second, d'entreprises « spécialisées » dans le marquage des biens culturels.

La première catégorie, la plus répandue, comprend des sociétés favorisant généralement un système de marquage spécifique, agrémenté d'un nombre de techniques alternatives, adaptées à une vaste gamme de d'objets. Ces entreprises sont également de plus en plus nombreuses à proposer des techniques de marquage adaptées aux œuvres d'art. Des entreprises comme « DataTag », implantée au Royaume-Uni, aux Pays-Bas et en Italie, ou « SoftWork » en Italie sont de bons exemples. « DataTag » propose un kit de marquage à 20 Euros convenant à des objets aussi divers que des véhicules - allant de la caravane aux bateaux en passant par les vélos -, du matériel de bureautique, de l'équipement de construction et des biens d'habitation. Ce système de protection a rencontré beaucoup de succès notamment aux Pays-Bas, où 80% des scooters sont équipés de ses 'tag', minuscules transpondeurs électroniques dont le code d'identification peut être lu par les scanners des services de police. Signe de l'importance croissante du marché des biens culturels et des problèmes auxquels les propriétaires privés et institutionnels sont confrontés, « DataTag » propose également son système de marquage pour les œuvres d'art et les antiquités, telles que les tableaux, les meubles, l'argenterie et la porcelaine. Soucieuse d'offrir une gamme étendue de services adaptés aux objets à protéger, la compagnie propose par ailleurs le marquage par micro-points et par gravure. « SoftWork » quant à elle, privilégie le marquage par puce RFID, et donne comme exemples d'application typiques la lutte contre la contrefaçon (marquages des biens de luxe et des papiers d'identité), la gestion de documents et d'archives historiques (contrôle d'accès aux archives, vérification et contrôle visant à prévenir les vols de documents, optimisation de la recherche de l'information, localisation des documents et inventaires), le 'ticketing' (les cartes prépayées, les titres de transports), les applications industrielles et le marquage des animaux.

Au niveau des entreprises spécialisées dans le marquage d'objets culturels, « ArtMark », filiale de « DataTag » basée au Royaume-Uni, propose une vaste gamme de systèmes de marquage adaptés aux différents types d'œuvres d'art. Outre le marquage à l'ADN, elle propose également une puce électronique à incorporer à l'objet. Ce service de marquage est relativement abordable : la puce coûte un peu plus de 23 € et une journée de travail consacrée au marquage ; la photographie d'une collection revient à 585 €. Fondée par des professionnels du monde de l'art, dont d'anciens conservateurs de musées, « ArtMark » a pris l'initiative de rédiger un Protocole commun pour l'identification et l'enregistrement d'objets de valeur historique et artistique. Elle y propose des lignes directrices et des objectifs précis visant à accroître la protection des biens culturels privés et publics.

La firme belge « ArtSecurity » quant à elle, est spécialisée, outre les œuvres d'art, dans le marquage des instruments de musique. Elle propose un programme de marquage spécifique comprenant une procédure d'identification (fiche d'identité, photographies digitales, attribution d'un numéro de code

unique), un marquage de base invisible (apposition de molécules d’ADN) et visible (placement d’une étiquette de sécurité), et une série d’options (marquage électronique à l’aide d’une puce, encre invisible, radiographie).

D’autres entreprises internationales existent mais nous ne détaillerons pas plus leurs activités ici, voici à titre informatif quelques noms supplémentaires :

- « **Art Loss Register (ALR)** » : ALR est une base de données mondiale d'objets d'art volés et disparus. Ils offrent des services d'enregistrement, de recherche et de récupération pour les œuvres d'art.
- « **AXA Art Insurance Corporation** » : AXA propose des services d'assurance pour les collections d'art et fournit également des solutions de gestion des risques, y compris le marquage d'objets d'art.
- « **Art Recovery International** » : Cette société se spécialise dans la récupération d'œuvres d'art volées et propose des services de marquage et d'authentification.
- « **Trace** » : Trace propose des solutions de marquage pour la protection des œuvres d'art. Ils utilisent des technologies telles que les puces RFID pour suivre et sécuriser les objets d'art.
- « **SmartWater** » : Bien que principalement connue pour ses solutions de lutte contre le vol, SmartWater propose également des services de marquage pour les objets d'art.
- « **Protective Technologies International (PTI)** » : PTI fournit des solutions de sécurité, y compris le marquage d'objets d'art pour prévenir le vol et faciliter la récupération en cas de perte.

