



Universiteit
Leiden
The Netherlands

Analyse du palimpseste du codex mixtèque Añute (MS Arch Selden A. 2)

Snijders, L.; Zaman, T.; Snijders, ; L., ; Zaman, ; T,

Citation

Snijders, L., & Zaman, T. (2015). Analyse du palimpseste du codex mixtèque Añute (MS Arch Selden A. 2). *Support-Trace*, 15, 17-22. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4287881>

Version: Publisher's Version

License: [Licensed under Article 25fa Copyright Act/Law \(Amendment Taverne\)](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4287881>

Note: To cite this publication please use the final published version (if applicable).

Analyse du palimpseste du codex mixtèque Añute (MS Arch. Selden A. 2)

Ludo Snijders*, Tim Zaman**

Traduit/adapté par B. Lavédrine et T.-P. Nguyen

Contexte

Le codex Añute ou codex Selden (voir Jansen & Pérez Jiménez, 2004) est, selon des sources espagnoles coloniales, un document historique mixtèque détaillant l'histoire de la ville d'Añute (voir Jansen & Pérez Jiménez, 2007). La date de création de cette œuvre se situe aux alentours de 1560 AD. Elle a été réalisée à l'époque coloniale, son contenu, sa forme et les matériaux utilisés sont entièrement précoloniaux. Le codex Añute tel qu'il est connu aujourd'hui est rédigé en écriture pictographique (voir fig. 1) utilisant les couleurs

noire, rouge, jaune, verte et bleue sur un côté (recto) d'une longue bande de 5,5 mètres de cuir (constituée de six morceaux collés ensemble) qui a été pliée en accordéon pour former une vingtaine de pages.

Les deux côtés de cette bande de cuir ont été recouverts d'une préparation blanche de gesso constituée essentiellement de gypse (Dark & Plesters, 1958b) ; sur le verso, la couche de gesso est vierge de toute inscription. L'étude attentive des craquelures de cette couche révèle pourtant des traces de noir, rouge et jaune qui témoignent de la présence de peintures sous-jacentes. C'est en 1952 que celles-ci ont été officiellement constatées par le célèbre

