



## Contrôle par radiographie

# Guide d'examen pour la certification initiale



## Secteur de l'aérospatiale

---

Canada



## Coordonnées

Organisme de certification national en essais non destructifs

CanmetMATÉRIAUX  
Ressources naturelles Canada  
183 chemin Longwood Sud  
Hamilton, Ontario  
L8P 0A5

Courriel : [ndt-end@nrcan-rncan.gc.ca](mailto:ndt-end@nrcan-rncan.gc.ca)  
Téléphone : 1-866-858-0473  
Site Web : <http://end.nrcan.gc.ca>

This guide is also available in English at the following address:

National Non-Destructive Testing Certification Body  
CanmetMATERIALS  
Natural Resources Canada  
183 Longwood Road South Hamilton, Ontario  
L8P 0A5

Email: [ndt-end@nrcan-rncan.gc.ca](mailto:ndt-end@nrcan-rncan.gc.ca)  
Telephone: 1-866-858-0473  
Web Site: <http://ndt.nrcan.gc.ca>



## Table des matières

<b>Coordonnées</b> .....	<b>2</b>
<b>Table des matières</b> .....	<b>3</b>
<b>Sommaire des services de l'Organisme de certification national en essais non destructifs de RNCAN</b> .....	<b>4</b>
<b>AVIS IMPORTANT</b> .....	<b>4</b>
<b>Suggestions pour réussir : examens écrits</b> .....	<b>5</b>
<b>Contrôle par radiographie niveau 2</b> .....	<b>6</b>
<i>Contrôle par radiographie niveau 2 (RT2) – secteur aérospatial (AS) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/ONGC-48.9712 .....</i>	
	<i>6</i>
<i>Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de RT2 du secteur aérospatial Examen général et examen A/S.....</i>	
	<i>7</i>
<i>Exemples de questions : examen écrit général de RT2 .....</i>	
	<i>8</i>
<i>Exemples de questions : examen écrit de RT2 du secteur aérospatial .....</i>	
	<i>10</i>
<i>Exemples de questions : Niveaux 1, 2 et 3, examen de radioprotection .....</i>	
	<i>12</i>
<i>Renseignements généraux sur l'examen pratique de RT2 du secteur aérospatial.....</i>	<i>14</i>
<i>Programme d'examen pratique de RT2 du secteur aérospatial .....</i>	<i>15</i>
<i>Suggestions pour réussir : examen pratique de RT2 du secteur aérospatial .....</i>	<i>18</i>
<i>Erreurs communes qui entraînent des échecs des examens pratiques RT2 .....</i>	<i>18</i>
<b>Contrôle par radiographie niveau 3</b> .....	<b>19</b>
<i>Contrôle par radiographie niveau 3 (RT3) – secteur aérospatial (AS) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/ONGC-48.9712 .....</i>	
	<i>19</i>
<i>Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de RT3 du secteur des MCI.....</i>	
	<i>21</i>
<i>Exemples de questions : examen écrit général de RT3 .....</i>	
	<i>22</i>
<i>Exemples de questions : l'examen écrit A/S - codes et applications de RT3.....</i>	
	<i>24</i>
<i>Exemples de questions : L'examen écrit de base de niveau 3.....</i>	
	<i>26</i>



## Sommaire des services de l'Organisme de certification national en essais non destructifs de RNCAN

L'Organisme de certification national en essais non destructifs (OCEND) de Ressources naturelles Canada (RNCAN) gère le programme de toute la nation canadienne de certification des personnes effectuant des essais non destructifs (END). L'OCEND de RNCAN certifie les personnes conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712 / (ISO 9712, IDT).

En accomplissant cette fonction, l'OCEND de RNCAN s'acquitte des tâches suivantes :

- a) Étudie les renseignements fournis par le candidat pour s'assurer qu'il possède les connaissances de base, la formation et l'expérience requises dans le domaine des essais non destructifs, conformément à la norme;
- b) Prépare, administre et évalue les examens écrits et pratiques;
- c) Maintient un réseau national de centres d'examen pour l'administration des examens écrits et pratiques;
- d) Renouvelle et recertifie les certificats conformément à la norme.

En certifiant un candidat, l'OCEND de RNCAN atteste seulement que le candidat a démontré qu'il possède des connaissances, des compétences, la formation et l'expérience suffisantes pour répondre aux exigences de la norme CAN/CGSB 48.9712. L'OCEND de RNCAN ne peut attester la compétence du titulaire du certificat dans une situation donnée au moment de la certification initiale ou à tout moment par la suite.

En administrant le programme, l'OCEND de RNCAN cherche à fournir, de façon équitable, les services nécessaires à l'application du programme à l'échelle nationale. Un comité technique, consultatif et un comité composé d'intervenants et de personnes connaisseurs du domaine des END au Canada conseillent l'OCEND de RNCAN sur la mise en œuvre du programme.

---

### AVIS IMPORTANT

Il incombe au candidat de s'assurer que le centre d'examen a la preuve de l'approbation de son inscription à l'examen et/ou le formulaire d'admission à l'examen délivré par l'OCEND de RNCAN avant l'examen pratique prévu ou réexamen. Pour l'examen écrit, un formulaire d'autorisation écrite électronique émis par l'OCEND de RNCAN est requis avant d'acheter un examen écrit/reprise d'examen écrit électronique. Faute de quoi, le début de l'examen de certification pourrait être retardé et les coûts pour le candidat pourraient être accrus.

Conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712-2022 / (ISO 9712 : 2021, IDT), section 8.5.2 un candidat qui n'obtient pas une note d'au moins 70 % à chaque élément individuel de l'examen écrit (ex. examen général, examen spécifique) instruction écrite ou chaque spécimen/sous-partie de l'examen pratique peut repasser l'examen selon les critères et le calendrier suivants :

Un candidat qui n'a pas obtenu les notes requises pour n'importe quel élément de l'examen ou chaque spécimen/sous-partie de l'examen pratique peut repasser deux fois, à condition que le réexamen ait lieu au plus tôt un mois, et au plus tard 2 ans après l'examen initial.

L'Organisme de certification en END se réserve le droit de choisir les éléments de l'examen écrit ou pratique. Toutes les durées des examens pratiques sont énumérées par tranche d'une demi-journée ou d'une journée. Une demi-journée sera considérée comme une durée maximale de quatre heures et une journée comme une durée maximale de huit heures. Les demandes de mesures d'adaptation (par exemple du temps supplémentaire pour passer l'examen) ne peuvent être acceptées qu'avec l'autorisation de l'OCEND de RNCAN, conformément à la procédure intitulée « 8.5-009 – Procédure d'examen de l'OCEND de RNCAN pour les demandes de mesures d'adaptation pour les candidats ». Les mesures d'adaptation autorisées doivent être consignées dans l'approbation de l'inscription à l'examen et/ou le formulaire d'admission et d'inscription à l'examen du candidat. Il incombe au candidat d'informer le centre d'examen de ces mesures d'adaptation au moins dix jours ouvrables avant l'examen.

**REMARQUE :** Des instructions ou des renseignements supplémentaires peuvent être communiqués à la candidate ou le candidat au début de l'examen. Il se peut que l'OCEND de RNCAN ait en place des règles et des politiques de mise en œuvre qui supplantent les renseignements fournis dans le présent guide.



## Suggestions pour réussir : examens écrits

1. L'OCEND de RNCAN recommande à tous les candidats aux examens de qualification écrits en END d'étudier de manière approfondie en dehors des heures de cours en utilisant les documents de référence suggérés, en plus des documents étudiés au cours de formation propre à la méthode ou au niveau, avant de passer un examen écrit. Le simple fait d'utiliser les connaissances acquises à la partie théorique du cours de formation ne vous préparera pas adéquatement à réussir vos examens écrits.

**Remarque :** Vous ne devriez pas utiliser les résultats de l'examen final de votre cours de formation propre à une méthode ou à un niveau pour estimer votre niveau de réussite aux examens de qualification écrits de l'OCEND de RNCAN.

