



[www.ichim.org](http://www.ichim.org)

Les institutions culturelles et le numérique  
**Cultural institutions and digital technology**

École du Louvre  
8 - 12 septembre 2003

**EROS : EUROPEAN RESEARCH OPEN SYSTEM**

**Christian Lahanier, Geneviève Aitken - Centre de  
recherche et de restauration des musées de France,  
Département Documentation et Technologie de  
l'Information**

**Ruven Pillay - CELARTEM Technology Europe**

« Acte publié avec le soutien de la Mission de la Recherche et  
de la Technologie du Ministère de la Culture et de la Communication »

## Résumé

La base EROS a été développée en interne pour répondre aux besoins de gestion informatique de documents numériques. Elle est élaborée pour la gestion de contenus issus de l'analyse en laboratoire et de la conservation - restauration des collections de musées. La spécificité de ses tables repose sur ces informations scientifiques et techniques : vocabulaires d'indexation des rapports d'étude et de restauration, données numériques des analyses quantitatives, spectres, courbes, formules chimiques, images techniques sous ultraviolet, dans l'infrarouge, en lumière rasante, au microscope électronique à balayage. Ces tables comportent également des données administratives telles que la régie des œuvres et les historiques des constats d'état, et des fiches de santé qui relatent le contrôle périodique des collections.

Elle intègre également les récents développements du numérique et du Web ainsi que la reconnaissance automatique de contenus sous forme de texte ou d'image.

**Mots clés :** SGBDR, conservation, restauration, documentation, modèle conceptuel, afficheur d'image 2D et 3D, indexation, reconnaissance d'image

## Summary

The EROS database was developed internally to manage all manner of digital documentation. It was designed to handle museum collection analytical data from the laboratory as well as from museum conservation - restoration workshops. The information is specific to scientific and technical data : indexing vocabulary, study reports, restoration reports, digital data from quantitative analysis, spectra, graphs, chemical formulae, UV, IR, raking light photography, scanning electron microscopy images, The database also includes administrative information such as inventory tracking and restoration history which conserves the periodic surveys of the collection.

The database also encompasses the most recent technological developments in the digital field and the Internet including automatic image recognition of image or textual content.

**Key-words :** RDBMS, Conservation-Restoration, Documentation, Conceptual Model, 2D and 3D Viewers, Indexing, Image Recognition

## Introduction

Toute unité documentaire, bibliothèque, archive ou centre de documentation, a une double mission, dont les buts sont souvent contradictoires : la préservation du document unique pour le transmettre (manuscrit, enluminures, dessin, etc.), et sa communication.

Avec l'apparition du numérique, le support optique ou magnétique s'est substitué au papier et au parchemin. Ainsi, le chercheur comme le simple amateur peut consulter le même document, sans perte d'information et avec une meilleure lisibilité sur écran, s'il est numérisé en haute définition. Grâce à ces nouvelles technologies, le document original est conservé dans des conditions optimales et l'information diffusée.

C'est à partir des années 1970 que les bases de données se sont développées au niveau international. Autrefois, la quête d'information nécessitait de se déplacer sur le lieu de consultation, d'interroger des fichiers ou des catalogues manuels dont l'information était classée par auteur, titre ou lieu géographique.

Aujourd'hui, le Web permet, quelque soit la source de ces bases de données, suite à une interrogation complexe associant simultanément des types d'information tels que l'auteur, le titre, le lieu, un intervalle de dates estimées ou mesurées ou de dimensions, la technique picturale, le numéro d'inventaire, la provenance, le lieu de fabrication, la composition, la période, l'état de conservation etc., de sélectionner le document recherché. De plus, les moteurs de recherche en texte intégral permettent de localiser les occurrences d'un terme dans un texte. Le mode de recherche sémantique et contextuel affine considérablement la qualité des réponses à partir de l'analyse linguistique.

Elément de la société de l'information, la documentation devient un secteur primordial de la recherche. Les documentalistes doivent s'associer aux développements technologiques de l'informatique, du numérique et des réseaux, en apprendre les outils pour les adapter aux besoins.

Ces nouveaux modes d'accès à l'information sont les enjeux d'une évolution sociétale. Les "acteurs" des centres de documentation doivent par conséquent en assurer l'ouverture au plus grand nombre de personnes.

La nature des documents scientifiques et techniques du C2RMF

Pour l'étude et l'analyse des œuvres conservées dans les musées de France, le laboratoire du centre de recherche et de restauration est équipé d'instruments scientifiques : de la loupe binoculaire à l'accélérateur de particules. Ces techniques permettent, par exemple, de déterminer les composants chimiques de la matière constitutive des objets (bois, céramique, métal, textile, pierre, pigment, etc.) ou de caractériser l'état de conservation de l'œuvre avant intervention par le restaurateur.

Trois types de documents en résultent (fig.1):

des images (photographies sous différentes longueurs d'onde, radiographies, coupes stratigraphiques, images électroniques), mais également des graphiques et des spectres, du texte (rapports, articles de revues, constats d'état ou procès verbaux des commissions de restauration, et des tableaux de chiffres issus des analyses de composition réalisées avec les techniques spectrométriques.

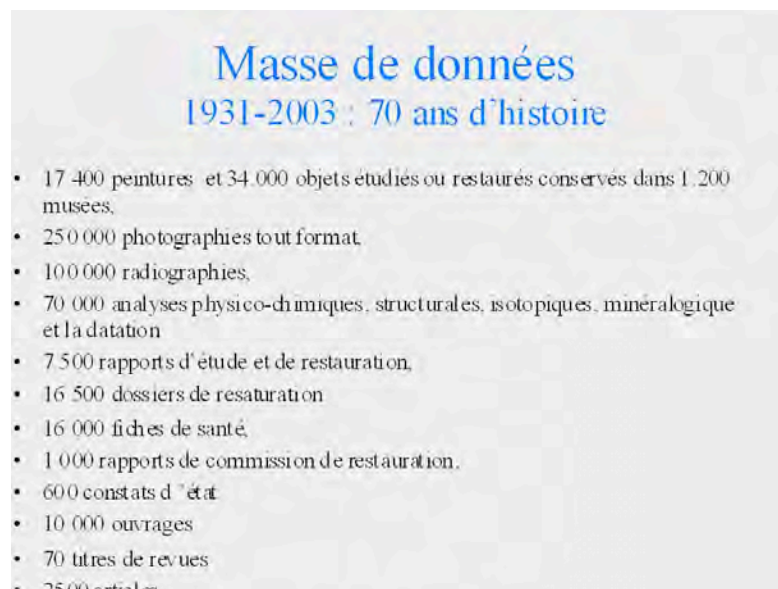


Fig. 1 : Evaluation quantitative des documents conservés au C2RMF

Le caractère unique de ces documents constitue la richesse du C2RMF. En effet, même la plus légère restauration fait disparaître un élément de l'état originel de l'œuvre; seuls les documents en portent témoignage. Ils peuvent être consultés à tout moment dès qu'une étude ou qu'une intervention s'impose. Constituant un vaste fonds documentaire sur l'historique de ces activités, il devient un domaine de recherche sur les matériaux constitutifs, les types d'altération ou de traitement.

## **Le système EROS**

Un système documentaire avait été initialisé et développé en 1990 dans le cadre de projets européens pour la conservation et la diffusion des archives photographiques et radiographiques au C2RMF (projets NARCISSE, MENHIR et CRISTAL)

Il a été renouvelé en 2001 en collaboration avec la mission de la recherche et de la technologie du ministère de la Culture. Elaboré à partir de logiciels libres, avec sources ouvertes, il fait appel aux technologies du Web et en respecte les nouveaux standards d'échange et de gestion de contenu.

