# VERS UN DIAGNOSTIC NON-DESTRUCTIF DE L'ETAT DE CONSERVATION DES **DOCUMENTS GRAPHIQUES:**

## une nouvelle approche analytique intégrée de caractérisation du papier

## coordination: A.-L. Dupont\* partenaires: O. Ramalho\*, A. Lattuati-Derieux\*, C. Egasse\*

• Centre de recherche sur la conservation des collections, MNHN, MCC, CNRS umr 7188 - 36 rue Geoffroy-Saint Hilaire, 75005 Paris ♣ Centre scientifique et technique du bâtiment - 84, avenue Jean Jaurès BP2, 77447 Marne-la-Vallée Cedex 2



### Problématique

La façon la plus fiable d'évaluer l'état de dégradation d'un papier est la caractérisation des masses molaires moyennes (M,) des macromolécules de cellulose et de leur distribution (DMM). Cependant ces analyses nécessitent un (micro-)prélèvement de matière.

Afin d'appréhender de façon globale tous les aspects de la détérioration du papier, il faut également s'intéresser aux produits de dégradation résultant des réactions d'oxydation et d'hydrolyse de la cellulose.

Ces molécules, de faible masse sont principalement des aldéhydes et les acides carboxyliques dérivés, des composés phénoliques et des carbohydrates. Nombre de ces composés organiques sont volatils (COV) et peuvent donc être analysés en phase gazeuse par des techniques non-invasives.

#### Objectif

Ce projet a pour but d'explorer de **nouvelles techniques non-invasives** permettant de caractériser les VOC émis par les papiers et d'évaluer leur potentiel pour le diagnostic non-destructif d'état du papier. Cela se fera en établissant des comparaisons inter-analytiques fondées sur les méthodes microdestructives qui permettent de déterminer l'état de dégradation d'un papier au niveau moléculaire et macromoléculaire.

### Analyses

#### Analyses avec micro-prélèvement

La chromatographie d'exclusion stérique avec une détection en diffusion multiangulaire de lumière laser (SEC/MALS) est utilisée pour la caractérisation macromoléculaire de la cellulose des papiers étudiés (Figs.1 & 2).

Grâce à l'électrophorèse capillaire de zone (CZE/UV) il est possible d'identifier et de quantifier de nombreux composés réactionnels de dégradation (Figs.3 & 4).

#### Analyses sans prélèvement

La microextraction sur phase solide (SPME) et l'adsorption sur phase solide (SPE) permettent de piéger les COV présents dans l'environnement proche des matériaux étudiés. L'analyse des composés est réalisée par chromatographie gazeuse/spectrométrie de masse (GC/MS) (Figs.5 & 6) et par chromatographie liquide (LC/UV).

Le prélèvement SPME est effectué en mode statique sur une fibre adsorbante en polymère. Une dérivation in-situ sur la fibre est nécessaire, ce qui fait l'objet d'un , développement méthodologique.

Pour le prélèvement SPE, les cartouches adsorbantes sont disposées en aval d'une cellule d'essai d'émission en mode dynamique, Field Laboratory Emission Cell (FLEC) dans laquelle est placée la feuille de papier. Cette technique permet de caractériser les COV mais également de déterminer leurs taux d'émission (Fig.7).



Figure 4. quantification des acides organiques par CZE (somme des acides formique, glycolique et acétique)

mdo

entre l'émission des COV et le niveau d'altération de la cellulose.

Figure 7. Taux d'émission des COV de papiers Step 2 (coton) et Step 3 (pâte mécanique) en fonction du temps de vieillissement à 100°C en tube scellé. Analyses SPE-TD/GC/MS (a et b) et SPE-LC/UV (c).