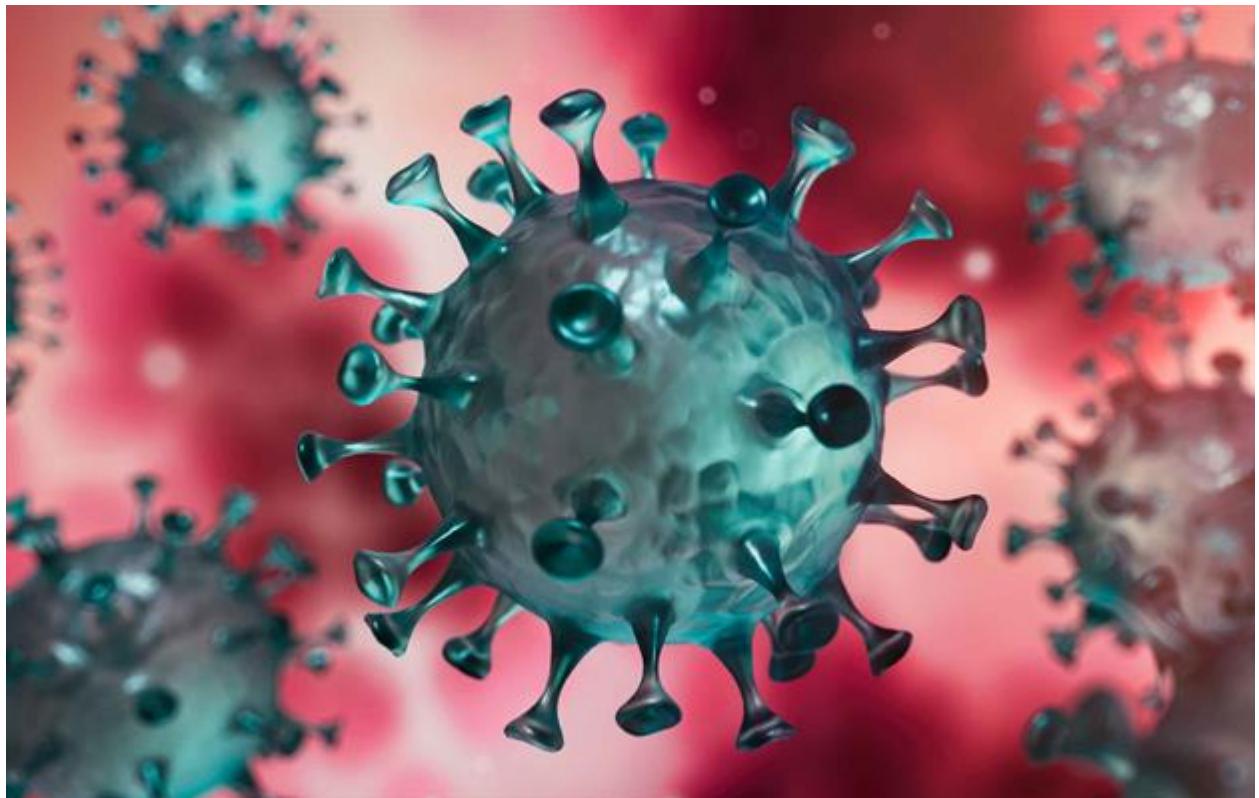


**N° 31 – 2020**

# **LE PHOTON**



Bulletin de l'Association des Ancien-ne-s Etudiant-e-s et  
Collaborateurs-trices du Département de Physique de  
l'Université de Fribourg

# Le Microfilm couleur ILFORD à travers les âges

- Dr. Jean-Noël Gex

## ***Historique***

1927, un chimiste hongrois Bela Gaspar développe la synthèse des colorants azoïques, colorants réputés stables qui seront utilisés dans l'industrie textile (les originaux des cahiers de laboratoire sont déposés dans le fonds CIBACHROME). En 1933, ce chimiste utilise ces mêmes colorants pour en développer un film couleur.

Le Gasparcolor a été le premier film monopack multicouche tricolore disponible pour une utilisation pratique. Il s'agissait d'un film d'impression double face avec une couche cyan sur une face et deux couches teintes en magenta et jaune sur l'autre face. Le procédé de Gaspar était chimiquement et optiquement très sophistiqué et élégant. Il a produit des couleurs brillantes et très stables.

