

## QUESTIONS FRÉQUEMMENT POSÉES (FAQ)

Par Raymond N. Rogers

© 2004 Tous droits réservés

### 1) Comment savez-vous que l'image n'a pas été peinte?

L'objectif principal du STURP était de tester l'hypothèse selon laquelle l'image du Suaire était peinte, comme le prétendit l'évêque d'Arcis en 1389. Si elle avait été peinte, certains matériaux de couleur auraient été ajoutés à la toile, mais ils auraient disparu lors du feu de 1532. Les pigments et leurs véhicules auraient subi des changements en réponse au chauffage, aux produits de la pyrolyse, et à l'eau utilisée pour éteindre le feu. Aucun changement observé dans la couleur de l'image aux marges de la brûlure.

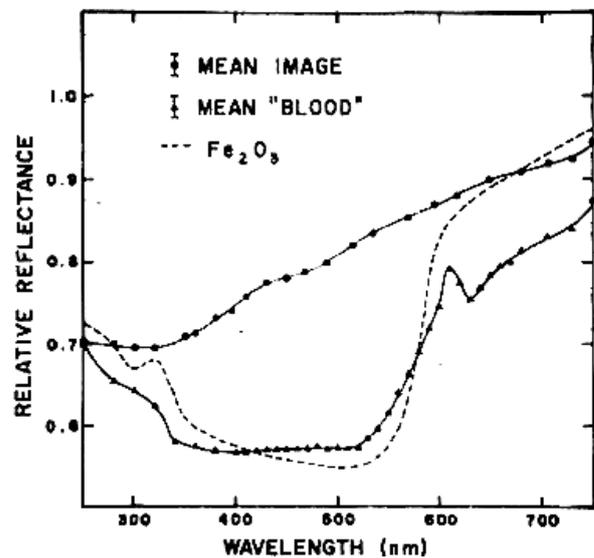
Tous les pigments et les médias, connus pour avoir été utilisés avant 1532, ont été chauffés sur une toile jusqu'à la température de formation du charbon. Tous ces matériaux ont été changés par la chaleur et / ou les produits de la pyrolyse, chimiquement réducteurs et réactifs. Des matériaux de peinture médiévale deviennent solubles dans l'eau, et ils se seraient déplacés avec l'eau diffusée dans des parties de la toile quand le feu a été éteint. Des observations du Saint Suaire en 1978 ont montré que rien dans l'image ne s'est déplacé avec l'eau.

Le Saint-Suaire a été observé par spectrométrie visible, ultraviolette, infrarouge, spectrométrie de fluorescence, par rayons X et thermographie. Des observations ultérieures ont été faites par spectrométrie de masse par pyrolyse, analyses Raman par microsondes laser et test micro-chimiques. Aucune preuve de pigments ou de médias n'a été trouvée. Votre œil voit les couleurs lorsque la surface absorbe certaines longueurs d'onde de la lumière et reflète les autres. Une surface rouge absorbe toutes les longueurs d'onde autres que le rouge. Chaque produit chimique composé absorbe des longueurs d'onde qui sont caractéristiques de sa structure chimique. La meilleure façon de déterminer les propriétés d'une couleur est de mesurer son spectre. La spectrométrie de la Réflectance a été l'une des plus importantes contributions des observations du STURP.

Les spectres de réflectance, dans la gamme visible, de l'image, du sang, et de l'hématite sont présentés dans la figure. L'image n'a pu être peinte avec de l'hématite ou aucun autre pigment connu. Le spectre de la couleur de l'image ne montre pas de caractéristiques particulières: il y a des changements progressifs à travers le spectre. Cela prouve qu'il est composé de différentes structures chimiques absorbant la lumière. Il présente les propriétés d'un hydrate de carbone déshydraté.

Il n'existe aucune preuve pour des quantités significatives de l'un des nombreux pigments et / ou colorants qui auraient pu être utilisés pour peindre ou retoucher les taches de sang. Nous avons envisagé et étudié le Pourpre de Tyr (6,6'-dibromoindigo) et le colorant de la racine de garance avec un mordant aluminium et / ou chrome ainsi que le cinabre (sulfure de mercure) et des pigments d'oxyde ferrique.

Pendant et avant le 14-ème siècle, l'or métal était le jaune le plus important. Il pourrait facilement être détecté par fluorescence aux rayons X.



Drawing Keys Page 1

Wavelength = Longueur d'onde

Reflectance = Réflectance

Mean = moyenne

Blood = sang

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = hématite

D'autres pigments couramment utilisés étaient l'ocre jaune (hydraté  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), l'ocre rouge (hématite) et d'autres ocres, orpiment ( $\text{As}_2\text{S}_3$ ), réalgar ( $\text{AsS}$ ), Jaune de Naples ( $\text{Pb}_3[\text{SbO}_4]$ ), massicot ( $\text{PbO}$ ), et l'or de mosaïque ( $\text{SnS}_2$ ). Des colorants organiques comportaient le safran, la bile jaune, le nerprun, et des amalgames. La racine de garance a commencé à apparaître en Europe, venant du Proche-Orient, à cette époque. La plupart des colorants nécessitent des mordants qui sont des oxydes hydratés de plusieurs métaux (par exemple, l'aluminium, le fer et le chrome). Pour produire les nuances observées dans l'image du Saint Suaire, les concentrations de pigments auraient dû varier à travers l'image. Or aucune variation d'aucun pigment n'a été observée par spectrométrie de fluorescence de rayons X. L'image n'a pas été peinte avec un pigment minéral de couleur appropriée.

## **2) Comment sait-on qu'il y a du vrai sang sur le Suaire?**

Alan Adler était expert sur les porphyrines, types de composés colorés observés dans le sang, la chlorophylle, et de nombreux autres produits naturels. Avec le Dr John Heller, MD, il a étudié le mouchetis de sang sur les bandes d'échantillonnage STURP [Heller et Adler, Applied Optics 19, (16) 1980]. Ils ont converti l'hème en son porphyrine mère, et ils ont interprété les spectres tirés de taches de sang par Gilbert et Gilbert. Ils ont conclu que les taches de sang sont du vrai sang. De plus les spectres par fluorescence -rayons X pris par le STURP ont montré un excès de fer dans les parties tachées de sang, comme prévu pour le sang. Des tests micro-chimiques pour les protéines ont été positifs dans les parties tachées mais pas dans les autres parties du linceul.

Il a été affirmé que le sang était de type AB, et des demandes de tests ADN ont été faites. Nous avons envoyé des taches de sang au laboratoire consacré à l'étude de sang ancien à l'Université d'Etat de New York. Aucune de ces affirmations n'a pu être confirmée. Le sang semble être si vieux que l'ADN est très fragmenté. Dr. Andrew Merriwether à SUNY a déclaré que «... n'importe qui peut marcher dans la rue et amplifier l'ADN à partir de rien. Le plus difficile est de ne pas amplifier ce que vous ne voulez pas et seulement amplifier ce que vous voulez (ADN endogène vs contamination). "Il est douteux que de bonnes analyses d'ADN puissent être obtenues sur le Suaire. Il est presque certain que les taches de sang sont du sang, mais aucune déclaration définitive ne peut être faite sur sa nature ou sa provenance, c'est à dire masculin et du Proche-Orient.

## **3) Comment sait-on que l'image n'a pas été produite par rayonnement?**

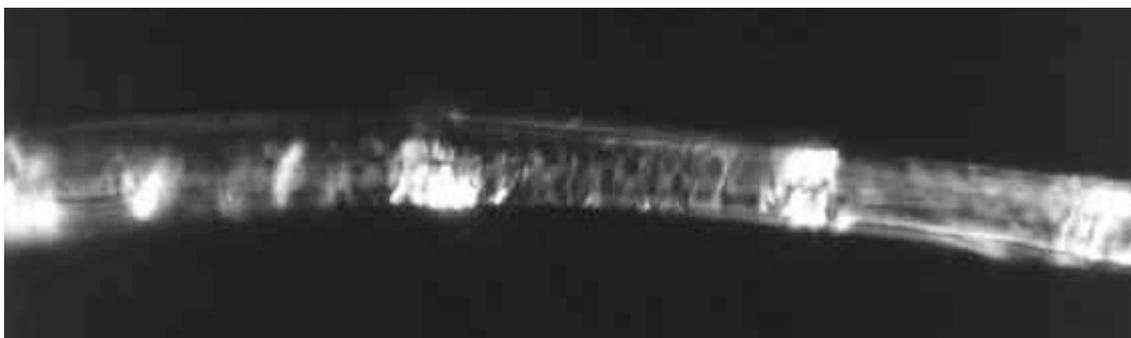
L'effet principal de tous les types de rayonnement est d'échauffer la matière qu'il frappe. Cette propriété s'applique aux rayonnements électromagnétiques (rayonnement visible, ultraviolet, infrarouge etc.); particules ionisantes telles que protons, électrons, particules alpha, et particules non ionisantes tels que des neutrons. On peut sentir la chaleur en tenant un morceau de plutonium, un flacon de tritium, ou une cible d'accélérateur, récemment irradiée. Une irradiation intense peut provoquer une chaleur suffisante pour faire exploser des explosifs ou faire brûler des métaux (penser aux effets laser).