Simultanément, des techniques avancées de numérisation des clichés et de prises de vues numériques ont été développées et appliquées au C2RMF en vue d'exploiter le contenu des images scientifiques et techniques (projets NARCISSE, CRISATEL, SCULPTEUR 1990-2005).

La masse d'informations recueillies nécessite aujourd'hui de mettre au point de nouveaux outils d'exploitation en faisant appel aux technologies de reconnaissance de contenu (projets ARTISTE et SCULPTEUR 2000-2005).

Les serveurs, le stockage et l'archivage

De 2000 à 2003, dans le cadre du projet "Art et Science" et en partenariat avec le C2RMF, la société Hewlett-Packard a contribué au renouvellement des équipements de l'informatique documentaire de notre centre (fig.2).



fig. 2 : vue des baies contenant les 3 serveurs installés en 2000 avec 6 téra-octets en ligne

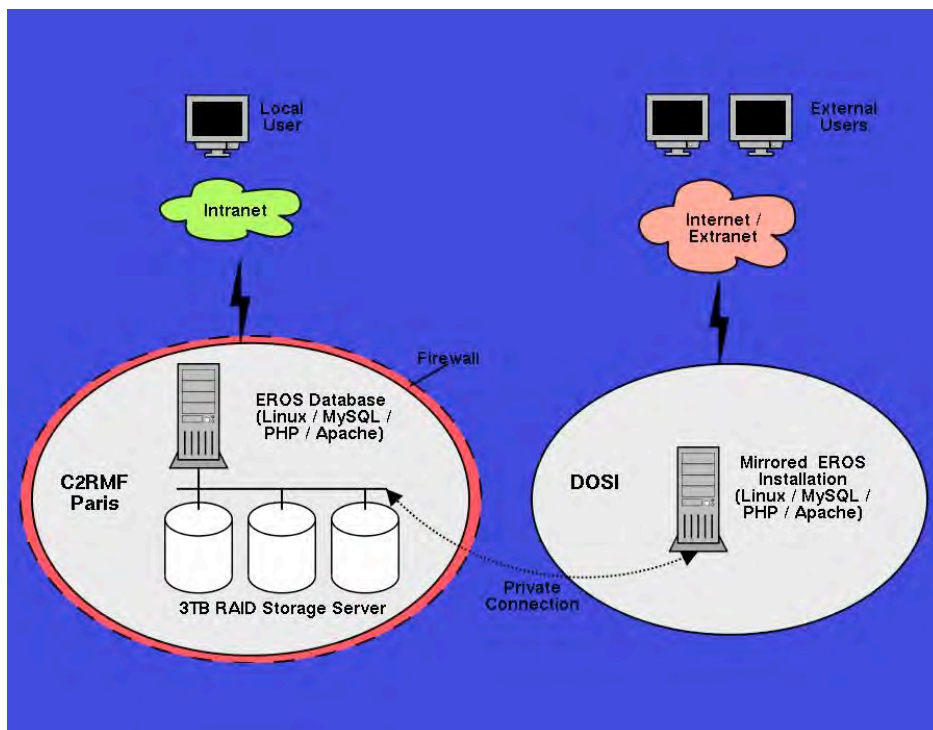


fig. 3 : vue du site miroir installé au département des services informatiques du ministère de la Culture

Le premier des 3 serveurs Hewlett-Packard installés au C2RMF, situé au centre de la figure 2, gère les accès à la base et les logiciels Web avec APACHE (Hewlett-Packard 6000 quad 550MHz). Le second serveur (Hewlett-Packard Ultra-SCSI RAID5 dual 700MHz), situé à droite de la figure 2, gère la base de données et une partie des 140 000 images numériques et leur vignette. Le troisième serveur, identique au précédent et situé à gauche de la figure 2 gère plus d'un million de vecteurs caractéristiques. Ces informations occupent près de 6 téra-octets de disques Raid 5.

Un quatrième serveur sera implanté en 2003 dédié au calcul. 28 disques de 140 giga-octets vont étendre la capacité de stockage.

Chacun des serveurs possède une mémoire vive de 3 GO afin d'accélérer les calculs de traitement et d'indexation sur les images haute définition ("pyramidage", reconstruction d'images 3D, vecteurs caractéristiques). Un switch Ethernet, ayant une capacité de transfert de 1 gigabit/s, relie ces serveurs afin d'assurer un débit ultra-rapide pour le transfert de données, mais également pour éviter de saturer le réseau interne du C2RMF égal à 10 mégabits/s.

L'archivage réalisé au début sur un lecteur- enregistreur de DLT de 80 giga-octets comportant un chargeur de 20 bandes est aujourd'hui effectué sur un lecteur - enregistreur de bandes LTO de 200 GB comportant un chargeur de 40 bandes.

Un site miroir (fig 3) comportant les notices œuvres et images ainsi que les vignettes, et les images de définition maximale 1000x1000 pixels, est ouvert en mode Extranet au département des services informatiques du ministère de la culture, afin de mettre en place des collaborations scientifiques et techniques avec des partenaires de l'enseignement supérieur ou des institutions de recherche.

## **Les logiciels libres et les standards utilisés**

Le système opère en mode distribué. Il permet d'interroger des données réparties dans plusieurs institutions et de combiner les réponses provenant de plusieurs sites. Il respecte les standards suivant : XML, (X)HTML, JPEG, TIFF, IIP. Il est construit à partir de logiciels libres avec sources ouvertes.

Les nouveaux serveurs HP basés sur des processeurs Intel, limitaient le choix au système d'exploitation LINUX(R) (Kernel 2.4.x) (Debian 3 Distribution) ou Windows NT. Le premier a été retenu en raison de sa stabilité, de ses performances et de sa flexibilité.

Notre choix s'est également porté sur :

- le système XFS de gestion sécurisée des fichiers de taille inférieure à 9 exaoctets ,
- la base de données MySQL (4.x) pour sa rapidité,
- le serveur Web APACHE (2.x), le plus utilisé actuellement,
- l'environnement PHP (4.x) pour développer des applications,
- l'environnement CGI, pour la liaison entre le serveur et l'afficheur d'image,
- l'administration du système par scripts en langage PERL,
- la distribution des "process" sur les serveurs avec OpenMosix,
- le navigateur Web du client Mozilla (1.x).parce qu'il est compatible avec toutes les plateformes et parce qu'il respecte les standards du W3C,
- le langage de programmation JAVA (1.4.x) pour la réalisation du viewer.

L'architecture et le modèle conceptuel de la base EROS

Le schéma (fig.4) présente, dans sa partie supérieure, les données gérées par EROS.

La partie intermédiaire concerne les logiciels qui se trouvent à l'interface entre la base de données et le serveur APACHE.

La partie inférieure représente les postes clients.

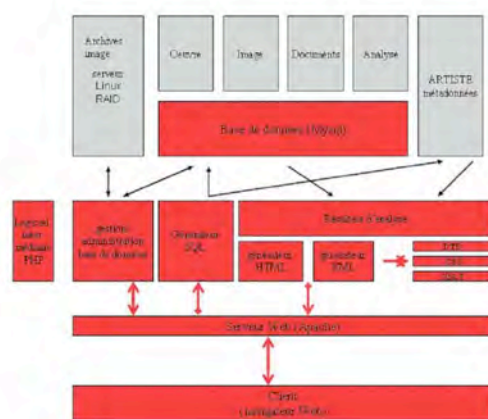


fig. 4 : Schéma synoptique de la base EROS sous LINUX



La base EROS gère aujourd'hui cinq catégories d'informations :

les méta-données des œuvres (fig.5 oeuvre),

les méta-données des images (fig.5 film) obtenues par des numérisations de clichés photographiques et radiographiques mais aussi des images électroniques (caméra infra-rouge, microscope optique et électronique etc.) et des images numériques par capture directe de l'objet,

les méta-données (fig.5 analyse) et les résultats des analyses de composition élémentaire, structurale, isotopique et moléculaire(fig.5 mesure),

les méta-données (fig.5 doc) des rapports d'étude et de restauration, des procès verbaux des commissions de restauration, des fiches de santé (fig.5 exam, intervention restauration), des constats d'état, des articles et des synthèses électroniques (fig.5 doc)

Les méta-données de la régie des œuvres (fig.5 movement).