* Université de Leiden, faculté d'archéologie, Leiden, Pays-Bas

** Université technique de Delft, Quantitative Imaging Group, Delft, Pays-Bas

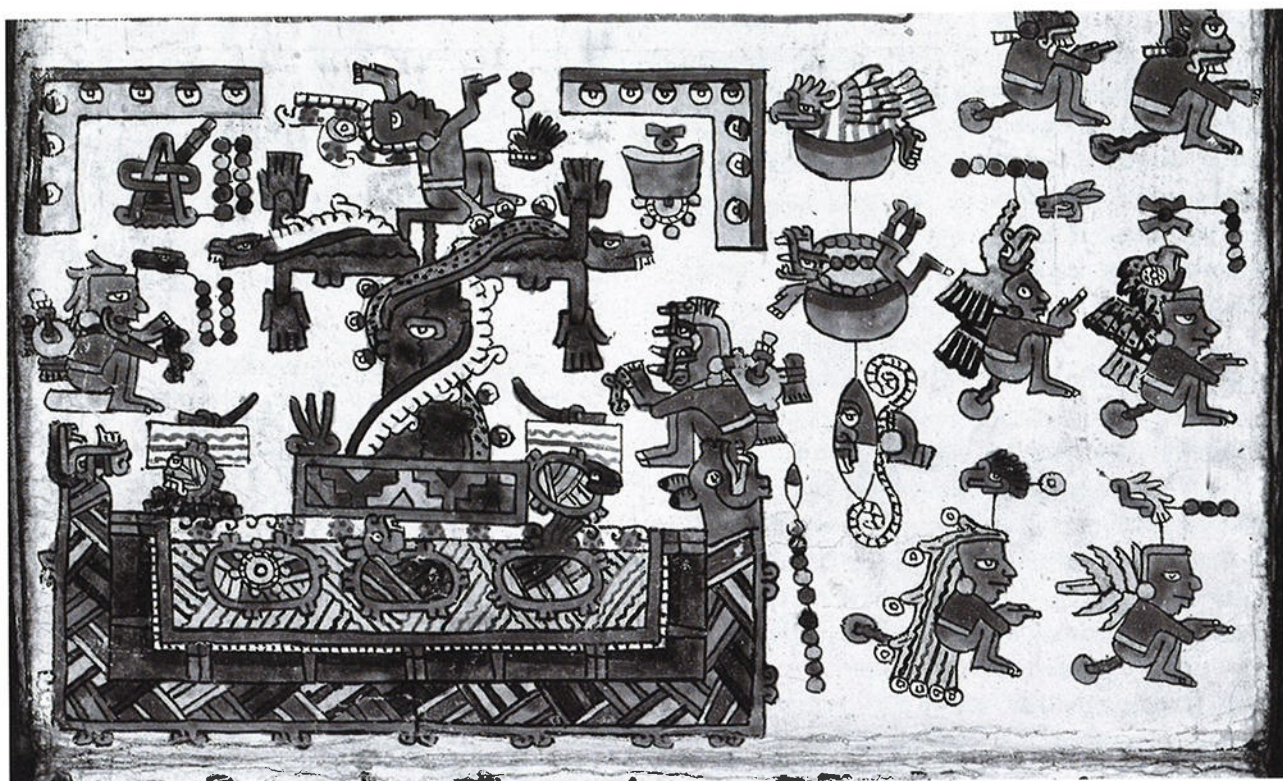


Figure. 1 : exemple d'écriture pictographique du codex Añute recto de la page 2 (MS. Arch. Selden. A. 2, reproduit avec la permission des bibliothèques Bodleian, Université d'Oxford)

archéologue mexicain Alfonso Caso, qui a commencé l'étude de ce palimpseste. Sur son conseil le codex a été apporté à la National Gallery de Londres où il a été examiné par Dark et Plesters (1958b). Ceux-ci ont utilisé la radiographie par rayons X ainsi que la photographie infrarouge pour recouvrer les images, mais ont échoué en raison de la nature organique de la peinture et de l'épaisseur de la couche de gesso. Des photographies ont également été faites dans l'infrarouge

après imprégnation de la surface avec du xylène afin de faciliter la pénétration du rayonnement IR. Les informations récoltées ont laissé penser à Dark et Plesters que le palimpseste ne se limitait pas à un côté, mais aux deux faces du document. L'opération suivante fut d'éliminer physiquement la couche supérieure de gesso à l'aide d'un abrasif, d'un scalpel et d'un solvant sur des zones sélectionnées au verso. Cette intervention mit à jour des restes lacunaires de pictogrammes (voir fig. 2).