Les molécules de cellulose sont repliées en arrière et en avant dans une disposition assez régulière, et montrent les propriétés d'un cristal C'est ce qu'on appelle une «structure fibrillaire." Si l'on tourne la platine d'un microscope pétrographique à polariseurs croisés en regardant une fibre de lin, des segments passent du noir au coloré puis au noir à nouveau tous les 90 degrés. La fibre est biréfringente et a une structure ordonnée.

Lorsque les fibres de cellulose sont suffisamment chauffées pour devenir colorées, par conduction, convection, rayonnement ou toute radiation, l'eau est éliminée de la structure (la cellulose est "Déshydratée"). Lorsque l'eau est éliminée, les liaisons chimiques C-OH sont brisées. Les radicaux libres de Carbone formés sont extrêmement réactifs, et ils vont se combiner avec n'importe quel corps dans leur voisinage.

Dans la cellulose, des parties des chaînes de cellulose peuvent réagir avec les plus proches. Les chaînes s'entrecroisent (« crosslink » réticulation en français). Cela modifie la structure cristalline de la cellulose, et on peut en voir l'effet avec un microscope polarisant.

Quand la cellulose commence à roussir (déshydratation et réticulation), sa structure caractéristique de cristal devient de plus en plus chaotique. Sa biréfringence change, et ce ne sont pas toutes les parties d'une fibre droite qui passent par des transitions claires de l'obscurité à la lumière sous le même angle. Les zones ordonnées sont de plus en plus petites. Il prend alors enfin une apparence pseudomorphique qui diffuse juste la lumière. Une fibre sensiblement brûlée ne change pas de couleur quand la platine tourne entre les polariseurs croisés.



Fibres Proton-irradiés par Rinaudo. Peu, blanc, lignes droites coupant à travers

Des types spécifiques de radiation provoquent certains types de défauts dans les cristaux de fibres de lin. Par exemple, les protons ionisent la cellulose lors de leur passage à travers la fibre. Cela déforme les cristaux, rendant les chemins des protons biréfringents. On peut voir où ils sont allés dans la fibre en suivant les lignes droites de leurs chemins (voir la figure "Protons-irradiés»).



Fibres irradiées par des neutrons de l'emballage de la momie Lyma par Moroni.

Observez les petites stries verticales blanches, faites par les protons de recul entre les nœuds de croissance brillants. Il y a aussi une brume légère dans l'arrière-plan, due à un flux de rayons gamma associés venant du réacteur.

Ce ne sont pas tous les types de rayonnement qui peuvent ioniser le matériau qu'ils pénètrent. Les neutrons et les neutrinos n'ont pas de charge. Les neutrinos n'agissent pratiquement pas, cela explique pourquoi ils sont si difficiles à détecter.

---

Ils n'ont pratiquement aucune chance d'être arrêtés même à travers la totalité du diamètre de la terre. L'effet de neutrons dépend de leur énergie, mais ils interagissent normalement avec des corps contenant de l'hydrogène pour produire des "protons de recul." Ils éjectent un noyau d'hydrogène du corps frappé, en produisant un proton ionisant. Vous pouvez voir les stries d'ionisation de ces protons (généralement d'énergie inférieure). (voir la figure Page 3).

La structure cristalline des fibres de lin du Suaire montre les effets du vieillissement, mais il n'a jamais été suffisamment chauffé pour changer de structure. Il n'a jamais supporté une irradiation chimiquement significative par des protons ou des neutrons. Aucun type de rayonnement capable de produire une couleur dans les fibres de lin ou de modifier la teneur en  $^{14}\text{C}$  (datation carbone) ne pourrait passer inaperçu. Toutes les radiations ont un effet sur les matériaux organiques.

Cela prouve que la couleur de l'image n'a pu être produite par une déshydratation de la cellulose induite par irradiation ou la chaleur. La formation de l'image a eu lieu à des températures normales en l'absence de rayonnements énergétiques de toute nature.

#### **4) Comment sait-on que l'image n'était pas une brûlure? Comment sait-on que la plus grande partie du Suaire n'a pas été suffisamment chauffée pour commencer une décomposition?**

Comme indiqué en (3) ci-dessus, la cristallinité des fibres de lin dans toutes les parties du Suaire qui n'ont pas été brûlées n'a pas été considérablement dégradée.

La loi d'Arrhenius décrit l'effet de la température sur la vitesse des réactions chimiques cohérentes, comme suit:

$$k = Z e^{-E/RT}$$

avec  $k$ , le coefficient de vitesse (anciennement appelé "constante de vitesse")

$T$ , la température en K (degrés Kelvin)

$E$ , l'énergie d'activation d'Arrhenius donnée en  $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$  (ou Joule par mole)

$R$ , la constante des gaz parfaits (valeur usuelle  $R = 8,314\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ )

$Z$  est le facteur pré-exponentiel (*appelé aussi facteur de fréquence*) tenant compte de la fréquence des collisions et des effets stériques.

Si l'image était due à une brûlure ou si une partie du Saint Suaire avait été suffisamment chauffée pour faire d'importants changements dans les taux de décomposition de l'un de ses composants, on constaterait des changements dans la structure des fibres de lin et du sang. Le sang évolue toujours vers l'hydroxyproline dans le cas d'un chauffage modéré, et les cristaux de cellulose sont essentiellement sans distorsion. L'image et les fibres de contrôle montrent des propriétés cristallines identiques. L'image n'est pas due à une brûlure. Le tissu n'a pas été chauffé, ni bouilli dans de l'huile.

#### **5) Comment sait-on que l'échantillon de radiocarbone n'était pas valable pour la datation du Saint Suaire?**

En 1988, les datations ont été soigneusement réalisées. La préparation de l'échantillon, les technologies et des procédures de mesure, et la réduction des données ont été correctement planifiées et exécutées afin de répondre à la question la plus importante: le Saint Suaire a-t-il été produit au Premier siècle? Damon, et al., ont indiqué que «L'âge de l'enveloppe est obtenue comme 1260-1390 après J.C. avec au moins 95% de confiance. "Toutefois, cette date ne tient pas compte des observations sur la technologie de production du linge ni de la composition chimique des fibres obtenues directement à partir de la partie principale du linceul en 1978. Les analyses indépendantes de différents laboratoires montrent une dispersion des résultats plus importante qu'attendue pour un échantillon homogène, ce qui soulève d'autres questions.

L'opération d'échantillonnage de 1988 a été décrite comme suit: "Le linceul a été séparé du tissu de soutien le long de son bord inférieur gauche et une bande (~ 10 mm x 70 mm) a été coupée juste au-dessus de l'endroit où un échantillon a été retiré en 1973 pour examen. La bande provient d'un site unique sur le corps principal du tissu loin de tous les patchs ou des zones carbonisées.

L'utilisation d'un seul échantillon, en supposant qu'il était représentatif de l'ensemble du tissu, n'est pas en accord avec les procédures et protocoles normaux établis pour cette étude. C'était une grave erreur.

Pour aggraver les choses, MM. Franco Testore, professeur de technologie textile à l'École Polytechnique de Turin, et Gabriel Vial, conservateur du Musée du Textile antique à Lyon, France, ont approuvé l'emplacement de l'échantillon de radiocarbone sans aucune tentative sérieuse de caractériser cet échantillon. Aucune caractérisation chimique ou étude microscopique soignée des échantillons n'ont été faites. Le travail de 1988 ne garantissait pas la validité de l'échantillon. La zone où l'échantillon de radiocarbone a été obtenu avait été photographié en 1978 avec une source d'ultraviolets (voir "fluorescence UV"). Tout en faisant les photographies UV, la source a été fortement filtrée pour exclure la lumière visible et l'appareil a été fortement filtré pour exclure tout effet des UV sur le film. Tout ce qui apparaît sur le film est le résultat de la fluorescence pure. Toute fluorescence est le résultat de la composition chimique du matériau.

La partie de tissu non-image montre généralement une faible fluorescence (en haut à droite). Lorsque l'image apparaît sur le tissu, la fluorescence s'éteint et apparaît une couleur brune (voir "Mains" ci-dessous). La petite région triangulaire, blanche est l'endroit où l'échantillon de Raes a été coupé en 1973. L'échantillon de radiocarbone a été coupé vers le haut, à partir de là, à environ 1 cm à droite de la couture et sur environ 7 cm de long. La zone où l'échantillon de radiocarbone a été pris est relativement sombre, ce qui n'est pas le résultat de la saleté, de la couleur de l'image ou de la brûlure. Le tissu est beaucoup moins fluorescent dans ce domaine, devenant plus brillant en une fluorescence plus typique à droite. La photo prouve que la zone de radiocarbone a une composition chimique différente de celle de la partie principale du tissu. Ce n'était évidemment pas envisagé avant la coupe de l'échantillon.

Raes et le fil de radiocarbone montrent des incrustations de couleur sur leurs surfaces. Certaines sections de moelle contiennent une partie du matériel, montrant qu'il avait pu s'écouler par attraction capillaire comme un liquide. L'incrustation n'est pas éliminée par les solvants non polaires, mais gonfle et se dissout dans l'eau. Il n'y avait absolument aucune incrustation ni sur le tissu de Hollande ni sur les fibres de la principale partie du Suaire.

Al Adler avait trouvé de grandes quantités d'aluminium dans des segments de fils à partir de l'échantillon de radiocarbone-jusqu'à 2%- par analyse par rayons X dissipative d'énergie. J'ai découvert que l'échantillon de radiocarbone était revêtu uniquement d'une gomme végétale (Probablement la gomme arabique), un oxyde d'aluminium hydraté mordant (l'aluminium trouvé par Adler), et la racine de garance colorante (alizarine et purpurine).



