

Effet des rayons x émis par les appareils de contrôle des bagages sur les films cinématographiques

Rapport



Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Prévention des risques

Développement durable
Infrastructures, transports et mer

Présent
pour
l'avenir

Effet des rayons x émis par les appareils de contrôle des bagages sur les films cinématographiques

Rapport

Service technique de l'aviation civile
Département Sûreté, Équipements

Rédacteur	Mohamed BOUKHELIFI
Vérificateur	Daniel MUSSET
Approbateur	Thierry MADIKA

Juini 2010

Table des matières

1.	OBJET.....	4
2.	POSITION DU PROBLEME.....	4
3.	BILAN DE LA CAMPAGNE DE TEST REALISEE EN 2009 AVEC LES SOCIETES FUJIFILM ET KODAK	4
3.1	OBJECTIFS DES TESTS	4
3.2	METHODE ET DEROULEMENT	4
3.3	CARACTÉRISTIQUES DES FILMS TESTÉS	5
3.4	APPAREILS RADIOSCOPIQUES UTILISÉS.....	5
3.5	CONDITIONS DE PASSAGE.....	5
3.6	GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES ET MOYENS D'ANALYSE.....	6
4.	RESULTATS OBTENUS	7
4.1	APPAREIL RADIOSCOPIQUE CLASSIQUE – SMITHS HEIMANN 6040I :	7
4.2	APPAREIL RADIOSCOPIQUE DOUBLE VUE – RAPISCAN 620 DV-AT	8
4.3	APPAREIL EDS (TOMOGRAPHIE).....	9
5.	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....	9
5.1	CONCLUSIONS GENERALES DE L'ETUDE.....	9
5.2	LACUNES –ETUDES COMPLEMENTAIRES A MENER.....	10

1. OBJET

La présente publication dresse un état des connaissances sur l'effet de l'exposition des films cinématographiques aux rayons X produits par les appareils de contrôle de sûreté des bagages utilisés sur les aéroports. Pour les établissements gestionnaires des aéroports comme pour les services de l'aviation civile, il importe de pouvoir apporter des réponses précises sur ce sujet aux passagers du transport aérien, et en particulier aux professionnels de l'image.

2. POSITION DU PROBLEME

Les rayons X sont de même nature électromagnétique que la lumière visible (avec des longueurs d'onde beaucoup plus courtes et donc de plus haute énergie). Cette énergie leur permet de traverser les matériaux opaques d'emballage courant pour visualiser le contenant.

La capacité des rayons X à exposer les halogénures d'argent est donc la même que celle de la lumière visible, mais sur une échelle plus importante en raison de leur haute énergie. Ces rayons X, en fonction de leur intensité, pourront ou non engendrer les conséquences suivantes (sur un film vierge ou déjà exposé à la prise de vues) :

- Apparition d'un voile gris, uniforme ou par zones, périodique (« pompage » à la projection) ;
- Augmentation de la granularité du film.

Par contre, les films déjà développés n'ont plus à craindre des effets des rayons X.

Il importe donc de préciser dans quelles conditions, et à quel degré, les films cinématographiques peuvent être altérés, et d'en déduire des règles pratiques à l'attention des usagers du transport aérien.

Remarque : Seule est prise en compte ici la contribution des rayons X émis par les appareils de contrôle dans les causes d'altération des films. Mais il convient de garder à l'esprit les autres contributions, et notamment celle de la chaleur et l'humidité qui peuvent aussi altérer les caractéristiques des films.

3. BILAN DE LA CAMPAGNE DE TEST REALISEE EN 2009 AVEC LES SOCIETES FUJIFILM ET KODAK

Pour répondre au problème posé, nous nous référons aux résultats de l'étude menée en collaboration avec la Fédération des Industries Techniques du Cinéma, de l'Audiovisuel et du Multimédia (FICAM), représentée par les sociétés FUJI FILM et KODAK.