Une œuvre peut être associée à plusieurs images, plusieurs analyses ou plusieurs documents (rapport, fiche de santé, constat d'état etc.) ou plusieurs mouvements. Un document peut être associé à plusieurs œuvres (cas des rapports d'étude ou des procès verbaux des commissions de restauration).

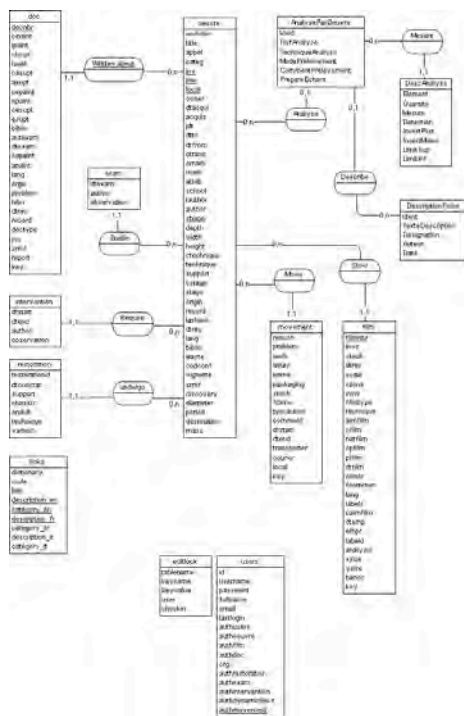


fig. 5 : Modèle conceptuel de la base EROS élaboré sous MySQL

### Les contenus de la base EROS

La figure 6 exprime quantitativement les éléments qui constituent la base EROS.

Cette dernière comporte la totalité des œuvres étudiées au laboratoire et une partie de celles venues dans les ateliers de restauration. Ces éléments ont été numérisés, en interne, entre 1996 et 2000, au moyen des équipements développés dans le cadre de projets européens dont les clichés grand format à l'aide du scanner Thomson. Les clichés radiographiques une fois numérisés ont été assemblés avec le logiciel VIPS. Certains ensembles comportent jusqu'à 30 films radiographiques. Dans le cadre du mécénat BNP, 50 synthèses électroniques ont été élaborées pour des présentations multimédia relatives à Goya, Ménageot et Kalf.

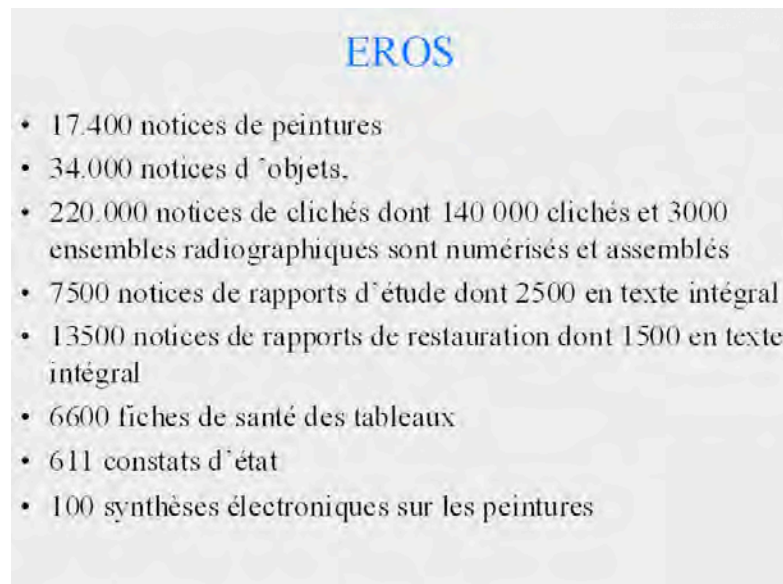


Fig.6 : La diversité des contenus de la base EROS

L'information accessible en ligne est, dans le domaine de la conservation, probablement unique actuellement tant en quantité que par son contenu.

Cette base est consultée pour :

la recherche matérielle menée sur les œuvres (les techniques de fabrication, les matériaux et leur vieillissement, et la datation),

la formation en histoire de l'art et en conservation - restauration,

et la préservation des collections.

Le menu principal du masque d'accueil et le modèle de navigation

Les utilisateurs peuvent sélectionner (fig.7-1) la langue de travail (fig.7-5), le ou les domaines d'intérêt (peinture, sculpture, dessins etc.) (fig.7-4), le mode d'édition (normal, tableur, XML, etc.), la nature de l'objet informatique (œuvre, image, rapport), ainsi que les vocabulaires de requête (fig.7-3) classés par ordre alphabétique dans des listes "déroulantes" et enfin limiter le nombre d'œuvres sélectionnées afin de réduire le temps de réponse (fig.7-2).

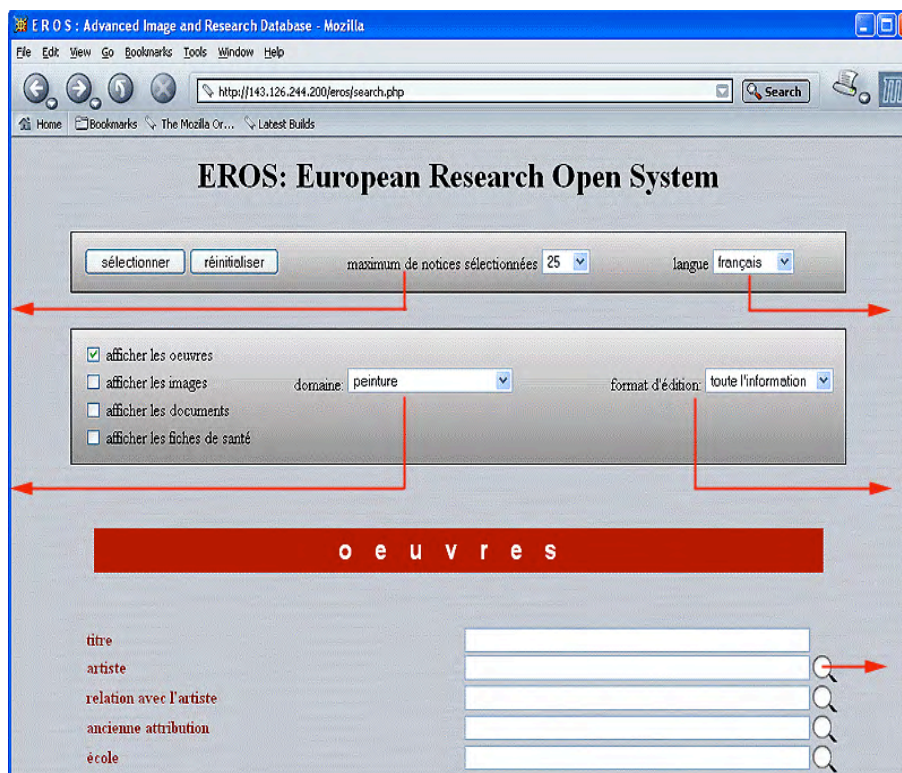


fig. 7 : Menu principal de la base EROS

### (1) Le multilinguisme

- les glossaires multilingue d'indexation des rapports

Le vocabulaire normalisé établi dans le cadre des projets NARCISSE et CRISTAL permet d'indexer les rapports d'étude et de restauration. Il a été traduit en allemand, anglais, catalan, chinois, danois, espagnol, français, italien, japonais, portugais et russe. Ces termes permettent de sélectionner des rapports par leur contenu; ils ont également été

définis dans toutes ces langues afin d'éviter toute ambiguïté d'interprétation; leurs définitions sont également consultables en ligne.

