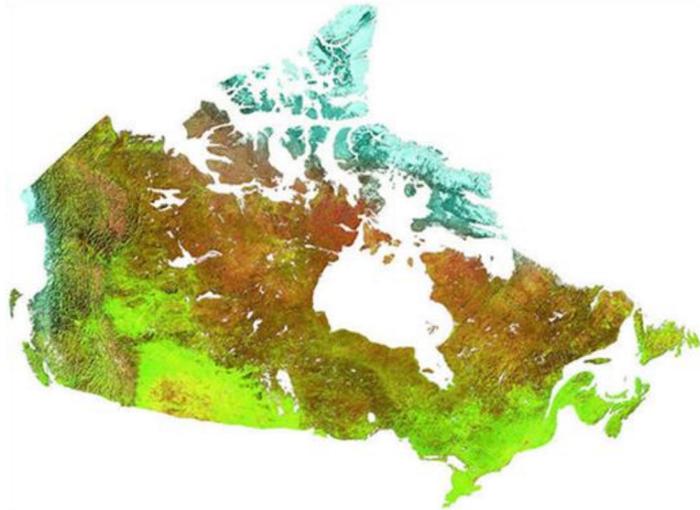




Contrôle par courants de Foucault

Guide d'examen pour la certification initiale



Secteur des matériaux et composants industriels





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
Téléphone : 1-866-858-0473
Site Web : <http://end.rncan.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
Telephone: 1-866-858-0473
Web Site: <http://ndt.nrcan.gc.ca>



Table des matières

Coordonnées	2
Table des matières	3
Sommaire des services de l'Organisme de certification national en essais non destructifs de RNCAN	4
AVIS IMPORTANT	4
Suggestions pour réussir : examens écrits.....	5
Contrôle par courants de Foucault niveau 1	6
<i>Contrôle par courants de Foucault niveau 1 (ET1) - Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712</i>	<i>6</i>
<i>Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET1 du secteur des MCI</i>	<i>7</i>
Exemples de questions : examen écrit général de ET1	8
Exemples de questions : examen écrit de ET1 du secteur des MCI	9
<i>Renseignements généraux sur l'examen pratique de ET1 du secteur des MCI</i>	<i>11</i>
<i>Programme d'examen pratique de ET1 du secteur des MCI</i>	<i>12</i>
<i>Suggestions pour réussir : examen pratique de ET1 du secteur des MCI.....</i>	<i>12</i>
<i>Erreurs courantes pouvant entraîner un échec aux examens pratiques ET1</i>	<i>13</i>
Contrôle par courants de Foucault niveau 2	14
<i>Contrôle par courants de Foucault niveau 2 (ET2) - Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712</i>	<i>14</i>
<i>Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET2 du secteur des MCI</i>	<i>15</i>
Exemples de questions : examen écrit général de ET2.....	16
Exemples de questions : examen écrit de ET2 du secteur des MCI	17
<i>Renseignements généraux sur l'examen pratique de ET2 du secteur des MCI</i>	<i>19</i>
<i>Programme d'examen pratique de ET2 du secteur des MCI</i>	<i>20</i>
<i>Suggestions pour réussir : examen pratique de ET2 du secteur des MCI.....</i>	<i>21</i>
<i>Erreurs courantes pouvant entraîner un échec aux examens pratiques ET2</i>	<i>22</i>
Contrôle par courants de Foucault niveau 3	23
<i>Contrôle par courants de Foucault niveau 3 (ET3) – Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712</i>	<i>23</i>
<i>Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET3 du secteur des MCI</i>	<i>25</i>
Exemples de questions : examen écrit général de ET3.....	26
Exemples de questions : examen écrit MCI - codes et applications de ET3	27
Exemples de questions : examen écrit de base de niveau 3	29



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 :

- 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;
- Prépare, administre et évalue les examens écrits et pratiques;
- Maintient un réseau national de centres d'examen pour l'administration des examens écrits et pratiques;
- 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 composés 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 « 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 :

<p>Canadian Institute for NDE (CINDE) 135 Fennell Avenue W. Hamilton, Ontario L8N 3T2 Canada Téléphone : (905) 387-1655 or 1 800-964-9488 Télécopieur : (905) 574-6080</p>	<p>American Society for NDT (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</p>
---	--

