

---

# Norme internationale



# 4332

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## **Photographie — Film photographique noir et blanc traité pour la conservation d'archives — Type gélatino-argentique sur support en polyéthylène téréphtalate — Spécifications**

*Photography — Processed photographic black-and-white film for archival records — Silver-gelatin type on poly(ethylene terephthalate) base — Specifications*

**Deuxième édition — 1986-09-15**

---

**CDU 771.523 : 772.1 : 778.142**

**Réf. n° : ISO 4332-1986 (F)**

**Descripteurs :** photographie, pellicule photographique, film photographique exposé, microfilm, archive, spécification, essai.

Prix basé sur 11 pages

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 4332 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 42, *Photographie*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 4332-1977), dont elle constitue une révision mineure.

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Photographie — Film photographique noir et blanc traité pour la conservation d'archives — Type gélatino-argentique sur support en polyéthylène téréphtalate — Spécifications

## 0 Introduction

Depuis 1930, des progrès importants ont été faits dans l'utilisation des films photographiques en ce qui concerne la conservation des documents. La conservation des documents sur film par les gouvernements, les banques, les compagnies d'assurances, l'industrie et d'autres entreprises a été stimulée par la constatation de la réduction des espaces d'archivage, de l'amélioration de l'organisation, de l'accessibilité et de la facilité de reproduction qui résulte de l'utilisation des enregistrements sur films.

Pendant la période initiale de développement de la reproduction documentaire, on a quelquefois utilisé le film cinématographique 35 mm à support en nitrate. Cette matière est hautement inflammable et se détériore rapidement dans des conditions de conservation défavorables. Les documents d'archives ne peuvent pas être conservés sur des films en nitrate. La fabrication du film en nitrate a diminué après la seconde guerre mondiale et a été abandonnée, dans la plupart des pays, autour de 1950.

Pendant de nombreuses années, les seuls films utilisables pour les documents d'archives ont été faits sur supports en divers types d'ester de cellulose. Il existe une spécification ISO pour les films photographiques d'archives établis sur ce support (voir ISO 4331). En 1956, un support en polymère synthétique appartenant à la classe des polyesters a été introduit. Ce polyester particulier est connu des chimistes sous le nom de polyéthylène-téréphtalate. Il présente sur l'ester de cellulose différents avantages, parmi lesquels ses propriétés mécaniques supérieures et sa stabilité dimensionnelle. L'expérience pratique sur les films en polyester est considérablement plus réduite que sur les films en ester de cellulose. Cependant, l'expérience acquise jusqu'à ce jour et les essais de vieillissement accéléré ont montré que ce support de film est aussi stable, sinon plus, que le support de sécurité en ester de cellulose. La présente Norme internationale, qui concerne les films d'archives sur support en polyéthylène téréphtalate est parallèle à l'ISO 4331 concernant le support en ester de cellulose.

La présente Norme internationale a pour but d'éliminer les accidents préjudiciables à la stabilité dont seraient responsables les caractéristiques physiques ou chimiques du film développé. Certaines de ces caractéristiques sont liées à la fabrication du film, certaines à son traitement et d'autres dépendent des deux à la fois.

Cependant, la spécification des caractéristiques physiques et chimiques du film n'assure pas elle-même la qualité nécessaire au document d'archives. Il est essentiel d'assurer une température et une humidité convenant à l'archivage et une protection contre le feu, l'eau, les moisissures et certains polluants atmosphériques. Les documents d'archives conservés sur film doivent être entreposés suivant les prescriptions figurant dans l'ISO 5466.

## 1 Objet et domaine d'application

**1.1** La présente Norme internationale établit les spécifications des films de sécurité composés d'un support en polyéthylène-téréphtalate et d'une émulsion gélatino-argentique et traités de manière à obtenir une image stable en noir et blanc.

**1.2** Elle s'applique aux images argentiques obtenues par un traitement négatif ou par un traitement d'inversion par reste<sup>1)</sup>, aux copies de travail d'aspect positif et aux virages à l'or. Elle ne s'applique cependant pas aux images argentiques qui ont été altérées chimiquement par des traitements tels que les autres virages, les atténuations ou les renforcements.