- la traduction complète de la base

Les interfaces d'interrogation et de saisie, le fichier de messages, les champs en texte intégral (tel que le titre), ainsi que toutes les listes d'autorités constituées de termes normalisés pour informer et interroger la base, tels que l'auteur, le lieu de conservation, etc. ont été traduites du français en anglais, en italien, en japonais, en chinois et partiellement en portugais.

## **(2) Les modes d'édition**

le dossier d'œuvre (fig.8-12) comprend l'ensemble des notices des éléments qui constituent ce dossier dont tous les termes sont liés par des liens dynamiques. Des boutons interactifs situés sous les vignettes permettent de rechercher des images similaires à la vignette et de reconstruire l'image haute définition au format TIFF puis de l'exporter.

Suite à la notice de l'œuvre et sa vignette, les notices des clichés sont ordonnées par leur date de prise de vue, des plus anciens aux plus récents. Suivent les analyses puis les documents et le mouvement des œuvres.

La sélection d'images apparaît sous forme de planche de vignettes interactives (fig.8-3). Les informations contenues dans l'entête de l'image peuvent être consultées avec le bouton droit de la souris (définition, nature, compression etc.). PHOTOSHOP, ACDSsee ou VIPS permettent d'ouvrir le format pyramidal.

L'exportation du résultat d'une requête au format XML (fig.8-1)

La tabulation des données au format HTML

La tabulation des données au format texte pour être réutilisé au moyen d'un tableur.(fig.8-2)

## **(3) Les listes de sélection**

Les loupes qui figurent à la fin des champs donnent accès aux listes de sélection constituées à partir des occurrences des termes (mots clés) qui se trouvent dans la base; elles sont séparées par domaine (peinture, céramique et terre, sculpture, etc.) afin de n'y trouver que les termes relatifs à ce domaine.

#### **(4) PERTIMM**

Le moteur de recherche en texte intégral PERTIMM permet de localiser les occurrences d'un terme dans tous les documents et les méta-données de EROS. Le mode de recherche avancé (multilingue, sémantique et contextuel) affine considérablement la qualité des réponses à partir de l'analyse linguistique.

Les masques de requête et d'entrée des données

L'interrogation et l'entrée des données s'effectuent par l'intermédiaire d'une interface Web.

Actuellement, deux masques de requête concernent cinq groupes d'information. Le premier permet d'interroger les données muséologiques, historiques et matérielles liées à l'œuvre (39 champs), les données techniques liées à la gestion des images (20 champs), des analyses de composition (19 champs), des documents, tels que rapports, etc. (20 champs). Le second masque concerne les données techniques et administratives liées à la régie des œuvres (16 champs)

Ces masques, écrits en PHP, permettent de lancer des requêtes :

en mode simple : interrogation multicritère d'un champ avec troncature droite et gauche et sélection de termes à partir de listes "déroulantes" comportant un pointeur dans leur entête

en mode complexe : interrogation multicritère, opérant simultanément dans plusieurs champs de plusieurs bases et ceci dans tous les domaines,

ou en mode avancé, en formulant des requêtes SQL en langage PHP.

D'autres masques permettent également de saisir ou de modifier des notices avec paramétrage dynamique. Seul l'attribut clé des tables de la base est obligatoire à la saisie. Il correspond, en général, à l'identifiant de l'objet concerné (œuvre, image, document, analyse etc).

Préalablement à la saisie d'une notice, il est possible d'afficher le numéro de la dernière notice enregistrée et de dupliquer automatiquement des fiches. Le nom de l'opérateur et la date de la saisie sont renseignés automatiquement.

La saisie impose d'utiliser des termes contenus dans des listes d'autorités alimentées dynamiquement et validées par le gestionnaire. Chaque terme est associé à un code alphabétique ou alphanumérique (pour les champs multicritère). Les listes d'autorité dans les autres langues sont élaborées à partir de ces codes qui sont utilisés lors des requêtes SQL.

#### Le modèle de navigation

Ce modèle est schématisé dans la figure 8. La partie supérieure correspond à la page d'accueil qui comporte le masque de requête. Le menu principal situé dans l'entête de la page d'accueil n'est pas reproduit ici. Dans la partie supérieure droite sont illustrées les modes d'édition :

- l'export au format XML des résultats d'une requête (fig.8-1),
- la tabulation au format Excel du résultat d'une requête (fig.8-2),
- des parties d'une planche d'images résultat d'une requête (fig.8-3).

Dans la partie supérieure gauche les interfaces dans les différentes langues d'interrogation (fig.8-4).

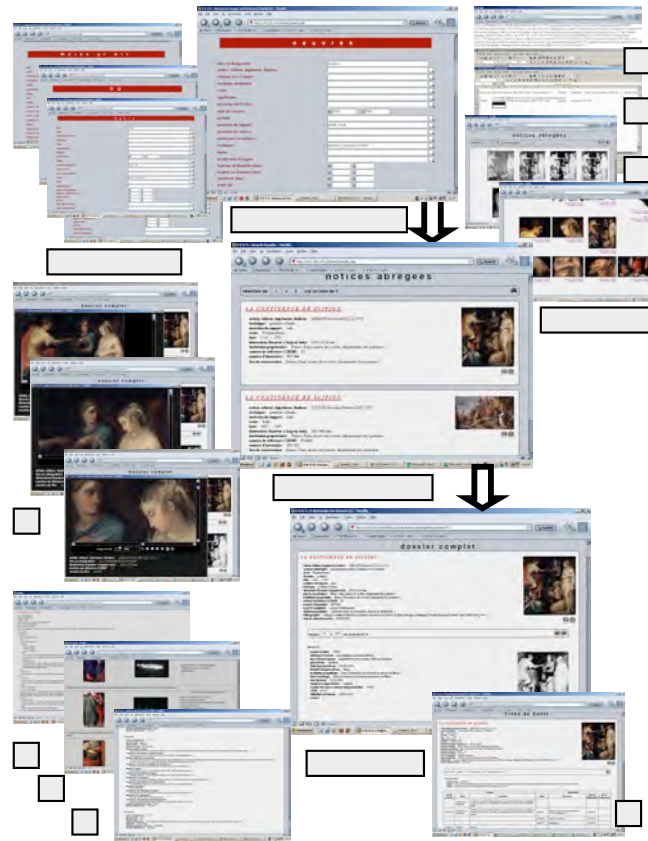


fig. 8 : Modèle de navigation dans la base EROS

Dans le résultat d'une requête (fig.8-11), les œuvres sont ordonnées selon la valeur du numéro d'enregistrement de l'œuvre au C2RMF. Le nombre d'œuvres sélectionnées figure dans l'entête.

Pour visualiser une image en multi-résolution, il suffit de cliquer sur la vignette. Un clic sur l'image ouvre une seconde fenêtre permettant d'afficher l'image en plein écran. Sous la vignette figurent deux boutons, l'un pour reconstruire et exporter l'image, l'autre pour trouver des images similaires classées par ordre de ressemblance décroissant à partir de 11 vecteurs caractéristiques des images. Ces modules ont été développés par l'Université de Southampton dans le cadre du projet ARTISTE (<http://www.soton.ac.uk/xxx>).