Ces tests se sont déroulés en décembre 2009, dans les locaux de l'entreprise HTDS à Massy-Palaiseau d'une part et au service technique de l'Aviation civile à Bonneuil sur Marne d'autre part.

3.1 OBJECTIFS DE L'ETUDE

L'objectif principal de l'étude est de caractériser quantitativement à l'aide de tests les différentes altérations pouvant affecter les films cinématographiques, en fonction des critères suivants :

- Type de film et sensibilité ;
- Nombre et conditions des passages ;
- Types d'équipement radioscopique.

3.2 METHODE ET DEROULEMENT

La méthode des tests a été définie de manière conjointe, entre la société FUJIFILM, représentée par M. Chanaud, responsable du contrôle qualité, et le Service technique de l'Aviation civile.

A l'issue des tests, les échantillons obtenus ont été envoyés pour analyse par les experts du laboratoire de FUJIFILM à un laboratoire de développement de film indépendant.

3.3 CARACTERISTIQUES DES FILMS TESTES

Les tests réalisés ont porté sur deux produits différents, à savoir :

- 2 marques de films cinématographiques: FUJI, KODAK ;
 - Type de film : négatif couleur (les plus répandus);
 - 2 Sensibilités : 250 et 500 ISO (sensibilités les plus vendues et potentiellement les plus vulnérables aux Rayons X en FUJI et KODAK) ;
- Format identique: 35 mm par 122 m ;

Le tableau ci-dessous récapitule la distribution des 2 produits testés :

Type de film	Sensibilité	250	500
35 mm Négatif couleur	FUJI	X	
	KODAK		X

Au total, 40 bobines ont été testées. En outre, une bobine témoin de chaque sensibilité non passée dans la machine a servi de référence lors du développement des films.

3.4 APPAREILS RADIOSCOPIQUES UTILISES

Deux types d'équipements ont été utilisés :

Appareil radioscopique classique : Marque **Smiths Heimann** modèle **Hi-scan 6040i** ;

Cet appareil est représentatif des équipements utilisés à l'époque des tests sur les aéroports parisiens (Inspection filtrage des bagages de cabine)

Appareil radioscopique double vue : Marque **Rapiscan** modèle **620 DV-AT** ;

Machine représentative du parc futur : machine à double faisceaux (1 vertical et 1 horizontal)

3.5 CONDITIONS DE PASSAGE

- 10 films « exposés » aux rayons X dans chaque sensibilité : 5 en orientation horizontale et 5 en verticale pour chacune des deux sensibilités ;
- Nombre de passages : 1, 5, 10, 20, 35 ; ce nombre est basé sur deux faits :

1) Des tests antérieurs sur du film négatif photographique de 800 ISO avaient montré que 12 passages étaient la valeur maximale tolérable (Cf. tests en 2002 sur les supports photographiques).

2) Il est nécessaire d'aller au-delà du seuil de tolérance prévisible pour obtenir une influence nette des Rayons X.

- Disposition :



3.6 GRANDEURS CARACTERISTIQUES ET MOYENS D'ANALYSE

Pour caractériser les altérations, on analyse deux critères caractéristiques des supports après exposition :

La luminance L , ou plus précisément la différence ΔL entre la luminance mesurée sur l'émulsion et celle du film témoin qui atteste des variations de densité induites par le rayonnement X. C'est le critère principal d'évaluation, lié à l'apparition d'un voile sur le film.