La présente Norme internationale ne s'applique pas aux films couleur, aux films fixés par un procédé autre que par une solution de thiosulfate<sup>[3]</sup>, et aux images argentiques produites par un traitement à sec ou thermique, par transfert, par diffusion et par procédé dit de semi-inversion.

**1.3** La présente Norme internationale est applicable aux microfilms, aux films cinématographiques, aux pellicules en rouleau et aux pellicules en feuille destinés à la conservation d'archives.

**1.4** Des laques ont été appliquées aux films développés en vue de la protection contre les moisissures et les rayures sans constater d'effet néfaste sur la conservation. Cependant, en raison de la variété des matières utilisables, les films laqués sont exclus du domaine d'application de la présente Norme internationale.

1) Le traitement d'inversion par reste comprend le fixage final et le lavage après la seconde phase de développement.

## 2 Références

ISO 417, *Photographie — Détermination du thiosulfate et d'autres produits chimiques résiduels dans les films, plaques et papiers photographiques développés — Méthode photométrique au bleu de méthylène et méthode densitométrique au sulfure d'argent.*

ISO 543, *Cinématographie — Film cinématographique de sécurité — Définition, essais et marquage.*

ISO 1184, *Matières plastiques — Détermination des caractéristiques en traction des films.*

ISO 4331, *Photographie — Film photographique noir et blanc traité pour la conservation d'archives — Type gélatino-argentique sur support en ester de cellulose — Spécifications.*

ISO 5466, *Photographie — Films photographiques de sécurité traités — Directives pour l'archivage.*

ISO 7830, *Photographie — Films photographiques de sécurité autres que les films cinématographiques. Spécifications des matériaux.*

## 3 Définitions

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les définitions suivantes sont applicables.

**3.1 film pour archivage :** Film photographique fabriqué et traité de façon à conserver, dans les conditions optimales de stockage, des images ayant une valeur permanente.

**3.2 support :** Matière souple sur laquelle sont déposées les couches émulsions et dorsales.

**3.3 support de sécurité en polyéthylène téréphtalate :** Support constitué principalement d'un polymère d'éthylène glycol et d'acide téréphtalique.

**3.4 couche émulsion :** Couche gélatino-argentique photosensible.<sup>1)</sup>

**3.5 couche image :** Couche gélatino-argentique supportant l'image après traitement du film.<sup>1)</sup>

**3.6 couche dorsale anti-incurvation :** Couche ordinairement constituée de gélatine, appliquée sur le côté du support opposé à l'émulsion afin d'empêcher l'incurvation du film. Son épaisseur est voisine de celle de l'émulsion et elle n'est pas éliminée au cours des traitements.

NOTE — Les couches antihalo ou autres, qui sont éliminées au cours des traitements, n'entrent pas dans cette définition.

1) En langue anglaise on utilise improprement le même terme pour désigner l'émulsion liquide, la couche émulsion et la couche image.

2) Les supports en polyéthylène téréphtalate sont caractérisés par une excellente stabilité dimensionnelle. Les coefficients de dilatation à l'humidité et à la chaleur sont compris entre 30 % et 50 % de ceux des supports en ester de cellulose de même épaisseur. Les variations dimensionnelles dues au vieillissement, à la température ambiante, sont généralement inférieures à 0,05 % après 3 ans.

**3.7 résistance mécanique de la gélatine gonflée :** Terme utilisé pour indiquer la résistance mécanique des couches émulsion et dorsale à l'état humide. Force minimale exercée sur un poinçon pour le faire pénétrer dans l'émulsion. Une valeur élevée de cette force indique une forte résistance à la pénétration de la gélatine gonflée.

## 4 Caractéristiques physiques à contrôler par le fabricant de film

### 4.1 Type de support

Le support utilisé pour les films destinés à l'archivage doit être du type polyéthylène téréphtalate de sécurité; il peut être identifié par la méthode spécifiée en 7.1.<sup>2)</sup>

### 4.2 Variation de viscosité

La viscosité relative d'une solution du support, obtenue à partir du film traité, ne doit pas diminuer de plus de 5 % à la suite d'un vieillissement accéléré du film traité. Le vieillissement accéléré doit être réalisé conformément à 7.2 et la viscosité doit être mesurée conformément à 7.3.