Pour consulter le dossier d'une œuvre sélectionnée il suffit de cliquer sur son titre. Le dossier (fig.8-12) comporte tous les éléments d'information sur cette œuvre :

sa notice détaillée,

les notices images et leur vignette,

l'indexation des rapports d'étude et de restauration (fig.8-8)  
le rapport au format WORD ou HTML, exportable par un clic,  
les fiches de santé (fig.8-9),  
les constats d'état (fig.8-6),  
les synthèses électroniques (fig.8-7),

#### Le développement de fonctions spécifiques

Le système comporte de nombreux modules pour gérer les composants de la base de données.

Ils permettent d'une part de consulter ces informations et d'autre part d'assurer leur saisie, leur mise à jour et leur sauvegarde. Quelques fonctions spécifiques ont été développées pour gérer :

les relations entre certaines fiches descriptives (ex : les éléments d'un polyptyque),  
les œuvres composites comportant plusieurs parties indépendantes, telles que le mobilier, l'historique des constats d'état, des fiches de santé, du mouvement des œuvres, qui sont présentés sous forme de tableau ordonné chronologiquement,  
les droits d'accès différenciés par catégorie d'utilisateur (administrateur, gestionnaire, saisie, consultation) et par catégorie de notices (œuvres, image et documents, mouvement, etc.),  
la mise à jour dynamique et contrôlée des dictionnaires dont certains sont hiérarchisés,  
les liens dynamiques sur tous les mots clés de la base qui permettent de compléter une requête,  
les liens dynamiques sur tous les termes d'indexation qui pointent sur leurs définitions ou sur l'adresse de sites Web en relation par exemple avec des auteurs ou des musées  
le découpage de la page d'un dossier électronique par groupes de 25 notices image pour simplifier la lecture du dossier d'une œuvre comportant plusieurs centaines d'images,  
le suivi et l'analyse statistique des accès à la base par utilisateur (fig.9)



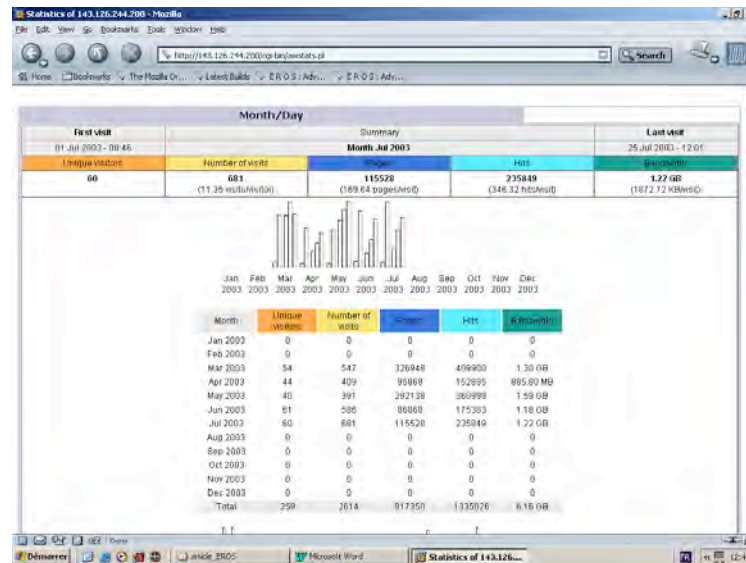


Fig. 9 suivi du taux de fréquentation de la base EROS

La gestion des images

L'afficheur EROS

Le format d'image "pyramidal tuilé" SCOPYR a été développé par Jean Barda au début des années 90. Nous l'avons adopté, dès 1992, pour visualiser les images numérisées en haute définition (6000 x 8000 pixels) au moyen du scanner à plat Thomson. Ce format permet de voir une image à différents niveaux de résolution. Ces images sont calculées en réduisant progressivement l'image source par un facteur voisin de 2. Le résultat de cette transformation procure une pyramide d'images multi-résolution.

Par ailleurs, pour augmenter la rapidité de l'affichage d'une image, (en 1990 les cartes graphiques étant d'un méga-octets), ces images multi-résolution sont découpées en blocs de petite taille (600x800 pixels dans le procédé SCOPYR, puis en 1997, 64x64 pixels dans le projet VISEUM) pour faciliter leur transfert par réseau. Un nouveau format pyramidal a donc été développé par la National Gallery de Londres compatible avec le logiciel libre VIPS (<http://www.vips.ecs.soton.ac.uk>). Cet "imageur" utilise le protocole d'images IIP; par conséquent, il est compatible avec les autres afficheurs d'images..

Lors d'une consultation, ne sont transmises par le serveur "d'images tuilées" que les tuiles au niveau de résolution du détail concerné (fig.10). Les tuiles sont encodées JPEG dynamiquement par le serveur et transférées à l'applet JAVA qui gère la reconstruction de l'image tuilée.

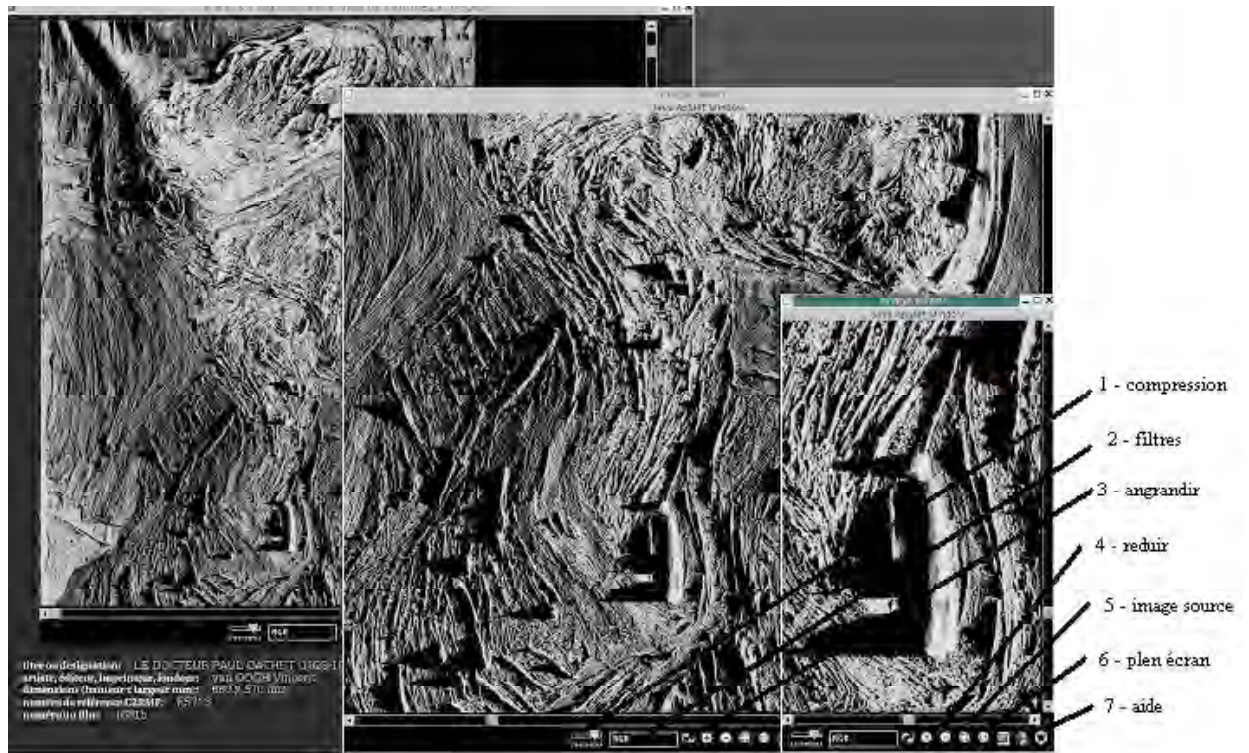


Fig. 10 : Afficheur d'images en multi-résolution - Vues d'ensemble et de détails de la surface picturale d'une photographie prise sous lumière rasante.