Photo par fluorescence UV de l'échantillon de radiocarbone. Le petit triangle blanc (en bas à gauche) est le site de l'échantillon Raes adjacent à l'échantillon de radiocarbone.



Rien de semblable n'existe sur aucune autre partie du Saint Suaire. La microphotographie montre plusieurs fibres du centre de l'échantillon de radiocarbone dans l'eau. La gomme est gonflée et se détache lentement des fibres. De nombreux lacs rouges d'alizarine / mordant apparaissent, et le colorant jaune est en solution dans la gomme. Plusieurs fibres de coton sont visibles, ce qui est une situation unique qui ne se trouve que pour les échantillons Raes et de radiocarbone.

La zone d'échantillonnage du radiocarbone a été teinte pour correspondre à la partie ancienne de la toile. L'échantillon choisi pour la datation était totalement invalide pour déterminer l'âge réel du Saint Suaire.

## 6) Comment sait-on que le feu de 1532 n'a pas initié une décomposition auto-catalytique à long terme du Saint Suaire?

Sur la base des données de la chimie et des conditions de stockage actuels, le Saint Suaire de Turin n'est pas maintenant et n'a jamais été en danger imminent de décomposition auto-catalytique catastrophique. La « Restauration de 2002 » était basée sur une compréhension erronée de la chimie.

Les réactions chimiques auto-catalytiques sont celles dans lesquelles la vitesse augmente à mesure que les quantités de réactifs baissent, c'est à dire, tandis que les matériaux réagissent. Le facteur le plus important, dans la prévision des effets, est la **température**. Changements de température, changements de vitesse. Le seul grave épisode de chauffage du Saint Suaire est celui de l'incendie de 1532. Toute décomposition auto-catalytique, produite alors, a depuis longtemps cessé : le Suaire est conservé à une température normale.

L'équation chimique fondamentale qui décrit un processus auto-catalytique est la suivante :

$$\frac{d\alpha}{dt} = k\alpha^p(1-\alpha)^q Z e^{-\frac{E}{RT}}$$

avec  $da/dt$ =vitesse de réaction,  $\alpha$ =quantité de produit réagissant au temps  $t$ . Chaque équation ne s'applique qu'à une seule réaction cohérente spécifique à l'étude. La valeur du  $k$  est différente au niveau de chaque température spécifique: C'est une constante uniquement à une température, et elle ne s'applique qu'à une réaction spécifique. Les valeurs de  $E$  et  $Z$  sont déterminées à partir d'un grand nombre de mesures de  $k$  à différentes températures. Les prévisions sur la durée de vie attendue du Suaire ne peuvent être faites sur la base d'une constante de vitesse unique. Les observations faites au cours d'un épisode de brûlure ne peuvent être appliquées aux températures normales.

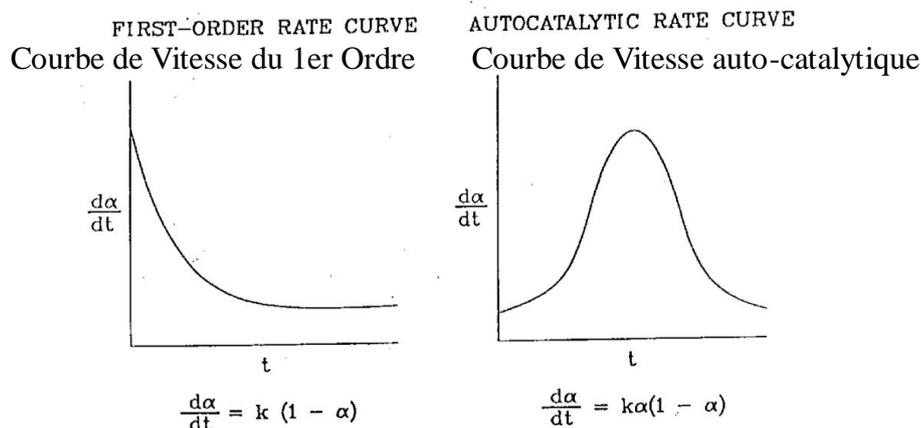
$E$ ,  $Z$  et  $k$  sont les valeurs les plus importantes dans une discussion sur les vitesses et durées de vie associées de matériaux. Toutes ces valeurs ont une signification fondamentale pour la réaction chimique.  $R$  est connue avec une grande précision.  $T$  est exprimée en degrés Kelvin ( $0^\circ \text{K} = -273,2 \text{C}$ ). Les exposants  $p$  et  $q$  permettent de prévoir la position de la vitesse maximale dans un processus auto-catalytique, c'est à dire, la quantité de matière réagissant à la vitesse maximale, - à **température constante**. Des exposants supérieurs à 2 sont extrêmement rares.

Des exemples de courbes de vitesse simple ou auto-catalytique sont présentés dans la figure de la page 7. Notez que la vitesse augmente avec le temps dans la courbe auto-catalytique, à **température constante**, jusqu'à ce qu'elle atteigne la vitesse de réaction maximum. Ensuite, le taux diminue.

---

Toutefois, la vitesse initiale à toute température est beaucoup plus faible que la vitesse maximale. La vitesse de décomposition chimique de la cellulose est nulle pour l'essentiel à la température ambiante. La dégradation à plus long terme de la cellulose que l'on observe dans certains contextes archéologiques est causée par une attaque microbiologique.

Quand la cellulose se décompose auto-catalytiquement à haute température, on peut revenir à la valeur initiale par refroidissement.



Les vitesses de réaction dans les solides, les solides cristallins surtout comme la cellulose, sont nettement inférieures aux valeurs pour le même matériau fondu ou en solution, car un réseau cristallin est stabilisé par sa structure ordonnée. La structure cristalline est appelé "fibrillaire" dans les matières comme le lin.

Une cause majeure de l'auto-catalyse dans la décomposition de la cellulose est la destruction de l'ordre cristallin lorsque le matériau est chauffé au-dessus de son point de fusion, 260° C environ. A l'exception de l'incendie de 1532, le Saint-Suaire n'a jamais connu ce danger. Plus secondaire, l'auto-catalyse chimique est discutée ci-dessous. Les vitesses dans la phase solide de la cellulose sont essentiellement nulles en l'absence d'acides, de bases, de lumière de courte longueur d'onde, d'eau et de micro-organismes.

Lorsque l'ordre de la cellulose cristalline est détruit par chauffage, la masse fondue de cellulose est également chimiquement auto-catalytique. La possibilité de l'auto-catalyse chimique du lin dépend des produits de décomposition de la cellulose. Feigl et Anger [Feigl, F. et Anger, V., 1966 tests ponctuels en Analyse organique, Elsevier Pub. Co., New York.] décrivent les effets du chauffage de la cellulose comme suit: "Quand la cellulose est chauffée, elle se décompose et la vapeur surchauffée résultante réagit avec la cellulose inchangée pour produire des hexoses, qui à son tour hydrolysent pour donner de l'hydroxyméthylfurfural." Le seul catalyseur chimique important pour la dégradation auto-catalytique de la cellulose à haute température est de la **vapeur surchauffée**. La vapeur surchauffée n'existe pas à la température ambiante. Il n'y a aucun "effet mémoire". Le Saint-Suaire doit être aussi stable à température ambiante, que tout autre échantillon de lin. Le Saint-Suaire n'était pas en danger de décomposition auto-catalytique.

La vitesse de décomposition d'un solide cristallin dépend de la perfection du cristal. Si des cristaux sont mis en situation de tension, ils développent des anomalies de haute énergie libre, et la décomposition est beaucoup plus rapide au niveau des défauts qu'elle ne l'est dans le matériau de base. Si l'auto-catalyse était un réel problème pour le Suaire, des différences significatives auraient été observées autour des coutures, contraintes et tendues, des pièces. Le STURP a observé ces domaines, et il n'y avait aucun signe d'accélération de l'auto-catalyse, et en fait il n'y a aucun signe d'auto-catalyse du tout. L'auto-catalyse n'est pas un réel danger pour le Saint-Suaire.

Des études plus approfondies ont montré que les principaux produits secondaires de la décomposition thermique de la cellulose sont le formaldéhyde, le furfural (2-furaldéhyde), hydroxyméthylfurfural (5-hydroxyméthyl-2-furaldéhyde), de l'acide lévulinique (4-oxopentanoïque), et 3-penténoïque-?-anhydride. Aucun d'entre eux n'est un catalyseur important pour la décomposition autocatalytique du lin.

En effet, le formaldéhyde, le furfural, et l'hydroxyméthylfurfural sont des agents réducteurs, des antioxydants. Le Furfural inhibe la croissance des moisissures et des levures. Les zones brûlées sont moins susceptibles de subir une attaque microbiologique.

Les observations et descriptions du Saint Suaire pendant les 470 ans écoulés depuis l'incendie de 1532 ne suscitent pas une crainte de décomposition catastrophique de la toile. Il n'y a absolument aucune preuve d'une possibilité d'attaque de la toile par des acides, des bases ou des micro-organismes. Le STURP a testé le pH d'échantillons provenant de toutes les parties du Suaire. Pas d'impuretés susceptibles d'initier une décomposition auto-catalytique n'ont été trouvées, confirmant ce qui a été observé à travers 470 ans d'histoire.