2. Pour évaluer vos connaissances / capacités en vue d'un examen écrit, l'OCEND de RNCAN vous recommande d'employer/lire les ressources suivantes qui contiennent des exemples de questions et que vous pouvez acheter :
  - Eclipse Scientific Test Maker Questions Data Base
  - Supplements to Recommended Practice SNT-TC-1A (Question and Answer Books)
3. Lorsque vous commencez votre examen écrit, assurez-vous de lire attentivement les instructions de l'examen avant de lire les questions et d'y répondre.
4. Avant de répondre à une question à choix multiple, assurez-vous de lire attentivement le début de la question et chacune des réponses proposées afin de bien comprendre la question.
5. N'oubliez pas que même si plusieurs des réponses proposées d'une question à choix multiple peuvent sembler correctes ou partiellement correctes, seule la **meilleure** réponse est correcte.
6. Si vous avez du mal à choisir une réponse à une question à choix multiple, commencez par éliminer les réponses proposées que vous croyez incorrectes, puis choisissez l'une des réponses proposées qui restent.
7. Si vous constatez que vous ne pouvez pas répondre à une question, passez à la ou aux questions suivantes et revenez aux questions auxquelles vous n'avez pas encore répondu avant la fin de l'examen. Ne consacrez pas trop de temps à des questions difficiles au détriment des autres questions.

### Documents de référence

Les documents mentionnés dans le présent guide comme documents d'étude de référence peuvent être achetés auprès des sources suivantes :

Canadian Institute for NDE (CINDE) 135 Fennell Avenue W. Hamilton, Ontario L8N 3T2 Canada Téléphone : (905) 387-1655 ou 1 800-964-9488 Télécopieur : (905) 574-6080	ASNT 1711 Arlingate Lane P.O. Box 28518 Columbus, Ohio 43228 - 0518 U.S.A. Téléphone : (614) 274-6003 or 1-800-222-2768 Télécopieur : (614) 274-6899
---	--



## Contrôle par radiographie niveau 2

### Contrôle par radiographie niveau 2 (RT2) – secteur aérospatial (AS) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/ONGC-48.9712

Partie de l'examen	Note de passage	Contenu de l'examen	Durée
Examen écrit Général (Identique à l'examen général RT2 MCI)	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>40 questions à choix multiples sur les principes théoriques du RT.</li> </ul>	1 heure & 20 minutes
Examen écrit A/S (spécifique)	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>35 questions à choix multiples (total)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 5 questions sur les codes (valant 2 points chacune).</li> <li>➤ 30 questions sur les applications de la RT au secteur de l'A/S, sur le design d'aéronef et sur les défauts</li> </ul> </li> </ul>	1 ¾ heures
Examen écrit de radioprotection	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>25 questions à choix multiples sur la radioprotection</li> </ul>	1 heure
Examen pratique Secteur Aérospatial (AS)	≥70 % (sur chaque éprouvette / sous-partie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérification générale d'appareillage (uniquement requis si non certifié RT niveau 1)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Produire une courbe d'exposition sur papier semi-logarithmique pour une énergie d'exposition donnée.</li> <li>➤ Effectuer les réglages requis et faire fonctionner correctement l'équipement afin d'obtenir des résultats satisfaisants.</li> </ul> </li> </ul>	2 heures
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Quatre (4) éprouvettes d'inspection, y compris des fiches de rapport sur les techniques d'inspection pour chacune. Toutes structures/composantes doivent être inspectées par rayons X.</li> <li>Interpréter 25 radiographies</li> <li>Une instruction écrite détaillée pour une (1) des éprouvettes inspectées.</li> </ul>	14 heures



## Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de RT2 du secteur aérospatial Examen général et examen A/S

1. Aircraft Maintenance and Repair, publié par Delp/Bent/McKinley
2. Advisory Group for Aerospace Research & Development par AGARD-AG-201-Vol.1
3. Volume 17 Évaluation non destructive et contrôle qualité ; par ASM International
4. Classroom Training Handbook Radiographic Testing (CT-6-6) - Dernière édition
5. Radiography in Modern Industry 4e édition Eastman Kodak Company
6. Nondestructive Testing Handbook - Contrôle par radiographie - Dernière édition Par l'ASNT
7. CAN/ONGC 48.5-95 (48-GP-5M) Préparé par le Comité des END, méthode RT Publié par l'Office des normes générales du Canada
8. Radiographie industrielle par GE Inspection Technologies
9. Publications sur la formation du personnel, Contrôle par radiographie; par ASNT
10. Handbook of Nondestructive Evaluation, dernière édition ; by Chuck Hellier

### Matériaux et procédés

Bien que la formation Matériaux et procédés (M&P) soit une condition préalable à toute formation en END, le contenu des M&P propre à la méthode demeure un élément des examens de certification en END. Les documents de référence suivants peuvent avoir été utilisés pour préparer les questions de l'examen :

1. Basic Metallurgy for Non-destructive Testing by BINDT
2. Materials and Processes for NDT Technology by ASNT
3. Non-destructive Testing Handbook , Introduction (PI-1) by PH Diversified
4. Metallurgy for the Non-Metallurgist. Second Edition by ASM International

**Remarque :** La section 7.2.3 de la norme CAN/CGSB 48.9712:2022 stipule que « La durée minimale de la formation suivie par le candidat à la certification doit transmettre les compétences et les connaissances et ne doit pas être inférieure à celle spécifiée en 7.2.4 et dans le tableau 2 pour la méthode d'END applicable » Veuillez consulter le site Web de l'OCEND de RNCAN pour connaître les exigences minimales en matière de formation.

Pour RT, les heures de formation n'incluent pas la formation en radioprotection. RNCAN a mis en œuvre un prérequis de formation en Radioprotection avant la formation de radiographie.

### Examen de radioprotection

1. Radiography in Modern Industry – 4<sup>th</sup> Edition Eastman Kodak Company
2. Gamma Radiography Safety Guide 2<sup>nd</sup> Edition
3. Can/CGSB 48.5-95 Manual on Industrial Radiography
4. Canadian Nuclear Safety Commission Act and Regulations
5. Health Canada Safety Code 34

**Remarque :** Ces publications couvrent la plupart des sujets visés par les deux examens écrits. Il pourrait toutefois s'avérer utile de consulter d'autres ouvrages.



## Exemples de questions : examen écrit général de RT2

- Le Cobalt 59 se transforme en Cobalt 60 lorsqu'il est déposé dans un réacteur nucléaire où il capture :
  - un électron.
  - un neutron.
  - un proton.
  - une contamination.
- Toute action qui dérange l'équilibre électrique des atomes dont est constituée la matière est appelée :
  - atténuation.
  - ionisation.
  - absorption.
  - désintégration.
- Deux facteurs qui influent beaucoup sur la qualité du matériau cible dans un tube à rayons X sont :
  - la résistance à la traction et la limite élastique.
  - le point de fusion et l'intensité magnétique.
  - la résistance électrique et la résistance à la traction.
  - le numéro atomique et le point de fusion.
- Plus une source gamma est petite :
  - plus le pouvoir de pénétration de la source gamma est élevé.
  - plus le pouvoir de pénétration de la source gamma est faible.
  - le pouvoir de pénétration de la source gamma ne dépend pas des dimensions de la source.
  - aucune de ces réponses.
- Un dispositif qui utilise un canon à électrons, des champs magnétiques et un tube circulaire creux (en forme de beignet) pour accélérer les électrons sur une piste circulaire et les diriger vers une cible pour produire des rayons X est :
  - le générateur Van de Graff.
  - le bêatron.
  - le transformateur accordé.
  - l'accélérateur linéaire.
- La surface de la cible projetée parallèlement à l'axe central du faisceau émergent utile d'un tube à rayons X s'appelle :
  - tache focale.
  - foyer.
  - tache focale efficace.
  - manque de netteté géométrique.
- Le(s) élément(s) qui influe(nt) sur le contraste du sujet est (sont):
  - les différences d'épaisseur de la pièce.
  - la qualité du rayonnement.
  - le rayonnement diffusé.
  - tous les éléments ci-dessus.
- La netteté du contour de l'image est améliorée lorsque :
  - la tache focale ou la dimension physique de la source est agrandie.
  - la distance entre la pièce et la pellicule est augmentée.
  - le temps de développement de la pellicule est prolongé.
  - une pellicule à grain plus fin est utilisée.