Pour obtenir une vue panoramique d'un objet, 24 images (2000x3000 pixels dans le procédé ACOHIR) ou 36 images (4000x4000 pixels avec le procédé SCULPTEUR) sont prises par rotation avec, si nécessaire, plusieurs inclinaisons de la caméra digitale. L'afficheur d'images panoramiques et multi-résolution, développé en 1998 dans le cadre du projet ACOHIR vient d'être mis à niveau au C2RMF. Ce nouveau viewer EROS permet de consulter tant les images haute définition de peintures (fig.8-5) que les vues multiples des objets (fig.11).



Fig. 11 : Vues panoramiques d'un vase grec prises sur la table tournante Micro-Contrôle

Le menu permet de faire tourner l'objet, puis d'augmenter (fig.9-3) ou de réduire (fig.9-4) la résolution pour visualiser un détail. Chacune des images de la vue panoramique est identifiée par un nombre afin de pouvoir la reconstruire et l'exporter pour être imprimée. Plusieurs boutons permettent d'afficher directement l'image haute définition (fig.9-5), de revenir à l'image plein écran (fig.9-6), d'accéder à l'aide en ligne (fig.9-7) ou de consulter l'image en niveau de gris ou par plan coloré (RVB) (fig.9-2).

L'afficheur permettra prochainement d'effectuer d'autres traitements tels que :

ouvrir plusieurs fenêtres simultanément pour comparer une image avec différentes résolutions, ou plusieurs images d'un même tableau, ou des images de plusieurs tableaux, superposer des images avec recalage (changement de dimensions d'une des images), changer l'opacité d'une des images superposées, inverser ou tourner des images, changer l'histogramme des niveaux de gris d'une image

Un script écrit en PERL permet de convertir les images numériques du format TIFF au format TIFF pyramidal avec compression sans perte, de générer, à partir de la base, un répertoire portant le numéro de référence de l'œuvre et de stocker l'image multi-résolution dans ce répertoire. Elle est ensuite reversée sur les disques RAID dans les baies informatiques. Simultanément, le script génère un autre répertoire portant le numéro de référence de l'œuvre et une vignette comprimée au format JPEG qu'il reverse dans ce répertoire.

L'afficheur 3D de l'Ecole Nationale Supérieure des Télécommunications

Dans le cadre du projet SCULPTEUR, l'ENST a développé un logiciel de reconstruction des images panoramiques acquises en haute définition sur une nouvelle table tournante de haute précision. L'espace est calibré à l'aide d'une mire plane supportant des cercles réfléchissants; la couleur est calibrée à partir d'une mire DC Colour MacBeth. Un viewer dédié à ces images 3D, en cours de développement, sera intégré prochainement à la base EROS. Actuellement, un plug-in sous Windows est installé sur le poste client pour manipuler les objets 3D.

Différentes vues en 2D d'un vase conservé au département des antiquités grecques, romaines et étrusques du musée du Louvre (inv CA 1340) ont été juxtaposées à des images similaires mais en 3D (fig.12). Nous constatons peu de différences entre, à gauche, un détail en 2D de l'anse et, à droite, l'image 3D du même détail (fig.13). L'image de gauche semble plus nette et celle de droite comporte quelques imprécisions au niveau de la jonction de la partie supérieure de l'anse au corps du vase. Ce viewer permet de représenter l'objet éclairé sans texture (vue de gauche), au centre sa texture et à droite le maillage régulier superposé à sa texture (fig.14). D'autres fonctionnalités permettront de

réaliser des mesures sur un volume, de superposer deux objets pour les comparer ou d'analyser les courbures etc.

La reconstitution du développé panoramique avec le logiciel VIPS apporte la vision globale du décor de l'objet (fig.15). La projection d'un objet sur un cylindre déforme légèrement le décor mais permettra de faire de la reconnaissance entre images 2D et 3D.

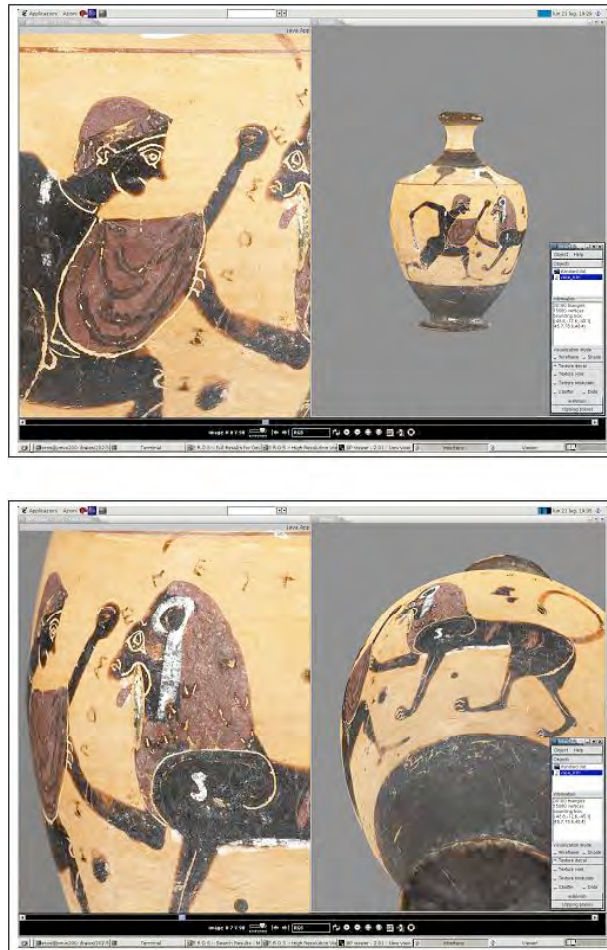


Fig. 12 : comparaison entre les représentations 2D (à gauche) d'un vase grec et sa reconstruction 3D par modélisation (à droite)