Si la détérioration du Suaire reste toujours un souci, un moyen pratique pour en ralentir le progrès est de le garder froid. Cela a aussi l'avantage de réduire les attaques microbiologiques. Comme c'est le cas dans l'utilisation d'atmosphères, "inertes" un stockage à température réduite doit être soigneusement pris en compte. Une température trop basse pourrait causer un stress physique et entraîner une fracture des fibres. Le mince revêtement de couleur de l'image sur les fibres pourrait être relâché dans certaines régions.

Une règle empirique, déduite d'Arrhenius, suppose que les vitesses de réactions normales sont augmentées d'un facteur de deux à trois pour chaque d'augmentation de température de 10° C. Un refroidissement modéré pourrait donc avoir un effet significatif sur la prolongation de la vie du Saint Suaire. Un froid sévère pourrait endommager le tissu et l'image.

## 7) Pourquoi y a-t-il des bandes de lin de couleur différente dans le linceul, et que prouvent-elles sur les mécanismes de formation de l'image?

Des bandes de couleur légèrement différente se voient sur les photos du Suaire. Elles apparaissent plus nettement dans les photos par fluorescence ultraviolette (voir Mains UV). Les deux fils de chaîne et de trame présentent cette propriété. Certaines régions montrent un fil de chaîne plus sombre et d'autres un fil de trame plus sombre. Dans certains endroits, on note un croisement par des bandes de couleur plus sombre. Dans d'autres ce sont des bandes de couleur plus claire. L'effet est quelque peu celui d'un plaid.



Tous les procédés de blanchiment utilisés à travers l'histoire enlèvent la lignine et la plupart des impuretés associées (par exemple la cire et les hémicelluloses). Plus le processus de blanchiment est fort, plus le résultat est blanc. Les bandes de couleur sont le résultat final des différentes quantités d'impuretés laissées par le processus de blanchiment.

Mains UV, montrant des bandes de couleur et leur effet sur la densité de couleur de l'image

Anna Maria Donadoni, conservateur au Musée d'égyptologie à Turin, a mis en évidence les endroits où des lots de fil se sont terminés dans l'armure et où un nouveau fil a été inséré dans le but de poursuivre le tissage. Les extrémités de fil ont été posées côte à côte, et l'armure a été comprimée avec un peigne. Les extrémités sont souvent visibles, et les chevauchements correspondent à des zones de couleurs différentes dans le tissu. Les différents lots de fil donnent des couleurs différentes. Là où des bandes sombres de fils croisent les zones de l'image, l'image est plus sombre. Même phénomène pour les bandes claires. Cela prouve que la couleur de l'image n'est pas le résultat de réactions dans la cellulose du lin.

Certaines impuretés sur la surface de différents amas de fils produisent la couleur de l'image. Cette observation est extrêmement importante lorsque l'on teste des hypothèses sur la formation de l'image. Si la couleur de l'image n'est pas simplement le résultat d'une élaboration dans la cellulose des fibres de lin, la formation de l'image doit être bien plus complexe que nous le pensions au départ.

### **8) A Quelle vitesse la cellulose (lin) se décompose t-elle (i.e. produit une couleur) par rapport aux impuretés trouvées sur le Suaire?**

J.L. Banyasz, S. Li, J. Lyons-Hart, et KH Shafer [Fuel 80 (2001) 1757-1763] ont étudié l'évolution en temps réel du formaldéhyde, hydroxyacétaldéhyde, CO et CO<sub>2</sub> à partir d'une cellulose microcristalline pure par EGA/FTIR (Analyse des Gaz Effluents/Transformée de Fourier Spectrométrie Infrarouge). Ils ont détecté 10 composés en même temps dans la phase gazeuse par FTIR. La dégradation de la cellulose est très complexe. La quantité de formaldéhyde produite est une fonction des taux de chauffage, de sorte que les mécanismes de décomposition changent en fonction de la vitesse à laquelle est chauffée la cellulose. C'est important dans l'examen des mécanismes de formation de l'image et la stabilité à long terme vis-à-vis des processus de roussissement.

Selon A.G.W. Bradbury, Y. Sakai, et F. Shafizadch, [J. Appl. Polym. Sci. (1979) 23, pp 3271-3280], le processus d'induction dans la cellulose peut être négligé au-dessus de 300° C. Ils ont observé deux mécanismes de décomposition majeurs avec les constantes suivantes:

$$E_1 = 47.3 \text{ kcal / mol} \quad Z_1 = 3,2 \times 10^{14} \text{ s}^{-1}$$
$$E_2 = 36.6 \text{ kcal / mol} \quad Z_2 = 1,3 \times 10^{10} \text{ s}^{-1}$$

Ils ont supposé que 65% des produits de la chaîne de réactions de formation du charbon sont allés en gaz.

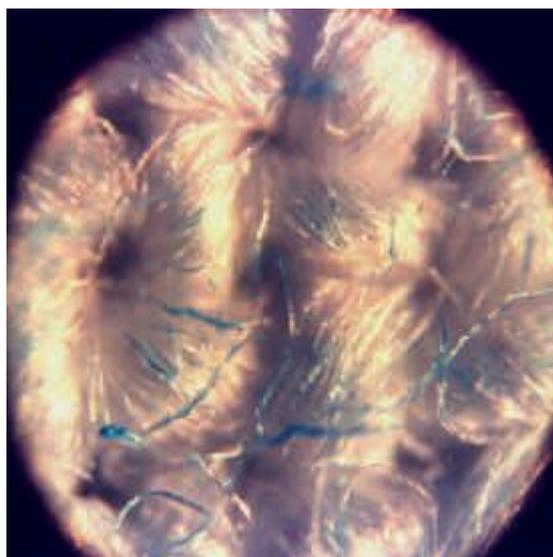
Le glucose se décompose en un processus en plusieurs étapes. Comme avec tous les autres saccharides, la première est une réaction de déshydratation / condensation. La condensation produit des doubles liaisons carbone-carbone, qui conduisent finalement à la formation de couleur. Bruce Waymack de Philip Morris a mesuré la cinétique de la première réaction avec  $E = 23,9 \text{ kcal / mole}$ , et  $Z = 1,26 \times 10^7 \text{ s}^{-1}$ . Les polysaccharides de faible poids moléculaire sont beaucoup moins stable que la cellulose.

J'ai mesuré la cinétique de l'élimination de vanilline à partir de la lignine avec  $E = 23,6 \text{ kcal / mol}$  et  $Z = 3,7 \times 10^{11} \text{ s}^{-1}$ . Il est beaucoup moins stable que la cellulose cristalline.

Les résultats des études cinétiques inclinent pour un processus de formation d'image à basse température. La température n'était pas assez élevée pour changer la cellulose dans le temps disponible pour la formation de l'image, et aucun charbon n'a été produit.

### **9) Comment est-il possible de n'obtenir l'image que sur la surface supérieure de la toile?**

Parce que la cellulose n'a pas été impliquée dans la formation de l'image, la couleur doit s'être formée dans les impuretés sur la surface des fibres. Des observations indépendantes ont prouvé que toute la couleur de l'image se trouve dans une couche très mince sur la surfaces extérieure des fibres colorées.



La concentration par évaporation peut expliquer la nature superficielle de l'image et les propriétés identiques des images avant et arrière. Il peut également expliquer le "doublement superficiel" de l'image, à savoir, la présence d'une image superficielle sur la surface arrière du tissu tel que rapporté par Ghiberti, Fanti et Maggiolo.

Quand une solution s'évapore à la surface d'un solide poreux les solutés dissous sont concentrés à la surface d'évaporation. Le principe est illustré dans la microphotographie avec un colorant bleu. Un morceau de toile a été saturé avec une solution diluée de colorant bleu, et le tissu était séché sur une feuille de téflon. Tout l'évaporation s'est produite sur la surface supérieure, et le colorant s'est concentré sur cette surface. Il est évident que la plus grande part du colorant s'est déposée sur les parties les plus hautes du tissu et sur les fibres pointant vers le haut du duvet. Une feuille de tissu contenant des sucres et des amidons déposeraient ces impuretés dans la partie la plus supérieure de l'armure après le lavage et le séchage.

#### **10) Un processus simple, naturel peut-il expliquer une image doublement superficielle ?**

Quand un tissu est séché sur un fil, les impuretés se concentrent sur les deux surfaces d'évaporation; Cependant, plus d'impuretés se déposent sur le support qui sèche le plus vite. Toute concentration d'impuretés peut prendre part à des réactions de formation d'image. Cela peut expliquer le "doublement superficiel" de l'image.

#### **11) A quelle vitesse un corps humain commence-t-il à se décomposer, et quels sont les produits?**

L'Université du Tennessee maintient une zone expérimentale où des observations sont faites sur les cadavres en décomposition. On remarque que les mouches pondent leurs œufs dans les plaies sur les cadavres, et que des asticots apparaissent avant 30 heures à environ 23° C. Ceci donne la durée approximative pour qu'apparaissent des produits de décomposition liquides sur la surface d'un corps. Nous n'avons pas trouvé de preuve de la migration des produits de décomposition liquides à travers la toile. Par conséquent, le tissu n'aurait pas pu être en contact avec le corps très longtemps.

Des corps en décomposition commencent à produire l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) dans les poumons assez rapidement après la mort, et l'ammoniac se diffuse vers l'extérieur par le nez et la bouche. L'ammoniac est plus léger que l'air, et se diffuse rapidement. Le taux de production d'ammoniac diminue avec le temps après la mort.