**Contrôle par courants de Foucault niveau 1****Contrôle par courants de Foucault niveau 1 (ET1) - Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712**

Partie de l'examen	Note de passage	Contenu de l'examen	Durée
Examen écrit général	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 40 questions à choix multiples sur les principes théoriques du ET. 	1 heure & 20 minutes
Examen écrit MCI (spécifique)	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 40 questions à choix multiples (total) <ul style="list-style-type: none"> ➤ 15 questions sur les défauts détectables par ET, leur nom, leur emplacement et leur aspect. ➤ 25 questions sur les applications and techniques du ET. 	2 heures
Examen pratique	≥70 % (sur chaque éprouvette / sous-partie)	<ul style="list-style-type: none"> Essais d'étalonnage / de rendement (Pratique générale) <ol style="list-style-type: none"> Trois (3) exercices l'étalonnage. Deux (2) contrôles de résistivité. Trois (3) inspections d'éprouvette, y compris les rapports d'inspection pour chacune d'entre elles. <ol style="list-style-type: none"> Mesurer l'épaisseur de trois (3) revêtements non conducteurs Évaluer la profondeur d'une fissure Inspecter un (1) tube 	8 heures



Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET1 du secteur des MCI

Examen général et examen MCI

1. Classroom Training Handbook: Eddy Current Testing (CT-6-5), General Dynamics
2. ASNT, Fundamentals of Eddy Current Testing, Donald J. Hagemeyer
3. CAN/CGSB-48.14-M86, Advanced Manual for Eddy Current Test Method
4. ASNT, Nondestructive Testing Handbook, 2e édition, volume 4, Electromagnetic Testing
5. ASM, Metals Handbook, 9e édition, volume 17, Nondestructive Evaluation and Quality Control
6. Personnel Training Publications, Eddy Current Testing; by ASNT
7. Handbook of Non-destructive Evaluation, 2nd edition; by Chuck Hellier

Matériaux et procédés

Bien que la formation aux Matériaux et procédés (M. et P.) soit une condition préalable à toute formation en END, le contenu des M. et 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 Nondestructive Testing by BINDT
2. Materials and Processes for NDT Technology by ASNT
3. Nondestructive Testing Handbook , Introduction (PI-4-1) by General Dynamics
4. Metallurgy for the Non-Metallurgist. Second Edition by ASM International

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.

**Exemples de questions : examen écrit général de ET1**

1. Choisissez l'énoncé qui est faux.
 - a) Le contrôle par courants de Foucault a été découvert par F. L. Eddie.
 - b) Faraday a découvert l'induction électromagnétique.
 - c) L'induction électromagnétique est le principe de base du contrôle par courants de Foucault.
 - d) Le contrôle par courants de Foucault ne peut pas être utilisé pour inspecter les matériaux non conducteurs.
2. Le symbole généralement utilisé pour la conductivité est:
 - a) μ .
 - b) σ .
 - c) X_L .
 - d) R.
3. Le symbole généralement utilisé pour la perméabilité est:
 - a) μ .
 - b) σ .
 - c) X_L .
 - d) R.
4. Un matériau ayant une perméabilité magnétique relative plus grande que 1 est désigné comme étant:
 - a) ferromagnétique.
 - b) conducteur.
 - c) semi-conducteur.
 - d) isolant.
5. Le symbole communément utilisé pour désigner l'inductance est:
 - a) Z.
 - b) X_L .
 - c) L.
 - d) I.
6. Le courant alternatif nécessaire au contrôle par courants de Foucault est fourni par:
 - a) le transformateur.
 - b) le séquenceur de phase.
 - c) le redresseur.
 - d) l'oscillateur sinusoïdal.
7. Tous les matériaux ont une résistance caractéristique à l'écoulement de l'électricité. Ceux qui ont une faible résistance sont classés comme des:
 - a) isolants.
 - b) semi-conducteurs.
 - c) conducteurs.
 - d) aucune de ces réponses n'est correcte.
8. Le cuivre pur recuit a une résistivité de $1,7241 \mu\Omega \cdot \text{cm}$ à 20 degrés C. Comment convertit on cette valeur à la valeur IACS de 100 %?
 - a) En la multipliant par 0,01.
 - b) En la divisant par 100.
 - c) En la divisant par 0,017241.
 - d) Les réponses a et b.