L'idée de base du procédé de blanchiment de colorant à l'argent était la destruction contrôlée des colorants par rapport à la quantité d'argent développé présent à un endroit spécifique. Donc les émulsions de gélatine ont été teintes avant exposition. Après le développement, les colorants ont été blanchis par de la thiourée acide, l'argent servant de catalyseur local pour la réaction.

Pour des raisons politiques, Gaspar a dû fuir l'Allemagne avant la Seconde Guerre mondiale. Alors il a établi une usine à Londres, mais il n'a pas pu convaincre les producteurs américains d'adopter son procédé. À la fin des années 1950, cependant, le principe a été relancé par Ciba-Geigy et distribué sous le nom de Cibachrome (plus tard Ilfochrome).

CIBA-GEIGY Photochemie va améliorer la technologie pour permettre l'industrialisation de la fabrication. Le film produit sera réputé pour sa netteté extrême, liée avec une stabilité étonnante des colorants tant pour l'application d'archivage (stockage dans l'obscurité) que pour une application liée à l'utilisation du film pour la fabrication de cartes destinées à être affichées dans la cabine de pilotage des avions et à rester lisibles et durables même dans des conditions de forte luminosité (stabilité à la lumière). Il n'y a aucun autre matériel qui puisse résister aussi longtemps à une forte lumière.

## ***Les matériaux, le traitement.***

ILFORD a développé 3 produits Microfilm. Le premier CMM (CIBACHROME Master Micrographics film) est un produit de haute résolution (360 pL/mm) destiné à la production d'originaux de haute qualité. Le deuxième CMP (Micrographics Print film) est un film permettant de dupliquer le CMM. Dans les années 2000, ILFORD développera encore un film le CMD utilisable pour les nouvelles applications numériques.

ILFORD a également simplifié le traitement de ces films en proposant un traitement simple comportant un développement noir-blanc, un bain de blanchiment et un fixage de l'image. Le temps total de traitement a été réduit de 30 minutes à 9 minutes à une température de 32°C. Le traitement du Microfilm peut se faire en tambour ou en machine, complètement automatisé.

## **Le Microfilm au passage de l'an 2000**

*Problème de la conservation des données numériques pendant longtemps et la prédominance du microfilm noir et blanc.*

Ilford à Marly, a amené la dimension couleur dans ce monde de l'archivage en collaborant avec divers partenaires en suisse (Gubler),

en Europe (Frauenhofer Institute et ARRI Laser, Zeutschel en Allemagne, PIQL en Norvège) et dans le monde (Micrographics Data Singapour – Micro-Colour USA).

Le microfilm couleur à longue durée de vie avec une haute résolution est disponible depuis plus de 30 ans. En raison de sa sensibilité à la lumière extrêmement faible, il n'a pas été utilisé jusqu'à présent pour préserver les archives.



Dans de nombreuses entreprises, il existe une conviction croissante que les données numériques issues de processus commerciaux importants (finance, juridique et conformité, conception, service, maintenance) ne peuvent pas être archivées de manière fiable sur les systèmes électroniques existants. Les supports de stockage numériques tels que disque dur, bande, DVD, etc. ne sont pas particulièrement adaptés pour ça. Soit, ils n'offrent pas de stabilité à long terme, soit, plus important encore, les scanners ne sont plus compatibles après quelques années. De nombreux fournisseurs de services proposent une solution : le MICROGRAPHIC FILM comme support sans migration et sans manipulation possible pour l'archivage des documents électroniques. La sauvegarde de ces données est possible pour plus de 500 ans.

## **De plus en plus de données...**

La transition vers l'ère numérique est terminée dans de nombreuses entreprises et entités privées. Garantir la lisibilité des informations importantes sur plusieurs décennies représente un défi majeur. Le stockage à long terme des données est d'une importance majeure pour les entreprises, notamment pour des raisons juridiques. Les concepteurs d'aéronefs, par exemple, sont obligés d'archiver leurs plans pendant des décennies, les musées sont tenus de conserver des copies numériques de leurs photos et expositions à des fins d'assurance. Les registres fonciers doivent aussi souvent archiver les demandes de construction et les projets approuvés pendant de nombreuses années.

Quel que soit le domaine d'application, le problème reste le même. Les données écrites sur les supports doivent aujourd'hui être transférées vers de nouveaux supports de stockage et éventuellement converties en de nouveaux formats de données environ tous les cinq ans. Cela génère des coûts d'archivage élevés, exige des processus de travail précis et consomme des ressources humaines. Les sceptiques mettent en garde

contre le « Digital Dark Age » si le stockage n'est pas effectué avec soin.