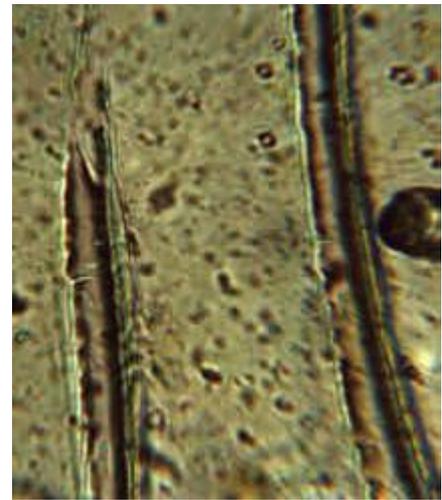
En quelques heures, en fonction des conditions météorologiques, un corps commence à produire des amines plus lourdes dans ses tissus, par exemple, la putrescine (1,4-diaminobutane), et cadaverine (1,5-diaminopentane). Ces amines sont beaucoup plus lourdes que l'air, et ils diffusent relativement lentement. Les expériences prouvent qu'une diffusion lente est en relation avec une résolution accrue dans la formation de l'image. L'apparition précoce et la diffusion rapide de l'ammoniac à faible poids moléculaire à partir du nez et de la bouche peut aider à expliquer la plus grande quantité de couleur de l'image entre le nez et la bouche, la barbe, et dans la proximité des cheveux. Il sera également diffusé à travers le tissu plus rapidement et atteindra le côté arrière du tissu avec une plus grande concentration. L'Ammoniac se diffuse environ à 20 cm dans l'air tandis que la cadavérine ne se diffuse qu'à seulement 6 cm.

#### **12) Comment savez-vous que les fibres de lin n'ont pas été impliquées dans la formation de l'image?**

Le professeur Alan Adler, de l'Université du Western Connecticut a constaté que la couleur de l'image peut être réduite avec un réactif diimide, laissant incolores et intactes les fibres de lin après son passage. Ceci a confirmé les données spectrales qui indiquaient que la couleur de l'image est le résultat de liens doubles conjugués complexes, mais il s'est avéré que la couleur de l'image n'a été trouvée que sur les surfaces extérieures des fibres colorées de l'image.

Jusqu'à cette époque, nous supposions que la couleur de l'image était le résultat de changements chimiques dans la cellulose du lin. Le changement le plus probable impliquait la déshydratation de la cellulose pour produire les liens conjugués à double liaison. Les observations d'Adler prouvent que la cellulose n'a pas été impliquée dans la formation de l'image. **Il s'agit d'une très importante observation.**

Ce fait a été confirmé par l'observation que la couleur de l'image sur certaines fibres avait été dépouillée de leur surface par l'adhésif des bandes d'échantillonnage. La microphotographie montre les endroits où deux fibres ont été retirées de l'adhésif laissant leur revêtement coloré derrière elles. Le revêtement est trop mince pour être mesuré avec précision avec un microscope standard, mais il semble avoir une épaisseur de 200 à 600 nanomètres (de l'ordre de une longueur d'onde de la lumière visible).



Les bandes de couleurs et le fait que l'ensemble de l'image couleur n'apparaît que sur les surfaces extérieures des fibres, ont suggéré que la formation de l'image impliquait une couche mince d'impuretés. Parce que la cellulose n'a pas de couleur, les impuretés devaient être beaucoup moins stables que la cellulose.

Cela a également suggéré que les impuretés étaient le résultat des méthodes de production du tissu, et qu'elles devraient apparaître sur toutes les parties du tissu. Une recherche des impuretés carbohydratées sur le Suaire ont confirmé la détection de McCrone de fractions d'amidon. L'amidon et les carbohydrates de faible poids moléculaire de l'amidon brut auraient été une source de couleur beaucoup plus facilement que la cellulose par suite soit d'une déshydratation thermique soit de réactions chimiques.

Tout mécanisme de formation d'image qui entraînerait la formation de couleur à **l'intérieur** des fibres doit être rejeté. Certaines «théories», qui ont été mentionnées, qui causeraient une coloration des fibres à l'intérieur, feraient appel à un rayonnement pénétrant ou une brûlure à haute température ( statue chaude, peinture avec une torche, etc.) ou déshydratation catalysée de la cellulose. **Les fibres de l'image ne sont colorées que sur leur surface.**

### **13) Y a-t-il d'autres moyens que le radiocarbone pour dater le Saint Suaire?**

Les archéologues utilisent diverses méthodes pour estimer l'âge des objets et / ou des strates de terrain qui contiennent des artefacts. Une des façons les plus importantes est d'observer l'évolution des technologies: les méthodes utilisées pour fabriquer des outils changent avec le temps. Il y a une grande différence entre les haches manuelles réalisées au cours du Paléolithique et les belles pointes de flèches faites quelques centaines d'années plus tard. La technologie utilisée pour fabriquer le Suaire était bien différente de celle utilisée à l'époque médiévale ou aux temps modernes.

Les outils de pierre s'hydratent et forment une patine. Leur épaisseur indique l'âge. De même, tous les matériaux biologiques ont tendance à se décomposer ou à changer de structure avec le temps. Les protéines subissent une "racémisation."

Leurs acides aminés modifient leurs propriétés optiques. Cela s'applique au sang sur le Linceul. L'ADN dans le sang et les échantillons de tissus se dégradent avec le temps. L'ADN dans les échantillons de sang du Suaire montre les effets d'un vieillissement significatif: seulement les courtes longueurs de la chaîne restent intactes. Les résultats du typage ABO rapportés sont très suspects et probablement pas valides. Cependant, les résultats prouvent un âge appréciable pour les matériaux du Suaire.

Les structures cristallines subissent des dommages causés par des sources naturelles de rayonnement, et les fibres du Suaire montrent des preuves de changements dans leur structure cristalline.

Certains composés comme la lignine changent de composition avec le temps. La lignine dans le Saint-Suaire n'est pas conforme au test micro-chimique normal de la vanilline, indiquant qu'il est assez vieux. Les mesures du taux de produits chimiques pour la perte de vanilline estiment un âge pour le Saint Suaire de plus de 1300 ans, en fonction des conditions de stockage.

#### **14) Quelles observations ont-elles pu être faites sur les propriétés de l'image en examinant les dégâts causés par le feu de 1532?**

Voir FAQ 15 ci-dessous.

#### **15) Quelles sont les options pour la future étude scientifique de l'histoire du Suaire qui ont été perdues lors de la «restauration» de 2002?**

Bien que l'incendie de 1532 ait presque détruit le Saint-Suaire, il a créé des opportunités pour de nombreux types d'études chimiques. Nous n'aurions jamais utilisé de semblables méthodes destructrices d'observations sur une relique intacte, mais cette mésaventure nous a donné beaucoup d'options inattendues. Le fait important est qu'avant la restauration, nous pouvions examiner la chimie d'endroits spécifiques sur le Suaire là où la brûlure recoupe l'image, les taches de sang, de sérum et d'eau. La restauration a détruit beaucoup d'informations chimiques à ces intersections.

Si l'image avait été peinte ou retouchée, certains matériaux étrangers auraient dû être ajoutés au tissu. Les pigments et les véhicules (par exemple, les ocres, le réalgar, l'orpiment, de l'or de mosaïque, glaires d'oeuf, des gommes, et des colles) auraient été soumis à un "test chimique" violent lors de l'incendie. Les températures, les gradients de température, des produits de pyrolyse, et l'eau utilisée pour éteindre l'incendie auraient changé la composition chimique de la plupart des matériaux étrangers. Avant d'aller à Turin en 1978, nous avons fait beaucoup d'expériences sur la stabilité des matériaux de peinture. Nous avons espéré que nos observations futures sur le Suaire pourraient comparer les prévisions avec la réalité. La restauration a perturbé exactement les endroits de la plus haute importance chimique.

Les personnes impliquées dans la restauration de Juin et Juillet 2002 ne semblent pas être familières des observations scientifiques antérieures, et n'ont pas consulté les chimistes experts des différents domaines d'expérience ou des restaurateurs de textiles sensibilisés à la chimie. La restauration a détruit une grande partie des informations chimiques qui auraient pu être récupérées notamment sur leur positionnement sur la surface du Saint Suaire.

L'incendie de 1532 a produit de nombreux produits de pyrolyse extrêmement réactifs, et le feu a été éteint avec de l'eau. Toutes les peintures qui ont été utilisés pendant ou avant l'époque médiévale (sauf l'or) sont modifiées par la chaleur et / ou les produits de la pyrolyse chimiquement réducteurs et réactifs du tissu (Par exemple, le formaldéhyde, le furfural, des acides organiques, le CO, etc.) Par exemple, l'hématite rouge aurait été réduite en magnétite noire. Cet état de fait a fourni une base pour réfuter l'affirmation de McCrone selon laquelle l'image aurait été peinte avec de l'hématite. Nous avons prévu de rechercher les produits de ces réactions.

Certains matériaux de la peinture médiévale deviennent solubles dans l'eau, et ils auraient été emportés par l'eau. Une énorme quantité d'informations chimiques existait dans les endroits brûlés. La plupart des couleurs biologiques sont beaucoup moins stables que la cellulose (lin) et les pigments non biologiques. Des expériences ont montré en 1978 que les lignes de brûlure dans les impuretés l'emportent sur celles dans le pur lin.