### 4.3 Conditions de sécurité requises

Les films à support en polyester doivent répondre aux spécifications de l'ISO 543 et de l'ISO 7830 sur les films de sécurité.

### 4.4 Acidité libre et accroissement d'acidité

Le film ne doit pas avoir une acidité libre supérieure à l'équivalent de 1,0 ml de solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l par gramme de film, mesurée conformément à 7.4. Le volume de solution d'hydroxyde de sodium à 0,1 mol/l équivalant à l'acidité libre du film traité ne doit pas s'accroître de plus de 0,5 ml par rapport à sa valeur initiale, après un vieillissement accéléré réalisé conformément à 7.2.

### 4.5 Adhérence des couches

#### 4.5.1 Essais par ruban adhésif

Le film ne doit montrer aucune trace d'arrachement de l'émulsion ou de la couche dorsale à la suite de l'essai spécifié en 7.5.

#### 4.5.2 Essais aux cycles d'humidification

L'émulsion ou la couche dorsale du film traité ne doit montrer ni décollement, ni craquellement susceptible de compromettre son utilisation à la suite de l'essai spécifié en 7.6 (voir annexe D).

Tableau 1 — Limites de la résistance à la traction et de la perte de résistance à la traction

Caractéristique	Résistance à la traction au moment de la rupture	Allongement au moment de la rupture
1 Film non chauffé valeurs minimales des propriétés de résistance à la traction	138 MPa*	75 %
2 Film après vieillissement accéléré diminutions maximales des propriétés de résistance à la traction	10 %	10 %

\* 1 MPa =  $10^6$  N/m<sup>2</sup>

## 5 Propriétés physiques contrôlées par le fabricant et par le responsable du traitement

### 5.1 Résistance à la traction et perte de résistance à la traction

Les éprouvettes de film doivent être traitées et séchées dans les conditions habituelles. La résistance à la traction et l'allongement au moment de la rupture du film traité doivent être conformes aux valeurs données à la ligne 1 du tableau 1, lorsque l'essai est effectué conformément à 7.7. L'affaiblissement des propriétés de résistance à la traction après vieillissement accéléré, comme spécifié en 7.2, ne doit pas être supérieur au pourcentage indiqué à la ligne 2 du tableau 1.

### 5.2 Diminution de la résistance mécanique de la gélatine gonflée

La diminution de la résistance mécanique de la gélatine gonflée d'un film traité, en ce qui concerne son émulsion et sa couche dorsale, ne doit pas dépasser les pourcentages spécifiés dans le tableau 2 à la suite d'un vieillissement accéléré du film. La valeur de cette résistance doit être déterminée selon 7.8 et le vieillissement accéléré doit être mené suivant 7.2.

Tableau 2 — Valeurs limites de la perte de résistance mécanique de la gélatine gonflée après vieillissement accéléré

Caractéristique	Valeur initiale de la résistance	
	< 0,5 N	> 0,5 N
Valeur des pertes maximales de la résistance mécanique de la gélatine gonflée*	50 %	25 %

\* La valeur maximale admissible pour une faible résistance initiale est plus grande parce que l'essai n'est pas assez précis pour détecter de faibles différences.

### 5.3 Adhérence par contact

On ne doit constater sur le film traité aucun indice d'adhérence, de décollement ou de défaut de surface à la suite de l'essai spécifié en 7.9. On peut tolérer une légère adhérence des échantillons de film s'il n'en résulte aucun dommage physique, aucune variation du brillant de la surface.

### 5.4 Stabilité de l'image

On ne doit constater aucune dégradation de l'image pouvant compromettre l'utilisation du film à la suite de l'essai spécifié en 7.10.

## 6 Propriétés contrôlées par le responsable du traitement

Ces caractéristiques sont déterminées par les conditions de traitement (voir annexe A).

### 6.1 Concentration en thiosulfate

La concentration de thiosulfate dans les films traités dépend des conditions de traitement. Les accélérateurs de lavage contenant des agents oxydants tels que peroxydes ou hypochlorites ne doivent pas être employés.