Malgré le succès apparent des entreprises nommées ci-dessus, beaucoup d’entre elles disparaissent du marché du marquage, comme par exemple la société française DigiTrace, spécialisée dans l’identification et le marquage d’objets de valeurs. Le marché, concurrentiel et difficile à pénétrer, requiert également des moyens de recherche et d’innovation considérables, en plus d’une relation de confiance avec les clients privés et tout particulièrement avec les partenaires institutionnels potentiels. Cependant, il est évident qu’avec un secteur aussi instable, peu d’institutions se montreront disposées à confier le marquage de leur patrimoine culturel à des sociétés pouvant à tout moment disparaître du marché, laissant ainsi les œuvres « prisonnières » de technologies potentiellement non transférables. (6)

Conclusion et ouverture

Au fil de ce rapport nous avons pu voir que le marquage des objets culturels répondait à 3 besoins principaux : l’identification, la gestion et La sûreté.

Revenons sur le marquage d'identification. Qu'il soit apposé directement ou indirectement sur l’objet, il représente une étape cruciale pour assurer la préservation des objets découverts durant les fouilles. En effet ce type de marquage permet aux archéologues de lier l’objet à son contexte, information indispensable à l’analyse qui aura lieu dans un second temps. D’autres acteurs comme les musées pourront ensuite agir sur ce marquage pour diverses raisons (restauration, ajout d’information etc) et assurer ainsi une bonne traçabilité de l’objet au sein de leur collection. En France, cette pratique est encadrée par des réglementations du ministère de la Culture, en conformité avec la loi sur les musées de France et le code du patrimoine. L'obligation de marquer systématiquement les objets issus des fouilles, imposée par ce cadre réglementaire, met en lumière l'effort concerté des acteurs du secteur pour normaliser les pratiques et assurer la traçabilité de ces découvertes. A noter que les collections privées doivent être déclarées auprès du Département des Antiquités, mais que leur inventaire reste à la discrétion du propriétaire, ce qui peut conduire à des objets non marqués. Il faut savoir également que les règles juridiques concernant les fouilles archéologiques et l'identification des objets varient selon les lois de chaque pays. A Chypre par exemple, elles diffèrent pour les fouilles préventives et programmées. Les fouilles préventives sont exclusivement gérées par le Département des Antiquités, tandis que les fouilles programmées peuvent également être réalisées par l'Université de Chypre et des missions étrangères, chaque acteur ayant ses propres méthodes d'inventaire. Au-delà de ce contexte réglementaire, nous avons vu pu voir qu’il s’agissait de méthodes simples à mettre en œuvre nécessitant de la part des personnes en charge des marquages rigueur et minutie pour garantir un marquage lisible et durable. Ces techniques nécessitent peu de matériel (crayons, vernis, étiquette) et de fait sont peu coûteuses. Étant bien visibles, elles permettent également une lecture rapide à l’œil. La déontologie des acteurs du secteur impose que le marquage soit réversible pour préserver l’intégrité de l’objet. Il est donc facilement effaçable ou modifiable au besoin. On notera néanmoins la persistance de techniques de marquage irréversible (gravure, estampillage, poinçonnage), toutefois minoritaires et servant principalement à indiquer l’appartenance de certains biens à une collection historique. Parmi les inconvénients observés, on notera plusieurs éléments. De par ses limitations intrinsèques (réversibilité, faible quantité d’information apposée...) nous avons vu qu’il était insuffisant à lui seul et nécessitait d’être accompagné d’une documentation complémentaire (dossier scientifique, couverture photographique, macrophotographie, base de données). On notera également que sa réalisation peut devenir très chronophage et détourne très souvent les archéologues de leur mission principale qui est l’analyse des objets. Par ailleurs, elle comporte également des défis, notamment en termes de durabilité et de résistance aux manipulations. En effet, ce marquage n’est pas durable dans le temps de par la nature même des produits utilisés et les aléas extérieurs pouvant l’altérer (destruction à cause de la lumière, humidité, animaux etc). Ce dernier point souligne une problématique liée aux conditions de stockage dans les réserves des musées en vue d’améliorer la conservation des objets et indirectement leur marquage. De plus, au vu de la diversité de la nature des objets à marquer et des produits utilisés, un risque d’interactions chimiques est possible et peut s’avérer délétère pour l’intégrité de l’objet. Il est donc toujours recommandé de s’adresser à des professionnels en restauration au moindre doute. Pour finir, il n’est malheureusement d’aucune utilité face aux disparitions de l’objet d’origine involontaire (au moment de sa gestion dans les réserves), ou volontaire (vol) bien que pour ce dernier cas il puisse avoir un léger rôle dissuasif.