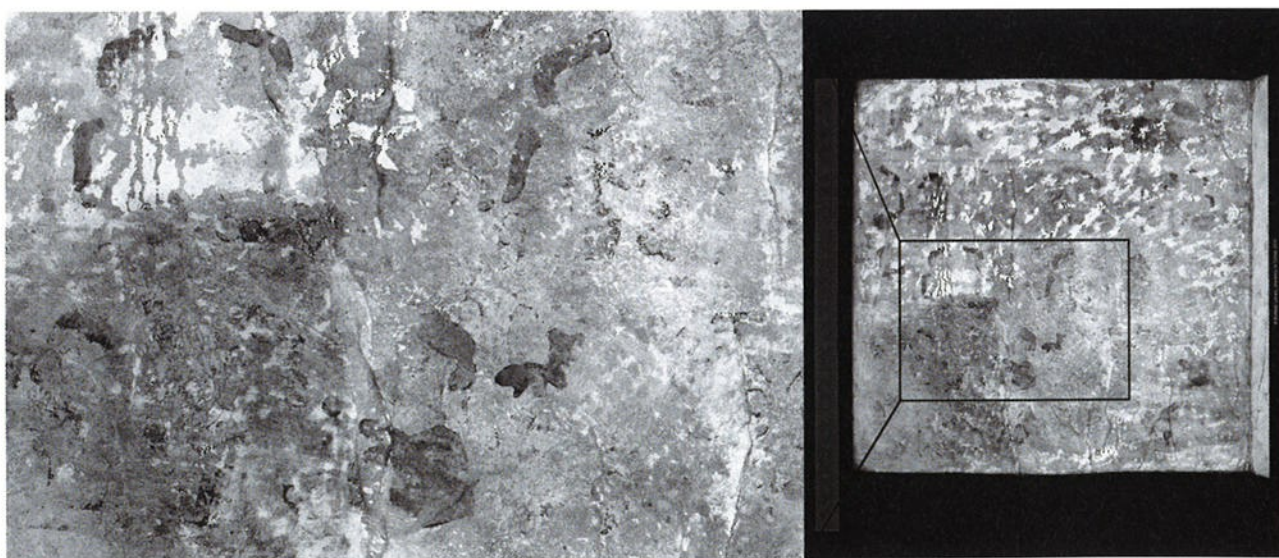


Figure. 2 : détail et aperçu de la page 11 verso montrant des parties des images cachées révélées par les travaux des années 1950 (MS. Arch. Selden. A. 2, reproduites avec la permission des bibliothèques Bodleian, Université d'Oxford)

Cependant, contrairement à ce qu'ils disent, la comparaison des photographies infrarouges avant et après cette intervention révèle que la méthode était destructive ; il était en effet difficile de contrôler l'épaisseur de la couche éliminée. Cette intervention a été limitée au verso de la page 11 du codex. Une partie du verso de la page voisine (page 10) et de la page 5 furent sélectionnées pour tester d'autres méthodes d'élimination (Dark & Plesters, 1958a). Bien que ces tentatives aient confirmé la présence d'un palimpseste, la nature fragmentaire des images récupérées ne justifiait pas, à l'époque, une action plus poussée. Deux observations importantes sur la structure du codex caché ont été faites par Dark et Plesters. Tout d'abord, celui-ci comporte au moins quinze pages, ou trente pages s'il se poursuit sur les deux côtés, et les cinq dernières pages, réalisées à partir d'un matériau différent, un cuir mince, sont exemptes de tout tracé sous-jacent (caractéristique ?). Ensuite, les images cachées sont d'un style particulier – bien que mixtèque – et inscrites dans une direction différente de celles trouvées sur le codex tardif Añute, révélant que ces deux documents sont distincts. Alors que le codex tardif est à lire dans un modèle de boustrophédon de bas en haut, le document le plus ancien est lu dans un modèle de boustrophédon sur deux pages, soit de gauche à droite ou l'inverse. Il est en ce sens beaucoup plus proche d'un autre document mixtèque également conservé à la Bodleian Library, le codex Ñuu – Tnoo Ndisi Nuú ou Bodley. Outre ces observations générales, l'état lacunaire des figures découvertes jusqu'à présent n'a pas permis une interprétation plus poussée.

Méthodes

Les études de palimpsestes ne sont pas nouvelles. Un certain nombre de techniques ont été appliquées avec succès pour caractériser les tracés sous-jacents des peintures (Adam, Planken, Meloni, et Dik, 2009 ; Dik *et al.*, 2008) et des fresques (Jackson *et al.*, 2008). La nature même des constituants des codex précoloniaux, qui furent l'objet de travaux de recherche (voir Miliani *et al.*, 2012 ; Zetina *et al.*, 2011), permet d'expliquer l'échec de Dark et Plesters pour recouvrer les images cachées. Il s'explique par l'inadéquation des techniques appliquées pour ces investigations. Dark et Plesters avaient déjà suggéré que le codex était peint avec des colorants organiques. L'étude d'autres codex méso-américains précoloniaux l'a confirmé ; aussi, l'absence d'éléments lourds rend les techniques courantes à base de rayons X inefficaces pour révéler ces peintures cachées.

Au printemps 2015, Snijders et Zaman ont appliqué quatre techniques au codex Añute afin d'étudier le palimpseste :

la photographie numérique dans le proche infrarouge, l'imagerie hyperspectrale, la tomographie photothermique et l'imagerie RTI. Les deux premières sont assez courantes et ne seront pas expliquées dans le cadre de cet article (voir Chang, 2003 ; Rapantzikos & Balas, 2005 ; Van Asperen de Boer, 1970). En revanche, l'imagerie RTI et surtout la tomographie photothermique sont récentes et méritent une courte description (voir encadré).

