



**Appel à Projets iCAVS II**  
**CPER MAuVE**  
**MédiAtions VisuElles : culture numérique et création**  
**Campagne 2017-2019**

Date limite de dépôt 12 juin 2017  
Contact : [mauve@univ-lille.fr](mailto:mauve@univ-lille.fr)

*Les projets seront évalués selon leur adéquation avec MAuVE, leur cohérence interne, les partenariats, leur potentiel de valorisation et leur faisabilité sur deux ans. Le financement des projets est conditionné par l'octroi des fonds par le Conseil Régional.*

**Titre du projet**

*L'orfèvrerie médiévale à l'épreuve de la modélisation numérique : l'exemple de la valorisation de deux œuvres septentrionales et leur exploitation scientifique pour la création d'un e-corpus*

**Coordinateur.trice.s du projet**

Marc GIL, maître de conférences, Université de Lille-Institut de Recherches historiques du Septentrion (IRHIS) UMR-CNRS  
Pierre HALLOT, chargé de cours (maître de conférences), Université de Liège, Centre européen d'archéométrie (CEA), Documentation Interprétation et Valorisation du Patrimoine et de l'Architecture (DIVA).

**Membres de l'équipe**

NOM et prénom, fonction, rattachement, discipline, rôle dans le projet, adresse électronique

GIL Marc, maître de conférences, Université de Lille, Histoire de l'art, spécialiste des arts figurés du Moyen Âge, co-coordonateur du projet, membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests; [marc.gil@univ-lille3.fr](mailto:marc.gil@univ-lille3.fr)

HALLOT Pierre, chargé de cours (maître de conférences), Université de Liège-CEA/UGeom/DIVA, archéométrie-géomatique, co-coordonateur du projet et en charge de la numérisation 3D et de la mise au point du système d'acquisition des informations ; [p.hallot@ulg.ac.be](mailto:p.hallot@ulg.ac.be).

TIXIER Frédéric, maître de conférences, Université de Lorraine-Nancy, chercheur associé à l'IRHIS, histoire de l'art, spécialiste de l'orfèvrerie médiévale et du fait religieux ; membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests ; [frederic.tixier@univ-lorraine.fr](mailto:frederic.tixier@univ-lorraine.fr)

BARRAGUÉ-ZOUIA Laetitia, conservatrice du patrimoine, Palais des Beaux-Arts de Lille, en charge du département d'art médiéval et de la Renaissance et des objets d'art ; membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests; [lbarrague@mairie-lille.fr](mailto:lbarrague@mairie-lille.fr)

DESCATOIRE Christine, agrégée d'histoire et conservatrice en chef au musée de Cluny-musée national du Moyen Âge (Paris), en charge des collections d'orfèvrerie, spécialiste des

émaux, et chercheuse associée à l'IRHiS ; membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests ; [christine.descatoire@culture.gouv.fr](mailto:christine.descatoire@culture.gouv.fr)

GEORGE Philippe, conservateur du Trésor de la cathédrale de Liège, Histoire/histoire de l'art, spécialiste de l'orfèvrerie mosane et de la dévotion médiévale ; membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests ; [philippe.george@tresordeliege.be](mailto:philippe.george@tresordeliege.be)

SAFFRÉ Romain, directeur des musées de Saint-Omer, musée de l'Hôtel Sandelin/Ville de Saint-Omer, histoire de l'art ; membre de l'équipe SHS pour l'établissement du *e-corpus* et d'une charte type pour l'étude des deux œuvres tests ; [musees-direction@ville-saint-omer.fr](mailto:musees-direction@ville-saint-omer.fr)

### **Justification des Partenaires et collaborations (laboratoires, autres)**

#### **Université de Lille, Institut de Recherches historiques du Septentrion (IRHiS) UMR-CNRS.**

La qualité du pôle Recherche de l'université Lille 3 a été saluée par l'Agence d'évaluation de la recherche (ANR, 2009) qui a reconnu, entre autres, l'excellence de l'Institut de Recherche historique du Septentrion/IRHiS (UMR-CNRS), auquel appartient Marc Gil, co-porteur du projet. L'ouverture interdisciplinaire y est fortement soutenue. L'IRHiS a développé un axe de recherche "Cultures visuelles et matérielles" qui intègre le programme "Sciences et Cultures du Visuel" (SCV). Le projet porté par M. Gil et P. Hallot s'inscrit parfaitement dans l'axe 1 de l'Institut : "Constructions culturelles, sociales et économiques des artefacts visuels". M. Gil, historien de l'art médiéval et spécialiste des arts figurés (Artois, Flandre, Hainaut), a coordonné plusieurs partenariats de recherches avec les Archives du Nord et les musées de la région (Arras, Lille, Saint-Omer), associant des étudiants de master. L'un de ces partenariats a concerné l'inventaire des pièces d'orfèvrerie du musée d'Arras. Enfin, il a assuré, avec C. Descatoire du Musée de Cluny, le commissariat de l'exposition "*Une renaissance. L'art entre Flandre et Champagne, 1150-1250*" (2013, musée de Saint-Omer/musée de Cluny, Paris).