Réponses :

1. a)	2. b)	3. a)	4. a)	5. c)	6. d)	7. c)	8. c)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

**Exemples de questions : examen écrit de ET1 du secteur des MCI**

1. Les discontinuités habituellement décelées dans les barres roulées sont des :
 - a) pailles.
 - b) reprises.
 - c) fissures de meulage.
 - d) fissures de fatigue.
2. Lequel de ces défauts en est un de service?
 - a) manque de pénétration.
 - b) caniveau.
 - c) fissure de fatigue.
 - d) fissure de traitement thermique.
3. Le contrôle par courants de Foucault peut être utilisé pour inspecter :
 - a) les matériaux conducteurs.
 - b) les plastiques.
 - c) la céramique.
 - d) le béton.
4. Les courant de Foucault se déplacent :
 - a) suivant une trajectoire fermée.
 - b) dans des matériaux non conducteurs.
 - c) axialement lorsqu'on effectue un essai sur une tige dans une bobine enveloppante.
 - d) perpendiculairement à la surface.
5. Une sonde de surface interne à ressort explore instantanément :
 - a) une circonférence complète de la pièce.
 - b) une surface définie par les dimensions de la bobine sondeuse.
 - c) une ligne longitudinale sur toute la longueur de la pièce.
 - d) aucune de ces réponses.
6. Parmi les objets courants qu'on vérifie au moyen de bobines enveloppantes, il y a :
 - a) les tiges, les tubes et les fils.
 - b) l'intérieur des tubes.
 - c) les feuilles et les papiers métalliques.
 - d) toutes ces réponses.
7. Laquelle des bobines suivantes de contrôle par courants de Foucault utilise une surface de la pièce à l'essai comme étalon, auquel est comparée simultanément une surface de la même pièce?
 - a) Bobine absolue.
 - b) Bobine à entrefer.
 - c) Bobine à saturation en c.c.
 - d) Bobine différentielle.
8. Le sigle IACS est l'abréviation officielle de :
 - a) Induced Alternating Current System.
 - b) Inductively-Activated Comparison System.
 - c) Internal Applied Current System.
 - d) International Annealed Copper Standard.



9. Dans la norme IACS, on a arbitrairement fixé la conductivité électrique du cuivre pur à :
- 0 %.
 - 10 %.
 - 50 %.
 - 100 %.
10. Laquelle des fréquences d'essai suivantes produit les courants de Foucault les plus pénétrants :
- 100 Hz.
 - 10 kHz.
 - 1 MHz.
 - 10 MHz.

Réponses :

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



Renseignements généraux sur l'examen pratique de ET1 du secteur des MCI

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

1. La durée de l'examen pratique en ET1 est d'un maximum de 8 heures (1 journée).
2. L'examen pratique de ET1 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. 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.
7. Le candidat peut poser des questions concernant l'examen. Le surveillant peut refuser de répondre à n'importe quelle question qu'il considère comme faisant partie de l'examen.
8. 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'examinateur sur la feuille d'évaluation du surveillant.



Programme d'examen pratique de ET1 du secteur des MCI

Les candidats à l'examen pratique de ET1 du secteur des MCI doivent se soumettre aux épreuves suivantes :

1. Essais d'étalonnage / de rendement

Faites les exercices d'étalonnage/ essai de rendement suivants et notez les résultats sur les feuilles de rapport correspondantes :

- Évaluer la résistivité de deux (2) pièces
- Exécuter trois (3) essais d'étalonnage :
 - a. Mode absolu pour l'inspection de plaques
 - b. Mode absolu pour l'inspection de tubes
 - c. Mode différentiel pour l'inspection de tubes

2. Inspection des éprouvettes

- Évaluer l'épaisseur de trois revêtements non conducteurs.
- Mesurer une fissure.
- Inspecter un tube.

Remarque : Dessiner l'apparence des indications sur les illustrations fournies dans les feuilles de rapport avec le plus d'exactitude possible. Montrer la taille, la forme, la longueur et l'emplacement des indications relatives et assurez-vous que vos techniques d'inspection sont montrées clairement. Utilisez au minimum l'illustration fournie dans les feuilles de rapport pour dessiner les indications. Au besoin, faites un croquis d'une vue manquante.