9. Lorsqu'on développe manuellement des pellicules, on agite deux ou trois fois les supports après avoir plongé les films dans le révélateur pour :
- a) disperser à la surface de la pellicule les granules d'argent non exposées.
  - b) empêcher le plissage.
  - c) déloger toute bulle d'air qui adhère à l'émulsion.
  - d) empêcher que la radiographie ne soit voilée.
10. Une augmentation du temps de développement provoque :
- a) l'accentuation de la pente de la courbe caractéristique et son déplacement vers la gauche.
  - b) l'accentuation de la pente de la courbe caractéristique et son déplacement vers la droite.
  - c) le déplacement de la courbe vers la gauche, sa forme restant la même.
  - d) peu d'effet sur la courbe caractéristique.
11. Dans la mesure du possible, le pénétromètre est placé:
- a) sur la surface de la pièce exposée à la source.
  - b) sur la surface de la pièce qui fait face au film.
  - c) sur la partie la plus épaisse de la pièce.
  - d) au centre de la zone examinée.
12. Quel moyen utilise-t-on normalement pour enregistrer les images en autoradiographie?
- a) le micro-densitomètre.
  - b) la plaque xérographique.
  - c) le film radiographique.
  - d) l'écran de télévision.

### **Réponses**

1. b	2. b	3. d	4. c	5. b	6. c
7. d	8. d	9. c	10. a	11. a	12. c



## Exemples de questions : examen écrit de RT2 du secteur aérospatial

1. Si l'on suppose un facteur de 1,0 pour l'acier, quel sera l'équivalent pour l'acier de 25 mm de cuivre si le facteur d'équivalence du cuivre est de 1,2?
  - a) 0,8 mm
  - b) 20,8 mm
  - c) 30 mm
  - d) 1,2 mm
2. Quelle épaisseur de pénétromètre de type plat (ASTM) devrait être utilisée pour obtenir une sensibilité de 2,0 % sur un objet d'une épaisseur de 35 mm?
  - a) 0,35 mm
  - b) 0,7 mm
  - c) 7 mm
  - d) 14 mm
3. Que comprend une « procédure écrite »?
  - a) Un ensemble de règles, de préceptes, de prescriptions
  - b) Une méthode selon laquelle une expérience ou un travail est effectué
  - c) Une utilisation spécifique d'une méthode de contrôle non destructif ou autre
  - d) Une formule qui définit un type d'objet, un produit, un procédé technique en vue de simplifier, de rendre plus efficace et plus rationnelle la production
4. L'ossature rigide d'un fuselage d'aéronef pouvant se composer de barres, poutres, tirants, tubes et fils se définit comme étant :
  - a) une construction en treillis.
  - b) une construction semi monocoque.
  - c) une construction monocoque.
  - d) une construction en porte-à-faux (cantilever).
5. Les revêtements d'aile intégraux sont conçus pour offrir une résistance maximale à quel type de contrainte?
  - a) Le cisaillement
  - b) La compression
  - c) La torsion
  - d) La tension
6. Dans une structure tolérante aux avaries :
  - a) les structures d'aéronef sont plus massives que dans d'autres systèmes, comme les systèmes à sûreté intégrée.
  - b) il n'est pas nécessaire d'inspecter à intervalles réguliers, sauf pour vérifier la présence de dommages ou de détérioration attribuables aux conditions du milieu.
  - c) la durée de vie opérationnelle de l'aéronef est inférieure à celle d'une structure à sûreté intégrée.
  - d) certains dommages pendant la durée de vie en service peuvent être tolérés puisque la structure présente une résistance résiduelle qui lui permettra d'encaisser des charges prévues jusqu'à ce que les dommages soient décelés aux inspections régulières.
7. L'enrobage de l'électrode sert :
  - a) à produire un gaz qui protégera l'arc de l'atmosphère.
  - b) à améliorer les propriétés de formation du laitier et à commander la vitesse de refroidissement du métal soudé.
  - c) à la fois a) et b)
  - d) à faire fondre le métal de base.



8. Comment appelle-t-on un matériau qui peut se déformer de façon plastique sans se fracturer?
  - a) travaillé à froid
  - b) plastique
  - c) façonné
  - d) ductile
9. Un écran fluoroscopique en sulfure de cadmium et de zinc continuellement exposé à la lumière du jour, à la lumière solaire ou à toute autre source de rayonnement ultra-violet :
  - a) doit être rechargé pour retrouver sa fluorescence initiale.
  - b) se décolore et perd quelque peu de sa brillance.
  - c) exige de régler l'appareil générateur de rayons X à une tension supérieure afin de produire une image satisfaisante.
  - d) toutes les réponses susmentionnées sont exactes.
10. Le rayonnement diffusé pose des problèmes considérables quand on radiographie des pièces :
  - a) qui sont uniformément épaisses et plates et sont en contact direct avec le film radiographique.
  - b) qui sont plates mais varient continuellement en épaisseur ou qui ont un grand rayon.
  - c) qui ont des parties rapportées lesquelles sont assez éloignées des parties assurant le contact direct avec le film.
  - d) à la fois b) et c)
11. Les pièces moulées en aluminium sont sujettes :
  - a) aux fissures de retrait
  - b) à la porosité superficielle et aux reprises
  - c) au micro-retrait
  - d) toutes ces réponses
12. Une ligne foncée, droite et très étroite, continue ou non, qui est parallèle à la soudure et située généralement sur un côté de cette dernière est un signe :
  - a) d'inclusion de laitier.
  - b) de perforation.
  - c) de porosités alignées.
  - d) de fusion incomplète.
13. Comment s'appelle la très mince discontinuité résultant de retassures ou d'inclusions, qui est aplatie et orientée dans un certain sens par laminage?
  - a) Inclusion linéaire.
  - b) Lamination.
  - c) Paille.
  - d) Reprise.
14. La corrosion intergranulaire:
  - a) est causée par le contact de métaux différents.
  - b) n'est normalement pas décelée avant la rupture du composant.
  - c) s'attaque aux joints de grains du métal.
  - d) entraîne l'apparition excessive de piqûres de corrosion en surface.

### **Réponses**

1. c	2. b	3. b	4. a	5. b	6. d	7. c	8. d
9. b	10. d	11. d	12. d	13. b	14. c		



### Exemples de questions : Niveaux 1, 2 et 3, examen de radioprotection

1. Les compteurs Geiger-Mueller sont utilisés pour la détection des rayonnements, mais leur emploi n'est pas recommandé dans les travaux de radiographie industrielle. Pourquoi?
  - a) La forte intensité du rayonnement provoque la saturation des batteries et les empêche de fonctionner correctement
  - b) La forte intensité du rayonnement rend les tubes Geiger cassants et fragiles
  - c) La forte intensité du rayonnement peut provoquer la saturation du tube Geiger qui donnera une indication trop faible, ou pas d'indication du tout, du véritable taux d'exposition
  - d) La forte intensité du rayonnement provoque une amplification gazeuse de l'ordre de 1010 et cause l'explosion du tube Geiger
2. Un taux d'exposition de 5 mR/h (50  $\mu$ Sv/h) est mesuré juste à l'extérieur d'une porte en acier d'une salle de radiographie. La couche de demi-atténuation en plomb pour les rayons X transmis est de 0,09 cm. Quelle épaisseur de plomb doit-on ajouter à la porte pour réduire le taux d'exposition à 1 mR/h (10 $\mu$ Sv/h)?
  - a) 0,21 cm
  - b) 0,018 cm
  - c) 2,25 cm
  - d) 0,45 cm
3. La couche de demi-atténuation (CDA) du plomb utilisé pour réduire les fuites d'un tube à rayons X fonctionnant à 200 kV est de 0,4mm. Quelle épaisseur de plomb faut-il utiliser pour réduire cette fuite par un facteur de 16?
  - a) 0,4 mm
  - b) 0,8 mm
  - c) 1,6 mm
  - d) 4,8 mm
4. Quelle que soit l'unité dans laquelle elle est exprimée, la dose absorbée est une mesure :
  - a) de la quantité d'énergie transmise à une unité de masse.
  - b) du dommage biologique réel.
  - c) de l'ionisation par unité de volume.
  - d) le produit de a et b.
5. La couche d'atténuation au dixième du plomb pour des rayons X de 250 kVp est de 2,9 mm. Quelle épaisseur de plomb est nécessaire pour réduire le taux d'exposition à cette énergie de rayonnement d'un facteur de 1 000?
  - a) 2 900 mm
  - b) 0,25 mm
  - c) 8,7 mm
  - d) 87 cm
6. Une personne qui reçoit sur l'ensemble du corps une dose équivalente à 5 rems en un an :
  - a) peut contracter la maladie des rayons.
  - b) ne devrait recevoir aucune radiographie à des fins médicales.
  - c) ne sera pas affectée.
  - d) peut voir augmenter les risques d'un cancer.
7. Dans une zone non contrôlée attenante à une salle de rayons X, le blindage doit être suffisant pour assurer un taux d'exposition maximale de :
  - a) 2,5 mR (0.025 mSv) par semaine
  - b) 10 mR (0.1 mSv) par semaine
  - c) 25 mR (0.25 mSv) par semaine
  - d) 100 mR (1 mSv) par semaine