#### **Université de Liège – Centre européen d'archéométrie (CEA), unité de géomatique.**

Le choix de l'Université de Liège comme partenaire se justifie par l'apport de compétences relatives à l'acquisition et la modélisation de données tridimensionnelle du patrimoine. Grâce à l'expertise acquise au sein de l'Unité de Géomatique et dans les laboratoires DIVA/LNA (Documentation Interprétation Valorisation de l'Architecture / Laboratoire de Culture Numérique en Architecture), le partenaire liégeois répond aux besoins techniques et méthodologiques nécessaires à la bonne réalisation de ce projet. La réalisation de plusieurs projets de recherche et valorisation du patrimoine, nécessitant l'acquisition de données via lasergrammétrie et photogrammétrie, a permis au partenaire de se rôder à l'utilisation de techniques d'acquisition sur des édifices de grande taille tels des monuments classés, Cathédrales, églises... Depuis plusieurs mois maintenant, le partenaire s'est concentré sur des éléments de plus en plus petits nécessitant l'adaptation des techniques d'acquisition afin d'augmenter la granularité de l'acquisition. De cette manière, un grand nombre de détails peuvent être collectés pour étudier toute la diversité des éléments acquis. Les recherches menées actuellement au sein des laboratoires visent à adapter l'acquisition, notamment via photogrammétrie, à des éléments possédant des propriétés tels une grande réflectance, translucidité... caractéristiques que l'on retrouve dans les pièces d'orfèvrerie. Pierre Hallot, co-porteur du présent projet, participe par ailleurs à plusieurs séminaires de recherche en collaboration avec l'IRHiS.

#### **Université de Lorraine – pôle de Nancy, Centre de recherche universitaire lorrain d'Histoire (CRULH)**

Le Centre de Recherche Universitaire Lorrain d'Histoire (CRULH) de l'université de Lorraine (bi-site Metz et Nancy) rassemble une cinquantaine d'enseignants-chercheurs autour de différentes thématiques de recherche pluridisciplinaires en histoire, histoire de l'art et musicologie. Parmi celles-ci, l'axe sur « les faits religieux » a pour mission d'étudier les multiples formes de christianisme sur un vaste territoire de frontières (nord de la France, Champagne, Meuse et jusqu'à l'ancien duché de Savoie) entre Moyen âge et Temps Modernes. C'est au sein de cet important programme scientifique que travaille Frédéric Tixier, maître de conférences en histoire de l'art médiéval (université de Lorraine, campus Nancy). Spécialiste des arts précieux depuis sa

thèse (2010, université Paris Ouest – Nanterre La Défense) publiée en 2014 (*La monstration eucharistique. Genèse, typologie et fonctions d'un objet d'orfèvrerie XIIIe-XVIe s.*, Presses Universitaires de Rennes), il participe régulièrement à divers colloques nationaux ou internationaux : "Les objets médiévaux et l'histoire de l'art"(2006), "L'Objet rituel"(2013), "L'Œuvre de la Meuse"(2014), "L'art Mosan"(2015), "Emaux du Moyen âge" (2017) et a publié plusieurs ouvrages sur ces mêmes problématiques (2011, 2014). Par ailleurs, Frédéric Tixier a déjà collaboré à de grandes expositions, en particulier sur *Une renaissance. L'art entre Flandre et Champagne, 1150-1250* (2013, Musée de Cluny, Paris/Musée de Saint-Omer), portée par C. Descatoire et M. Gil.