Après traitement, le film ne doit pas présenter une concentration en thiosulfate résiduel, calculée en ions thiosulfates  $S_2O_3^{2-}$ , supérieure à celle spécifiée dans le tableau 3, la détermination se faisant comme spécifié dans l'ISO 417<sup>[8]</sup>.

Tableau 3 — Valeurs limites de la concentration en thiosulfate

Classe des films	Concentration maximale admissible en ions thiosulfates $S_2O_3^{2-}$ g/m <sup>2</sup>
Films à grain fin pour copie, duplication et tirage	0,007
Films photographiques à grain moyen et à ton continu et films radiographiques à gros grain	0,02

Le dosage du thiosulfate doit être fait sur un échantillon prélevé sur une zone de faible densité, dans les 2 semaines qui suivent le traitement (voir annexe B). La méthode d'essai n'est pas faite pour mesurer les variations éventuelles de l'échantillon entre son traitement et l'essai, mais elle est utilisée pour préjuger du comportement du film après l'essai.

12 cycles d'humidité, après quoi, le retirer du châssis et examiner l'émulsion et la couche dorsale éventuelle en ce qui concerne le décollement, la formation d'écailles, le glissement ou le craquellement<sup>1)</sup>.

Examiner le film avec le même rapport d'agrandissement et le même éclairage que pour l'examen normal de l'image. Si on interrompt l'opération, conserver le film à  $50 \pm 2$  °C et à 11 % d'humidité relative.

## 7.7 Essais de résistance à la traction et d'allongement

### 7.7.1 Préparation de l'éprouvette

Les films non perforés de 16 mm peuvent être essayés en cette largeur. Dans le cas de films perforés de 16 mm, l'éprouvette doit être coupée entre les perforations. Les films d'autres formats doivent être coupés sur une largeur comprise entre 15 et 16 mm et une longueur d'au moins 15 cm en utilisant un outil bien affûté qui laisse des bords nets. On doit disposer de cinq éprouvettes pour le film non chauffé et de cinq éprouvettes pour le film chauffé. Les éprouvettes à chauffer et les éprouvettes de contrôle doivent être coupées alternativement et de façon continue sur une seule longueur de film. L'épaisseur de chaque éprouvette doit être mesurée à 0,002 mm près et sa largeur à 0,1 mm.

### 7.7.2 Vieillesse accéléré

Cinq éprouvettes doivent être soumises au vieillissement accéléré comme spécifié en 7.2.

### 7.7.3 Conditionnement

Les éprouvettes doivent être conditionnées conformément à 7.5.2.

### 7.7.4 Mode opératoire

Le film ne doit pas être retiré de l'atmosphère de conditionnement pour l'essai. Mesurer alternativement la résistance à la traction et le pourcentage d'allongement au moment de la rupture des éprouvettes non chauffées et chauffées, selon les spécifications de l'ISO 1184. Calculer séparément la résistance à la traction et l'allongement au moment de la rupture pour les éprouvettes non chauffées et chauffées.

## 7.8 Essai de la résistance mécanique de la gélatine gonflée

Cet essai doit être fait sur deux éprouvettes non chauffées et sur deux éprouvettes chauffées du film traité.

Déterminer la résistance mécanique de la gélatine gonflée selon le mode opératoire décrit dans la littérature<sup>[7]</sup>. Cela implique l'application d'une charge croissante sur un poinçon sphérique en saphir de 0,38 mm de rayon, lui-même appliqué sur l'émulsion ou sur la couche dorsale. Disposer horizontalement les éprouvettes de film traité, la surface soumise à l'essai tournée vers le haut, dans la cuvette de l'appareil contenant de l'eau à 21 °C. Après une immersion totale de 15 min, placer le poinçon sur la surface à essayer, sans charge. Augmenter graduellement la charge du poinçon.

La valeur de la résistance à la pénétration correspond à la charge (en newtons) pour laquelle le poinçon commence à pénétrer la surface. L'observation peut être faite en lumière réfléchie ou transmise. Effectuer trois mesurages pour chaque surface et calculer les moyennes séparément pour les films non chauffés et pour les films chauffés.