Suggestions pour réussir : examen pratique de ET1 du secteur des MCI

1. Assurez-vous de posséder une expérience et une connaissance suffisantes de l'inspection en courants de Foucault (ET) 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 :
 - 30 minutes pour lire les renseignements généraux et vous familiariser avec le matériel et les accessoires.
 - 1 heure pour estimer la résistivité des deux (2) pièces.
 - 2 heures pour réaliser les trois (3) essais d'étalonnage.
 - 1.5 heures pour évaluer l'épaisseur des trois revêtements non conducteurs
 - 1.5 heures pour mesurer la fissure
 - 1.5 heures pour inspecter le tube
4. Assurez-vous **d'inspecter complètement** l'éprouvette et de signaler **tous les indications à signaler**.
5. Remplissez les feuilles de rapport de façon claire, complète et concise, en vous assurant d'indiquer la taille, la forme, la longueur et l'emplacement corrects des indications sur les illustrations fournies dans les feuilles de rapport (au besoin, faites un croquis d'une vue manquante) avec **le plus d'exactitude** possible.
6. N'hésitez pas à poser des questions au surveillant. Le surveillant ne répondra pas à une question s'il considère qu'il s'agit d'une exigence de l'examen.



Erreurs courantes pouvant entraîner un échec aux examens pratiques ET1

1. Les candidats ne lisent pas les instructions, ce qui leur coûte des points.
2. Les candidats n'ont pas suffisamment d'expérience ou de connaissances en matière d'inspection ET.
3. Les candidats n'ont pas les compétences nécessaires pour rédiger leur rapport : longueur, taille, profondeur et emplacement des défauts incorrects. Tous les rapports doivent être complets, clairs et concis.
4. Les candidats ne comprennent pas suffisamment les dessins techniques de base (vue de dessus, vue de côté, vue en bout). Par conséquent, ils positionnent incorrectement chaque discontinuité sur deux vues ou plus.
5. Les candidats ne signalent pas tous les défauts, n'inspectent pas complètement l'éprouvette, s'arrêtent après avoir trouvé 1 ou 2 signaux.

**Contrôle par courants de Foucault niveau 2****Contrôle par courants de Foucault niveau 2 (ET2) - Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-48.9712**

Partie de l'examen	Note de passage	Contenu de l'examen	Durée
Examen écrit général	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 40 questions à choix multiples sur les principes théoriques du ET. 	1 heure & 20 minutes
Examen écrit MCI (spécifique)	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 70 questions à choix multiples (total) <ul style="list-style-type: none"> ➤ 30 questions sur les matériaux & procédés et les discontinuités. ➤ 10 questions sur les codes (valant 4 points chacune). ➤ 30 questions sur les applications and techniques du ET. 	3 ½ heures
Examen pratique	≥70 % (sur chaque éprouvette / sous-partie)	<ul style="list-style-type: none"> Essais d'étalonnage / de rendement (Pratique générale, requis si n'a pas été réussie à la certification de niveau 1) <ul style="list-style-type: none"> ➤ Trois (3) exercices l'étalonnage. ➤ Deux (2) contrôles de résistivité. 	4 heures
		<ul style="list-style-type: none"> Quatre (4) inspections d'éprouvette, y compris les rapports d'inspection pour chacune d'entre elles. <ul style="list-style-type: none"> ➤ Deux (2) éprouvettes tubes ➤ Deux (2) composantes d'aéronef (1 pièce rivetée et 1 roue d'aéronef). ➤ Une instruction écrite détaillée pour un (1) des éprouvettes inspectées. 	12 heures



Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET2 du secteur des MCI

Examen général et examen MCI

1. Classroom Training Handbook: Eddy Current Testing (CT-6-5), General Dynamics
2. ASNT, Fundamentals of Eddy Current Testing, Donald J. Hagemaijer
3. CAN/CGSB-48.14-M86, Advanced Manual for Eddy Current Test Method
4. ASNT, Nondestructive Testing Handbook, 2e édition, volume 4, Electromagnetic Testing
5. ASM, Metals Handbook, 9e édition, volume 17, Nondestructive Evaluation and Quality Control
6. Personnel Training Publications, Eddy Current Testing; by ASNT
7. Handbook of Non-destructive Evaluation, 2nd edition; by Chuck Hellier