Résultats préliminaires

La première étape de l'enquête a été de compléter l'ensemble de données d'images infrarouges qui avait débuté dans les années 1950. À cette époque, seules quelques pages avaient été photographiées avec un film photographique infrarouge. La comparaison de ces résultats avec les images réalisées aujourd'hui montre que les deux techniques sont équivalentes. Néanmoins, les premiers clichés ont été pris alors que la page avait été imprégnée de xylène, ce qui permettait au rayonnement infrarouge de pénétrer plus facilement dans le codex. Ainsi, ces images des années 1950 restent une source précieuse d'informations pour les tracés noirs sous-jacents. Les contours noirs, qui sont omniprésents dans les codex méso-américains connus, n'apparaissent pas sur les photographies infrarouges de ce codex, qui doit donc être considéré comme un véritable palimpseste, c'est-à-dire qu'il a été gratté avant d'être enduit d'une couche de gesso. Dans les images des années 1950, des fragments de lignes ne présentant pas d'altération sur les bords sont clairement visibles. Il est donc clair que les restes des contours noirs ont été visualisés grâce à la méthode au xylène. Les photographies NIR récentes montrent de façon similaire des fragments de lignes noires sur les autres pages.

Il nous était difficile de localiser une figure colorée qui puisse constituer une bonne zone pour l'analyse PTT en raison de l'absence de contours noirs complets. Néanmoins, en étudiant l'imagerie dans le proche infrarouge et les photos IR des années 1950, une figure surlignée de noir a été sélectionnée pour tester la technique PTT sur le codex original. Cette figure était entièrement recouverte d'une couche intacte de gesso qui nous permettait de supposer qu'elle n'avait pas été touchée depuis les soixante dernières années. Lorsque cette partie a été imagée en PTT, il est clairement apparu que certaines caractéristiques inattendues de ce codex empêcheraient l'obtention d'informations grâce à cette technique. Le tracé noir s'est moins échauffé que la zone vierge environnante. Ce résultat

Description des techniques utilisées

L'imagerie RTI

Cette méthode, développée à l'origine par Malzbender, Gelb et Wolters (2001) sous le nom de «cartographie de texture polynomiale», repose sur la capture d'une série d'images en faisant varier uniquement la position de la source d'éclairage. Les images ainsi créées révèlent l'objet étudié sous différents angles définis d'illumination. Le logiciel RTI calcule ensuite l'orientation de la surface en combinant les informations sur la position de la source lumineuse et la quantité de lumière réfléchie. Chaque pixel de l'image RTI comporte des informations sur la couleur (RVB) et son orientation par rapport à la source d'éclairage. Sur l'ordinateur, l'utilisateur peut sélectionner la position d'une source de lumière virtuelle éclairant l'objet sous n'importe quel angle. Le logiciel calcule alors la réflexion de la surface et la couleur résultante du pixel, ce qui permet de reproduire une vue en trois dimensions de la surface rendant compte de la texture et la couleur.

Pour l'application au palimpseste Añute Zaman, un dôme a été créé afin d'éclairer efficacement l'objet sous différents angles. Le dôme est constitué de soixante armatures portant des circuits imprimés contenant chacun une diode électroluminescente (LED). Comme le dôme est composé uniquement de ces armatures, il est léger et peut être monté directement sur l'objectif. Sur ce montage, un appareil photo Nikon D800 a été utilisé avec un objectif permettant une mise au point à une distance inférieure à vingt centimètres. Cela a permis la capture d'images de 40 mégapixels couvrant chacune une surface de 6 x 9 cm du codex. En raison de la faible quantité de lumière émise par chaque LED, le temps d'exposition dans ce montage était d'une seconde. Pour s'assurer que les images n'étaient prises dans les mêmes conditions de mise au point et de position, le processus d'enregistrement a été entièrement automatisé.