Le marquage de gestion est quant à lui centré sur l'utilisation de techniques automatiques utilisant les codes à barres et la radio-identification (RFID/NFC). Il vise à faciliter l'identification, la localisation et le suivi des objets principalement dans la gestion des collections que ce soit en réserve, en transport ou lors d'expositions. Le marquage de gestion contribue également à la protection des objets en facilitant la détection des disparitions et en fournissant des informations essentielles aux autorités lors d'enquêtes. Ce sont également des techniques qui reposent sur la puissance des bases de données et leur capacité à stocker une quantité quasi-infinie d'informations. Ce type de marquage s'adresse principalement aux institutions gérant une grande quantité d'objets sur plusieurs sites, nécessitant une traçabilité efficace des réserves aux lieux d'exposition. Nous avons vu l'existence de plusieurs méthodes telles que les étiquettes code à barres avec lecture directe du code à vue mais aussi les radio étiquettes (RFID/NFC) permettant une lecture indirecte du code à distance sans contact. Chacune présente des avantages. Les codes barres sont facile d'utilisation et largement répandus dans divers secteurs d'activité bien connus (agroalimentaire, santé, industrie...). Ils sont robustes et permettent des innovations (QR code). La radio identification quant à elle permet une discrétion accrue dans le marquage de par la petite taille des puces utilisées. Elle présente aussi une forte capacité de stockage d'informations et la possibilité pour un intervenant extérieur de mettre à jour les informations qu'elle contient. Certaines puces dites « actives » ont une portée de plusieurs dizaines de mètres, limitant ainsi la manipulation des objets. Comme pour les techniques de marquage d'identification, elles présentent elles aussi des limitations. Pour n'en citer que quelques-unes la RFID pose des défis liés à la compatibilité du système avec les matériaux des objets marqués, en métal notamment, et également des questionnements sur l'impact sanitaire des champs électromagnétiques, bien que pour l'heure rien ne soit formellement démontré scientifiquement. Les puces code barre quant à elles peuvent présenter des difficultés à la lecture en raison de la qualité d'impression des étiquettes. De plus, leur taille ne permet pas d'être apposée directement sur des objets de petite taille. De manière plus large ces deux techniques imposent une mise en œuvre complexe et un investissement technologique conséquent (lecteurs optiques, système d'étiquetage, voire système d'échange de données informatiques, puce, adaptation des pièces de stockage etc), ainsi qu'un investissement humain non négligeable (formation du personnel). D'un point de vue sécuritaire elles peuvent toutes les deux être détectées et ôtées de l'objet marqué facilement bien que la miniaturisation des puces RFID puisse maintenant pallier ce problème. La décision de choisir l'une ou l'autre dépendra donc des besoins spécifiques de l'institution en charge du marquage. Elle devra prendre en compte la nature des objets à gérer, la complexité de mise en œuvre, le coût et bien entendu les avantages et inconvénients spécifiques de chaque technologie.

Pour finir, **le marquage de sûreté** vise à renforcer la sécurité des biens culturels en dissuadant le vol, le recel et le trafic illicite. Il permet également de restituer plus facilement à son propriétaire l'objet volé. Il s'agit d'une mesure complémentaire des autres dispositifs de sécurité mis en place comme les systèmes d'alarme, de surveillance vidéo, le contrôle d'accès etc. Il vise divers objets culturels, allant des objets de grande valeur monétaire aux biens culturels de moindre valeur, mais ayant une importance historique, culturelle ou sentimentale. Plusieurs techniques de marquage sont utilisées, chacune avec ses avantages et ses inconvénients. Les méthodes de marquage visibles, telles que la gravure, l'estampillage ou le poinçonnage sont historiquement les premières méthodes de marquage ayant vu le jour mais tendent à disparaître peu à peu au profit de technologies innovantes moins invasives et plus discrètes voire invisibles. Ces nouvelles technologies sont associées à des systèmes informatiques puissants permettant de manipuler, comme pour le marquage de gestion, une quantité quasi-infinie de données concernant l'objet enregistré. Elles garantissent une discrétion accrue et sont très difficilement falsifiables les rendant très performantes sécuritairement parlant. On peut citer le marquage opaque aux rayons X, le micro-marquage au laser, à l'ADN, aux paillettes au pollen, aux