Fraunhofer IPM et ARRI ont développé une technologie d'imagerie pour l'enregistreur cinématographique ARRILASER capable d'enregistrer des images numériques avec une résolution et une qualité élevée sur film 35 mm.



Pour le présent projet, la technologie ARRILASER sera adaptée pour répondre aux exigences de conservation à long terme. L'objectif est de réaliser un système d'imagerie pour des images de film 35 mm non perforées de 32 mm x 45 mm avec une résolution d'env. 8 000 x 11 250 pixels. Cette version d'enregistreur adapté permet de reproduire des copies originales, au format DIN A0 avec une résolution de 0,1 mm dans l'original, sur microfilm sans perte d'information. Plusieurs copies originales plus petites avec une résolution identique dans l'original peuvent être placées sur une seule image de microfilm (imbrication). Par exemple, 32 copies maîtresses de format DIN A5 peuvent être regroupées sur une seule image de microfilm. Ainsi, une densité d'emballage élevée pour une conservation à long terme peut être obtenue.

Ces images de microfilm couleur résistent à la détérioration pendant une longue période et forment une copie analogique en couleurs vraies de l'original. Cela résout le problème de la conservation à long terme.

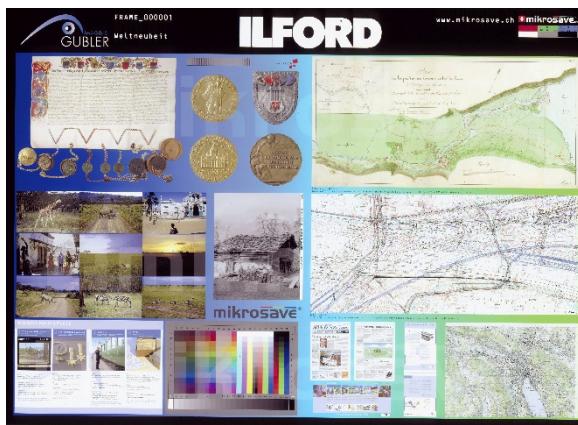
Pour rendre les images de microfilms disponibles pour une utilisation quotidienne comme source pour les copies numériques,

le concept inclut le développement d'un système de numérisation pour les images de microfilms : cela garantit que les microfilms couleur peuvent toujours être redigitalisés avec peu d'effort et sans perte d'informations, même si les microfilms eux-mêmes peuvent être conservés dans des coffres de stockage. Ainsi, de nouvelles copies numériques pour une utilisation quotidienne peuvent être produites dans le format requis et sur des supports de données à jour. Les données numériques n'auront pas à être copiées maintes et maintes fois pour les rendre compatibles avec les dernières technologies de mémoire ou logiciels d'exploitation et les données déjà conservées bénéficieront d'une préservation supplémentaire.

Le Microfilm est un support à haute densité de données sur lequel les données numériques (documents et images) peuvent être facilement sauvegardées. ILFORD considère le FILM MICROGRAPHIQUE couleur avec ses caractéristiques de stabilité à long terme comme une solution pour un archivage fiable des données. Il vise à permettre un archivage à long terme et non à se substituer aux solutions en ligne.

Des données uniques ont été placées sur des microfilms pour protéger les biens culturels

en cas de conflit armé depuis 1961 (Convention de La Haye). Des informations supplémentaires («les métadonnées») peuvent également être enregistrées dans le processus. Les films de sauvegarde de la Société nationale allemande pour la protection du patrimoine culturel, par exemple, sont stockés dans une caverne à Oberried près de Fribourg-en-Brisgau et peut à tout moment être redigitalisés à l'aide d'un scanner.