La plupart des matières organiques, y compris les produits naturels, se transforment de façon prévisible en réponse au chauffage et aux produits connus de la pyrolyse de la cellulose. Nous avons même testé l'encre de seiche, dont on avait rapporté l'usage dans l'Antiquité.

Il serait possible d'extraire les produits de réactions des matériaux récupérés lors de la restauration, en supposant que les échantillons ont été séparés et les lieux enregistrés. Cette information pourrait être importante pour suggérer la composition chimique de l'image. La plupart des possibilités d'étudier directement les effets du feu sur les matériaux de l'image ont été détruites par la restauration de 2002.

Les observations visuelles et microscopiques sur le Saint Suaire en 1978 indiquent que la couleur de l'image ou les produits de réaction ne se déplacent pas avec l'eau. D'autres produits non identifiés ont fait mouvement. Aldo Guerreschi a suggéré que deux ensembles différents de taches d'eau existent sur le Suaire. Ils pourraient contenir des informations historiques ou chimiques intéressantes. Nous avons compté sur des échantillons de bande et d'éventuelles études directes sur les zones de taches de brûlé ou d'eau du Saint Suaire afin d'obtenir une confirmation chimique détaillée de ce qui bougeait ou ne bougeait pas avec l'eau. Désormais, les échantillons de bande sont tenus éloignés de toute étude scientifique par les officiels de Turin, et les roussissements ont été détruits par la "restauration".

Le Saint-Suaire montre de nombreux endroits où les brûlures de gravité différente recourent l'image et / ou le sang. Des gradients thermiques peuvent être estimés sur la base des teintes de la brûlure. Les températures sont les facteurs les plus importants dans le calcul des taux chimiques. Nous avons fait des prédictions sur les types de produits susceptibles d'apparaître dans les zones de l'image à la suite de réactions entre ses composants, les produits de pyrolyse et l'eau. Ces prévisions pourraient être utilisés pour tester les nombreuses hypothèses qui ont été proposées pour la formation de l'image.

J'ai pris des échantillons provenant des intersections entre l'image, les brûlures et l'eau en 1978, ces observations ont suscité d'autres questions. Les réponses nécessitaient des observations supplémentaires et / ou d'autres échantillons. Les échantillons sont maintenant mis « au secret » à Turin. A la suite de la restauration, des études futures seront beaucoup plus difficiles et coûteuses: Certaines seront impossibles.

Le Suaire est une structure constituée de composés chimiques, et l'ensemble des principaux ont été étudiés en détail. Ils sont publiés dans des manuels de chimie. Les analyses chimiques peuvent fournir des informations historiques définitives et considérables. Toutes les manipulations du Saint Suaire devraient être examinées en détail afin de préserver autant d'informations que possible.

La technologie de production du lin a changé à travers les siècles. Nous avons réuni des informations chimiques liées à la technologie, et nous avons consulté des experts en textiles qui ont fait une recherche chimique détaillée sur la composition du Suaire. Nos analyses détaillées suggèrent que le tissu avait été préparé par une technologie commune avant 1200. Il ressemble au meilleur lin réalisés au Proche-Orient à l'époque romaine. Ces résultats ne sont pas en accord avec la date publiée en 1989. Les différences peuvent être expliquées sur la base du choix des échantillons dans la zone de radiocarbone, mais toutes ces observations scientifiques devraient être confirmées. Les échantillons provenant de la restauration pourraient aider à confirmer les propriétés de l'échantillon au radiocarbone, mais les personnes impliquées dans la restauration s'opposent à toute tentative visant à tester et confirmer la vérité. Aucun scientifique à Turin ne veut discuter du problème, et les gardiens se refusent à reconnaître le problème. L'éthique scientifique est impossible dans un tel environnement.

La lignine est un polymère de structure que l'on trouve dans toutes les plantes, y compris le lin. Le tissu est blanchi dans un effort pour éliminer autant que possible la lignine, mais une certaine part de lignine reste toujours dans le lin. Avec le temps la lignine perd la vanilline (4-hydroxy-2-méthoxy-benzaldéhyde). Un très sensible test micro-chimique existe pour la détection de traces de la vanilline. Il est facile de la détecter dans la lignine moderne, mais plus difficile avec du lin médiéval, et aucun test ne peut être obtenu à partir des quelques fibres du Suaire encore disponibles pour l'étude. La lignine dans les parchemins provenant de la mer Morte (70 après JC) ne vérifie pas le test de la vanilline.

Cette observation suggère que le lin du Saint-Suaire est très ancien, jetant le doute sur l'exactitude de la date donnée en 1988.

Ces observations sur la lignine pourraient être confirmées par les échantillons de la "restauration", mais ces échantillons sont jalousement gardés à Turin. Les échantillons de bande montrent qu'une grande partie de la matière calcinée est du carbone élémentaire. Il est très inerte chimiquement. Il n'aurait pas changé au cours des 470 années qui ont suivi l'incendie. Les préoccupations exprimées au sujet du fractionnement isotopique lors de l'incendie n'ont pas de sens. Le matériau carbonisé peut facilement être nettoyé chimiquement de tous les dépôts organiques qui auraient pu apparaître après l'incendie, ce qui en fait un matériau idéal pour la datation au radiocarbone. Avant la restauration, le carbone issu de domaines spécifiques aurait pu être daté séparément, ce qui aurait fourni des informations essentielles sur l'homogénéité du tissu ainsi que des "grappes" de dates. Des grappes de dates sont plus fiables que des dates sur des échantillons individuels.

Le Dr. Max Frei a pris des échantillons de bande afin de récupérer les grains de pollen de la surface du Saint Suaire en 1973 et 1978. Des affirmations radicales ont été faites sur la base des échantillons de Frei, mais les microphotographies publiées ne sont pas à l'unisson. D'autres sources suggèrent qu'il y a eu des changements majeurs dans le nombre de grains trouvés sur les bandes de Frei entre le moment de sa mort et des publications plus récentes. Les données polliniques ont cruellement besoin de confirmation. La restauration a totalement détruit toute chance de prélever des échantillons valides de pollen supplémentaire à partir de la surface du Suaire. Une personne soupçonneuse peut se demander si la "restauration" n'a pas été précipitée de façon à empêcher tout travail correct confirmant à la fois les observations de pollen et les observations chimiques.

Les récits bibliques suggèrent plusieurs types de composés qui auraient pu apparaître sur le tissu (par exemple, l'aloès, la myrrhe, des sécrétions sébacées, etc.) Nous avons planifié et exécuté une analyse chimique permettant de détecter leur présence en 1978. Ces méthodes étaient extrêmement sensibles, mais elles n'ont pas détecté de squalène ou la myrrhe. Ces résultats auraient pu être confirmés par des tests supplémentaires sur le Saint Suaire, mais la "restauration" a totalement changé la surface du Suaire.

Celle-ci aurait été analysée par ESCA (spectroscopie électronique pour analyse chimique), qui observe les quelques premiers nanomètres de la surface. Maintenant que la surface a été perturbée, cette technique puissante sera beaucoup plus difficile à appliquer, et ses résultats seront ambigus. C'est une terrible perte décourageante pour les chimistes du Suaire.

Les problèmes liés aux analyses de surface sont maintenant aggravés par le fait que du thymol a été utilisé pour stériliser le reliquaire après l'opération d'échantillonnage en 1988. Le thymol est un composé phénolique qui va réagir avec de nombreux groupes fonctionnels sur le Suaire. Cela va égarer les analyses d'images, et cela peut entraîner des dommages au tissu. A titre d'exemple, nous avons constaté une quantité importante de fer dans le tissu. Or le fer réagit avec les composés phénoliques pour former des complexes, et certains d'entre eux sont de couleur intense. J'exhorte les gardiens du Saint Suaire à consulter les chimistes avant de prendre d'autres mesures irréversibles.

Une justification de la hâte et du secret de la restauration était la crainte d'une dégradation "auto-catalytique" du tissu. Les experts de cinétique chimique n'ont pas été consultés. Le linceul n'a pas été et n'est pas actuellement en danger de dégradation auto-catalytique (voir FAQ 6).

L'auto-catalyse chimique est responsable de la destruction des livres qui sont faites avec un papier pas cher et acide. Faire une analogie avec le Saint-Suaire c'est de la malice. Adler et Schwalbe font le commentaire suivant: " Les réactions chimiques antérieures sur la toile, par exemple, le rouissage dans la fabrication de la toile, le feu historique connu et son extinction et les procédures précédentes d'exposition et de stockage, ont laissé une variété de structures chimiques sur la surface qui peuvent agir en tant qu'oxydants et également en tant que catalyseurs. Par exemple, les structures acides produites par une activité précédente d'oxydation peuvent fortement promouvoir des différents types d'auto-catalyse "[AD Adler et LA Schwalbe, "La conservation du Saint Suaire de Turin, " Suaire Spectrum International, n° 42, Décembre 1993, Centre d'études du Suaire de l'Indiana]. Ces affirmations ont abouti à la restauration secrète.

---

Le secret n'est jamais productif, et les plans pour une restauration auraient dus être revus avec un aussi grand groupe de scientifiques que possible. La restauration a été une terrible erreur.