8. Un compteur placé à 18 cm d'un tube à rayons X en marche enregistre 72 000 coups par minute (c/min). Si, à une autre distance, le compteur enregistre 44 100 c/min, quelle est la nouvelle distance?
  - a) 21 cm
  - b) 22 cm
  - c) 23 cm
  - d) 24 cm
9. Sachant que le débit de dose à 2 mètres d'un tube à rayons X est de 1 200 mR/h, quel serait le débit de dose à 8 mètres?
  - a) 75 mR/h
  - b) 100 mR/h
  - c) 200 mR/h
  - d) 300 mR/h
10. La dose annuelle maximale au corps entier qu'un opérateur de machines à rayons X peut recevoir est de:
  - a) 5 millisieverts
  - b) 50 millisieverts
  - c) 500 millisieverts
  - d) 5 000 millisieverts
11. Un tube à rayons X fonctionnant à 200 kVc et à 4 mA convient à l'examen d'un tuyau d'acier de 1/4 po d'épaisseur. Quelle est l'énergie des rayons X produits au moyen de cette technique?
  - a) 800 kVc
  - b) 0,8 kVc
  - c) jusqu'à 200 keV
  - d) 0,8 MeV
12. Si le champ à 2,5 m d'une source Ir192 est de 2 µGy/h, jusqu'à quelle distance peut-on s'approcher avant que le champ n'atteigne 25 µGy/h?
  - a) 0,21 m
  - b) 0,50 m
  - c) 0,67 m
  - d) 0,71 m
13. La limite de dose annuelle maximale pour les personnes ne travaillant pas sous rayonnements est égale:
  - a) à la limite admissible pour les travailleurs sous rayonnement (TSR)
  - b) à la moitié de la limite admissible pour les travailleurs sous rayonnement
  - c) à 1/50 de la limite admissible pour les travailleurs sous rayonnement
  - d) à 1/100 de la limite admissible pour les travailleurs sous rayonnement
14. Si la CDA pour des rayons X de 400 kV est de 7,6 mm et que le champ est de 10 Gy/h, combien de CDA de plomb faudra-t-il pour réduire le champ à 1 Gy/h?
  - a) 10
  - b) 5,4
  - c) 3,3
  - d) 1,2
15. Une dose de 50 millisieverts est équivalente à :
  - a) 5 millirems
  - b) 50 millirems
  - c) 0,5 rem
  - d) 5 rems

**Réponses**

1. c	2. a	3. c	4. a	5. c	6. d	7. b	8. c
9. a	10. b	11. c	12. d	13. c	14. c	15. d	



## Renseignements généraux sur l'examen pratique de RT2 du secteur aérospatial

Avant de passer l'examen pratique, le candidat devrait savoir ce qui suit :

1. La durée de l'examen pratique de niveau 2 en Contrôle par radiographie (RT2) est au maximum de :
  - 20 heures (2½ jours) si vous devez compléter la partie Vérification générale de l'équipement (courbe d'exposition) de l'examen (c'est-à-dire si vous n'êtes pas certifié au niveau 1).
  - 16 heures (2 jours) si vous n'êtes pas tenu de compléter la partie Vérification générale de l'équipement (courbe d'exposition) de l'examen (c'est-à-dire si vous êtes certifié au niveau 1).
2. L'examen pratique de RT2 est un examen sans documentation. Les articles suivants sont strictement **interdits** et doivent être laissés à l'extérieur du laboratoire ou de la salle d'examen :
  - Livres, notes et papiers appartenant au candidat;
  - Appareils électroniques (téléphones cellulaires, tablettes, appareils-photo, etc.);
  - Autres articles qui pourraient fournir des réponses ou de l'information concernant les questions ou le contenu de l'examen ou qui peuvent enregistrer des documents d'examen.
3. Le candidat n'est **pas** autorisé à apporter son propre matériel **ni** à sortir les documents, le matériel ou les spécimens de l'examen du laboratoire ou de la salle d'examen. Tous les rapports doivent être produits dans le laboratoire ou la salle d'examen.
4. On fournira au candidat tout l'équipement et tous les accessoires conformément aux exigences des centres d'examen de l'OCEND de RNCAN, ainsi que toutes les feuilles de rapport, tout document d'examen additionnel, et des fournitures additionnelles en papier (fournis par le centre d'examen) nécessaires pour passer l'examen.
5. L'utilisation et l'emplacement de l'équipement et des accessoires requis pour passer l'examen seront démontrés au candidat. Il est conseillé aux candidats de lire les instructions fournies à leur intention avec les documents d'examen.
6. Le candidat se verra montrer les surfaces accessibles des éprouvettes et des échantillons de référence.
7. Le candidat doit travailler dans le respect des exigences de sécurité en matière de radiographie et des protocoles spécifiques de radioprotection utilisés au centre d'examen.
8. Le candidat se verra assigné les spécimens d'examen comme indiqué sur le formulaire d'admission et d'inscription à l'examen du candidat, ou à partir du tableau de sélection, le cas échéant ; le candidat peut choisir l'ordre des techniques.
9. Le candidat peut être amené ou non à charger et développer ses films. Cette décision sera prise par le surveillant. Sauf indication contraire, le candidat a le choix des types de films pour l'inspection des spécimens d'examen.
10. Aucune préparation de la surface des éprouvettes n'est permise. Il est interdit d'écrire sur le matériel, les éprouvettes d'examen ou les échantillons de référence.
11. Le candidat peut poser des questions concernant l'examen. Le surveillant peut refuser de répondre à toute question pouvant être considérée comme faisant partie des exigences de l'examen.
12. Le candidat a l'opportunité de faire part de ses commentaires sur l'examen pratique. Il remplira la feuille fournie à cette fin et l'insérera, avec l'examen, dans l'enveloppe de retour. Les commentaires seront ensuite envoyés, avec l'examen, à l'Organisme de certification national en END, dans l'enveloppe de retour scellée.

**Remarque :** Si le candidat utilise du matériel de façon dangereuse ou inappropriée, le surveillant a le droit de discuter de la situation avec lui et, si nécessaire, mettre fin à l'examen pratique. De telles circonstances ainsi que toute assistance spéciale apportée au candidat seront signalées à l'examineur sur la feuille d'évaluation du surveillant.



## Programme d'examen pratique de RT2 du secteur aérospatial

Les candidats à l'examen pratique de RT2 du secteur de l'aérospatiale doivent se soumettre aux épreuves suivantes :

1. Vérification générale d'appareillage (uniquement requis si non certifié RT niveau 1)
  - Effectuer un (1) essai d'étalonnage (courbe d'exposition)
2. Examen pratique sur le secteur de l'aérospatiale
  - Élaboration de quatre (4) techniques de radiographie de structures/composants au moyen de rayons X.

Chaque technique doit être préparée de façon qu'un inspecteur en radiographie industrielle de niveau 1 puisse, en suivant les étapes, reproduire vos résultats.
3. Interprétation de 25 radiographies
4. Rédigez instructions écrites détaillées pour un (1) des spécimens inspectés.

### Information Générale sur examen :

#### 1. Préparation d'une courbe d'exposition :

Il existe de nombreux types de courbes d'exposition et le candidat peut choisir n'importe quel type avec lequel il est familier. La courbe la plus populaire est celle où l'épaisseur du matériau est tracée en fonction de l'exposition pour un kV spécifié sur papier semi-logarithmique.

Pour les courbes d'exposition autres que celles tracées sur papier semi-logarithmique, le candidat pourra être amené à fournir son propre papier graphique.

Le candidat recevra une cale métallique inclinée, du papier semi-logarithmique et une fiche technique vierge.

Le candidat devra :

- prendre les clichés pour le kV et l'énergie désignée par le surveillant ;
- localiser et marquer clairement sur les radiographies obtenues l'endroit où la densité requise (2,0) a été trouvée et enregistrer les données ; et
- tracer les points de données dérivés des radiographies et tracer la courbe d'exposition ;
- enregistrer toutes les données pertinentes spécifiques à l'équipement et aux paramètres utilisés.