## 7.9 Essai d'adhérence du film sur lui-même

Au moins cinq éprouvettes de film traité doivent être conditionnées à une humidité relative de 60 % et à la température de  $40 \pm 2$  °C. Une éprouvette carrée de 5 cm de côté convient lorsque la largeur du film le permet, mais les dimensions ne sont pas critiques, à condition qu'elles soient les mêmes pour toutes les éprouvettes. Placer les éprouvettes dans un dessiccateur en verre, de façon à ce qu'elles soient exposées librement à l'atmosphère de conditionnement durant au moins 15 h. Introduire le dessiccateur dans une étuve à circulation d'air à  $40 \pm 2$  °C. Une humidité relative d'environ 62 % peut être obtenue en conservant au fond du dessiccateur une solution saturée de nitrite de sodium<sup>[2]</sup> dans l'eau. Prendre les précautions indiquées en 7.2 pour assurer l'humidité voulue.

Lorsque l'équilibre d'humidité est atteint, retirer le dessiccateur de l'étuve sans en retirer les éprouvettes, empiler au moins cinq éprouvettes de telle sorte que l'émulsion de l'une se trouve au contact du dos de l'autre. Soumettre la pile à une pression uniforme de 35 kPa\*. On peut réaliser cela en plaçant un poids sur la pile, les dimensions du poids étant supérieures à celles de l'éprouvette. Réintroduire le dessiccateur contenant la pile chargée dans l'étuve à circulation d'air et l'y laisser durant 72 h à 40 °C. On peut aussi réaliser les conditions de température et d'humidité au moyen d'armoires ou de locaux à air conditionné.

Retirer la pile de films de l'étuve et la laisser refroidir. Retirer les éprouvettes une à une de la pile et observer les traces d'adhérence.

## 7.10 Stabilité de l'image

On prépare trois éprouvettes de film traité contenant des zones d'image représentatives et équivalentes. Pour les films en feuille, on peut prendre une éprouvette carrée de 5 cm de côté et, pour les films en rouleau, une éprouvette ayant 5 cm de longueur et de largeur égale à celle du film.

\* 1 kPa =  $10^3$ N/m<sup>2</sup>

1) Les films peuvent parfois présenter de petites piqûres de l'image après le traitement. Celles-ci peuvent être causées par des poussières ou des impuretés sur la surface émulsionnée, déposées au moment de l'exposition du film vierge et ne doivent pas être confondues avec des trous ou des craquelures dans la couche d'émulsion. On doit noter l'existence de ces piqûres de l'image avant les cycles d'humidité, afin que leur présence ne conduise pas à de fausses interprétations sur l'adhérence des couches.



Disposer les éprouvettes de manière à ce qu'elles soient librement exposées à l'air ambiant et les placer durant 30 jours dans une atmosphère à  $60 \pm 2$  °C et une humidité relative de  $70 \pm 2$  %. On peut réaliser ces conditions au moyen d'une enceinte à air conditionné. Après cette période, comparer visuellement le film à une éprouvette témoin qui a été conservée à la température ambiante et à une humidité inférieure à 60 %. Il est recommandé d'observer le support et l'émulsion sous différents angles d'incidence.

### **7.11 Recherche des composés argentiques résiduels**

Deux échantillons de film traités de n'importe quel format seront contrôlés sur les deux faces. Le film sera séché si nécessaire et une surface propre sera humectée par une goutte de

solution réactive à 0,2 % de sulfure de sodium fraîchement préparée. Le réactif sera éliminé par lavage ou absorption après 3 min. Si l'échantillon présente une teinte nettement perceptible, il est nécessaire de préparer un échantillon de référence du même type de film et de préférence du même lot. Cet échantillon de référence sera fixé successivement pendant 5 min dans deux bains de fixation identiques, fraîchement préparés, contenant 240 g de thiosulfate de sodium ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) par litre et lavé pendant 30 min à l'eau courante afin que l'eau du récipient soit renouvelée toutes les 5 min. Le film sera séché à l'air et contrôlé avec la solution de sulfure de sodium comme ci-dessus.