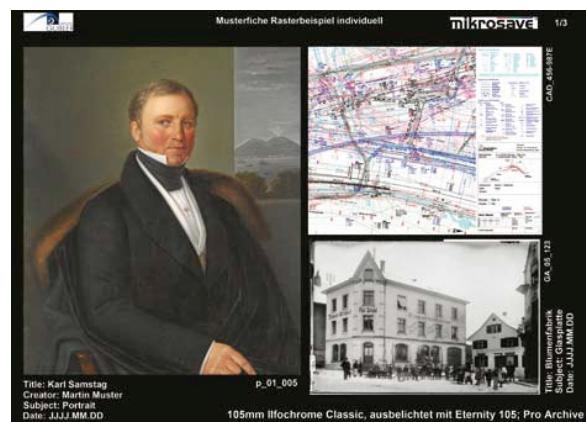


De nombreux laboratoires se sont appuyés sur le film ILFORD MICROGRAPHIC et les tests suggèrent une capacité d'archivage allant jusqu'à 500 ans. Le film est pratiquement sans grain - de petites structures jusqu'à 3 micromètres peuvent être écrits dessus. Les laboratoires proposent différents formats et résolutions de films afin de fournir la solution optimale d'archivage. Dans la variante la plus simple, par exemple, les plans dans des formats allant jusqu'à 43,2 cm x 59,4 cm peuvent être miniaturisés en demi-format (24 x 18 mm). Une image de 41 800 x 29 860 pixels peut être stockée sur la fiche complète (10,5 x 14,8 cm). Plusieurs petits fichiers peuvent être placés sur le film avec un espacement différent (emboîtement) selon les souhaits du client.

Outre le film, l'imageur laser joue également un rôle important. Les données de l'image sont décomposées en ses canaux de couleur, transférée à un faisceau laser rouge, vert et bleu (RVB) avant que la lumière laser, combinée en un seul faisceau, ne soit dirigée sur le film.

Gubler AG a été un pionnier dans le domaine de l'archivage. Le prestataire de services basé en Suisse, est impliqué dans la sauvegarde de biens précieux sur microfilm ILFORD depuis 1957 et archive des données numériques depuis plus de 10 ans.

Collections privées, galeries d'art, musées, archives nationales et cinématographiques, mais aussi hôpitaux, photographes, agences de publicité et d'image, concepteurs automobiles, services publics et instituts financiers font partie des clients de la société.