traces chimiques, ou encore plus récemment l’utilisation des nanotechnologies (nanostructures semi-conductrices) ouvrant la voie à des alternatives plus efficaces contre la contrefaçon, à bas coût et difficilement copiable. On notera également l’existence de marquage par insertion directement à l’intérieur de l’objet (puces RFID, capsules microscopiques, autres dispositifs miniaturisés). Chaque technique présente des avantages distincts que nous ne détaillerons pas plus ici mais retenons que les avantages globaux de ces techniques résident dans leur résistance à la falsification, le respect de l’esthétique des œuvres et la capacité à stocker des informations complexes. Toutefois, les défis tels que l’utilisation d’outils de pointe pour marquer ou encore lire le marquage, la nécessité de compétences spécifiques des personnes en charge du marquage et de sa lecture ou encore les coûts associés soulignent les limites de ces techniques qui ne sont en l’état pas généralisables. Pour finir, il ne faut pas perdre de vue que le marquage de sûreté doit perpétuellement se réinventer pour garder une longueur d’avance face à des malfaiteurs toujours plus habiles faisant eux-mêmes profit de ce mêmes nouvelles technologies.

Nous l’aurons également vu dans ce rapport, **le marquage n’est pas spécifique au domaine culturel et peut être répliquable**. Il est en effet utilisé dans divers secteurs d’activité pour assurer la traçabilité, la sécurité et la qualité des produits (médical, agroalimentaire, industrie etc), ces derniers utilisant des technologies similaires au marquage des biens culturels (codes-barres ou des puces RFID...).

Il est également important de noter que les États membres de l’Union Européenne s’engagent depuis plusieurs années dans des efforts concertés pour assurer la traçabilité des biens culturels à travers le marquage. Des pays comme la France, le Royaume-Uni et les Pays-Bas ont mené des études sur des systèmes de marquage appropriés. La Belgique quant à elle a imposé le marquage lors de l’exportation des biens culturels mobiliers. Malgré ces efforts, on observe que le chemin semble encore long et semé d’embûches comme en témoigne l’expérience de l’Italie de 2004, où l’ICCD avait proposé un projet de marquage digital de biens culturels, incluant des méthodes telles que le code magnétique, le code-barre et la puce électronique, liées à une base de données sécurisée pour une identification rapide, la prévention de duplications de catalogage et le contrôle des mouvements des œuvres. Cependant, le projet n’a pu aboutir en raison de contraintes financières. Du côté du secteur privé, les sociétés spécialisées dans le marquage des biens culturels fleurissent grâce à l’avènement des nouvelles technologies. Elles offrent des services allant de la documentation à la gestion des collections. Deux catégories d’entreprises privées sont identifiées : les "généralistes" proposant des systèmes de marquage divers, et les spécialisées dans le marquage des biens culturels. Des exemples tels que « DataTag », « SoftWork », « ArtMark », et « ArtSecurity » illustrent la diversité des approches, utilisant des technologies variées comme les transpondeurs électroniques, les puces RFID, et le marquage à l’ADN. Néanmoins, elles sont elles aussi confrontées à des défis de taille tels que la compétitivité, les faillites fréquentes, et la nécessité d’investissements importants.