### 16) Quelles sont les propriétés optiques et physiques des fibres de lin ?

Les fibres de lin ressemblent à de petites longueurs de bambou sous un microscope. La composition interne brute d'une fibre de lin est montrée dans la figure (D'après Cardamone). Les molécules de cellulose dans les fibres de lin sont repliées en arrière et en avant dans un arrangement assez régulier, et elles montrent les propriétés d'un cristal. Les fibres sont composées de "cellules ultimes", empaquetées très proches l'une de l'autre, de la structure fibrillaire et qui sont cimentées ensemble avec de l'holocellulose et de la lignine. Vous pouvez voir les cellules ultimes au microscope, et les fibres abrasées souvent montrent des cellules ultimes se décollant de la surface. Ce sont ces structures qui ont été prises pour des "bactéries filamenteuses" par Garza-Valdes.

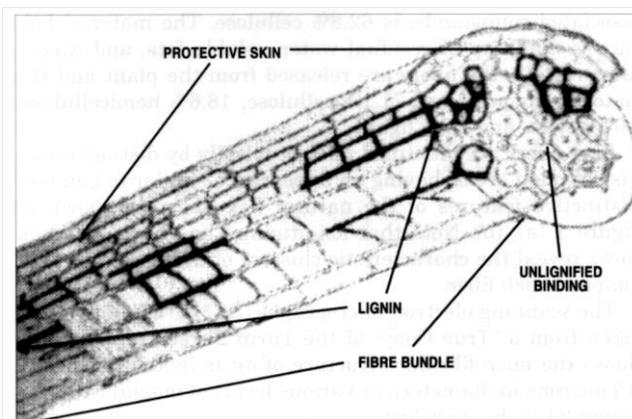


Fig. 1 (b)  
Microscopic details of the lengths and cross-sections of typical flax fibers.

Lorsque vous tournez la platine d'un microscope pétrographique avec polariseurs croisés tout en regardant une fibre de lin, des longueurs droites passent de noires à colorées tous les 45°. La fibre est biréfringente et possède une structure ordonnée. La plus grande part de la cellulose des fibres est dans une structure cristalline. Les structures telles que le lin sont appelées "fibrillaires".

McCrone a ignoré nos accords pour le travail sur les bandes d'échantillonnage du STURP: il les a collées directement sur des lames de microscope. Cela rend les observations beaucoup plus difficiles; cependant, les fibres de lin et de coton peuvent encore être distinguées par leurs indices de réfraction.

Les observations cristallographiques doivent être effectuées sur les fibres spécifiques qui atteignent leur extinction sous le même angle que la bande (alors que tout est noir). L'indice de réfraction d'une fibre normale parallèle à sa longueur est à peu près identique à celle de l'adhésif sur les bandes d'échantillonnage (il disparaît presque). Cet indice est très proche de 1.515. L'indice en travers de la fibre est nettement plus faible que l'adhésif. Les indices de réfraction et de cristallinité des fibres de l'image sont identiques à ceux des fibres non affectées. Courbées, broyées ou endommagées de quelque manière les fibres montrent un dichroïsme contraint et vont donner un indice erroné. La plupart des fibres de lin montrent des couleurs de biréfringence intenses quand elles sont vues à un angle de 45° par rapport au plan de polarisation du microscope.

Le coton a une faible biréfringence, apparaissant généralement blanc (blanc de premier ordre), et c'est une mince bande large, qui montre des retournements périodiques (tours).

### 17) Quelles sont les propriétés de l'image qui ont été observées objectivement par des méthodes scientifiques?

L'image est extrêmement faible et difficile à voir. On voit beaucoup plus de détails dans les photos à contraste renforcé et ultraviolet, mais elles sont un peu trompeuses pour étudier la formation de l'image.

---

#### Photo Caption

Détails au microscope des longueurs et des sections de fibres typique du Lin

Protective Skin = Enveloppe protectrice

Lignin = Lignine

Fiber bundle = Amas de fibres

Unligified binding = Liaison non lignifiée

Quel que soit son mode de production, la couleur de l'image n'a pas produit beaucoup de couleur. Les observations scientifiques ont été planifiées pour en apprendre autant que possible sur la répartition de l'image et sa composition chimique.

Le Saint-Suaire a été observé par microscopie, spectrométrie visible, ultraviolette et infrarouge, spectrométrie de fluorescence des rayons X, et la thermographie. Des observations ultérieures ont été faites par microchimie, microscopie pétrographique, la microscopie électronique à balayage, l'analyse par rayons X à dispersion d'énergie, la spectrométrie de masse par pyrolyse, et des analyses de Raman par microsonde laser.

Sans faire de suppositions basées sur l'apparence de l'image, certaines déclarations peuvent être prouvées par des observations scientifiques.

- 1) Les spectres de réflectance, les tests chimiques, les spectres Raman par microsonde laser, la spectrométrie de masse par pyrolyse, et la fluorescence par rayons X montrent tous que l'image n'est pas peinte et cela avec aucun des pigments ou médias escomptés et historiquement documentés.
- 2) Pas de pigments de peinture ou de médias brûlés dans les zones de l'image ou rendus solubles dans l'eau au moment de l'incendie de 1532.
- 3) La microscopie directe a montré que la couleur de l'image réside uniquement sur les fibres les plus élevées dans les plus hautes parties de l'armure.
- 4) La densité de couleur d'une zone d'image spécifique dépend du lot de fils utilisés dans le tissage. La toile montre des bandes de couleurs légèrement différentes de fils.
- 5) Les échantillons de bandes adhésives montrent que l'image est un résultat de concentrations de fibres jaune / marron.
- 6) L'image ne montre aucune fluorescence sous éclairage ultraviolet.
- 7) L'image de la face dorsale du corps présente la même densité de couleur, et la même répartition que la ventrale, et elle ne pénètre pas dans le tissu, pas plus profondément que l'image de la face ventrale du corps.
- 8) La thermographie a prouvé que l'émissivité de l'image est la même dans tous les domaines. L'ensemble de l'image a été formé par le même mécanisme. Les spectres et la photographie ont confirmé cette observation.
- 9) La seule couleur de l'image visible sur le côté arrière du tissu est dans la zone de la chevelure. Fanti et Maggiolo ont pu montrer des traces de visage et de mains par traitement numérique d'image.
- 10) Pas d'image constituée sous les taches de sang.
- 11) Le mécanisme de formation de l'image n'a pas endommagé, dénaturé ou carbonisé le sang. Le sang peut être enlevé par une enzyme protéolytique. Le sang a produit de l'hydroxyproline à basse température dans la spectrométrie de masse par pyrolyse. Il n'a jamais été chauffé de manière significative. La formation de l'image s'est faite par un procédé à basse température.
- 12) La couleur de l'image peut être réduite chimiquement par la diimide, laissant les fibres de cellulose incolores. Toute la couleur de l'image se trouve sur les surfaces extérieures des fibres.
- 13) La moelle des fibres colorées de l'image n'est pas colorée: La cellulose n'est pas impliquée dans la production des couleurs.
- 14) La couleur des fibres de l'image a été souvent dépouillée en surface, laissant l'empreinte des fibres dans l'adhésif. Les nœuds de croissance peuvent y être vus. Les couches colorées montrent toutes les mêmes propriétés chimiques observées sur les fibres intactes (voir 12 ci-dessus). Toute la couleur est sur la surface des fibres. La couche de couleur a une épaisseur de 200 à 600 nanomètres.
- 15) Des tests chimiques ont montré qu'il n'y a pas de médium de peinture ou de revêtement contenant des protéines dans les zones de l'image. L'image n'a pas été peinte avec des glaires d'œuf, et il s'ensuit que ce n'est pas une activité microbiologique qui a produit l'image.
- 16) Des tests micro-chimiques à l'iode ont détecté la présence d'impuretés d'amidon sur la surface des fibres de lin du Suaire. Une couche d'impureté pourrait être vue au microscope à contraste de phase.

- 17) Il n'existe aucune preuve de la dégradation des tissus (formation de produits de décomposition liquides d'un corps). Les fluides corporels (autres que le sang) ne s'infiltrèrent pas dans le tissu.
- 18) Tout rayonnement qui est assez énergétique ou intense pour chauffer l'étoffe suffisamment pour initier des réactions de déshydratation de la cellulose pénétrerait dans les fibres à une distance déterminée par son énergie. Un chauffage simple modifierait à la fois la cellulose et le sang. Les protons et les neutrons laissent des traces caractéristiques dans les fibres de lin. Les fibres de l'image n'ont pu être colorées par un rayonnement énergétique.
- 19) Un chauffage rapide, comme lorsque le linge est brûlé à la torche, laisse de petites boules caractéristiques, de matière fondue aux extrémités des fibres. Aucune de ces caractéristiques n'a pu être observée sur le Suaire.
- 20) Le tissu ne présente aucune phosphorescence.
- 21) Le sang sur le drap est encore largement rouge. Le vieux sang est normalement noir. Le sang qui a été « hémolysé » reste rouge pendant une longue période.
- 22) Ni d'aloès ni de myrrhe n'ont pu être détectés sur la toile.

**18) La présence d'un revêtement «bioplastique polymère» partout sur le Suaire peut-il être confirmée? Pourrait-elle influencer sur la détermination de l'âge au radiocarbone?**

Non. Stephen Mattingly de l'Université du Texas a proposé l'hypothèse qu'un revêtement «bioplastique» sur le Suaire ait produit une erreur dans l'analyse au  $^{14}\text{C}$  qui a été utilisée dans l'obtention de l'âge estimé en 1988 pour le Saint Suaire de Turin. Il a également proposé que des bactéries de l'enveloppe commune aient produit une image. Je pense qu'il y a plusieurs choses erronées dans ces hypothèses.

