

# Effet des rayons x émis par les appareils de contrôle des bagages sur les supports photographiques

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  
supports photographiques*

*Rapport*

Service technique de l'aviation civile

Rédacteur - Mohamed BOUKHELIFI

Vérificateur - Daniel MUSSET

Approbateur - Thierry MADIKA

Juin 2010



## Table des matières

<b>1. OBJET</b> .....	<b>4</b>
<b>2. POSITION DU PROBLEME</b> .....	<b>4</b>
<b>3. BILAN DE LA CAMPAGNE DE TEST REALISEE EN 2002 AVEC L'INDUSTRIE PHOTOGRAPHIQUE</b> .....	<b>4</b>
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 .....	6
3.6 GRANDEURS CARACTÉRISTIQUES ET MOYENS D'ANALYSE.....	6
<b>4. RESULTATS OBTENUS</b> .....	<b>6</b>
4.1 APPAREIL RADIOSCOPIQUE CLASSIQUE : .....	6
4.2 APPAREIL PEDS .....	8
4.3 APPAREIL EDS (TOMOGRAPHE) .....	8
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES</b> .....	<b>8</b>
5.1 CONCLUSIONS GENERALES DE L'ETUDE .....	8
5.2 LACUNES –ETUDES COMPLEMENTAIRES A MENER.....	9

## **1. OBJET**

La présente publication dresse un état des connaissances sur l'effet de l'exposition des films photographiques 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 films argentiques reposent sur les propriétés de photosensibilité de certains composés chimiques. La photosensibilité n'étant pas limitée à la partie visible du spectre électromagnétique, les rayons X, plus énergétiques que la lumière visible, peuvent endommager les supports argentiques par surexposition lorsque ceux-ci passent dans les appareils de contrôle des bagages. De plus, les boîtiers en matière plastique contenant les pellicules ne constituent pas une protection contre les rayons X. Il importe donc de préciser dans quelles conditions, et à quel degré, les pellicules photographiques peuvent être altérées, 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 des rayonnements ionisants reçus pendant la phase de croisière du vol.

Ainsi, l'exposition caractéristique reçue au cours d'un vol Paris – New York équivaldrait à environ 10 passages dans un appareil à rayons X utilisé pour le contrôle des bagages de cabine.

## **3. BILAN DE LA CAMPAGNE DE TEST REALISEE EN 2002 AVEC L'INDUSTRIE PHOTOGRAPHIQUE**

Pour répondre au problème posé, nous nous référons aux résultats d'une étude menée en collaboration avec la Fédération française des industries de l'image en 2002, représentée par la société FUJI FILM. Cette étude venait compléter et confirmer une étude similaire réalisée dans les mêmes conditions en 1996.

### **3.1 OBJECTIFS DES TESTS**

L'objectif principal de l'étude était de caractériser quantitativement par la réalisation de tests les différentes altérations pouvant affecter les supports argentiques, en fonction des critères suivants :

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

### **3.2 METHODE ET DEROULEMENT**

La méthode des tests avait été définie de manière conjointe, entre la société FUJIFILM, représentée par M. Chanaud, responsable du contrôle qualité, et le Service technique des bases aériennes, devenu Service technique de l'Aviation civile en 2005.

A l'issue des tests, réalisés au STBA, les échantillons obtenus avaient été envoyés pour analyse par les experts du laboratoire de FUJIFILM à Tokyo.

### 3.3 CARACTERISTIQUES DES FILMS TESTES

Les tests réalisés ont porté sur une très grande variété de produits, à savoir :

- 4 marques de films : FUJI, KODAK, AGFA ET KONICA ;
- 4 types de films : négatif couleur, inversible, noir et blanc et instantané ;
- Sensibilités : de 50 à 1600 ISO ;
- Formats : APS, 135 (format le plus courant), 120, QUICKSNAP (format des appareils dits « jetables ») et PACK (films instantanés);

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

	Sensibilité	50	100	160	200	400	800	1600	3000	QS
135 Négatif couleur	FUJI		X		X	X	X	X		X
	KODAK				X		X			
	AGFA				X		X			
	KONICA				X		X			
APS Négatif couleur	FUJI				X		X			
120 Négatif couleur	FUJI		X	X			X			
135 noir et blanc	FUJI		X			X		X		
120 noir et blanc	FUJI		X			X		X		
135 inversible	FUJI	X	X			X				
120 inversible	FUJI	X	X			X				
Instantané couleur	FUJI		X							
Instantané noir et blanc	FUJI		X							