En conclusion nous pouvons dire qu’à ce jour aucun système de marquage n’est capable à lui seul d’assurer les trois missions précédemment décrites (identification/gestion/sûreté). Le marquage repose en effet sur des compromis entre les besoins des différents acteurs et les avantages et inconvénients de chaque technique. Dans le cadre du projet NOSE, le prochain rapport visera à lister les besoins des acteurs en termes de marquage ainsi que d’évaluer la possibilité d’utiliser les nanotechnologies pour produire un marquage unique autant utile aux archéologues qu’aux forces de police. Il est important de rappeler que le marquage des objets culturels n’est qu’un outil dans un problème bien plus complexe. Pour être efficace il doit être accompagné d’une compréhension aiguë des enjeux spécifiques à chaque acteur et assorti d’une coopération accrue pour lutter plus efficacement contre les différentes formes d’activités criminelles dans le domaine de l’art et du patrimoine, notamment le trafic illicite de biens culturels et la contrefaçon, à l’échelle locale, nationale

et européenne. Au-delà de relier l’objet à ses informations de contexte ou encore de permettre sa gestion et sa protection, le marquage faciliterait également le règlement de litiges nationaux et internationaux, notamment les cas de propriété et de restitution, ainsi que les procédures d’indemnisation de la part des compagnies d’assurance.

Bibliographie

1. **Centre de Recherche et de Restauration, des musées de France.** *Guide pratique pour le marquage d'identification des biens culturels.* Version 4.8 du 5 juin 2015.
2. **Ministère de la culture.** *Marquage des collections publiques guide méthodologique : évaluation des produits et procédés de marquage.* septembre 2008.
3. **Direction Régionale des Affaires Culturelles, Île-de-France.** *Protocole pour la conservation, le conditionnement, l'inventaire et la remise du mobilier et de la documentation scientifique issus des opérations archéologiques.*
4. **LNE laboratoire national de métrologie , et d'essais.** Fiches d'aide au choix des produits certifiés. [En ligne] septembre 2011. https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/fiches_aide_au_choix_des_produits_certifies.pdf.
5. **C2RMF.** Fiche mise en oeuvre. [En ligne] https://c2rmf.fr/sites/c2rmf/files/fiches_mise_en_oeuvre.pdf.
6. **ICP network.** *Rapport final ISO 9001 : étude sur la traçabilité des biens culturels .* 28 décembre 2004.
7. **Ministère de l'intérieur, DCPJ, OCBC.** Photographier ses objets de valeurs. 2006.
8. **Institut national du patrimoine.** *Dossier de formation : le marquage des oeuvres principes et méthodes .* 2014.
9. **Dubus Michel, Aurélie SasAïd, Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF).** Des produits certifiés pour le marquage des biens culturels. *16e conférence ICOM-CC Lisbonne, septembre 2011.*
10. **Springcard.** what-is-the-difference-between-rfid-and-nfc. [En ligne] <https://www.springcard.com/fr/blog/news/what-is-the-difference-between-rfid-and-nfc>.
11. **Afsset.** Les systèmes d'identification par radiofréquences (RFID) Evaluation des impacts sanitaires. [En ligne] janvier 2009. <https://anmv.anses.fr/fr/system/files/AP2005et0013Ra.pdf>.
12. **M.Dubus, V Le Sant and M.Ramaz, Support/Tracé.** Un protocole pour la qualification de produits de marquage d'identification applicables aux oeuvres d'art. 2006. Vol. 6, pp 58-65.
13. **Sheila R and all, Science.** Submicrometer Metallic Barcodes. 5 octobre 2011. Vol. 294, pp.137-141.
14. **Zengji Yue and all, Nature Comm.** Nanometric holograms based on a topological insulator material. 2017. Vol. DOI: 10.1038/ncomms15354, p.15354.
15. **Chee Len Lay and all, Nanoscale.** Aluminium nanostructures with strong visible range SERS activity for versatile micropatterning of molecular security labels. 2017. Vol. 10, pp.575-581.
16. **Xi Chen and all, Nature Scientific reports.** Synthesis and performance of Zn0 quantum dots water based fluorescent ink for anti counterfeiting applications. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-85468-z>. 2021.
17. **Yan Liu and all, Nature communications.** Inkjet-printed unclonable quantum dot fluorescent anti counterfeiting labels with artificial intelligence authentication. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10406-7> . 3 juin 2019.

18. **Liu and all, ACS Photonics.** Flexible Three-Dimensional Anticounterfeiting Plasmonic Security labels : utilizing Z axis Dependent SERS Readouts to Encode Multilayered Molecular Information. 2017. Vol. 4, p.2529-2536.