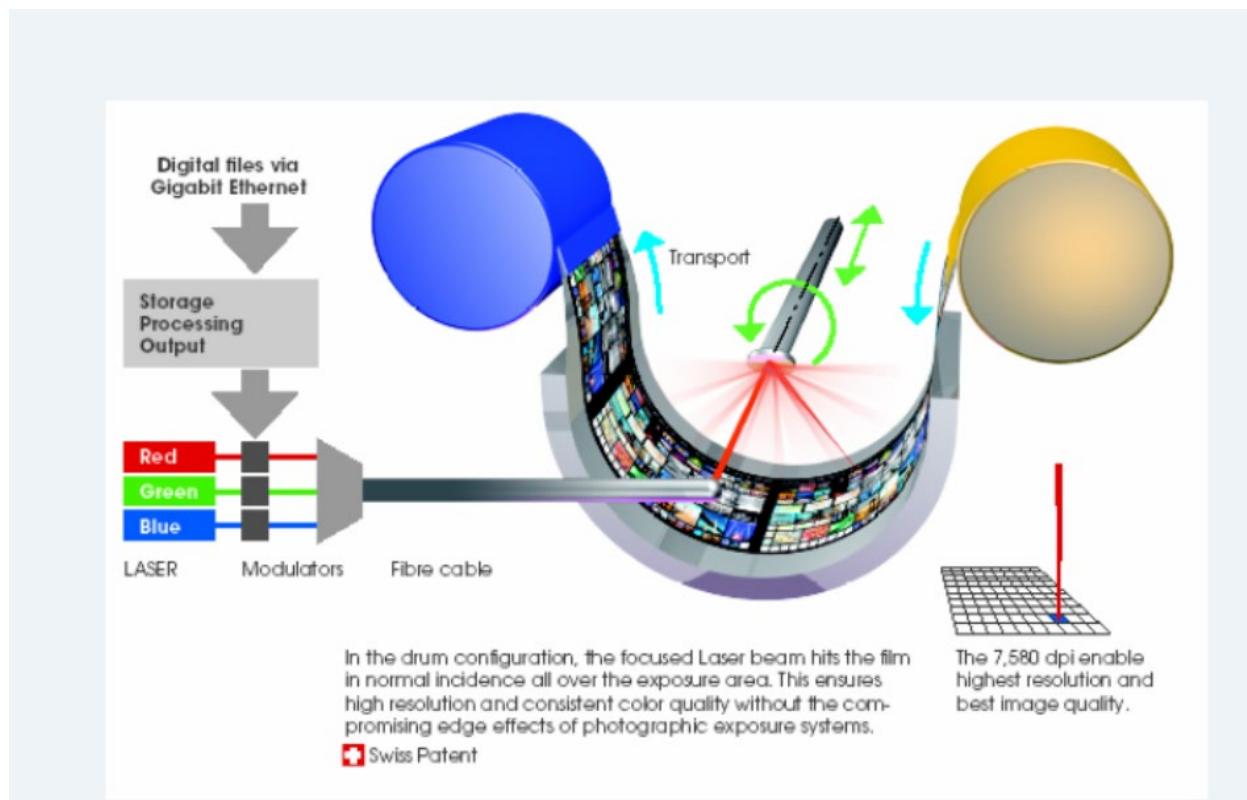


**Gubler AG**

*Pionnier dans le domaine de l'archivage*

La Bibliothèque nationale suisse, la Bibliothèque de l'Université de Berne et le musée Paul Klee comptent parmi ses clients les plus connus. Pour la Bibliothèque nationale suisse, par exemple, 40'000 affiches (graphiques, journaux, documents photographiques, etc.) ont été numérisées et sauvegardées sur microfilm. Plus de 80'000 anciens plans géographiques dessinés à la main, datant du XVIe siècle, ont été archivés pour la Bibliothèque de l'Université de Berne et plus de 5'000 œuvres ont été archivées pour le musée Paul Klee.

Fin 2006, le Fachlabor Gubler a acquis le premier système COM (Computer on Microfilm) laser à film couleur en rouleau au monde, l'Eternity 105. Le film ILFORD MICROGRAPHIC est exposé dans des largeurs de film de 35 mm (miniature) à 105 mm (par exemple DIN A6, format de fiche COM). L'Eternity 105 traite environ 1 téraoctet de données par jour.



### ***Développements de l'archivage numérique.***

Avec l'archivage numérique, les données binaires, des zéros et des uns sont stockés sur un support de stockage physique : disque dur. Le support de stockage que vous choisissez dépend de diverses variables, telles que vos exigences en matière de capacité de données, de durée de vie des données et de coût. Même les fournisseurs de stockage dans le cloud archivent vos données sous la forme d'une chaîne de zéros et de uns sur un support physique situé dans un centre de données quelque part dans le monde.

### ***Archivage numérique avec la participation de ILFORD***

Dans un projet européen MiLos, ILFORD a développé un film monochrome sur la base de la technologie des colorants blanchis par

l'argent. L'image sur le film n'était plus argentique mais l'image était colorée. Un avantage de taille, le film ILFORD offrait meilleure résolution, donc permettait une plus grande densité d'information. Ultimement, un film couleur à 3 couches aurait permis une densité d'informations encore plus grande. Ce film expérimental a été produit durant la semaine précédant la fermeture de l'usine de Marly en décembre 2013.

Aujourd'hui, Piql utilise le même principe pour piqlFilm. Les données numériques sont stockées sous forme de zéros et de uns sur un support de stockage physique et ceux-ci apparaissent sur un film numérique sous forme de codes QR. Comme il faut se concentrer sur la sécurité des données et garantir un accès et une lisibilité à long terme, un support de stockage doté de capacités uniques a été choisi.



Du point de vue du client, le flux de travail ressemble au stockage en nuage, car le procédé est entièrement intégré à l'informatique. La différence est que le client peut être sûr que sans intervention supplémentaire, les données sont totalement sûres pour l'avenir.

*« L'atout le plus important est peut-être que piqlFilm est un support hors ligne. Et avec une durée de vie de 500 ans, ce qui rend les migrations superflues, Piql Services se distingue des autres supports de stockage physiques pour les données numériques. » Norwegian Defence Research Establishment, juin 2016*

Aujourd'hui, l'archivage de données sur le long terme peut être assuré par le projet « Artic World Archive » :

- Il offre la sécurité : les données sont archivées hors ligne et hors de portée des cyberattaques dans un coffre-fort à l'épreuve des catastrophes dans l'un des endroits les plus sûrs géopolitiquement au monde, l'archipel arctique du Svalbard.

- Une solution écologique : pas d'électricité ou autre intervention humaine n'est requise, car les conditions climatiques de

l'Arctique sont idéales pour l'archivage de films à long terme.

- Une solution pérenne : en utilisant un support de stockage autonome et indépendant de la technologie, les générations futures pourront lire les informations.

### Conclusion

ILFORD à Marly a été le pionnier et le leader du microfilm couleur. Les principaux avantages du microfilm en matière de longévité, de durabilité et de flexibilité, ainsi que sa contribution à l'assurance de l'intégrité des données, méritent sa place dans la gestion des risques numériques aux côtés d'autres stratégies de préservation numérique. La polyvalence du microfilm lui permet d'être facilement intégré dans la gestion du cycle de vie numérique dès le point de création et par la suite.