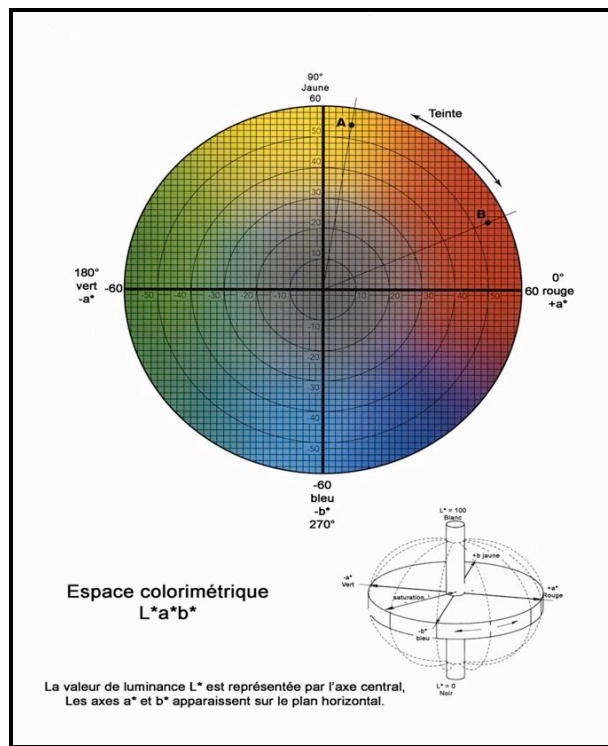
Les films sont analysés suivant des séquences automatisées de lecture au Barbieri Spectro 100XY. Chaque point de lecture fournit un triplet de coordonnées colorimétriques $L^*a^*b^*$.

L'influence des rayons X étant homogène sur les couches sensibles de l'émulsion, elle se manifeste par une variation de la densité générale et donc sur la valeur de luminance L .

En conséquence dans les graphiques, seule cette valeur sera prise en compte.

Seuil de visibilité de l'altération (voile sur le film): On considère que la modification de densité devient visible à l'œil nu dès que ΔL devient supérieur à 1,5 (donnée des fabricants).

La granularité se mesure au moyen d'un micro-densitomètre qui balaye le film et permet d'établir une distribution statistique des écarts de densité. Cependant, l'augmentation de la granularité étant le plus souvent quasiment indécélable à l'œil nu, elle est un critère secondaire d'évaluation.



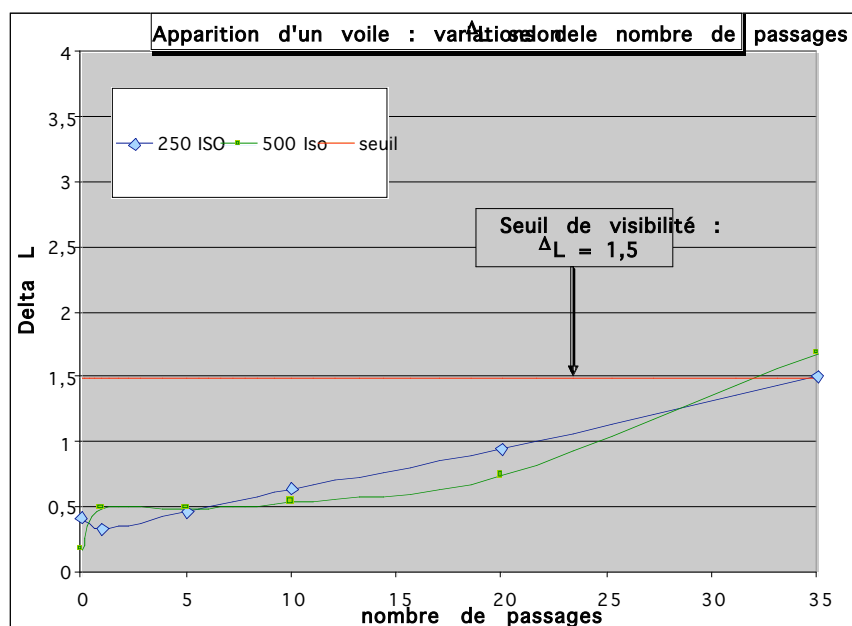
4. RESULTATS OBTENUS

4.1 APPAREIL RADIOSCOPIQUE CLASSIQUE – SMITHS HEIMANN 6040I :

Conditions d'apparition du voile sur les films négatifs couleur :

Les courbes de la figure ci-dessous indiquent, en fonction du nombre de passages, les valeurs de ΔL , par rapport au seuil d'apparition d'un voile visible à l'œil nu, selon les deux sensibilités testées.