Matériaux et procédés

Bien que la formation aux Matériaux et procédés (M. et P.) soit une condition préalable à toute formation en END, le contenu des M. et 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 Nondestructive Testing by BINDT
2. Materials and Processes for NDT Technology by ASNT
3. Nondestructive Testing Handbook , Introduction (PI-1) by PH Diversified
4. Metallurgy for the Non-Metallurgist. Second Edition by ASM International

Codes et normes

Les trois (3) codes / spécifications / techniques suivants ont été utilisés pour rédiger les questions de l'examen de ET2 du secteur des MCI sur les codes (de nouveaux codes / questions peuvent être ajoutés périodiquement) :

1. Eddy Current examination of seamless and welded tubular products, austenitic stainless steel and similar alloys (Inspiré de la spécification SE-426)
2. Eddy Current testing of seamless copper and copper-alloy tubes (Inspiré de la spécification SE-243)
3. Electromagnetic (Eddy Current) measurement of electrical conductivity (Inspiré de la spécification E-1004)

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.

**Exemples de questions : examen écrit général de ET2**

1. Lequel des énoncés suivants est faux?
 - a) Un champ magnétique d'amplitude constante existe autour d'une bobine traversée par un courant continu constant.
 - b) Un champ magnétique variable périodique existe autour d'une bobine traversée par un courant variable périodique.
 - c) Quand une bobine traversée par un courant constant est approchée d'un conducteur, un courant continu constant est induit dans ce conducteur.
 - d) Quand une bobine traversée par un courant variable périodique est approchée d'un conducteur, un courant variable périodique est induit dans ce conducteur.
2. Lorsque la tension et l'intensité du courant dans un circuit sont maximales ou minimales au même moment, elles sont dites :
 - a) additives.
 - b) en phase.
 - c) régénératives.
 - d) déphasées.
3. Si on double le nombre de tours d'une bobine:
 - a) on double son inductance.
 - b) on diminue de moitié son inductance.
 - c) on réduit au quart son inductance.
 - d) on quadruple son inductance.
4. Qu'est-ce qu'un matériau faiblement magnétique?
 - a) Un matériau capable d'être magnétisé en permanence.
 - b) Un matériau ayant une grande force coercitive.
 - c) Un matériau ayant une faible force coercitive.
 - d) Un matériau de dureté réduite.
5. Lorsqu'un matériau ferromagnétique est placé dans une bobine à basses fréquences, la densité du flux dans le matériau :
 - a) est inférieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai à cause des pertes thermiques.
 - b) est inférieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai à cause de la résistivité.
 - c) est égale à la densité du flux émanant de la bobine dans l'air.
 - d) est supérieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai dans l'air.
6. Pour convertir en degrés des radians, souvent utilisés pour exprimer le déphasage dans des problèmes d'électricité, on multiplie par :
 - a) 0,707.
 - b) 1,414.
 - c) 57.
 - d) $\frac{t^2}{2}$
7. Une crique superficielle dans une plaque d'acier au carbone est détectée au cours d'une inspection par courants de Foucault sous la forme :
 - a) d'une augmentation du couplage.
 - b) d'une diminution du couplage.
 - c) d'une diminution de la perméabilité magnétique.
 - d) d'une augmentation de la résistance au passage du courant.



8. Lequel des moyens suivants n'est pas utilisé pour mesurer la profondeur d'un défaut?
- La reconnaissance des formes.
 - L'amplitude.
 - L'angle de phase.
 - Aucune de ces réponses.