**Remarque :** Les points de données tracés doivent être évidents pour l'examineur.

#### 2. Préparation et Élaboration de techniques de radiographie

Le test comprendra quatre zones d'inspection. Ceux-ci seront constitués de différentes parties d'avion, chacune avec une zone d'intérêt identifiée.

Le candidat recevra :

- les pièces ;
- une norme qui précise les exigences et les limites de toutes les techniques ;
- la courbe de décroissance des isotopes ;
- les courbes caractéristiques du film ;
- les tables de logarithmes et d'antilogarithmes ;
- les dimensions de la source et le foyer optique des rayons X ;
- les croquis des pièces ;
- les courbes d'exposition du centre d'examen.

© 2024 Organisme de certification national en END de Ressources naturelles Canada. Tous droits réservés.



### Attention :

Une fois que le candidat aura pris ses expositions pour la courbe requise dans la partie I de l'examen, on lui fournira les courbes d'exposition appropriées pour l'équipement. Il est à noter que, même si le centre d'examen fournit des courbes d'exposition, le candidat ne doit pas tenir pour acquis que ces courbes sont adéquates pour toutes les pièces à radiographier. Cela est particulièrement vrai pour les alliages légers. Après une prise de vue test, le candidat doit posséder les connaissances nécessaires pour se concentrer rapidement sur les expositions correctes.

### Couverture du spécimen d'examen :

Pour chaque pièce, le candidat doit radiographier la totalité de la zone d'intérêt indiquée sur la feuille d'identification.

## 3. Interprétation des radiographies

Des instructions sont fournies avec les radiographies à interpréter.

Pour l'épreuve d'interprétation, le candidat recevra le matériel suivant :

- une visionneuse de haute intensité variable ;
- des feuilles d'interprétation ;
- une loupe ;
- une règle ;
- des gants de coton.

## 4. Instruction écrite

Rédigez des instructions écrites pour l'une des éprouvettes examinées. Les instructions doivent être rédigées de manière à permettre à un autre inspecteur en radiographie de suivre facilement les étapes et de reproduire les résultats. Elles doivent comprendre ce qui suit :

- a) Avant-propos - domaine d'application (méthode utilisée et limites de la méthode), documents de référence) ;
- b) Les exigences quant aux qualifications du personnel ;
- c) Liste des appareillage et accessoires utilisés ;
- d) Produit (description ou schéma de l'éprouvette, y compris la zone considérée l'échantillon et l'objet de l'essai) ;
- e) Conditions d'essai, y compris la préparation des essais et la procédure d'étalonnage d'appareillage ;
- f) Instructions détaillées pour l'application de l'essai, incluant les réglages ;
- g) Enregistrement et classification des résultats d'essai (détails du rapport) ;
- h) Consignation des résultats (traçabilité).

**Remarque:** Le candidat peut utiliser l'information générale jointe à l'éprouvette à examiner pour rédiger l'instruction; toutefois, il doit être sûr qu'il écrit une instruction spécifique pour inspecter l'éprouvette spécifique.



## Renseignements techniques généraux

Le candidat doit pouvoir répéter ou prendre des expositions supplémentaires afin d'être satisfait de sa technique radiographique. Tous les films, expositions finales et d'essai, doivent être envoyés à l'OCEND.

Le candidat utilisera le film fourni par le centre d'examen. Le surveillant peut demander aux candidats de charger et de développer leurs propres films. **Le film ne doit pas être coupé.**

Chaque spécimen doit être considéré comme une pièce de production, c'est pourquoi le coût de l'inspection en raison du temps nécessaire et du nombre de films utilisés sera important.

## Démonstration de la technique radiographique aérospatiale

Les techniques radiographiques doivent contenir tous les paramètres d'essai nécessaires pour qu'une personne ayant une expérience limitée puisse reproduire votre travail et maintenir le niveau d'inspection requis.

On présume que le destinataire de la technique a une connaissance limitée de la radiographie. Par conséquent, le candidat doit voir à ce que l'information soit transmise au destinataire de façon claire, concise, soignée et exhaustive.

Une méthode d'identification radiographique, reliant chaque film à la technique, doit être conçue par le candidat.

## Exigences générales de sécurité

Le candidat sera observé et pourra être noté sur les exigences générales de sécurité de la radiographie, à savoir : l'utilisation d'un géomètre calibré ; port d'un/DSLO; port d'un DLD; ainsi que le maintien de barrières périmétriques d'exposition sûres lorsque vous ne travaillez pas dans les limites d'une salle d'exposition radiographique.



## Suggestions pour réussir : examen pratique de RT2 du secteur aérospatial

1. Assurez-vous de posséder une expérience et une connaissance suffisantes de l'inspection en radiographie (RT) avant de prendre rendez-vous pour l'examen pratique.
2. Lorsque vous commencez votre examen pratique, **assurez-vous de lire attentivement les instructions** avant de passer aux exigences de l'examen.
3. Ne passez pas trop de temps sur une partie de l'examen au détriment d'autres parties. Nous vous suggérons de consacrer :
  - 1 heure pour lire les instructions et vous familiariser avec les exigences et les appareils.
  - 2 heures pour effectuer la courbe d'exposition (si non certifié au niveau 1)
  - 2,5 heures pour inspecter un (1) spécimen d'avion.
  - 2,5 heures pour inspecter un (1) spécimen d'avion.
  - 2,5 heures pour inspecter un (1) spécimen d'avion.
  - 2,5 heures pour inspecter un (1) spécimen d'avion.
  - 4 heures pour interpréter 25 radiographies.
  - 1 heure pour rédiger une (1) instruction d'END pour l'un des spécimens à inspecter.
4. Assurez-vous **d'inspecter entièrement** l'échantillon et de signaler **toutes les indications à signaler**.
5. Remplissez les fiches de reporting de manière claire, complète et concise, en veillant à bien indiquer la taille, la forme, la longueur et l'emplacement des indications, le plus précisément possible sur les illustrations fournies dans les fiches de reporting (ou si nécessaire, dessinez un croquis d'une vue manquante).
6. Le candidat est encouragé à utiliser les diagrammes préparés fournis avec les spécimens d'examen. Le candidat peut dessiner des vues supplémentaires au besoin pour produire une technique plus claire et plus complète ; toutefois, si le dessin de vues supplémentaires fait perdre de la clarté à la technique, le candidat risque de perdre ses notes à l'examen.
7. Il existe de nombreuses façons de radiographier un échantillon d'examen. La notation se fera selon les directives de couverture, de densité et de sensibilité atteintes. La technique doit être rédigée de manière à permettre à un inspecteur RT1 de suivre facilement vos étapes et de dupliquer vos résultats.
8. Vous pouvez poser des questions concernant l'examen. Le surveillant peut refuser de répondre à toute question pouvant être considérée comme faisant partie des exigences de l'examen.

## Erreurs communes qui entraînent des échecs des examens pratiques RT2

1. Le candidat ne se conforme pas aux limites de densité fixées dans la norme fournie par le centre d'examen.
2. Le candidat est incapable de développer des techniques dans les paramètres des normes fournies par le centre de test.
3. Le candidat est incapable de localiser les zones d'intérêt de la pièce et, donc, de faire l'inspection.
4. Le candidat est incapable de produire une technique lisible comprenant suffisamment d'information pour qu'une personne de RT niveau 1 ayant une expérience limitée puisse reproduire les résultats.