Tomographie photothermique

Une toute nouvelle technique mise au point dans le cadre de ce projet est la tomographie photothermique (Photothermal Tomography, PTT). Les détails de la technique sont exposés par Zaman (2015) ; nous en présenterons ici le principe général. Il repose sur la différence de production de chaleur provoquée par l'absorption de la lumière par des matières de couleurs différentes. La couleur d'un matériau est déterminée par l'absorption relative et la réflexion d'une partie du spectre visible du rayonnement électromagnétique. Ainsi, un objet est rouge, car il absorbe la lumière bleue et verte et réfléchit la lumière rouge. L'absorption de la lumière correspond au transfert de l'énergie des photons aux électrons du matériau absorbant. Cette énergie est réémise sous forme d'énergie thermique : le matériau absorbant s'échauffe. Aucune surface n'est parfaitement réfléchissante ou absorbante, une partie de la lumière incidente pénètre dans le matériau et interagit ainsi avec les couches sous-jacentes. En enregistrant la variation thermique qui résulte de l'absorption des différentes lumières colorées par ces couches sous-jacentes,

leurs couleurs peuvent être restituées. Il faut pour cela une caméra thermique sensible à des variations de température de l'ordre de 0,01 °C. Pour cette étude, une caméra thermique FLIR SC7000 a été utilisée. Des variations si minimes sont sujettes à des distorsions provoquées par les fluctuations ambiantes de la température. En utilisant la lumière pulsée et une caméra pour la prise de vue avec une fonction de verrouillage, seule la réponse thermique de l'objet aux illuminations est enregistrée et l'influence de l'environnement est réduite.

L'avantage principal de cette technique est l'enregistrement de la réponse thermique et non de la lumière réfléchie comme le ferait une caméra normale, la lumière est simplement atténuée en pénétrant dans l'objet. La réponse thermique est quant à elle peu atténuée, révélant les caractéristiques internes trop profondes pour être normalement visuellement perçues. De surcroît, il est ainsi possible d'obtenir la couleur de la couche inférieure indépendamment de la composition chimique de ce matériau. Alors que des techniques telles que l'analyse en fluorescence de rayons X permettent de révéler les couleurs de peintures de sous-surface par l'analyse chimique en indiquant la distribution d'éléments lourds caractéristiques de pigments colorés spécifiques (Dik et al., 2008), cette technique permet de révéler des couleurs qui ne contiennent pas de tels éléments lourds caractéristiques. C'est donc une méthode adaptée pour l'étude des matières colorantes organiques.

L'une des principales limitations de cette technique est l'atténuation de la lumière si la couche superficielle est trop épaisse, la réponse thermique de la sous-couche colorée sera alors trop faible pour être détectée. L'épaisseur maximale de la couche superficielle pour qu'une information cachée puisse être récupérée dépend des propriétés optiques du matériau de revêtement ainsi que de l'intensité de la source lumineuse. Une seconde limitation est la fragilité de la couleur de la couche superficielle. Une décoloration au cours de l'exposition provoquera une réponse thermique propre qui masquera la réponse thermique de la couche sous-jacente. Afin d'appréhender l'applicabilité et l'innocuité de la technique vis-à-vis du codex, un dispositif expérimental a été testé sur une gamme d'échantillons. Certains d'entre eux ont été faits avec des peintures modernes recouvertes d'une couche de blanc de plomb, d'autres ont été réalisés avec des colorants organiques recouverts d'une couche de gypse, afin de reproduire au mieux la structure du codex étudié. Pour tous les échantillons, la technique a permis de révéler une image en couleurs des peintures sous-jacentes. Une caméra thermique étant utilisée pour l'enregistrement des images, il est possible de suivre en continu et en temps réel l'impact éventuel de cette technique sur l'objet. La variation maximale de la température mesurée durant ces essais était inférieure à 0,1 °C, ce qui est inférieur à ce que peut induire le simple fait de toucher l'objet.