Annexes

Annexe n°1 “État de l’art du marquage des biens culturels et recueil des besoins – acteurs du marquage”

PROJET NOSE - nouvelle encre de sécurité pour le marquage des objets archéologiques

Livrables D1.1 – D1.2

ETAT DE L’ART DU MARQUAGE DES BIENS CULTURELS ET RECUEIL DES BESOINS – ACTEURS DU MARQUAGE

QUESTIONNAIRE

Rappel du contexte : Le projet Nose, projet de recherche collaborative, est financé par l’agence nationale de la recherche. La question de l’identification des antiquités est au cœur de la lutte contre le trafic illicite des biens culturels. L’objectif du projet Nose est de développer une encre comprenant des nanoparticules, disposant de niveaux de sécurité, et adaptée pour marquer les objets archéologiques excavés par les archéologues lors de fouilles organisées. Les partenaires de ce projet sont l’université de technologie de Troyes, le laboratoire Hisoma de la maison de l’orient et le centre de recherche de la police nationale.

Date :

NOM DE L’ORGANISME OU DE L’INSTITUTION

EN QUELQUES MOTS DESCRIPTION DE L’ORGANISME OU DE L’INSTITUTION

NOM DE LA PERSONNE AUDITEE ET FONCTION

QUELS SONT LES INTÉRÊTS OU LA FINALITÉ DU MARQUAGE (IDENTIFIER-GERER-PROTEGER) ?

QUELLE(S) EST OU SONT LES MÉTHODES UTILISÉES POUR MARQUER LES BIENS CULTURELS (QUESTION D’ORDRE GENERAL) ?

QUELLE(S) MÉTHODE(S) EST UTILISÉE(S) DANS VOTRE ORGANISATION ? QUELS SONT LES OUTILS ET MATÉRIAUX UTILISES POUR RÉALISER LE MARQUAGE ?

QUEL TYPE DE BIEN EST MARQUE ? EN FONCTION DU BIEN CULTUREL EST-C QUE LA MÉTHODE DIFFÈRE SI OUI EXPLIQUER

NATURE DU MARQUAGE, PRÉCISER SI POSSIBLE LE TYPE D’INFORMATIONS ANNOTÉES ET LA SIGNIFICATION

A QUEL MOMENT LE MARQUAGE EST-IL FAIT ?

COMBIEN DE TEMPS PREND LE MARQUAGE ?

LE MARQUAGE EST-IL DURABLE DANS LE TEMPS ? .

EST-IL RÉVERSIBLE OU PERMANENT ?

LE MARQUAGE ALTÈRE T IL L’OBJET ?

OÙ EST-IL APPOSÉ ?

QUI S’EN OCCUPE ?

LE MARQUAGE NÉCESSITE T’IL DES COMPETENCES PARTICULIÈRES ?

A QUEL COÛT, PRÉCISER

LE MARQUAGE PRÉSENTE T’IL DES DANGERS POUR LA SANTÉ DES MANIPULATEURS ? DES EPI SONT ILS UTILISÉS SYSTÉMATIQUEMENT ?

VOS OBJETS MARQUES SONT ILS RECENSES DANS UNE BASE DE DONNÉES ? SI OUI QUI PEUT AVOIR ACCÈS A L’INFORMATION (EN INTERNE, AUTRES ACTEURS EXTERNES) ?

PENSEZ VOUS QUE CE OU CES MARQUAGES OFFRENT UNE SECURITE SUFFISANTE ?

PENSEZ VOUS QUE CES MARQUAGES PERMETTENT DE TRACER FACILEMENT L’OBJET ARCHEOLOGIQUE (depuis son excavation ou découverte jusqu’à son lieu de stockage sécurisé) ?

QUEL(S) AVANTAGE(S) TROUVEZ VOUS AU SYSTÈME DE MARQUAGE ACTUEL ?

QUELS INCONVENIENTS TROUVEZ-VOUS AU SYSTÈME DE MARQUAGE ACTUEL ?

SI VOUS POUVIEZ APPORTER DES AMELIORATIONS AU SYSTÈME DE MARQUAGE ACTUEL QUELLES SERAIENT ELLES ?