Toute coloration de l'échantillon à étudier supérieure à celle de l'échantillon de référence indique la présence de sels d'argent résiduels.

## Annexe A

### Traitement du film

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

La conservation des films photographiques gélatino-argentiques dépend des produits chimiques qui restent après lavage. La teneur maximale en thiosulfate résiduel et en composés argentiques résiduels est spécifiée au chapitre 6 et discutée en annexe B. Des précautions complémentaires nécessaires pour un traitement optimal des documents d'archives sont décrites dans la présente annexe.

Afin de s'assurer que le bain de fixage est convenable, il est recommandé de vérifier que sa teneur en argent est inférieure à 0,5 % (*m/m*) dans le cas d'un bain contenant du thiosulfate de sodium cristallisé ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) et inférieure à 0,8 % (*m/m*) dans le cas d'un bain contenant du thiosulfate d'ammonium anhydre  $[(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_3]$ . Afin de réduire les défauts dans les microfilms, connus sous le nom de «microtaches de vieillissement», la teneur en iode du bain de fixage doit être comprise entre 0,1 et 0,5 g/l (exprimée en iodure de potassium, KI).

L'eau de lavage doit être incolore et exempte de substances en suspension. L'eau potable est généralement assez pure pour le lavage. Une température de l'eau de lavage maintenue entre 15 et 25 °C convient généralement et forme un compromis entre le danger de gonflement présenté par des températures plus élevées et une vitesse de dissolution acceptable pour les sels de fixage. Certains films peuvent tolérer des températures supérieures. Une durée de lavage de 15 min dans une eau courante bien agitée à la température de 20 °C convient généralement, à condition que les films ne soient pas en contact l'un avec l'autre et que l'eau soit renouvelée à leur surface. Pour la plupart des machines automatiques (lavage par douche), la durée de lavage est plus faible et la température de l'eau est supérieure. La température de l'eau de lavage doit rester dans une fourchette de 3 °C de la température du révélateur.

On peut utiliser des accélérateurs de lavage à échangeurs d'ions. Par exemple, on peut plonger les films dans un bain contenant 20 g de sulfite de sodium anhydre par litre avant le lavage.



## Annexe B

### Effet des produits chimiques résiduels sur l'image argentique développée

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Au cours du vieillissement du film développé, notamment en atmosphère humide, les réactions chimiques entre le thiosulfate résiduel<sup>1)</sup> et les grains d'argent métallique causent la décoloration et l'affaiblissement de l'image. Cet effet est d'autant plus sérieux que l'état de subdivision de l'argent métallique dans l'image (que l'on désigne par «dimension de grain») est plus poussé. Il serait logique de spécifier la teneur en thiosulfate résiduel admissible en fonction continue de la dimension du grain. Cependant, dans le cadre de cette spécification, il n'est pas nécessaire de mesurer exactement la classe de grosseur de grain du film.

Une teneur excessive de thiosulfate résiduel dans le film produit aussi une dégradation par coloration, dans les zones de faible densité du film conservé en atmosphère humide. En fait, c'est dans ces zones que l'on constate d'abord ce type de dégradation. Il est prévu de faire l'essai du thiosulfate résiduel dans des zones peu denses, ou ne portant pas d'image, parce que c'est dans ces zones que les taches sont les plus préjudiciables et que la concentration en thiosulfate ne change pas notablement au cours d'une période de 2 semaines.

Les variations de densité ou de coloration de l'image causées par le thiosulfate résiduel sont fortement accélérées par des températures et des humidités élevées, qui peuvent occasionner une dégradation de l'image observable en quelques jours. Les limites de teneur en thiosulfate résiduel permises dans la présente spécification ont été choisies sur la base d'une concentration en thiosulfate suffisamment faible pour ne causer pratiquement aucune dégradation de l'image ou des zones à faible densité, lorsque le film est soumis à l'essai de séjour en atmosphère humide (voir 7.10). Bien que tout essai accéléré implique une certaine incertitude, la validité de cet essai a été vérifiée par les résultats obtenus dans les conditions de vieillissement normal. La quantité de thiosulfate qui reste dans un film traité dépend, dans une mesure considérable, de la composition du bain de fixage. Les bains de fixage acides durcissants (qui contiennent du sel d'aluminium) ont une action sur la gélatine de l'émulsion qui fait que l'ion de sulfate est retenu plus fortement que lorsqu'on utilise un bain non durcissant. Cependant, on ne doit utiliser les bains de fixage non durcissants qu'avec précaution, parce que la gélatine peut devenir fragile.