#### **Liège, Trésor de la cathédrale de Liège.**

Le Trésor de l'actuelle cathédrale de Liège abrite une des plus importantes collections d'orfèvrerie de Belgique, provenant, entre autres, du trésor de l'ancienne cathédrale Saint-Lambert (détruite). Le Trésor est aussi le siège social de l'Association internationale sans but lucratif (asbl) *Europae Thesauri*, créée en 2005 à l'initiative de ses Conservateurs actuels ([www.europaethesauri.eu](http://www.europaethesauri.eu)) et dont l'objet social est la rencontre de responsables, ainsi que de professionnels (gestionnaires, chercheurs, conservateurs, conservateurs-restaurateurs, historiens, historiens de l'art, archivistes) en vue d'échanges scientifiques, littéraires et techniques. Son objectif est de favoriser la collaboration et la synergie des institutions pour préserver et cultiver l'image d'exception des Trésors ecclésiastiques. *Europae Thesauri* se veut l'instigateur d'une médiation nouvelle et interdisciplinaire, destinée à intéresser le grand public à la connaissance et à la compréhension des Trésors par une mise en valeur adaptée et respectueuse des œuvres. Le choix du Trésor de la Cathédrale de Liège, se justifie ainsi à plusieurs titres : sa collection d'orfèvrerie d'abord, connue internationalement, ensuite son implication dans *Europae Thesauri*, réseau associatif international des Trésors ecclésiastiques, atout fondamental dans l'économie du projet. Enfin, le Conservateur de la cathédrale de Liège, Philippe George, est l'un des grands spécialistes de l'orfèvrerie médiévale et a organisé plusieurs colloques internationaux sur cette question, auxquels ont participé plusieurs partenaires du projet (C. Descatoire, M. Gil, F. Tixier), il a par ailleurs collaboré au catalogue de l'exposition, *Une renaissance. L'art entre Flandre et Champagne, 1150-1250* (2013, Musée de Cluny, Paris/Musée de Saint-Omer), dirigé par C. Descatoire et M. Gil.

#### **Lille, Palais des Beaux-Arts.**

Le Palais des Beaux-Arts de Lille est l'un des plus importants musées de France par la qualité de ses collections, notamment de la région dite des Anciens Pays-Bas. Le musée possède une collection d'objet d'art notable, en particulier de pièces d'orfèvrerie de la période concernée par le projet, qui témoignent de la qualité exceptionnelle de la production des orfèvres régionaux aux XII<sup>e</sup>- XIII<sup>e</sup> siècles. Le choix du Palais des Beaux-Arts comme partenaire du projet se justifie à la fois par la nature des œuvres concernées, au cœur de ses collections, et par l'objectif du projet, la création d'un *thesaurus* digital qui permettra au public de s'approprier des objets exceptionnels grâce à leur numérisation. Laetitia Barragué-Zouita est le conservateur en charge des collections du Moyen Âge et de la Renaissance. Elle a particulièrement orienté son travail de recherche sur les objets d'art médiévaux de la collection, en bénéficiant d'un programme d'invitation à l'Institut national d'Histoire de l'Art à Paris de mai à juillet 2017. Ces recherches s'inscrivent dans le cadre du nouveau Projet Scientifique et Culturel, qui permettra un réaménagement progressif de ses espaces afin de mieux présenter les œuvres en tenant compte des nouveaux usages du public, notamment dans le domaine des nouvelles technologies. De manière plus générale, le musée est très impliqué dans le développement d'outils innovants avec d'autres partenaires institutionnels ou privés (2013, présentation du dispositif d'immersion "le Vase qui Parle" (Université de Lille 3 et Dévotité) ; 2016, 4<sup>e</sup> édition de Muséohub autour des maquettes et de leur potentiel numérique ; 2017, inauguration d'un espace de découverte des collections par le numérique dans l'atrium du Palais ; accueil régulier d'expérimentations en sciences cognitives autour des collections permanentes avec les laboratoires de Daniel Schmitt (Université de Valenciennes), de Cécile Tardy (Université de Lille) et Mathias Blanc (CNRS)). Le PBA a ainsi une véritable expertise dans le domaine de la médiation par les nouveaux outils numériques.

#### **Paris, Musée de Cluny-Musée national du moyen Âge.**

Le musée de Cluny – musée national du Moyen Âge possède d'importantes collections d'orfèvrerie médiévale, en particulier des pièces exécutées dans les régions septentrionales (Flandre, Artois,

Picardie, Hainaut, Meuse). Institution reconnue internationalement et membre du Réseau européen des musées d'art médiéval, le musée de Cluny a établi des liens scientifiques avec de grandes institutions muséales mondiales (Belgique, Allemagne, Royaume-Uni, Italie, États-Unis, Canada et Japon par exemple). Il existe au sein de la Conservation du musée un pôle important de recherche sur l'orfèvrerie médiévale, dirigé par Christine Descatoire, agrégée d'histoire, conservatrice en chef chargée des collections d'orfèvrerie au musée de Cluny, spécialiste de l'orfèvrerie médiévale et des émaux, chercheuse associée à l'IRHIS. Elle a organisé des expositions d'orfèvrerie, ou comportant des pièces orfévrees, de rayonnement national ou international, en particulier "Une renaissance. L'art entre Flandre et Champagne, 1150-1250", projet mené en collaboration avec M. Gil et en partenariat avec le musée de l'hôtel Sandelin de Saint-Omer. Elle a participé enfin à l'inventaire et à la base sur les émaux méridionaux, hébergée par l'Institut national d'Histoire de l'Art.