INFORMATIONS SUPPLEMENTAIRES SUR LES BESOINS EN LIEN AVEC LE CAHIER DES CHARGES DU PROJET NOSE

Intégrité de l’objet / perspective archéologiques / acceptante par les utilisateurs / détection du marquage / robustesse du marquage / niveau de sécurité satisfaisant / utilisation de l’encre (production, stockage, epi, database software)

PROPOS LIBRES SI SOUHAIT DE L’AUDITE(E)

AVEZ VOUS DE LA BIBLIORPAHIE ET AUTRE DOCUMENTS À NOUS FAIRE SUIVRE ?

D’AUTRES ACTEURS À NOUS RECOMMANDER ?

Annexe n°2 Recommandations de marquage en fonction de la nature de l’objet

Céramiques glaçurées

Pratiques de marquage	<u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage des céramiques glaçurées sont</u> : l’encre de Chine noire sur une couche de vernis ou, moins souvent, le feutre permanent noir sur une couche de vernis.
Préconisations	<p>Ces matériaux se distinguent des terres cuites rugueuses et poreuses par leur aspect lisse et leur surface moins poreuse. Les matériaux vitrifiés peuvent cependant présenter un réseau de craquelures. Il est possible que ces craquelures laissent passer le produit de marquage qui, par capillarité, tachera le substrat de manière irréversible. Par précaution, appliquer le produit de marquage sur une couche isolante de vernis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • L’encre adhère peu aux surfaces glaçurées et adhèrera mieux sur une couche isolante intermédiaire. • Certaines surfaces particulières (peintes, laquées, vernies...) doivent être traitées avec précaution car elles peuvent réagir avec les produits généralement utilisés pour le marquage des objets.
Emplacement	discret mais facile à repérer, en dessous du pied.

Terre cuite

Pratiques de marquage	<u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage du support terre cuite sont</u> : l’encre de Chine noire ou blanche sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis, l’encre acrylique blanche ou noire, la peinture acrylique blanche ou jaune, la gouache rouge, les feutres permanents noirs et les étiquettes reliées par un fil à l’objet. L’encre de Chine peut être appliquée avec un stylo à pointe tubulaire pour un marquage de plus grande précision.
Préconisations	<ul style="list-style-type: none"> • Les supports poreux absorbent les produits de marquage ainsi que les vernis. Le marquage indirect est préconisé. • Les surfaces peintes doivent être traitées avec précaution : elles peuvent réagir avec les produits de marquage. Le marquage indirect est préconisé.

Verre, vitraux, émaux

Pratiques de marquage	<u>Le produit traditionnellement utilisé pour le marquage du verre est</u> : l’encre de Chine, noire ou blanche pour les verres incolores, sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis.
Préconisations	<p>Les matériaux vitrifiés peuvent présenter un réseau de craquelures. Il est possible que ces craquelures laissent passer le produit de marquage qui, par capillarité, tachera le substrat de manière irréversible. Par précaution, appliquer le produit de marquage sur une couche isolante de vernis.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certaines surfaces particulières (peintes, laquées, vernies...) doivent être traitées avec précaution car elles peuvent réagir avec les produits généralement utilisés pour le marquage des objets. • L’encre adhère peu aux surfaces vitrifiées et adhèrera mieux sur une couche

	isolante intermédiaire.
Emplacement	Discret mais facile à repérer. Sur le verre transparent sur les zones de collage à chaud, au niveau du pied des œuvres ; sur les pièces de forme transparentes marquer en dessous ou à l’intérieur de l’objet, selon la forme.

Métaux

Pratiques de marquage	<u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage du support métal sont</u> : les étiquettes reliées par un fil à l’objet, l’encre de Chine noire ou blanche sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis, la peinture acrylique blanche ou jaune (après vérification du pH), l’encre acrylique noire ou blanche et les feutres permanents noirs.
Préconisations	Le marquage indirect peut se justifier pour des raisons de conservation de l’objet. étiquettes en carton neutre ou non-tissé de polyester, attachées ou placée dans le sachet ou dans la boîte contenant l’objet si la surface est poreuse <ul style="list-style-type: none"> • Ne jamais utiliser de produits de marquage à un pH basique. Ces produits altèrent la surface des métaux (cuivre, argent...). • Des problèmes de corrosion peuvent apparaître avec certains produits ou lorsque des étiquettes adhésives sont utilisées.
Emplacement	sur une partie non visible mais facilement accessible. ne pas marquer les surfaces corrodées. Monnaie et médailles : reporter le numéro sur le porte-pièce. Pour les sculptures sur la partie arrière ou sur une partie non visible, en bas de la sculpture, éviter de marquer sous la base des objets lourds et fragiles.