Même en supposant que le revêtement formé tout d'un coup au 20-ème siècle à une époque de hautes retombées, lorsque le  $^{14}\text{C}$  produit par les bombes était élevé, une erreur observable dans la détermination de l'âge exigerait l'ajout d'une quantité importante de matière à la surface du Saint Suaire. Mattingly suppose que le matériau ajouté est un produit de l'action microbiologique. Un tel processus microbiologique requiert une fixation de carbone, azote, phosphate, soufre, etc, afin de produire les biopolymères observés. Les composants chimiques des biopolymères peuvent être détectés avec une grande sensibilité.

Joan L. Rogers a pris des fibres authentiques du Suaire, qu'elle a péniblement extraites des bandes d'échantillonnage du STURP et les a débarrassées de l'adhésif par lavage au xylène (qui n'est pas un solvant pour les "Polymères bioplastiques»), à Metuchen, New Jersey, pour analyse avec microsonde Raman. L'analyse est extrêmement sensible, mais rien n'a été observé qui indiquerait un "polymère bioplastique."

Elle a également pris des fibres à la « NSF Mass Spectrometry Excellence Center » de l'Université du Nebraska et les a soumises à une spectrométrie de masse par pyrolyse. Le système était suffisamment sensible pour détecter des traces d'oligimères (polymères de faible poids moléculaire) sur le sac en polyéthylène que le professeur Luigi Gonella de Turin avait utilisé pour envelopper les échantillons de Raes; Toutefois, le polyéthylène n'a jamais touché les échantillons. Ils ont été protégés à l'intérieur du papier sans acide du conservateur.

L'installation NSF a observé les produits de pyrolyse de polysaccharides en fonction de leur températures relatives de décomposition. Par exemple, ils ont détecté des traces de furfural sur la couche de gomme pentosan anormale dans la zone de radiocarbone de l'échantillon. Ils ont facilement détecté l'hydroxyproline parmi les protéines des taches de sang. Aucune preuve d'un polymère bioplastique n'a été détectée sur les zones d'image ou de non-image.

R. Rogers, Rogers J. et A. Adler ont passé de nombreuses heures à regarder des échantillons du Suaire au microscope et ont exécuté des tests micro-chimiques sur place. Il n'y avait pas d'indice anormal de réfraction, il n'y avait pas de matériaux amorphes de cimentation des fibres (sauf pour le sang / sérum et quelques pentosans sur les segments de fils tirés des échantillons Raes et de radiocarbone), et il n'y avait pas de composés sulfurés à la surface (sauf dans les régions de sang / sérum).

Aucun "polymère bioplastique" n'est absolument dépourvu d'acides aminés (protéines) et sulfoprotéines. Il n'y a pas de quantité significative de polymères bioplastiques sur la partie principale du Saint Suaire.

Afin de changer la datation, le postulat de Mattingly utilise le dioxyde de carbone de l'atmosphère. Une réaction nucléaire  $^{14}\text{N} \rightarrow \text{n-p} \rightarrow ^{14}\text{C}$  dans la haute atmosphère est la source de carbone contenant  $^{14}\text{C}$ . L'ajout de carbone moderne est la seule façon de diminuer l'âge apparent de matériau contenant du carbone ancien. Les organismes qui fixent le dioxyde de carbone sont photosynthétiques, et ils sont des "aérobies obligatoires." Ils doivent avoir de l'oxygène dans leur atmosphère ainsi que du  $\text{CO}_2$ . Ils ont besoin d'une source d'énergie. Ils obtiennent cette énergie en absorbant la lumière dans les molécules colorées complexes qui fournissent alors des électrons dans les réactions chimiques qui impliquent le carbone et d'autres réactifs. Les produits finaux de la photosynthèse sont les sucres, polysaccharides, acides nucléiques, protéines, etc. La nature construit le lin, les arbres, l'herbe, et les micro-organismes peu colorés par photosynthèse. Tout le  $^{14}\text{C}$  dans notre corps est originaire d'organismes photosynthétiques. Les organismes les plus importants qui fixent le  $\text{CO}_2$  sont les plantes, principalement vertes.

La postulat de Mattingly d'une quantité appréciable de boue / biopolymère suppose des aérobies photosynthétiques. Ils nécessitent tous de l'eau, du  $\text{CO}_2$ , de la lumière, et produisent du carbone fixé et de l'oxygène. L'oxygène que nous respirons provient de la photosynthèse. Une photosynthèse appréciable ne peut être attendue sur le Suaire, parce que, historiquement, il a été entreposé au sec dans un endroit sombre.

Tous les organismes photosynthétiques contiennent des pigments de couleur intense, par exemple la chlorophylle. Tous ces pigments absorbent la lumière visible et reflètent les couleurs intenses. Ils montrent tous des spectres distinctifs. Parmi les observations les plus importantes faites par le STURP en 1978 il y a les spectres de réflectance de l'image, du sang et des zones de non-image du Saint Suaire. Nous ne pouvons pas avoir manqué des pigments qui sont impliqués dans la photosynthèse.

Si les organismes impliqués dans la production de biopolymères (comme les champignons) utilisaient seulement les hydrates de carbone du lin pour leurs besoins métaboliques (nous l'appelons «pourriture») et ne fixaient pas le carbone atmosphérique à l'aide de pigments, le biopolymère produit montrerait le même âge de carbone que le Saint-Suaire. Ces effets ont été observés. Les organismes devraient utiliser le carbone fixé (par exemple, les unités de sucre de la cellulose) et produire du dioxyde de carbone et des composants cellulaires. Seule une partie du carbone métabolisé finirait dans une couche de boue / polymère, et le tissu aurait tendance à disparaître beaucoup plus rapidement que le polymère n'est apparu.

Tous les biopolymères sont des produits d'organismes vivants. Ils contiennent des protéines, des acides aminés, et des acides nucléiques. Les cellules d'algues contiennent 3,9% d'azote et 3,3% de phosphore. Les cellules fongiques contiennent environ 0,9% de phosphore et 2,9% d'azote. Les composés contenant ces éléments peuvent être détectés par plusieurs des méthodes analytiques que le STURP utilise. Les polymères peuvent être des polysaccharides presque purs, mais ils satisfont tous les tests ponctuels de protéines.

Le STURP a utilisé tous les tests ponctuels de protéines, par exemple, le biuret de Hycel suivi par les réactifs de Fisher Folin le biuret de Lowrey, l'amido black, l'iode-azoture pour détecter les sulfoprotéines, et un test sensible de pyrolyse qui détecte la purine à partir de protéines. Il n'y avait pas de protéines dans des domaines autres que les flux sanguins. Il n'y avait pas de revêtement bioplastique-polymère.

Mattingly et Garza-Valdes ont présenté une microphotographie d'une fibre de lin de l'échantillon de radiocarbone. Elle montre un revêtement épais et ce qui est indiqué comme «bactéries filamenteuses, avec une croissance de serpent." "Il n'y a pas d'analyses pour appuyer leurs affirmations, et ils ne savent apparemment rien sur la structure du lin. Des caractéristiques identiques aux «bactéries filamenteuses» sont communes dans les échantillons de lin. Ce sont ce qu'on appelle des "cellules ultimes."

Les fibres de lin sont faites de faisceaux parallèles de ces cellules, cimentés avec de la lignine et des hémicelluloses. Les détails peuvent être trouvés dans un document présenté par Jeanette Cardamone [« Le Suaire de Turin, Passé, Présent et Futur ». Symposium International Scientifique sur le Suaire Turin 2-5 Mars 2000)]. Il y a des images de fibres de lin, des dessins et des explications de texte. Elle a dit : «Tout flou pourrait être due à l'abrasion qui permet à des micro-fibres de se développer sur la surface de la fibre et, surtout, restent attachés à elle. "En d'autres termes, les choses qui ressemblent à des bactéries filamenteuses sont à prévoir sur les fibres de lin.

Les cellules ultimes sont faciles à différencier des bactéries, car les cellules ultimes sont cristallines et biréfringentes. Il est dommage que les promoteurs du «polymère bioplastique» ne font pas d'analyses de leurs échantillons. Ils ont semé une confusion massive et maligne.

***19) Un polymère "bioplastique" pourrait-elle affecter la datation au radiocarbone du Saint Suaire?***

Une bonne discussion de ce problème a été présentée par Harry Gove dans l'article qui présentait l'hypothèse du bioplastique-polymère [Gove, Mattingly, David, et Garza-Valdes, Nuc. Inst. And Methods in Physics Res. B, 123 (1997) 504-507].

Il serait important de savoir quand la contamination a eu lieu pour savoir quel effet cela aurait pu avoir sur la datation. Évidemment, si l'ensemble de la contamination a eu lieu en 33 après J.C., il n'y aurait pas de changement dans l'âge apparent. Si l'ensemble de la contamination est apparu au moment de l'incendie de 1532, 79% du carbone présent dans le Saint-Suaire serait dû à la contamination et seulement 21% au tissu d'origine, afin de donner une date de 1357.

Ce problème s'applique à tous les types, montants, âges supposés de la contamination. La contamination a eu peu ou pas d'effet sur l'âge déclaré par Damon et al.