#### **Saint-Omer, Musée de l'Hôtel Sandelin.**

Le musée de l'hôtel Sandelin de Saint-Omer assure une mission de conservation, d'étude et de valorisation du patrimoine culturel, conformément au Code du Patrimoine. Il a acquis une expérience reconnue dans l'organisation de projets d'exposition de rayonnement national et euro-régional, notamment sur l'orfèvrerie septentrionale (exposition *Une renaissance*, labellisée d'Intérêt national, 5 avril-28 juin 2013), ainsi que dans la valorisation du patrimoine par la restitution numérique en 3 D. Le choix du partenaire se justifie pleinement pour deux raisons. Le musée possède une des plus importantes collections d'orfèvrerie septentrionale médiévales, d'origine régionale transfrontalière (Flandre-Artois-Hainaut), répondant aux critères de sélection du corpus retenus pour le projet. Par ailleurs, le directeur du musée, Romain Saffré, en tant que conservateur du patrimoine (Institut national du Patrimoine), archiviste-paléographe et docteur en histoire (*Une banque suivant la cour de Rome, Antonio della Casa et la France (1439-1452)*) présente toutes les qualités scientifiques et techniques nécessaires à la réussite de ce projet. Il a, d'ailleurs, repris la politique mise en place par son prédécesseur, Marie-Lys Marguerite, de développement d'une nouvelle médiation numérique autour des collections et notamment de l'orfèvrerie. Cette réflexion est un véritable atout dans l'économie du projet.

#### **Description du projet (2 pages maximum)**

**Présentation, contexte :** Notre projet est né des réflexions menées par C. Descatoire, conservatrice en chef au musée de Cluny, et M. Gil (université Lille3-IRHiS), avec deux autres spécialistes de l'orfèvrerie, P. George (Trésor de Liège), et F. Tixier (Université de Lorraine), à l'occasion de l'exposition, *Une renaissance. L'art entre Flandre et Champagne 1150-1250*, que C. Descatoire et M. Gil avaient organisée au musée de Cluny, à Paris, et au musée de l'Hôtel Sandelin à Saint-Omer, au printemps 2013. Un constat avait été fait : l'orfèvrerie septentrionale des XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles avait produit de grands chefs d'œuvre, dont certains, témoins insignes du talent des orfèvres du Nord, étaient conservés dans les Haut-de-France. Pourtant, contrairement à l'orfèvrerie méridionale médiévale, bien connue du grand public grâce aux émaux limousins, celle des régions nord ne l'était vraiment que des spécialistes, et n'avait jamais bénéficié de l'établissement d'un corpus international en ligne, à la différence des émaux méridionaux ([http://agorha.inha.fr/inhaprod/jsp/reference.jsp?reference=INHA\\_METADONNEES\\_28](http://agorha.inha.fr/inhaprod/jsp/reference.jsp?reference=INHA_METADONNEES_28)) ou, dans un autre domaine, des ivoires gothiques (<http://www.gothicivories.courtauld.ac.uk>).

Ce projet, d'histoire de l'art et des techniques, a donc pour objet d'étude l'orfèvrerie septentrionale des XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles, avec un axe majeur consacré à la modélisation (3D) et à la restitution en réalité augmentée des objets, deux apports essentiels pour une meilleure compréhension des techniques d'assemblage et, associées aux analyses physico-chimiques, des techniques de fabrication des objets et de leurs matériaux. Les informations ainsi recueillies viendront nourrir une base de données, consultable en ligne, où seront associées données informatives et analytiques aux modèles 3D des éléments étudiés. Par ailleurs, le projet permettra de mieux faire connaître ces œuvres par le biais d'une exposition virtuelle, commentée sur les aspects techniques de fabrication.

Dans le cadre de l'appel à projet CPER MAuVE, et les deux années du programme, il ne s'agit bien évidemment pas de vouloir explorer la totalité des pièces d'orfèvrerie septentrionales déjà repérées, mais, dans un souci d'efficacité, de tester la méthode et les techniques d'acquisition des

images en se focalisant sur deux œuvres uniques, conservées au musée de l'Hôtel Sandelin à Saint-Omer : le Pied de croix de l'abbaye Saint-Bertin (v. 1170-1180) et la croix-reliquaire de la Vraie Croix, provenant de l'abbaye de Clairmarais (v. 1210-1220).