Les 2 courbes ont été construites en retenant pour un nombre de passages donné et une sensibilité de film, la plus grande des deux valeurs correspondant aux deux orientations de passage de l'échantillon.



Interprétation :

Pour des films de sensibilité moyenne (de 250 à 500 ISO), aucun voile ne pourrait être détecté jusqu'à 30 passages. L'interpolation des courbes entre 25 et 35 passages laisse supposer que les premières altérations visibles à l'œil nu se produiraient entre 30 et 40 passages ;

Modifications du grain :

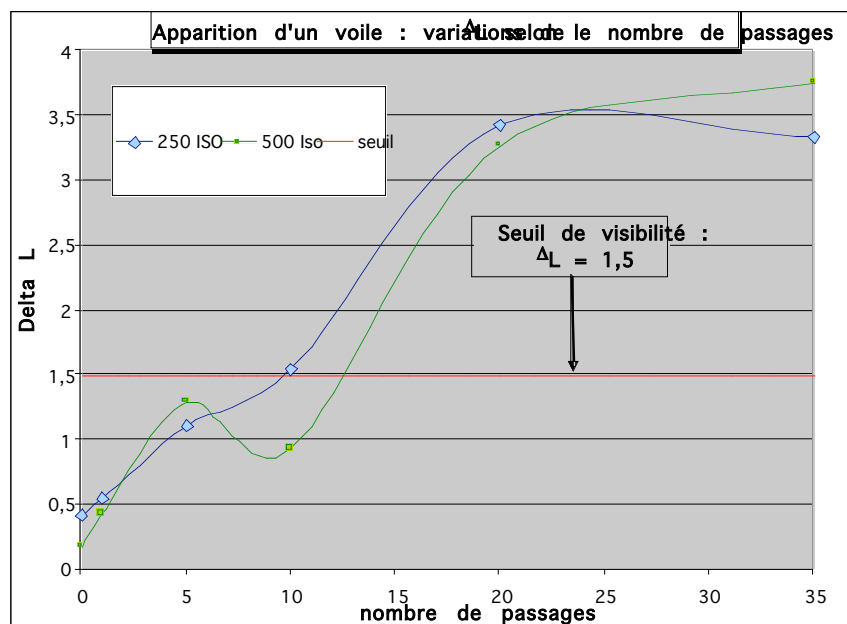
Pour des films de sensibilité moyenne, une modification de grain peut être mesurée à partir de 12 passages, par comparaison avec les tirages de l'échantillon- témoin. Mais il convient de rappeler que cette modification demeure quasi indécélable à l'œil nu, et ne l'est éventuellement qu'à l'unique condition de disposer d'un échantillon témoin.

4.2 APPAREIL RADIOSCOPIQUE DOUBLE VUE – RAPISCAN 620 DV-AT

Conditions d'apparition du voile sur les films négatifs couleur :

Les courbes de la figure ci-dessous indiquent, en fonction du nombre de passages, les valeurs de ΔL , par rapport au seuil d'apparition d'un voile visible à l'œil nu, selon les deux sensibilités testées.

Les 2 courbes ont été construites en retenant pour un nombre de passages donné et une sensibilité de film, la plus grande des deux valeurs correspondant aux deux orientations de passage de l'échantillon.



Interprétation :

Pour des films de sensibilité moyenne (de 250 à 500 ISO), le voile devient visible à l'œil nu au-delà de 10 passages pour la Fuji 250 ISO et de 12 passages pour la Kodak 500 ISO.

Modifications du grain :

Les experts de la société FUJIFILM considèrent que les résultats obtenus sur l'appareil conventionnel sont transposables sur l'appareil radioscopique double vue.

4.3 APPAREIL EDS (TOMOGRAPHE)

L'étude des effets sur ce type de machine n'a pas été effectuée. Cependant, les experts des sociétés FUJIFILM et KODAK considèrent que les résultats obtenus lors des tests sur les supports photographiques sont transposables aux supports cinématographiques.