Au total, 319 échantillons ont été testés, comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

type	Format	Nombre d'échantillons
Négatif couleur	135	140
	APS	28
	120	31
Négatif noir et blanc	135 et 120	58
Film inversible	135	45
	120	17
	<b>total</b>	<b>319</b>

### 3.4 APPAREILS RADIOSCOPIQUES UTILISES

Trois types d'équipements ont été utilisés :

- Appareil radioscopique classique : modèle RAPISCAN 520 ;
- Appareil automatique type PEDS : modèle VIS-M ; (le terme PEDS n'est plus à employer ; on lui préférera la référence aux standards définis par le règlement CE n°185/2010) ;
- Appareil automatique type EDS : modèle MORPHO DETECTION CTX 5500.

Ces trois appareils étaient représentatifs des équipements utilisés sur les aéroports français pour le contrôle des bagages de cabine (RAPISCAN 520), des bagages de soute en premier niveau (VIS-M) et en dernier niveau (CTX 5500).

Les appareils de type tomographe présentent deux particularités de fonctionnement qui ont un effet particulièrement défavorable sur les supports photographiques :

- Des intensités de rayonnement nettement supérieures à celles des rayonnements émis par les deux autres catégories d'appareils (dans des rapports pouvant aller de 10 à 100) ;
- Une exposition non uniforme, due à la réalisation de coupes (zones où le faisceau de rayons X est concentré).

### 3.5 CONDITIONS DE PASSAGE

Chaque type de film a été passé en position verticale et horizontale, et selon les directions transversale et longitudinale pour le passage dans le tomographe. Chaque film a fait l'objet d'une pré-exposition en laboratoire avant d'être soumis aux rayons X. Par ailleurs, un film témoin de chaque catégorie a été exposé et développé dans les mêmes conditions, sans être exposé aux rayons X.

Dans l'appareil classique, les films ont fait l'objet de passages répétés : 1 passage, puis 6, 12, 24 et 48 passages.

Dans les appareils PEDS et EDS, les films testés ne l'ont été qu'une fois.

### 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  $\Delta L$  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 la pellicule.

**Seuil de visibilité de l'altération (voile sur la pellicule): On considère que la modification de densité devient visible à l'œil nu dès que  $\Delta L$  devient supérieur à 0,5**

Les variations de luminance se mesurent en laboratoire à l'aide d'un spectrophotomètre.

**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 indétectable à l'œil nu, elle est un critère secondaire d'évaluation.