### **Pourquoi le choix de ces deux objets ?**

Richesse, raffinement et expressivité sont les maîtres-mots qui caractérisent ces "objets", qui dégagent un grand potentiel d'émotion. Ce sont des pièces exceptionnelles à maints égards, aussi bien éclairant sur les mentalités religieuses, la dévotion et les thèmes iconographiques de prédilection des objets liturgiques, que, surtout, représentatives de l'habileté des orfèvres-émailleurs des régions septentrionales au tournant du XIIe et du XIIIe siècle, et emblématiques du monde médiéval, notamment par leur iconographie.

Richesse et éclat des matériaux : dorure (argent doré, cuivre doré), pierres précieuses, émaux ; couleurs des émaux et des gemmes.

Prouesse technique : variété et raffinement des techniques. Un éventail représentatif des techniques des orfèvres-émailleurs médiévaux.

**Le pied de croix de Saint-Bertin** présente une association harmonieuse des parties en deux dimensions (émaux) et en trois dimensions (figures en ronde-bosse), avec des couleurs d'une puissante vivacité et des émaux offrant une réelle verve narrative. Les figures en ronde-bosse sont d'une grande expressivité, notamment les statuette des évangélistes rédigeant leur évangile, figures dynamiques et personnalisées, toutes différentes les unes des autres.

**La croix de Clairmarais** impressionne par ses grandes dimensions, la richesse de ses matériaux et l'éventail de ses techniques, le contraste entre l'avvers très coloré et non figuré, et le revers figuré et presque monochrome. Qualité exceptionnelle des figures gravées du revers et du réseau de filigranes de l'avvers.

Au-delà de leur qualité d'exécution exceptionnelle, ces deux œuvres concentrent de nombreux critères d'ordre à la fois historiques, artistiques et techniques. Le Pied de croix est un chef d'œuvre de l'orfèvrerie médiévale du nord de la France et le seul exemple conservé en France d'un pied de croix orfèvré et émaillé de la fin du XII<sup>e</sup> siècle (celui, célèbre, de l'abbaye royale de Saint-Denis a été fondu à la Révolution et n'est plus connu que par une longue description qu'en a donnée son commanditaire l'abbé Suger). La Croix de Clairmarais, de grandes dimensions (classée MH), est conservée au musée Sandelin, mais appartient en réalité à la Confrérie Notre-Dame-des-Miracles de Saint-Omer. Son étude et sa numérisation sont donc un enjeu patrimonial de conservation de l'œuvre puisqu'elle possède toujours un caractère liturgique et peut encore aujourd'hui être usitée lors des processions de la confrérie. Surtout, ces deux objets, très complexes dans leur mode de fabrication, concentrent toutes les difficultés que l'on peut rencontrer lors de la numérisation par photogrammétrie ou par lasergrammétrie : dimensions, figures en ronde-bosse associées à des émaux et à des frises en relief ou ajourées, pierres précieuses, perles, verroterie, filigranes, nielle, argent et cuivre doré etc. La complexité géométrique, associée à des matériaux réfléchissant ou déviant les rayons lumineux (phénomènes de réflectance), rend la mise en œuvre des méthodologies classiques d'exploitation photo ou laser inefficace ; d'autres méthodes de mise en œuvre sont à imaginer.

**Objectifs, résultats attendus** : L'objectif est ainsi de proposer de nouveaux modes d'exploitation des objets du patrimoine, en l'occurrence, l'orfèvrerie médiévale. Ces nouveaux modes doivent permettre d'exploiter des objets disparus, disséminés ou complexes, au travers d'environnements numériques ou reconstruits (impression 3D). Cela requiert l'établissement d'un *e-corpus* standardisé, contenant des données variées sur les pièces d'orfèvrerie notamment de l'imagerie 3D et des analyses archéométriques. Le programme sera conduit selon deux axes. Le premier, réunira une équipe pluridisciplinaire SHS/CEA-UG qui mènera une réflexion sur l'établissement et les modes d'exploitation de l'*e.corpus* (base d'informations), avec une analyse des besoins et l'établissement des spécifications techniques, relatifs à l'exploitation des pièces d'orfèvrerie. Les deux pièces du musée Sandelin serviront d'objets étalons pour la constitution de cet *e.corpus*. Le second axe, mené essentiellement par l'équipe CEA-UG de Liège, en coordination avec l'équipe SHS, concernera la mise en place d'une procédure et d'une méthodologie de numérisation des deux pièces selon les deux modes d'acquisition des images, photogrammétrie et scanner 3D. Il résultera de cette recherche méthodologique un modèle numérique des deux éléments étudiés. La restitution dans l'*e-corpus* (histoire de l'art, données archéométriques, 3D) sera de deux types :

l'une simplifiée pour le grand public et les acteurs de la culture (médiation, diffusion de l'information, manipulation ludique de l'objet virtuel), l'autre plus complexe, permettant un travail collaboratif d'équipes distantes de chercheurs (mise à jour et enrichissement des informations, manipulations du modèle numérique, annotation du modèle 3D à l'aide de sources documentaires).