Les limites du microfilm ont également été notées. Il s'agit d'un support physique qui ne convient pas à la capture de documents numériques dynamiques et interactifs. Ces types de matériaux posent des problèmes de conservation complexes qui dépassent la capacité du microfilm.

Les développements récents ont élargi le potentiel du microfilm à relier les mondes numérique et analogique, ce qui lui permet d'être plus pleinement intégré dans le cycle de vie numérique du contenu numérique et imprimé scientifique non dynamique qui constitue actuellement une part importante du patrimoine intellectuel mondial. Les dernières innovations en matière de rédacteurs d'archives et d'équipement de numérisation signifient qu'il est possible de passer en toute transparence du numérique au microfilm et inversement. De même, de nouveaux développements avec des microfilms à tons continus et couleur ont augmenté les types de matériaux numériques que les microfilms peuvent capturer et conserver efficacement. Pour maximiser le potentiel du rôle du microfilm, des recherches supplémentaires sont nécessaires dans des domaines tels que:

- a) Explorer et identifier les types de matériaux numériques qui pourraient être les plus appropriés pour l'application de microfilms ;
- b) Explorer le potentiel auquel le microfilm peut être incorporé en tant « qu'action de préservation » ;
- c) Explorer l'application potentielle du microfilm de préservation dans le cadre des outils de planification de la préservation ;
- d) Développer une compréhension plus générique des coûts associés au stockage, à la récupération et à l'accès aux formats numériques et microfilm au fil du temps.

Le succès du microfilm en tant que moyen de préservation est évident dans l'ensemble des collections stockées et réutilisées numériquement de manière continue dans les bibliothèques et les archives du monde entier. Bien qu'il s'agisse d'une technologie mature soutenue par un corpus substantiel de théorie, de normes et de pratiques recommandées, le microfilm n'est pas un format obsolète (comme le démontrent les développements notés dans ce document).

Il existe une opportunité d'aligner stratégiquement le programme de recherche sur les

microfilms énumérés ci-dessus avec les projets de recherche internationaux pertinents sur la préservation numérique. Dans le domaine numérique, l'accent est mis sur l'interconnectivité et l'interopérabilité. Cela plaide pour encourager - plutôt que pour exclure - les enquêtes sur l'utilisation de combinaisons de technologies pour atteindre un objectif commun. Dans le contexte du large éventail international de défis complexes en matière de préservation numérique, il est clairement temps d'explorer, d'identifier et de maximiser plus complètement le rôle potentiel que le microfilm peut jouer dans le domaine de la préservation numérique.

ILFORD n'a pas survécu aux changements technologiques. Son film et ses produits vont toutefois traverser les siècles avec sa technologie exclusive. Nous trouverons encore la trace de cette technologie dans de nombreux musées et collections pour de nombreux siècles.

L'association CIBACHROME : <https://association-cibachrome.com/association/>

Le film Gasparcolor: <https://filmcolors.org/time-line-entry/1264/>

Micrographics Data : <https://www.micrographicsdata.com/>

Protégez les données irremplaçables :  
<https://www.piql.com/de/>

Les normes : [www.megapreuve.org](http://www.megapreuve.org)

*Le Dr Jean-Noël Gex (membre de l'association CIBACHROME à Marly) a développé et soutenu des solutions techniques pour les films et microfilms d'affichage aux halogénures d'argent traditionnels depuis plus de 20 ans. En tant qu'expert du microfilm, il a été invité à de nombreuses conférences internationales pour parler d'archivage pour le long terme.*

# Comité de l'Association des Ancien-ne-s Etudiant-e-s et Collaborateurs-trices du Département de Physique de Fribourg

## Comité du Photon

Président	R.-P. Pillonel-Wyrsch
Caissier	S. Tresch
Rédactrice (français)	E. Esseiva
Rédacteur (allemand)	P. Stadlin
Président du Dép. de Physique	P. Werner
Membre du comité	M.-L. Mottas
Membre du comité	A. Raemy
Membre du comité	R. Röthlisberger
Membre du comité	L. Schaller

## Secrétaires du Photon

Eliane Esseiva – mise en page [eliane.esseiva@unifr.ch](mailto:eliane.esseiva@unifr.ch)  
Doriana Pedrioli – envoi [doriana.pedrioli@unifr.ch](mailto:doriana.pedrioli@unifr.ch)