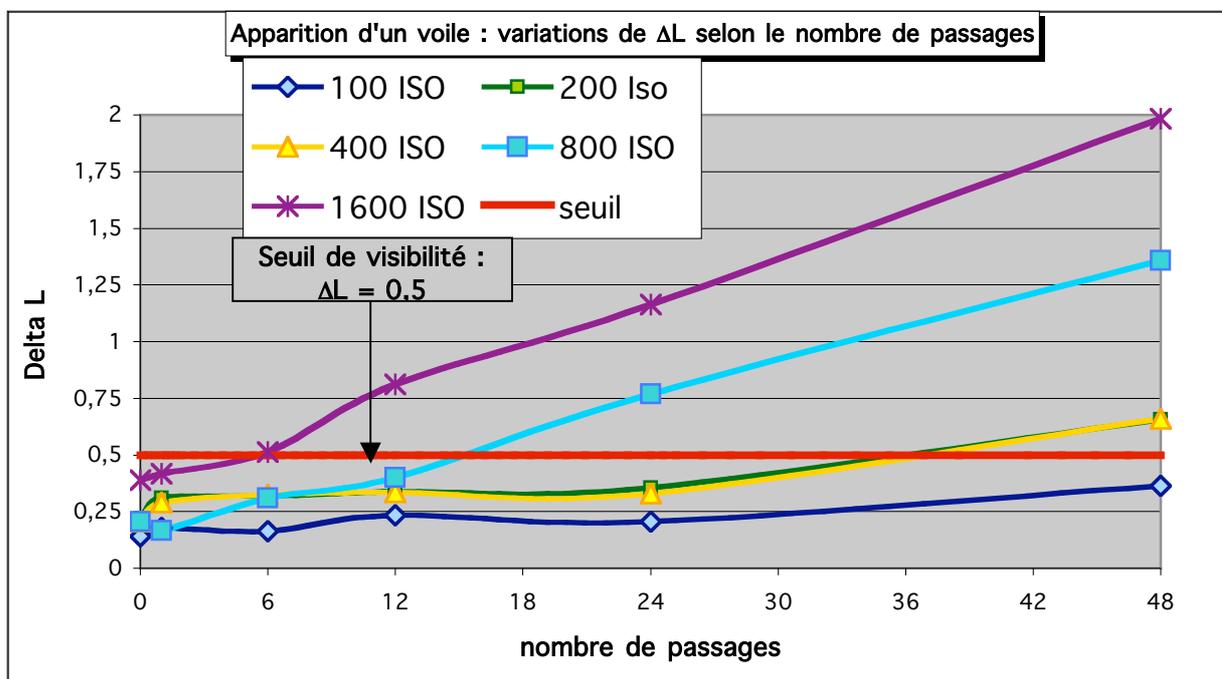
## 4. RESULTATS OBTENUS

### 4.1 APPAREIL RADIOSCOPIQUE CLASSIQUE :

**Conditions d'apparition du voile sur les films négatifs couleur/noir&blanc :**

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

Les 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 faible sensibilité (100 ISO), aucun voile ne peut être détecté, quel que soit le nombre de passages ;

Pour des films de sensibilité moyenne (de 200 à 400 ISO), aucun voile ne pourrait être détecté jusqu'à 24 passages. L'interpolation des courbes entre 24 et 48 passages laisse supposer que les premières altérations visibles à l'œil nu se produiraient entre 30 et 40 passages ;

Pour des films de sensibilité 800 ISO, le voile devient visible à l'œil nu au-delà de 12 passages ;

Pour des pellicules de haute sensibilité, 1600 ISO et au-delà, l'altération peut se produire dès le 6ème passage.

### **Modifications du grain :**

Pour des films de sensibilité 100 à 200 ISO, aucune montée de grain ne peut être détectée, quel que soit le nombre de passages ;

Pour des films de sensibilité 400 ISO, 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 ;

Pour des films de sensibilité 800 ISO et au-delà, une modification de grain peut être mesurée dès le premier passage, avec cependant les mêmes réserves que précédemment.

### **Conditions d'apparition du voile sur les films inversibles :**

Pour ce type de film, aucune pellicule de sensibilité supérieure à 400 ISO n'a été testée.

Aucune altération visible à l'œil nu n'a été constatée, quel que soit le nombre de passages.

#### **4.2 APPAREIL PEDS**

L'analyse des effets de ce type de machine est demeurée embryonnaire (un seul passage, sur certains films uniquement), mais les experts de la société FUJIFILM considèrent que les résultats obtenus sur l'appareil conventionnel sont transposables d'une machine à l'autre.

#### **4.3 APPAREIL EDS (TOMOGRAPHE)**

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, quels que soient 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 :

Les deux études confirment la nécessité pour le passager de conserver ses pellicules photographiques 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 une pellicule, 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 pellicules 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 PHOTOGRAPHIQUES (bagages de cabine):**

Type de film	sensibilité	100 ISO	200 ISO	400 ISO	800 ISO	1600 ISO
Négatif couleur / Noir&blanc	Un passage	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Entre 1 et 6 passages	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
	Entre 6 et 12 passages	OUI	OUI	OUI	OUI	NON
	Entre 12 et 24 passages	OUI	OUI	OUI	NON	NON
	Au-delà de 24 passages	OUI	NON	NON	NON	NON
Inversible	Jusqu'à 48 passages	OUI	OUI	OUI	N.V	N.V

**Mode d'emploi :**

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

NON : le film sera altéré

N.V : Non vérifié

**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, certaines questions restent à approfondir :**

**Films de très haute sensibilité (3200 ISO) :** ces produits n'ont pas été testés. D'après les experts de l'industrie photographique interrogés sur ce point, on peut prédire que leur comportement ne devrait pas différer fortement de celui des films de sensibilité 1600 ISO (ce d'autant plus que la sensibilité réelle des films peut être légèrement plus faible que la valeur dite commerciale). Il conviendra de réaliser des tests complémentaires pour confirmer cette assertion et donner des valeurs précises.

**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 photographies stockées en mémoire, mais éventuellement les capteurs CCD (Charge Coupled Device ou circuit à transfert de charges). 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 complémentaire.





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