**Évaluation des risques :**

La réalisation de l'*e-corpus* pose des difficultés techniques en raison, entre autres, de la spécificité des matériaux utilisés pour réaliser des œuvres d'orfèvrerie. Une étroite collaboration entre les chercheurs en histoire de l'art, en archéométrie, en géomatique et en informatique, avec le soutien d'acteurs patrimoniaux et culturels, est nécessaire pour développer les innovations indispensables à ces applications techniques et leur mise en œuvre sur les pièces. Cette union entre ces différents partenaires, ayant chacun une expertise propre, permettra de conduire au résultat escompté, dans la perspective du développement de filières numériques et de l'économie de la création.

**Principaux obstacles à surmonter (1 demi page maximum)**

Les techniques d'acquisition de données géométriques ont fortement évolué ces dernières années. L'amélioration des capacités techniques des outils informatiques, combinée aux développements technologiques de la photographie numérique et de la mesure au scanner laser, permet aujourd'hui d'obtenir des modèles 3D d'éléments construits assez rapidement et surtout avec une grande précision. Cependant, ces technologies sont principalement utilisées pour la documentation du patrimoine bâti. Ces cas d'utilisation mettent en œuvre des édifices de grande taille, composés de matériaux principalement non réfléchissants. L'objectif de ces numérisations est souvent d'obtenir des représentations 3D utilisées comme support pour des visites virtuelles, des productions vidéos ou d'en déduire les représentations architecturales communes (plans, coupes, élévations).

Depuis peu, on assiste à un changement de l'échelle des éléments numérisés. Ce changement est directement issu de l'augmentation de la précision et de la granularité (niveau de détails) qu'il est possible d'obtenir avec ces technologies. Les progrès de ces technologies ont déjà permis d'adapter le processus de numérisation 3D à la sculpture (bois, pierre) mono ou polychrome.

Cependant, l'adaptation des techniques de numérisation aux pièces d'orfèvrerie pose trois obstacles majeurs qu'il convient de surmonter en vue de la réalisation d'un *e.corpus* : la réflectance des matériaux ; la précision géométrique sur ces éléments de petite ou très petite taille et l'uniformisation des couleurs et textures.

Les œuvres d'orfèvrerie sont majoritairement composées de métaux polis et dorés afin de refléter la lumière qui arrive sur eux. Cette réflexion est un obstacle majeur à l'utilisation de techniques de lasergrammétrie, par exemple, qui fonctionne sur base de la mesure du temps de parcours d'un rayon lumineux projeté sur l'objet à mesurer. Si cet objet reflète la lumière dans une direction particulière, alors toutes les mesures de distances acquises seront faussées et il ne sera pas possible de le reconstruire. L'acquisition par photogrammétrie repose sur la reconnaissance d'éléments identiques dans plusieurs prises de vues. À nouveau, si un reflet apparaît dans l'objet, il influencera la mesure ou il y sera représenté. De plus, la multiplicité des prises de vues réalisées pour une modélisation photogrammétrique induit des changements de teinte des textures dans le modèle 3D. Or, pour permettre une étude précise d'éléments tels les émaux, une couleur « vraie » est primordiale. Nous pensons que la clé permettant de passer outre ces obstacles est la combinaison des mesures. L'utilisation conjointe du laser et de la photogrammétrie permet de réduire voire annuler les effets de réflectance et d'assurer une bonne précision géométrique. D'autre part, la mise en œuvre d'une méthodologie de prises de vue, contrôlée d'un point de vue de la lumière, et l'utilisation de chartes de couleurs devraient aider à la normalisation des couleurs.

**Apports relativement aux « verrous » identifiés par MAuVE (1 demi page maximum)**

Le projet proposé ne vise pas au développement technologique d'un nouvel outil d'acquisition, il est orienté vers une recherche scientifique permettant la mise en œuvre de méthodologies et de

processus de relevés à l'aide des outils actuels. À ce jour, cette réflexion, sur l'utilisation des technologies existantes et de la pertinence de leur utilisation dans les champs d'application de l'orfèvrerie, est une approche nouvelle et innovante. Un des résultats de ce projet de recherche sera la proposition de méthodologies d'acquisition 3D dans ces contextes particuliers. Ces méthodologies seront reproductibles afin, par la suite, d'alimenter un corpus complet, à la fois des pièces d'orfèvrerie des XII<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècle, mais également de tous les artefacts composés des mêmes types de matériaux ou présentant les mêmes particularités.