## Contrôle par radiographie niveau 3

### Contrôle par radiographie niveau 3 (RT3) – secteur aérospatial (AS) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/ONGC-48.9712

Partie de l'examen	Note de passage	Contenu de l'examen	Durée
Examen écrit de base: Parties A, B et C  (Sauf si l'examen a été réussi lors d'une certification d'une autre méthode de niveau 3)	≥70 % (sur chaque parties)	140 questions à choix multiples (total) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Partie A:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 70 questions sur les matériaux et procédés (M&amp;P) généraux et les discontinuités spécifiques aux soudures, aux moulages, aux produits corroyés, etc.</li> </ul> </li> <li>• Partie B:               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 10 questions sur la norme CAN/CGSB-48.9712</li> </ul> </li> <li>• Part C:               <ul style="list-style-type: none"> <li>60 questions (15 questions par méthode) sur 4 méthodes d'END choisies par le candidat.</li> </ul> </li> </ul>	4 heures
Examen écrit général	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 30 questions à choix multiples sur les principes théoriques du RT.</li> </ul>	1 heure
Examen écrit A/S - codes et applications	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 35 questions à choix multiples (total)               <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 5 questions sur les codes (valant 2 points chacune)</li> <li>➤ 30 questions les applications RT et techniques</li> </ul> </li> </ul>	1 ¼ heures
Procédure écrite <sup>1</sup> <b>ou</b> Révision d'une procédure écrite <sup>2</sup>	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rédigez une procédure d'END (exigée pour la première certification de niveau 3).</li> <li>• Choix d'examiner plutôt une procédure d'END (pour chaque certification d'une méthode de niveau 3 supplémentaire)</li> </ul>	4 heures <b>ou</b> 1 ½ heures
Examen pratique MCI (Si l'examen n'a pas été réussi au niveau 2) <sup>3</sup>	≥70 % (sur chaque éprouvette / sous-partie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Même que la certification en niveau 2</li> </ul>	16 <b>ou</b> 20 heures



## **1 Procédure écrite :**

Les candidats qui cherchent à obtenir leur première certification de méthode de niveau 3 doivent passer cet examen de quatre heures.

- Pour passer cet examen, le candidat devra rédiger une procédure d'END propre à la méthode.
- La rédaction d'une procédure d'END complète qui est conforme aux normes industrielles peut habituellement prendre plusieurs jours. C'est pourquoi l'organisme de certification en END fournit aux candidats de niveau 3 (lors de l'approbation de leur demande) une trousse de pré-examen qui contient tous les renseignements et tous les détails dont ils ont besoin pour se préparer à l'examen.

## **2 Révision d'une procédure écrite :**

Les candidats qui souhaitent obtenir ultérieurement une autre certification de méthode de niveau 3 ont la possibilité de compléter un examen de révision de la procédure d'une heure et demie au lieu de passer un autre examen de procédure écrite.

- Pour réussir cet examen, le candidat devra examiner un exemple de procédure en supposant qu'il est soumis par son personnel pour son examen et son approbation.
- Le candidat (en tant que personne responsable / superviseur de niveau 3) doit examiner la procédure et déterminer les erreurs et les déficiences. Le candidat doit enregistrer les erreurs et les déficiences directement dans la procédure, à côté de la partie qui pose problème. (Un exemple sera offert dans le document d'examen de la procédure.)
- Le candidat doit déterminer et signaler tous les points qui posent problème et les déficiences qu'il peut trouver dans le document de procédure. Les déficiences peuvent comprendre, sans toutefois s'y limiter, ce qui suit :
  - pas de feuilles de couverture; aucune disposition pour les signatures d'approbation, approbations signées par des membres du personnel non autorisés, renseignements manquants ou incorrects dans les en-têtes, pièces jointes / références manquantes, sections manquantes, numérotation incorrecte des paragraphes, données techniques contradictoires, données techniques contraires aux bonnes pratiques, énoncés peu clairs, manque d'uniformité du format du document, renseignements placés dans le mauvais ordre, erreurs typographiques, etc.

## **3 Examen pratique :**

Les candidats qui souhaitent accéder directement à la certification de niveau 3 avec éducation supérieure doivent réussir l'examen pratique de niveau 2 propre à la méthode ainsi que l'examen de radioprotection avec une note d'au moins 70 %.

- Un candidat qui possède un niveau 2 pour la même méthode END et le même secteur de produits ou qui a réussi un examen pratique de niveau 2 pour la même méthode END et le même secteur de produits est dispensé de l'examen pratique de niveau 2.
- Veuillez consulter les [Renseignements généraux sur l'examen pratique de RT2 du secteur des A/S](#) et le [Programme d'examen pratique de RT2 du secteur de l'aérospatiale](#)



## Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de RT3 du secteur des MCI

### Examen général et examen MCI

1. Aircraft Maintenance and Repair, publié par Delp/Bent/McKinley
2. Advisory Group for Aerospace Research & Development par AGARD-AG-201-Vol.1
3. Volume 17 Évaluation non destructive et contrôle qualité ; par ASM International
4. Classroom Training Handbook Radiographic Testing (CT-6-6) - Dernière édition
5. Radiography in Modern Industry 4e édition Eastman Kodak Company
6. Nondestructive Testing Handbook - Contrôle par radiographie - Dernière édition Par l'ASNT
7. CAN/ONGC 48.5-95 (48-GP-5M) Préparé par le Comité des END, méthode RT Publié par l'Office des normes générales du Canada
8. Radiographie industrielle par GE Inspection Technologies
9. Publications sur la formation du personnel, Contrôle par radiographie; par ASNT
10. Handbook of Nondestructive Evaluation, dernière édition ; by Chuck Hellier

### Matériaux et procédés

Bien que la formation Matériaux et procédés (M&P) soit une condition préalable à toute formation en END, le contenu des M&P propre à la méthode demeure un élément des examens de certification en END. Les documents de référence suivants peuvent avoir été utilisés pour préparer les questions de l'examen :

1. Basic Metallurgy for Non-destructive Testing by BINDT
2. Materials and Processes for NDT Technology by ASNT
3. Non-destructive Testing Handbook , Introduction (PI-1) by PH Diversified
4. Metallurgy for the Non-Metallurgist. Second Edition by ASM International

**Remarque :** La section 7.2.3 de la norme CAN/CGSB 48.9712:2022 stipules que « La durée minimale de la formation suivie par le candidat à la certification doit transmettre les compétences et les connaissances et ne doit pas être inférieure à celle spécifiée en 7.2.4 et dans le tableau 2 pour la méthode d'END applicable » Veuillez consulter le site Web de l'OCEND de RNCAN pour connaître les exigences minimales en matière de formation. Pour RT, les heures de formation n'incluent pas la formation en radioprotection. RNCAN a mis en œuvre un prérequis de formation en Radioprotection avant la formation de radiographie.

### Examen de radioprotection

1. Radiography in Modern Industry – 4<sup>th</sup> Edition Eastman Kodak Company
2. Gamma Radiography Safety Guide 2<sup>nd</sup> Edition
3. Can/CGSB 48.5-95 Manual on Industrial Radiography
4. Canadian Nuclear Safety Commission Act and Regulations
5. Health Canada Safety Code 34

### Examen de base (Parties A, B et C)

1. Materials and Processes for NDT Technology, By ASNT
2. Basic Metallurgy for Non-destructive Testing, By British Institute of NDT
3. Why Metals Fail, chapter 2, By R.D. Barer and B.F. Peters
4. Manufacturing Processes, By Vernon L. Stokes
5. Qualification and Certification of Non-destructive Testing Personnel CAN/CGSB - 48.9712

**Remarque :** Les candidats doivent se familiariser avec les capacités et les limites des autres méthodes des END lorsqu'ils se préparent à l'examen écrit de base.

### Examen de procédure écrite

Comme indiqué dans le schéma d'examen RT3 EMC (ci-dessus), le candidat recevra (au moment de l'approbation de la demande) un dossier de pré-examen comprenant toutes les informations et tous les détails nécessaires à la préparation de l'examen.

**Remarque :** La plupart des sujets couverts par les examens écrits général et sur le secteur des MCI se trouvent dans les publications ci-dessus. Cependant, étudier d'autres documents de référence peut être utile.

© 2024 Organisme de certification national en END de Ressources naturelles Canada. Tous droits réservés.



### Exemples de questions : examen écrit général de RT3

1. Le radium :
  - a) est un descendant du radon.
  - b) a une période radioactive très courte.
  - c) est un isotope produit artificiellement.
  - d) est un élément métallique.
  
2. Les photons de grande énergie, soit de 1,02 MeV ou plus, réagissent de façon caractéristique avec la matière par :
  - a) la photoélectrique.
  - b) le processus de Compton.
  - c) la production de paires.
  - d) le processus de photodésintégration.
  
3. Dans les tubes à rayons X industriels, une anode dont la cible se trouve au fond d'une ouverture ou d'une « poche » est souvent utilisée pour améliorer la répartition du champ de haute tension. Ce type d'anode s'appelle une anode :
  - a) tournante.
  - b) d'émission chaude.
  - c) à cible insérée.
  - d) à foyer linéaire.
  