Les composés et les complexes argentiques résiduels sont une cause importante de dégradation de la couche qui porte l'image dans les films photographiques traités anciens. L'argent de l'ion complexe peut se combiner avec le soufre produit par la décomposition du thiosulfate, ou peut réagir avec les contaminants atmosphériques pour produire une décoloration. L'essai par le sulfure de sodium spécifié en 6.1 donne une indication qualitative sur la quantité de composé argentique résiduel. Une concentration élevée en complexes argentiques dans le bain de fixage, en oxydants dans les eaux de lavage et des conditions de séchage dans une atmosphère contenant des impuretés, ou provoquant un durcissement de l'émulsion, sont considérées comme des facteurs indésirables dans la préparation de films d'archives.

1) Le terme thiosulfate est utilisé comme terme générique pour désigner également ses produits de décomposition, les polythionates et leurs complexes argentiques.

## Annexe C

### Microtaches

(Cette annexe ne fait pas partie intégrante de la norme.)

Sur certains films négatifs traités, conservés depuis 2 à 20 ans, se sont développées des taches colorées microscopiques. Ces taches ont été découvertes pour la première fois en 1961. L'amorce voilée située à l'extérieur du rouleau est la plus fréquemment affectée par ces taches, qui sont généralement rouges ou jaunes et sont plus petites que les caractères de l'image (par exemple, un chiffre dactylographié réduit 20 fois) portés par le microfilm. Occasionnellement, on observe ces taches à l'intérieur du rouleau, sur les images. On trouve dans la littérature<sup>[6]</sup> une description plus détaillée de ces taches et des techniques utilisées pour l'inspection des microfilms.

On pense que ces taches sont produites par l'oxydation de l'argent de l'image et par la migration de l'ion d'argent dans des zones localisées. La couleur peut être due à de l'argent colloïdal<sup>[4]</sup> <sup>[10]</sup>. Les agents oxydants qui peuvent causer la dégradation de l'image sont l'oxygène de l'atmosphère, dont l'action sur le film est fortement accélérée par l'humidité, et les impuretés atmosphériques telles que les peroxydes, l'ozone, le dioxyde de soufre, le sulfure d'hydrogène et les oxydes d'azote, qui se trouvent tous dans des atmosphères industrielles. Les peroxydes peuvent être présents dans certains types de bois et peuvent aussi se former par le vieillissement des intermédiaires en papier et des boîtes en carton utilisées couramment pour l'archivage des films. Ces derniers constituent une source probable d'oxydants favorisant la formation des taches.

On a constaté que les conditions de traitement des microfilms jouent un rôle dans le développement des taches pour les films qui ont été conservés par erreur dans une atmosphère humide. Il est essentiel d'utiliser de bonnes techniques de traitement, de façon qu'à la fin de celui-ci le film ne comporte ni tache d'eau ou de produit chimique, ni poussière, impureté, rayures ou autre défaut. Le mode de lavage doit assurer une élimination uniforme du thiosulfate et des composés argentiques associés. Le séchage doit être uniforme et on doit éviter les températures extrêmes. On a trouvé qu'une petite quantité d'iodure de potassium dans le bain de fixation, associée à des conditions de conservation convenables, procure une certaine protection contre les microtaches des microfilms<sup>[5]</sup>.

On doit souligner le fait que les conditions de stockage des microfilms jouent un rôle essentiel dans le développement de ces défauts. Il est important de réaliser l'archivage dans un air frais et sec, exempt des gaz ou des vapeurs oxydants mentionnés au deuxième paragraphe ci-dessus. Il est recommandé d'effectuer le rangement dans des boîtes en métal ou en plastique appropriées plutôt que dans des boîtes en carton ou dans du papier qui, au vieillissement, produisent des peroxydes. (Voir ISO 5466.)