Résultats de 2002 sur les films photographiques :

« Le problème change de nature avec ce type de système. La réalisation des coupes par le tomographe engendre dans tous les cas des zones voilées aux contours diffus, d'une largeur variant de 0,5 à 1,5 cm (suivant le diamètre de l'enroulement du film). Ces zones voilées rendent la pellicule inutilisable et les vues résultantes inexploitable, quel que soit le type et la sensibilité du produit. »

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

5.1 CONCLUSIONS GENERALES DE L'ETUDE

Les résultats présentés au chapitre précédent apportent les conclusions suivantes :

L'étude confirme la nécessité pour le passager de conserver ses films cinématographiques en cabine. Les résultats obtenus montrent en effet qu'un seul passage dans un appareil automatique basé sur la technique de tomographie peut suffire à endommager de manière irréversible un film, même de faible sensibilité.

C'est pourquoi une signalétique doit être présente au voisinage des banques d'enregistrement, pour indiquer au passager la nécessité de conserver ses bobines en cabine ;

En ce qui concerne les appareils utilisés pour le contrôle des bagages de cabine, les résultats peuvent être traduits en recommandations pratiques, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

TABLEAU D'UTILISATION DES FILMS CINETOGRAPHIQUES (bagages de cabine):

Type d'appareil radioscopique		RX CLASSIQUE		RX DOUBLE VUE	
Type de film	sensibilité	250 ISO	500 ISO	250 ISO	500 ISO
Négatif couleur	Un passage	OUI	OUI	OUI	OUI
	5 passages	OUI	OUI	OUI	OUI
	Au-delà de 10 passages	OUI	OUI	NON	NON
	30 passages	OUI	OUI	NON	NON
	Au delà de 35 passages	NON	NON	NON	NON

Mode d'emploi :

OUI : le film peut être utilisé sans être affecté de manière visible

NON : le film sera altéré

Remarque sur les possibilités de correction après altération :

En ce qui concerne le voile, certaines corrections peuvent être apportées au tirage (réalisé aujourd'hui majoritairement par des moyens numériques), mais dépendent beaucoup du degré d'uniformité de l'altération. C'est pourquoi il est quasiment impossible de corriger les voiles produits par les tomographes.

Le tirage permet également, dans une certaine mesure, de compenser l'augmentation de grain, mais engendre des problèmes de flou.

5.2 LACUNES –ETUDES COMPLEMENTAIRES A MENER

A l'issue de cette étude, une question reste à approfondir :

Supports numériques : il est établi que les rayons X ne provoquent pas de dommages sur les supports de mémoire informatique. Par conséquent, les altérations qui résulteraient de l'exposition aux rayons X ne concerneraient pas les films stockées en mémoire, mais éventuellement les capteurs CCD (Charge Coupled Device ou circuit à transfert de charges) ou CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor ou semi-conducteur oxide de métal complémentaire).

Les altérations se traduiraient par des pertes de pixels ou des variations de sensibilité. Aux dires des experts de l'industrie, ce type d'altération serait peu probable. Il resterait à le confirmer par une étude systématique.

Ressources, territoires, habitats et logement
Énergies et climat
Prévention des risques
Développement durable
Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**

service technique de l'Aviation civile
31, avenue du Maréchal Leclerc
94381 BONNEUIL-SUR-MARNE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 80 00
Fax 33 (0) 1 49 56 82 19

Site de Toulouse
9, avenue du Docteur Maurice Grynfolgel - BP 53735
31037 TOULOUSE CEDEX
Tél. 33 (0) 1 49 56 83 00
Fax 33 (0) 1 49 56 83 02

Centre de test de détection d'explosifs
Centre d'essais de lancement de missiles - BP 38
40602 BISCARROSSE CEDEX
Tél. 33 (0) 5 58 83 01 73
Fax 33 (0) 5 58 78 02 02