Les outils de visualisation, de représentation des données 3D sont conçus comme des outils de communication portants sur un objet tel qu'il est « réellement ». La multiplicité des types d'informations acquises lors de l'étude d'une pièce n'est jamais abordée. Les outils de visualisation 3D proposent une représentation photo-réaliste de l'élément. Cependant, il existe tout un autre champs d'informations thématiques (thermographie, rayon-x, sectorisation sémantique...) qui peuvent être représentés afin d'aider à l'étude ou la compréhension dans un espace virtuel. L'objectif de ce projet est également de permettre la représentation, dans l'espace 3D manipulable, d'une information actuellement limitée à des modes de visualisations complexes et limités à un tout petit nombre d'utilisateurs.

Pour un utilisateur lambda, l'expérience de manipulation d'un objet dans un espace virtuel peut être décevante s'il ne sait pas quoi regarder sur l'objet qu'il manipule. L'amélioration des outils d'interactions passe, à notre sens, par la liaison de la représentation avec une description sémantique des parties représentées. On peut de la sorte imaginer un système où, en fonction de l'étape de description de l'objet, la représentation virtuelle qui lui est faite change de point de vue, se transforme géométriquement, ajoute ou supprime des éléments, propose des représentations de variables thématiques...

### **Besoins en compétences R&D, SHS, gestion (1 demi page maximum)**

La faisabilité du projet repose sur la disponibilité du matériel d'acquisition lasergrammétrique et photogrammétrique et sur l'expertise de leur utilisation. Ces différents outils sont présents à l'Unité de Géomatique de l'ULg. Fort de plusieurs années d'expériences dans le domaine de l'acquisition de données géospatiales et de données 3D pour la conservation numérique du patrimoine, nous partons d'une base solide pour aborder la recherche et le développement des méthodes d'acquisitions visant à la collecte de données pour la composition d'un *e-corpus*.

Cependant, au-delà d'une expertise technique, la méthode d'acquisition proposée doit satisfaire un domaine d'application particulier. C'est uniquement par un travail conjoint avec les experts en orfèvrerie médiévale qu'il sera possible de concevoir une méthodologie adaptée. En effet, les questions de précisions relatives aux mesures impactent l'interprétation et la restitution de l'élément acquis. Sans connaissance de l'exploitation et de l'interprétation donnée aux résultats, une technique d'acquisition standard proposera, sans nul doute, un résultat non satisfaisant car soit trop peu précis soit trop détaillée nuisant à l'interprétation. Cette collaboration se matérialise dans la méthode de travail proposée par ce projet. En plus d'une description des besoins, les spécialistes de la thématique participeront à plusieurs phases concrètes du développement de la technique de modélisation. Ceci permettra à l'équipe de recherches d'orienter sa conception vers les résultats attendus.

Pour soutenir ce développement itératif, nous envisageons au minimum deux phases d'acquisition de chaque objet étudié. Plusieurs journées de travail transdisciplinaire seront également proposées afin de discuter de l'adéquation des résultats intermédiaires, de l'acquisition notamment. La démarche proposée pour l'acquisition se retrouve également dans la mise en œuvre des outils de visualisation et de communication.

Enfin, un appui de la cellule « Gestion de projet » est essentiel dans le suivi des différentes étapes du programme sur 2 ans qui sera mis en place.

### **Valorisations envisagées (1 demi page maximum)**

Le projet de recherche proposé est la première étape d'un processus de conception beaucoup plus global visant à réaliser un e-corpus des pièces d'orfèvrerie présentes sur le territoire des

hauts de France. L'aboutissement de cette proposition sera dès lors directement valorisé dans un objectif de recherche scientifique beaucoup plus global.

La mise en place d'une méthodologie d'acquisition spécifique d'éléments présentant une grande complexité en terme de géométrie et de matériaux sera exportée à bien d'autres domaines que l'orfèvrerie. En effet, la numérisation des objets d'arts requiert des pratiques ne laissant aucun type de matériaux ou de complexité de côté, cette étude permettra d'avancer dans cette direction. En termes d'exploitation muséale, et de communication vis-à-vis du grand public, les données qui seront acquises et traitées pourront faire l'objet d'exploitations avancées. Ces exploitations gagneront à lier les principes de la réalité virtuelle avec l'ensemble des données sémantiques issues des analyses historiques des deux pièces étudiées.

Finalement, la production ou la reproduction de parties des éléments étudiés est désormais possible grâce aux techniques d'impressions 3D. Bien que l'acquisition initiale des données n'ait pas pour objectif ce type de valorisation, il est tout à fait possible de les exploiter en ce sens. Ce type de valorisation doit être envisagé comme une possibilité de reproduction mais également comme un outil d'analyse et de restauration (via la création de prototypes, de moulages...)

Nous solliciterons la plateforme *Fab'Lab Artois* pour étudier ces possibilités de valorisation matérielles.