4. Le cobalt 59 :
  - a) est un élément différent du cobalt 60.
  - b) se transforme en cobalt 60 après la capture d'un neutron.
  - c) émet un rayonnement gamma dont les énergies sont différentes de celles du rayonnement du cobalt 60.
  - d) les réponses a) et b) sont exactes.
  
5. Laquelle des réponses suivantes ne constitue pas un avantage pour un accélérateur linéaire produisant des rayons X?
  - a) Son faible coût
  - b) Un rayonnement élevé
  - c) Un petit foyer
  - d) Un poids faible
  
6. Les écrans fluoroscopiques de sulfure de zinc-cadmium sont parfois utilisés dans l'industrie. Normalement, ils ne s'usent pas et ne se détériorent pas par suite d'une exposition prolongée aux rayons X. Parmi les points suivants, qu'est-ce qui peut endommager gravement ce genre d'écran?
  - a) Le nettoyage de l'écran à l'aide d'alcool éthylique.
  - b) L'entreposage prolongé dans un environnement sec qui fait s'hydrolyser les cristaux.
  - c) L'exposition à un rayonnement ultraviolet.
  - d) La contamination par du nickel, même en quantité infime, comme une partie par million, entraîne une persistance importante.



7. L'intensité d'un rayonnement mono énergétique ayant traversé un matériau peut être calculée à l'aide de la formule  $I = I_0 e^{-\mu t}$ . Cette formule ne tient pas compte de :
  - a) l'absorption linéaire.
  - b) le rayonnement diffusé.
  - c) l'épaisseur de la couche de demi-atténuation.
  - d) l'atténuation.
  
8. Dans les linatrons et les bêtatrons, il est pratique de grossir l'image radiographique en plaçant le film à une certaine distance de l'objet parce que :
  - a) le grossissement est naturel dans le cas des rayons X très énergétiques
  - b) le faisceau est étalé
  - c) la tache focale est petite
  - d) les rayons X très énergétiques ont de courtes longueurs d'onde
  
9. La qualité de l'image radiographique peut être altérée par le manque de contraste du sujet. Cela peut être causé par :
  - a) les différences d'absorption insuffisantes de l'échantillon.
  - b) une énergie de rayonnement excessive pour l'application.
  - c) la diffusion excessive et non désirée.
  - d) toutes ces réponses.
  
10. Il n'est pas conseillé de développer visuellement (sous éclairage inactinique) une pellicule surtout :
  - a) parce qu'il est difficile de discerner les images sous une lumière inactinique.
  - b) parce qu'une radiographie développée mais non fixée n'a pas la même apparence une fois séchée.
  - c) parce que le fait de sortir la pellicule du révélateur influe sur le temps de développement.
  - d) parce que la sensibilité de la pellicule est modifiée si cette lumière est exposée à un éclairage inactinique.
  
11. L'utilisation de pénétramètres à fils est répandue dans les codes \_\_\_\_\_.
  - a) AFNOR
  - b) ASME
  - c) ASTM
  - d) DIN
  
12. En général, la sensibilité et la précision de la mesure de l'épaisseur des matériaux homogènes effectuées à l'aide des méthodes utilisant la réflexion sont :
  - a) supérieures à celles que donne la mesure par transmission.
  - b) supérieures à celles que donnent les méthodes par fluorescence.
  - c) inférieures à celles que donne la mesure par transmission.
  - d) à peu près équivalentes à celles que donne la mesure par transmission.

**Réponses :**

1. d	2. c	3. c	4. b	5. a	6. c	7. b	8. c
9. d	10. b	11. d	12. c				



### Exemples de questions : l'examen écrit A/S - codes et applications de RT3

1. La couche d'atténuation au dixième d'une source particulière de rayons gamma correspond à 25 mm de plomb. A 20 R/min de la source, quelle épaisseur de plomb faut-il pour réduire l'intensité à 1,2 mR/h?
  - a) 150 mm
  - b) 110 mm
  - c) 30 mm
  - d) 28 mm
2. Sachant que le cobalt-60 possède une période de 5,3 ans, quel est le pourcentage d'accroissement du temps de pose (supérieur au temps de pose initial avec lequel, la source étant fraîche, on pourrait obtenir des radiographies de qualité excellente) après deux années?
  - a) il est inutile de modifier le temps de pose
  - b) le temps de pose devrait être prolongé d'environ 11 %
  - c) le temps de pose devrait être prolongé d'environ 37 %
  - d) le temps de pose devrait être prolongé de 62 à 100 %
3. Si lors de l'examen d'une radiographie, le trou 2E et le contour d'un pénétromètre de 0,5 mm d'épaisseur sont visibles, l'épaisseur de l'objet permettant d'obtenir une radiographie dont le niveau de qualité est égal à 2-2E doit être de :
  - a) 25 mm
  - b) 50 mm
  - c) 12 mm
  - d) aucune des valeurs susmentionnées ne convient
4. Une « cloison » d'aéronef peut être définie comme :
  - a) un grand conteneur servant à loger le fret dans un avion de transport.
  - b) la paroi, juste au-dessus du pilote et du copilote, où se trouvent tous les commutateurs.
  - c) le bord d'attaque du plan fixe horizontal.
  - d) les éléments verticaux de la structure qui reçoivent les principales contraintes auxquelles le fuselage est soumis.
5. Lesquels des dispositifs suivants constituent des catégories de volets :
  - a) un volet vertical.
  - b) un volet horizontal.
  - c) un volet à braquage négatif.
  - d) un volet à braquage positif.
6. Comme exemples de « gouverne combinatoire » d'aéronef, on peut citer :
  - a) un Rudderon.
  - b) l'aileron.
  - c) le voleron (flaperon).
  - d) tous les dispositifs indiqués ci-dessus.
7. Lequel des organes suivants constitue un longeron métallique d'aéronef?
  - a) Une poutre assemblée à deux âmes.
  - b) Une poutre laminée.
  - c) Une poutre assemblée en S.
  - d) Une poutre assemblée en J.



8. Tous les types d'aéronef à voilure tournante ont deux rotors. Certains ont deux rotors principaux et d'autres un rotor principal et un rotor de queue. Sur un hélicoptère, le rotor de queue sert à :
  - a) augmenter la portance de l'hélicoptère.
  - b) commander le mouvement de lacet de l'hélicoptère.
  - c) aider à faire virer l'hélicoptère à gauche ou à droite.
  - d) rien de ce qui est indiqué ci-dessus.
9. Un isotope d'iridium-92 avait une activité de 20 curies le 7 juillet 1990. Quand son activité était-elle de 222 curies?
  - a) 200 jours auparavant
  - b) 222 jours auparavant
  - c) 254 jours auparavant
  - d) 283 jours auparavant
10. Le moyen le plus efficace et le plus économique de réduire les effets du rayonnement diffus sur un film est :
  - a) un masque
  - b) un écran de plomb
  - c) un filtre
  - d) un collimateur
11. Les images de discontinuités proches du côté source de la pièce deviennent moins nettes au fur et à mesure que :
  - a) la distance source/objet augmente.
  - b) l'épaisseur de la pièce augmente.
  - c) la dimension de la tache focale diminue.
  - d) l'épaisseur de la pièce diminue.
12. Si l'eau utilisée pour préparer le révélateur, le fixateur ou l'eau du dernier lavage est trop dure, il en résulte:
  - a) un voile gris
  - b) un voile jaune
  - c) un voile dichroïque
  - d) des stries blanches
13. La courbe caractéristique de la pellicule est assez stable même lors de variations de la qualité des rayons X ou gamma, mais elle varie selon les changements touchant :
  - a) les facteurs géométriques.
  - b) la forme et le genre de matériau dont est constitué l'échantillon.
  - c) le contraste de l'objet.
  - d) le degré de développement.