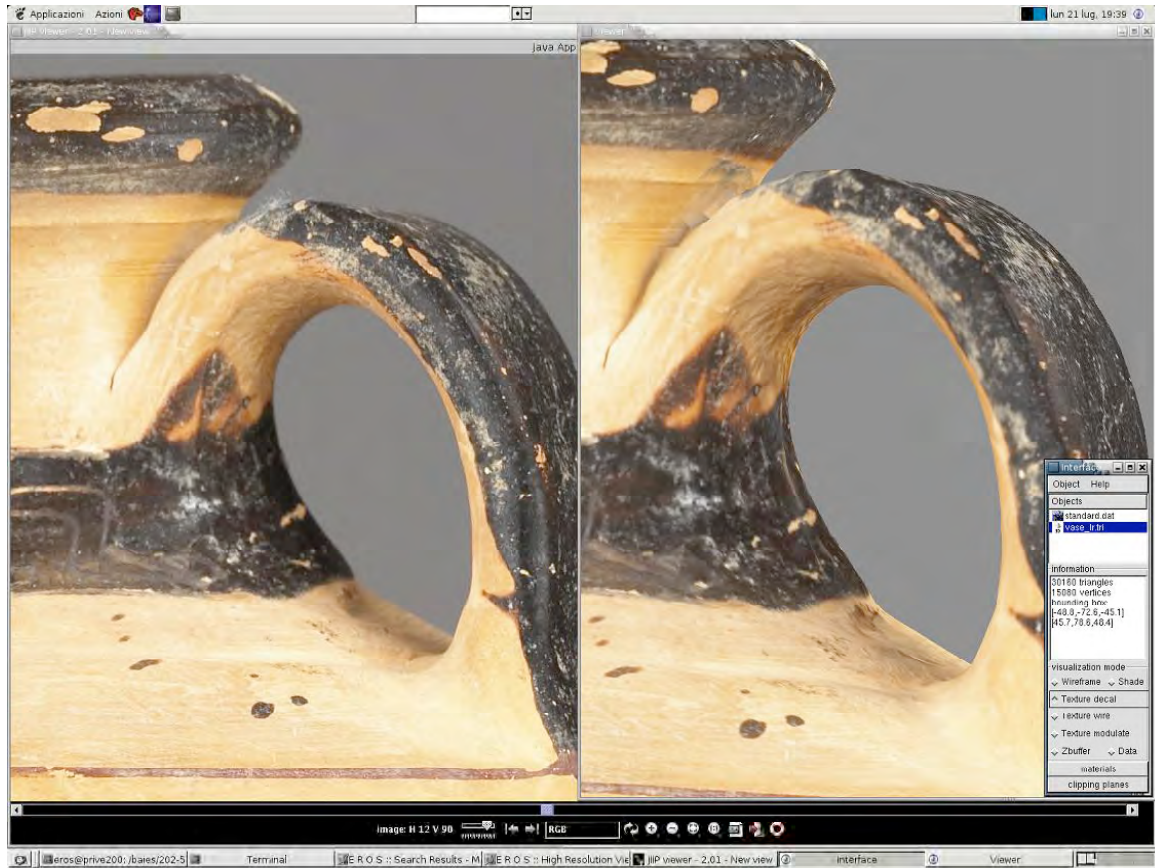


Fig. 13 : comparaison entre les représentations 2D (à gauche) d'un vase grec et sa reconstruction 3D par modélisation (à droite)



Fig. 15 : Vue de la reconstitution du développé panoramique

Le viewer 3D iCobra de l'Université de Saint Etienne ([www.ligiv.org/icobra/visualexec.php](http://www.ligiv.org/icobra/visualexec.php))

La couleur est l'un des critères d'indexation des images. Le logiciel ColorSpace ([www.colorspace.org](http://www.colorspace.org)) permet de visualiser graphiquement la couleur d'une image numérique avec plusieurs modèles de représentations colorimétriques. Il permet également d'analyser statistiquement (composantes principales) ce nuage à partir d'un espace constitué d'axes choisis dans des repères colorimétriques différents (Lab, RVB etc.). Cette représentation graphique et les données statistiques sont à même de modéliser la palette d'un artiste, ses mélanges, l'évolution de sa technique.

A gauche de la figure 16, le nuage des couleurs du tableau d'Armand Guillaumin intitulé *Soleil couchant à Ivry* conservé au musée du Louvre apparaît uniforme et orienté selon l'axe de la luminance. Cette unité provient vraisemblablement de l'étendue de la palette du peintre. La distribution des couleurs est caractérisée ici par une analyse en composantes principales. Le graphique de droite montre les axes principaux du nuage ainsi que son histogramme tridimensionnel, éléments discriminants de l'image et qui vont être utilisés pour leur classification. Un bouton situé sous la vignette de chaque image permettra d'afficher dynamiquement ces graphiques après intégration du logiciel ColorSpace à la base EROS.

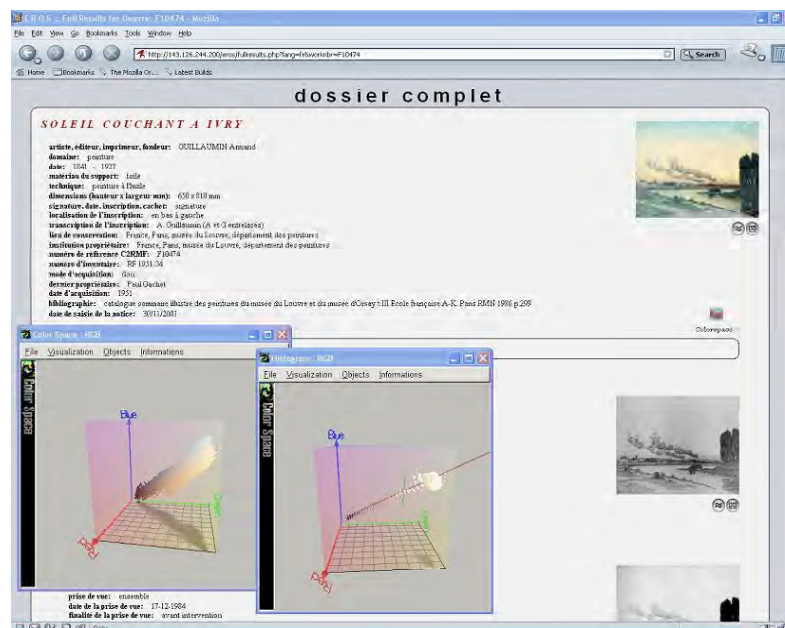


fig. 16 : Représentation du graphe en coordonnées Rouge-Vert-Bleu du tableau d'Armand Guillaumin, *Soleil couchant à Ivry*

Si les revers de tableaux réservent parfois des surprises, les parquetages ou les toiles comportant un motif imprimé linéaire "toile à matelas" constituent des structures caractéristiques de revers, dont l'analyse permettrait de connaître l'histoire des œuvres.

Un logiciel développé par des chercheurs de l'ENST, détectant les lignes verticales et horizontales dans l'image, a permis de trier les parquetages au revers de 2341 tableaux peints sur bois.. Le tri a été validé selon trois catégories de revers : les non-parquetages, les parquetages et les images "douteuses".

Les groupes constitués, à partir des techniques caractéristiques d'élaboration de parquetages, permettra peut-être d'effectuer des recoupements d'information et d'attribuer ou de dater ces interventions de restauration.