va à l'encontre de ce qui était attendu car le tracé noir aurait dû provoquer une élévation thermique. Une telle distorsion suggère que la mesure des caractéristiques thermiques est perturbée par deux phénomènes. Tout d'abord, la variation de l'épaisseur de la couche superficielle provoque des différences d'atténuation du rayonnement lumineux. Grâce à la technique RTI on

devrait pouvoir s'affranchir de ce problème. Cependant cela ne suffit pas à expliquer l'absence totale d'une élévation de température dans les zones noires. Il faut postuler (le terme est peut-être trop affirmatif) l'existence d'un défaut de structure à l'interface entre le tracé et la couche de gesso, qui pourrait empêcher la diffusion de la chaleur vers la surface. Il est possible



Figure. 3 : reconstruction partielle et préliminaire par Snijders des images cachées au verso de la page 11 basée sur la RTI, le proche infra-rouge et l'imagerie hyperspectrale réalisés au cours de l'étude récente.

qu'à l'endroit des restes de tracés noirs, la couche de gesso adhère moins intimement et se soit désolidarisée, provoquant la formation de poches d'air qui agissent comme isolant en empêchant la diffusion de l'énergie thermique. Ainsi, cette technique nous informe plus sur la structure interne du codex que sur les représentations figuratives qu'il contient.

Aussi, nous avons décidé de nous concentrer sur des caractéristiques visibles à la surface en appliquant l'imagerie hyperspectrale combinée avec l'imagerie RTI. L'interprétation des données est encore dans une phase préliminaire, mais on a déjà une idée de ce qu'il est possible d'obtenir. L'imagerie hyperspectrale est capable de mettre en évidence des variations de couleur de la couche de gesso qui sont trop faibles pour être perçues à l'œil nu. Ces variations trahissent les colorations sous-jacentes qui, avec le temps, ont diffusé vers la surface. Au verso de la page 11, qui avait été nettoyée dans l'étude des années 1950, un certain nombre de figures sont déjà visibles. Avec l'aide de la RTI et de l'imagerie hyperspectrale, ces figures peuvent être plus clairement distinguées du bruit créé par le support en cuir et les ombres de surface, et être ainsi reconstituées (fig. 3).

Grâce à ces figures, le style de la peinture peut être identifié et augurer ce qui se trouve sur les autres pages. Par exemple, tous les personnages féminins, à la page 11, ont

des couleurs rouges spécifiques des zones de la chevelure et du dos. L'association de ces deux zones rouges peut être considérée comme caractéristique de personnages féminins dans le style de ce peintre. Par conséquent, l'identification des taches rouges de la surface en utilisant l'imagerie hyperspectrale permet de repérer les personnages féminins dans le palimpseste.

Conclusion

Cette étude nous amène à conclure que les images présentes sous la couche de gesso du codex Añute sont bien un palimpseste au plein sens du terme. Ces images ont été grattées avant d'être recouvertes, il ne reste que des figures incomplètes avec des restes épars de contours noirs. Les techniques d'imagerie récentes appliquées à ce document permettent de mieux en connaître la structure et de débiter un travail de reconstitution des images cachées sous la couche de gesso. Il est trop tôt pour déterminer la fraction de ce palimpseste qui pourra être finalement restituée. Le cerveau humain est conditionné pour voir et identifier certains tracés. Bien que ceci aide à reconstituer certaines informations, cela crée aussi un risque de surinterprétation. Compte tenu de l'incidence possible sur des épisodes inconnus de l'histoire ancienne mixtèque,

cette interprétation doit être réalisée avec prudence. Aussi, cette recherche n'est qu'une première étape sur le long chemin de la reconstitution de ce codex caché.