**Réponses :**

1. a	2. c	3. a	4. d	5. c	6. c	7. a	8. b
9. c	10. b	11. b	12. d	13. d			



### Exemples de questions : L'examen écrit de base de niveau 3

1. La norme canadienne sur la certification du personnel affecté aux essais non destructifs des matériaux est élaborée et mise à jour par :
  - a) l'Office des normes générales du Canada (ONGC).
  - b) le comité de normalisation composé de représentants de l'industrie travaillant sous l'égide de l'ONGC.
  - c) Ressources naturelles Canada sous l'égide de l'Office des normes générales du Canada.
  - d) divers organismes de réglementation canadiens collaborant avec Ressources naturelles Canada.
2. Les niveaux de certification prévus par la norme de l'ONGC sur la certification du personnel affecté au contrôle non destructif des matériaux sont :
  - a) le stagiaire, niveau 1, niveau 2, niveau 3.
  - b) l'apprenti, le stagiaire, niveau 1, niveau 2, niveau 3.
  - c) niveau 1, niveau 2, niveau 3.
  - d) aucune de ces réponses.
3. Le temps de décapage est le moindre dans le cas :
  - a) de l'acier à faible teneur en carbone.
  - b) de l'acier à forte teneur en carbone.
  - c) des aciers alliés.
  - d) le temps de décapage est le même pour ces trois matériaux.
4. Lequel des points suivants peut être considéré comme un avantage de la métallurgie des poudres comme méthode de fabrication?
  - a) Fabrication de pièces aux tolérances plus faibles.
  - b) Production à la chaîne de pièces difficiles à former.
  - c) Fabrication de pièces présentant un rapport résistance-poids élevé.
  - d) Toutes ces réponses.
5. Lequel des traitements thermiques suivants effectue-t-on généralement après le durcissement pour rendre l'acier plus ductile?
  - a) Recuit
  - b) Revenu
  - c) Sphéroïdisation
  - d) Normalisation
6. Lequel des énoncés suivants est exact?
  - a) On n'utilise jamais de solutions alcalines pour nettoyer les alliages d'aluminium.
  - b) On n'utilise jamais de solutions acides pour nettoyer les alliages d'aluminium.
  - c) On utilise généralement des solutions acides pour nettoyer les alliages d'aluminium.
  - d) On utilise généralement des solutions alcalines pour nettoyer les alliages d'aluminium.
7. La bonne combinaison de deux matériaux différents offrant chacun des propriétés particulières peut donner un composite qui :
  - a) résiste mieux à la chaleur que chacun des deux éléments pris séparément.
  - b) résiste mieux à la tension par unité de poids que chacun des deux éléments pris séparément.
  - c) est plus rigide par unité de poids que chacun des deux éléments pris séparément.
  - d) toutes ces réponses.



8. Les étalons de longueur commodes qu'on utilise dans l'industrie sont :
  - a) les cales étalons à angle.
  - b) les barres sinus.
  - c) les longueurs d'onde provenant de la lumière qu'émettent différents éléments.
  - d) les blocs de jaugeage.
  
9. La conductibilité thermique d'un métal est un facteur important à prendre en considération pour obtenir des ensembles soudés de qualité parce que :
  - a) certains métaux, comme l'aluminium, ont une faible conductibilité, ce qui provoque des défauts de soudage par suite de la localisation de la chaleur.
  - b) certains métaux, comme l'acier inoxydable, ont une forte conductibilité, ce qui provoque un manque de fusion par suite de l'évacuation rapide de la chaleur de la zone à souder.
  - c) dans certains métaux, comme l'aluminium, il se produit de très grands écarts de température qui provoquent des contraintes durant le refroidissement.
  - d) aucune de ces réponses.
  
10. Une fracture est un type de défaillance d'un matériau. Parmi les réponses suivantes, laquelle désigne un autre type de défaillance?
  - a) La mécanique des fractures.
  - b) Une charge dynamique à basse fréquence.
  - c) Une déformation permanente.
  - d) Une elongation en deçà de la plage d'élasticité.
  
11. On ajoute les matériaux suivants dans un haut fourneau pour produire les réactions chimiques qui permettent d'extraire le fer du minerai :
  - a) coke, minerai et oxygène.
  - b) bauxite, minerai et air.
  - c) coke, minerai, chaux et air.
  - d) coke, minerai, chaux et bauxite.
  
12. On met les lingots dans un four d'égalisation pour :
  - a) obtenir le sens de la cristallisation voulu.
  - b) homogénéiser la structure et la composition des lingots.
  - c) permettre aux lingots de refroidir lentement.
  - d) amener les lingots à la température de laminage requise.
  
13. Un avantage que présente les moules en sable vert sur les moules en sable sec est :
  - a) que les moules en sable vert sont plus résistants que les moules en sable sec et donc qu'ils s'endommagent moins facilement au cours de la manutention.
  - b) que le fini de la surface des grosses pièces moulées est meilleur lorsqu'on utilise des moules en sable vert.
  - c) que le sable vert donne des moules dont les dimensions générales sont plus exactes.
  - d) que le sable vert réduit les risques de fissuration à chaud des pièces moulées.
  
14. Le soudage à l'arc avec électrode enrobée est un procédé qui permet de réunir des métaux et qui :
  - a) peut-être entièrement automatisé.
  - b) peut-être automatisé à moitié.
  - c) peut se faire manuellement.
  - d) toutes ces réponses.



15. Dans le soudage par points par résistance de l'acier à faible teneur en carbone, la chaleur produite est :
- concentrée entre l'électrode positive et la pièce.
  - concentrée à la jonction des deux plaques à souder.
  - concentrée entre l'électrode négative et la pièce.
  - répartie uniformément dans la pièce, entre les électrodes.
16. Lequel des procédés suivants n'est pas du brasage?
- Brasage au four
  - Brasage par induction
  - Brasage par infrarouge
  - Brasage par faisceau d'électrons
17. Les produits en acier laminé à chaud et entièrement recristallisés ont :
- exactement les mêmes propriétés mécaniques dans les sens longitudinal et transversal.
  - des propriétés mécaniques supérieures dans le sens du laminage.
  - des propriétés mécaniques supérieures dans le sens transversal.
  - des propriétés mécaniques inférieures à celles de la structure moulée d'origine.
18. Il faut prendre soin de ne pas éclabousser les parois du moule avec de l'acier lors de la coulée pour prévenir la formation de défauts de surface comme :
- les inclusions.
  - les pailles.
  - les gouttes froides.
  - les éclatements.
19. Les éclatements sont produits par :
- un coulage à une température trop basse.
  - le forgeage d'un métal trop froid.
  - une réduction insuffisante des dimensions lors d'une opération de forgeage.
  - aucune de ces réponses.
20. Les inclusions de laitier dans les soudures sont causées par :
- un grand mouvement de balancement.
  - une élimination incomplète du laitier de la passe précédente.
  - de l'humidité piégée dans le joint.
  - les réponses a) et b).
21. Sachant que le cobalt-60 possède une demi-vie de 5,3 ans, quel est le pourcentage d'accroissement du temps de pose (supérieur au temps de pose initial avec lequel, la source étant fraîche, on pourrait obtenir des radiographies de qualité excellente) après deux ans?
- Il est inutile de modifier le temps de pose.
  - Le temps de pose devrait être prolongé de 11 % environ.
  - Le temps de pose devrait être prolongé de 37 % environ.
  - Le temps de pose devrait être prolongé de 62 à 100 %.
22. En contrôle par ultrasons, l'augmentation de la longueur d'impulsion utilisée pour exciter le palpeur entraîne :
- une diminution du pouvoir de résolution de l'appareil.
  - une augmentation du pouvoir de résolution de l'appareil.
  - aucun effet.
  - une diminution de pénétration de l'onde sonore.

© 2024 Organisme de certification national en END de Ressources naturelles Canada. Tous droits réservés.



23. Le contrôle magnétoscopique optimal d'une roue d'engrenage de 50 mm de diamètre intérieur comprenant une rainure de clavette se fait par :
- méthode circulaire, le champ magnétique étant parallèle à la rainure de clavette.
  - méthode circulaire, le champ magnétique étant perpendiculaire à la rainure de clavette.
  - conducteur central.
  - toutes ces méthodes.
24. Laquelle des propriétés suivantes détermine mieux qu'une autre ce qui fait qu'un matériau est un bon pénétrant?
- La viscosité.
  - La tension superficielle.
  - Le pouvoir mouillant.
  - Aucune de ces propriétés ne peut en elle-même constituer la caractéristique.
25. On emploierait des bobines de saturation à courant continu pour l'inspection \_ par les courants de Foucault.
- de l'acier
  - de l'aluminium
  - du cuivre
  - du laiton

**Réponses :**

1. b)	2. c)	3. c)	4. d)	5. b)	6. d)	7. d)	8. d)
9. d)	10. c)	11. c)	12. d)	13. d)	14. c)	15. b)	16. c)
17. b)	18. c)	19. b)	20. d)	21. c)	22. a)	23. d)	24. d)
25. a)							