Finalement, la valorisation de l'information acquise et des liens qui pourront être établis entre les deux cas d'études représente une attente majeure des musées dans lesquels les pièces sont exposées.

#### **Potentiel de développement à 5 ans (1 demi page maximum)**

L'aboutissement de ce projet de recherche permettra d'asseoir la visibilité des équipes participant au projet. L'expertise qui sera acquise dans le cadre de cette étude devrait permettre de mener plusieurs travaux d'acquisition et de valorisation de pièces muséales similaires dans la région. Plus que la répétition d'acquisitions de pièces d'orfèvrerie, le développement des méthodes d'acquisition et de valorisation 3D pourra évoluer pour devenir accessible via des outils technologiques de plus en plus pratiques et de moins en moins onéreux. Cette démocratisation de l'acquisition devra être suivie par une évolution des systèmes de données nécessaire à la bonne gestion et l'exploitation de cette masse de donnée grandissante. La recherche sur l'évolution du système proposé dans cette recherche se concentrera sur les connexions à réaliser entre les jeux de données acquises. Il s'agit ici de concevoir un système interopérable liant toute pièce d'orfèvrerie ou toute partie composant celle-ci à un corpus numérique. De cette manière, toute source, analyse ou interprétation sera liée aux composants similaires automatiquement.

Ces différents développements serviront à la vulgarisation de l'apport des sciences à l'art et à la culture. Cette sensibilisation du grand public est indispensable pour augmenter l'appétence de la population aux activités d'art et de culture.

#### **Avancement (échancier sur 2 ans) (1 demi page maximum)**

**Échéancier :**

<b>Dates</b>	<b>Objectifs</b>	<b>Description</b>
Nov. 17 – Fév. 18	Étude des besoins  Visite des sites   Système d'acquisition des informations dont base de données	Description des besoins géométriques, sémantiques, thématiques de l'acquisition des données. Rédaction de règles types et proposition de méthodologie d'acquisition  ----- 2 réunions SHS-UG : Description des besoins/attentes. Élaboration

		d'un protocole de travail
Mars 18 – Avril 18	1 <sup>ère</sup> phase d'acquisition	Test de la 1 <sup>ère</sup> méthodologie d'acquisition
Avril 18 – Juin 18	1 <sup>ère</sup> phase de modélisation	Modélisation 3D
	Système d'acquisition des informations dont base de données	3 <sup>e</sup> Réunion de travail SHS/Unité Géomatique :
Juil. 18 – Sept. 18	Analyse qualitative et quantitative	Retour qualitatif et quantitatif sur les 1 <sup>er</sup> résultats
Sept. 18- Nov. 18	2 <sup>ème</sup> phase d'acquisition	
Nov. 18- Déc. 18	2 <sup>ème</sup> phase de modélisation	
	Système d'acquisition des informations dont base de données	4 <sup>e</sup> réunion de travail SHS/Unité Géomatique : premières expérimentations ; paramétrages
Jan. 19-Fév. 19	Consolidation	Validation résultats et méthodologie d'acquisition
Mars. 19 – Avril 19	Implémentation visualisation 3D	Mise en œuvre des outils informatiques de visualisation 3D pour permettre la manipulation virtuelle des modèles acquis.
	Système d'acquisition des informations dont base de données	5 <sup>e</sup> réunion SHS/Unité Géomatique : Expérimentation base de données.
Avril 19 – Nov. 19	Valorisation	Organisation de journée d'études ; Présentation Musées ; Publication scientifique méthodologie d'acquisition.

### Chiffrage prévisionnel et justification des moyens demandés

#### ***Description et justification des moyens demandés :***

Déplacement (5 réunions [à Lille, Liège et Saint-Omer] + 2 semaines de recherche [à Lille et Liège]) :	2 500 €
Hébergement ((5 réunions [à Lille, Liège et Saint-Omer] + 2 semaines de recherche [à Lille et Liège]) :	7 500 €
Repas (5 réunions [à Lille, Liège et Saint-Omer] + 2 semaines de recherche [à Lille et Liège]) :	4 500 €
Séjour de terrain au musée de Saint-Omer (acquisition) (3 séjours, hébergement, déplacements, repas) :	4 500 €
Petit matériel pour l'acquisition photogrammétrique (Tente, chartes de couleurs, consommables...) :	max. 3 000 €
Ordinateur portable MAC :	max. 3 000 €

TOTAL : 25 000,00 €

***Mobilisation éventuelle des plateformes (IrDIVE, PIRVI, Fab'Lab Artois)***

Plateformes *PIRVI* et Fab'Lab Artois : aide dans la phase de valorisation des résultats du programme

**Remarque complémentaire**