Références bibliographiques

- Adam A.J., Planken P., Meloni S., & Dik J. (2009). « TeraHertz imaging of hidden paint layers on canvas ». *Optics Express*, 17(5), 3407-3416.
- Chang C.-I. (2003). *Hyperspectral imaging: techniques for spectral detection and classification* (vol. 1): Springer Science & Business Media.
- Dark P., & Plesters J. (1958a). *The Palimpsest of Codex Selden: A Summary Report of Recent Attempts to Reveal the Covered Pictographic Matter*. Bodleian Library, Unpublished.
- Dark P., & Plesters J. (1958b). *The Palimpsests of Codex Selden; Recent Attempts to Reveal the Covered Pictographs*. Paper presented at the 33^d Annual International Congress of Americanists.
- Dik J., Janssens K., Van Der Snickt G., Van der Loeff L., Rickers K., & Cotte M. (2008). *Visualization of a lost painting by Vincent van Gogh using synchrotron radiation based X-ray fluorescence elemental mapping*. *Analytical chemistry*, 80(16), 6436-6442.
- Jackson J. B., Mourou M. R., Whitaker J. F., Duling III I. N., Williamson S. L., Menu M., & Mourou G. (2008). *Terahertz time-domain reflectometry applied to the investigation of hidden mural paintings*. Paper presented at the Conference on Lasers and Electro-Optics.
- Jansen M. E. R. G. N., & Pérez Jiménez, G. A. (2004). « Renaming the Mexican Codices ». *Ancient Mesoamerica*, 15(02), 267-271.
- Jansen M. E. R. G. N., & Pérez Jiménez G. A. (2007). *Historia, literatura e ideología de Nuu Dzauí: el códice añute y su contexto histórico-cultural*. Fondo Editorial del Instituto Estatal de Educación Pública de Oaxaca.
- Malzbender T., Gelb D., & Wolters H. (2001). *Polynomial texture maps*. Paper presented at the Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer graphics and interactive techniques.
- Miliani C., Domenici D., Clementi C., Presciutti F., Rosi F., Buti D., & Sgamellotti A. (2012). « Colouring materials of pre-Columbian codices: non-invasive in situ spectroscopic analysis of the Codex Cospi ». *Journal of Archaeological Science*, 39(3), 672-679. doi: 10.1016/j.jas.2011.10.031
- Rapantzikos K., & Balas C. (2005). *Hyperspectral imaging: potential in non-destructive analysis of palimpsests*. Paper presented at the Image Processing, 2005. ICIP 2005. IEEE International Conference on.
- Van Asperen de Boer J. (1970). *Infrared reflectography: a contribution to the examination of earlier European paintings*.
- Zaman T. (2015). *Photothermal Tomography*. In Print.

Zetina S., Ruvalcaba J., Cáceres M. L., Falcón T., Hernández E., González C., & Arroyo E. (2011). *Non destructive in situ study of Mexican codices: methodology and first results of materials analysis for the Colombino and Azoyu codices*. Paper presented at the Proceedings of the 37th International Symposium on Archaeometry, 13th-16th May 2008, Siena, Italy.

Résumé

La Méso-Amérique précoloniale (du nord du Mexique au sud du Honduras) était habitée par de nombreux peuples instruits qui, tels les Mayas, les Aztèques et les Mixtèques (pour n'en citer que quelques-uns), non seulement gravaient des textes sur des sculptures, les peignaient sur des murs et quantité d'autres objets, mais ont également produit des livres. Ces livres, dont moins de vingt ont été préservés, font l'objet d'une recherche conjointe de l'Université de Leiden et de l'Université technique de Delft aux Pays-Bas. L'un d'eux, le codex Añute ou codex Selden (MS Arch. Selden A. 2), conservé à la Bodleian Library à Oxford, est d'un intérêt particulier puisqu'il s'agit d'un palimpseste. Cet article présente les récents travaux menés par les équipes de recherche de ces universités, ils ont permis une meilleure compréhension des parties cachées de ce document.

Abstract

Precolonial Mesoamerica (from Mexico in the north to Honduras in the south) was home to many literate peoples. Not only did cultures such as the Maya, the Aztecs and the Mixtecs (to name just a few) carve texts on sculptures, and paint them on murals and a myriad of artefacts, they also wrote books. These books, of which less than twenty have survived, are the focus of a collaborative investigation of the University of Leiden and the Technical University of Delft in the Netherlands. One of these, the Codex Añute or Codex Selden (MS Arch. Selden A. 2) held at the Bodleian Library in Oxford is of special interest as it is a palimpsest. This article reports on a recent effort by this collaborative research team to come to a better understanding of what is hidden inside this document.