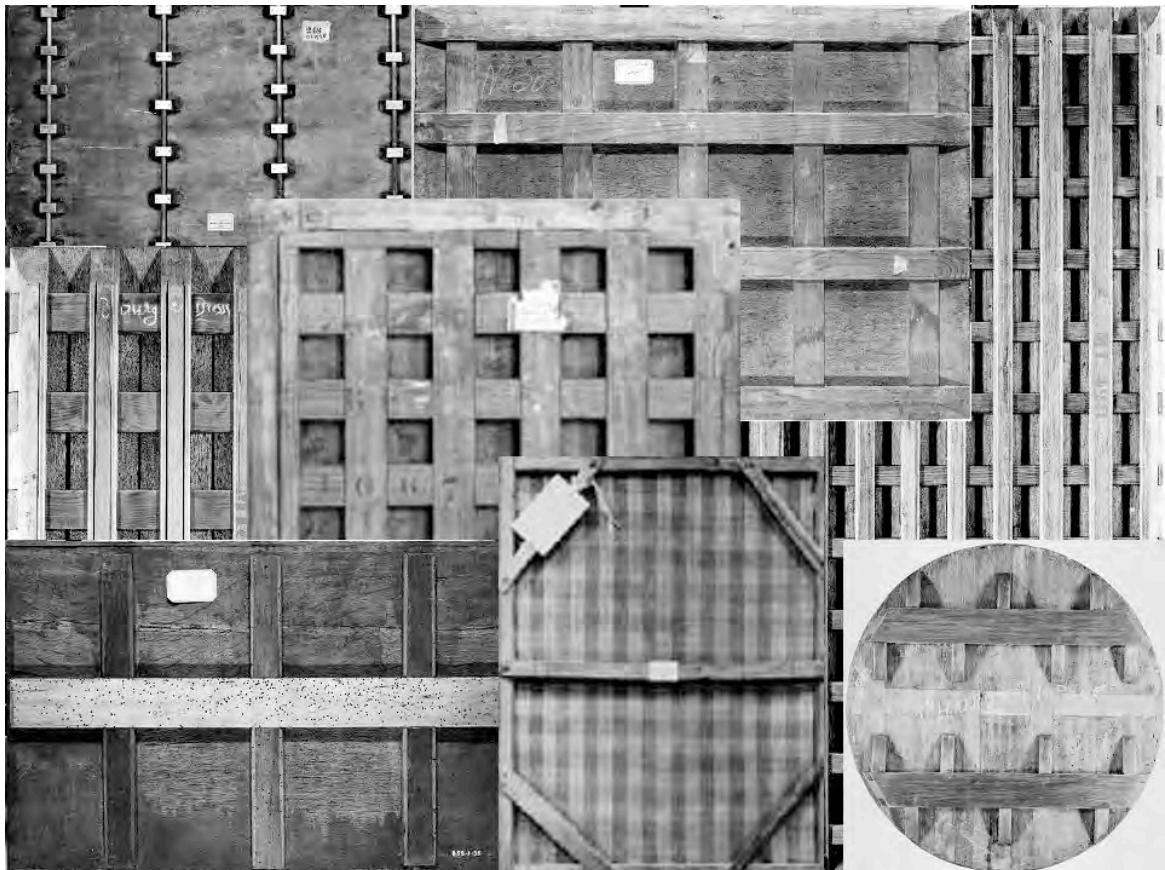


Fig. 17 Exemples de revers de peintures sur bois, sur toile et sur métal



## Conclusion

La saisie et la numérisation, en interne, de la documentation produite au C2RMF depuis plus de 70 ans a nécessité déjà plus de 10 ans d'investissement. Cette base est unique par son volume d'images (6 téra-octets en ligne) mais aussi par la diversité de son contenu. Elle sera prochainement accessible en mode EXTRANET à partir d'une ligne à haut débit (réseau RENATER des Universités et des Centres de Recherche du CNRS à 100 Mbits/s)

Un réseau de coopération s'établit autour d'EROS pour associer de nouveaux développements tels que :

- la visualisation d'images multi-spectrales par plans monochromes et reconstruction trichromes (projet CRISATEL),
- la visualisation 3D du relief des peintures par numérisation laser, en collaboration avec le Centre National de la Recherche du Canada (projet Art3D),
- la visualisation 3D du relief des objets par numérisation laser, en collaboration avec la société ARCHIDATA (projet SCULPTEUR),
- l'accès à la base en mode graphique 3D dynamique réalisé à partir d'un modèle ontologique (le CRM) développé par le CIDOC du Conseil International des Musées, (projet SCULPTEUR)
- la recherche sémantique d'informations sur le Web (projet SCULPTEUR),
- la reconnaissance automatique de contenu dans des images 3D (projet SCULPTEUR),
- la traduction de la base et des dictionnaires en d'autres langues dans le cadre de l'ICOM-CC (Comité International pour la Conservation)

Ce système pourrait alimenter le réseau des ateliers de restauration en France, point de fusion des données et des recherches. Un groupe s'est constitué pour tenter de mettre en place une plate-forme qui réponde à tous les besoins des utilisateurs dans le domaine de la restauration.

Que ces données issues d'un passé proche servent aujourd'hui au développement de nouvelles recherches dans le domaine culturel et à la protection du patrimoine mondial. Ces informations seront accessibles à partir du site Web du C2RMF <http://www.c2rmf.fr> .

Leur élaboration et leur diffusion sont une nécessité pour la connaissance des œuvres et leur sauvegarde.

## Remerciements

Jacques Misselis, Directeur Education et Recherche, Hewlett Packard Europe, pour l'équipement informatique, Philippe Colantoni professeur à l'Université Jean Monnet de Saint-Etienne pour le logiciel ColorSpace, Alain Minodier de la société SYSTAL pour le logiciel PERTIMM, Sylvie Philipp-Foliguet professeur à l'ENSEA pour le logiciel RETIN2, Denis Pitzalis, stagiaire de l'Université d'Udine qui a développé le viewer Java, Celeste Choné stagiaire SupElec et Nicolas Guyot stagiaire de l'ENSPS qui ont mis au point le nouveau système de prise de vue panoramique en vue de la reconstitution 3D d'objets, Odile Bourquardez stagiaire de l'ENSPS qui a exploité le module de reconnaissance de parquages, Isabelle Bergoënd stagiaire de l'ENSPS qui a appliqué le logiciel ColorSpace à l'indexation des couleurs, Tanguy Lambert stagiaire IIE CNAM qui a traduit les constats d'état au format XML et intégré les rapports de restauration, Hervé Lewandowski, photographe de la Réunion des Musées Nationaux qui a effectué les prises de vues 2D-R, ainsi que les nombreuses personnes qui ont contribué depuis dix ans au développement du système EROS.

## Bibliographie

- NARCISSE Système documentaire des peintures et enluminures; Lisboa, .Arquivos Nacionais/ Torre do Tombo, nov. 1993, 353p
- Christian Lahanier, David Meili, Michel Aubert "Art and Science" a multilingual CD Rom Intelligent Multimedia Information Retrieval SystemS and Management, Rockefeller University, New York USA, October 11-13 1994
- Ch. Lahanier, G. Aitken et M. Aubert NARCISSE: une bonne résolution pour l'étude des peintures Techné n°2 1995 pp 178-190
- CD Rom NARCISSE Glossaire multilangue. - Lisboa, Arquivos Nacionais- Torre do Tombo, 1993 278p
- Séminaire NARCISSE, Actes, Arquivos Nacionais - Torre do Tombo, 1993, 98p
- CRISTAL Conservation Restoration Institutions for Scientific Terminology dedicated to Art Learning Network (n° R99/ DGX Bruxelles, programme Raphaël, juin 1999- décembre 2000)
- Christian Lahanier<sup>1</sup>, Geneviève Aitken<sup>1</sup>, Jiro Shindo<sup>2</sup>, Ruven Pillay<sup>2</sup>, Kirk Martinez<sup>3</sup> and Paul Lewis<sup>3</sup>, EROS: An Open Source Multilingual Research System for Image Content Retrieval dedicated to Conservation-Restoration exchange between Cultural Institutions, Actes du 13ième Congrès Triennal du Comité International Pour la Conservation de l'ICOM, Rio de Janeiro, Brésil, du 22 au 28 septembre 2002 (à paraître)

Geneviève Aitken et Christian Lahanier, Langres La base EROS : source de connaissance multilingue, Symposium Diderot, Cartographier la Connaissance, thématique 3 : partager la connaissance, Langres 14-17 avril 2003 (à paraître)

Christian Lahanier et John Taylor, Les techniques d'imagerie appliquées à l'étude des œuvres d'art, Deux approches complémentaires pour la numérisation en vraie couleur et en relief,

Symposium Diderot, Cartographier la Connaissance, thématique 3 : partager la connaissance, Langres 14-17 avril 2003 (à paraître)

Jean-Pierre Mohen, Christian Lahanier et Olivier Feihl, De la saisie Informatique à la capture numérique des objets de musées, Métallurgie, Art ,et Informatique 19 et 20 mai 2003, Palais des Congrès de Nancy, 21 mai 2003, musée des beaux-arts de Nancy

Le Bœuf Patrick □ le modèle CRM pour la documentation muséographique □ s'attacher au sens pour ne pas être piégé par la forme, communication du 20 mai 2003 dans le cadre des journées de l'ADBS Documents numériques vol 3. Ed. Techniques de l'ingénieur mai 2003

CRISATEL : Conservation Restoration Innovation Systems for Image capture and digital Archiving to enhance Training Education and lifelong Learning, (programme IST2-1999 n°20163, septembre 2001-septembre 2004)

SCULPTEUR : Semantic and content based multimedia exploitation for maximum European Subsidies (programme IST-2001 n°35372 mai 2002 à mai 2005)