Os et ivoire

Pratiques de marquage	<u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage de l’os et de l’ivoire sont</u> : l’encre de Chine noire sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis, les marqueurs noirs à pointe tubulaire entre deux couches de vernis pour les objets nécessitant un marquage de grande finesse et les étiquettes (galon de coton ou de non-tissé de polyéthylène) reliées par un fil à l’objet.
Préconisations	<ul style="list-style-type: none"> • Une isolation par un vernis peut être nécessaire pour protéger la zone d’inscription de ces supports. • Si aucun endroit ne convient pour le marquage, relier une étiquette en galon de coton ou de non-tissé de polyéthylène reliées par un fil à l’objet et reporter le numéro sur l’encadrement ou sur la boîte de conditionnement de l’objet.
Emplacement	à la base, si possible au revers.

Pierre

Pratiques de marquage	<p><u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage du support pierre sont :</u></p> <p>l’encre de Chine noire ou blanche sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis, les feutres permanents noirs, la peinture acrylique blanche ou jaune, la gouache rouge, les étiquettes adhésives et les étiquettes reliées par un fil à l’objet.</p>
Préconisations	<ul style="list-style-type: none"> • Il peut être utile d’appliquer une couche de vernis sur le support. Les tests ont montré que le marquage risque de perdre en lisibilité s’il est recouvert d’une deuxième couche de vernis. • Un seul marquage direct peut s’avérer insuffisant sur un lapidaire qui s’effrite.
Emplacement	<p>Pour les sculptures sur la partie arrière ou sur une partie non visible, en bas de la sculpture, éviter de marquer sous la base des objets lourds et fragiles.</p>

Peaux

Pratiques de marquage	<p><u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage des peaux sont :</u></p> <p>l’encre de Chine sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis et les étiquettes (gallon de coton ou de non-tissé de polyéthylène) reliées par un fil à l’objet.</p>
Préconisations	<p>Les surfaces peintes doivent être traitées avec précaution car elles peuvent réagir avec les produits de marquage.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Certaines peaux peuvent être tâchées de manière irréversible par le vernis. • Utiliser des étiquettes en carton neutre ou en non-tissé de polyéthylène. Le lien de l’étiquette doit être en matière imputrescible, non comestible et sans colorant, comme le fil de polyester blanc, la ficelle de polypropylène ou le ruban de non-tissé de polyéthylène.
Emplacement	<p>discret mais facile à repérer, si possible au revers ou sur la tranche de l’objet.</p>

Bois et support bois des peintures

Pratiques de marquage	<p><u>Les produits traditionnellement utilisés pour le marquage du support bois sont :</u></p> <p>l’encre de Chine noire sur une couche de vernis ou entre deux couches de vernis, l’encre noire, les feutres permanents noirs, le noir de fumée et les étiquettes adhésives ou reliées par un fil à l’objet.</p>
Préconisations	<p>Certaines surfaces particulières (peintes, laquées, vernies...) doivent être traitées avec précaution car elles peuvent réagir avec les produits généralement utilisés pour le marquage des objets.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Il peut être nécessaire d’appliquer une couche de vernis sur les surfaces poreuses, si la fragilité de ces surfaces le permet. Les tests ont montré que le marquage risqué de perdre en lisibilité s’il est recouvert d’une deuxième couche de vernis. • Pour limiter les manipulations en réserve, des étiquettes attachées à l’objet et directement visibles peuvent être utilisées.

	<ul style="list-style-type: none"> • Pour le marquage des tableaux peints sur toile et montés sur châssis, le marquage peut être direct ou indirect (étiquettes adhésives). • Le marquage est indirect dans le cas de revers peint, de châssis peint ou comportant des inscriptions.
<p>Emplacement</p>	<p>à l'arrière des commodes et des coffres, au dos du pied arrière gauche des chaises, sur la ceinture des tables, sur le côté extérieur, près du bas des pieds des lits. La dimension de la marque est proportionnelle à celle de l’objet</p>