Réponses :

1. c	2. b	3. d	4. c	5. d	6. c	7. d	8. b
------	------	------	------	------	------	------	------

Exemples de questions : examen écrit de ET2 du secteur des MCI

- Lequel des métaux suivants a la plus grande conductivité électrique?
 - Le cuivre.
 - L'aluminium.
 - L'argent.
 - Le fer.
- Si la température du métal augmente, la conductivité électrique :
 - augmente.
 - diminue.
 - reste constante.
 - toutes ces réponses, selon le type de métal.
- Sur les aéronefs, l'alésage des trous de fixation constitue une source importante de fissuration causée par:
 - la fatigue.
 - un éclatement.
 - les surcharges.
 - a) et b)
- Comment s'appelle la rupture d'un matériau qui peut se faire dans n'importe quel sens de la pièce et qui est causée par des déformations locales excédant la résistance à la traction du matériau?
 - Une fissure de fatigue.
 - Une fissure de traitement thermique.
 - Une paille.
 - Une inclusion linéaire.
- Une sonde à courants de Foucault peut se composer :
 - d'une simple bobine exploratrice.
 - d'une bobine excitatrice et d'une bobine réceptrice distinctes.
 - d'une bobine excitatrice et d'une sonde détectrice de Hall.
 - toutes ces réponses sont correctes.
- Lequel des matériaux suivants a la plus grande résistivité?
 - L'aluminium avec une valeur nominale IACS de 42 %.
 - Le magnésium avec une valeur nominale IACS de 37 %.
 - La fonte avec une valeur nominale IACS de 10,5 %.
 - Le zirconium avec une valeur nominale IACS de 3,4 %.



7. En mesurant la conductivité d'un échantillon, on peut réduire l'effet (l'erreur produite par) des variations d'épaisseur en :
- augmentant la fréquence d'essai.
 - réduisant la fréquence d'essai.
 - réduisant la facteur de remplissage.
 - il n'existe pas de méthode pratique pour réduire cet effet.
8. Le phénomène par lequel, à très haute fréquence, les courants de Foucault sont confinés à circuler dans une couche superficielle extrêmement mince du conducteur s'appelle :
- effet pelliculaire.
 - filtrage haute fréquence.
 - filtrage basse fréquence.
 - toutes les réponses précédentes.
9. Pour obtenir un signal optimal (à l'aide d'une sonde de surface) d'un défaut d'une taille donnée à une profondeur donnée dans un conducteur plat :
- il existe une bobine de taille optimale, mais pas de fréquence optimale.
 - il existe une fréquence optimale, mais pas de bobine de taille optimale.
 - il existe une fréquence optimale et une sonde de taille optimale.
 - il n'existe pas de valeur optimale absolue, mais il faut utiliser la plus haute fréquence et la plus petite bobine possibles.
10. Les appareils de mesure de la conductivité peuvent être utilisés pour trier les matériaux ayant une _____ différente.
- conductivité électrique
 - résistivité électrique
 - perméabilité magnétique
 - toutes ces réponses sont correctes

Réponses :

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



Renseignements généraux sur l'examen pratique de ET2 du secteur des MCI

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

1. La durée de l'examen pratique ET2 est d'un maximum de :
 - 16 heures (2 jours) si vous devez remplir la partie Examen pratique général (exercices d'étalonnage et essai de rendement) de l'examen (c.-à-d. si cette partie *n'a pas* été réussie au niveau 1).
 - 12 heures (2 jours et demi) s'il *n'est pas* nécessaire que vous effectuez la partie Examen pratique général de l'examen (c.-à-d. si cette partie a été réussie au niveau 1).
2. L'examen pratique de ET2 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. Aucune préparation de la surface des éprouvettes n'est permise. Le candidat est prié de **ne pas** marquer l'équipement, les éprouvettes et les échantillons de référence.
7. Le candidat peut poser des questions concernant l'examen. Le surveillant peut refuser de répondre à n'importe quelle question qu'il considère comme faisant partie de l'examen.
8. 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 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 ET2 du secteur des MCI

Les candidats à l'examen pratique de ET2 du secteur des MCI doivent se soumettre aux épreuves suivantes :

1. Essais d'étalonnage / de rendement (requis si n'a pas été réussie à la certification de niveau 1)

Faites les exercices d'étalonnage/ essai de rendement suivants et notez les résultats sur les feuilles de rapport correspondantes :

- Évaluer la résistivité de deux (2) pièces
- Exécuter trois (3) essais d'étalonnage :
 - a. Mode absolu pour l'inspection de plaques
 - b. Mode absolu pour l'inspection de tubes
 - c. Mode différentiel pour l'inspection de tubes

2. Inspection des éprouvettes

Inspecter quatre (4) éprouvettes conformément aux instructions fournies et notez les résultats / conclusions sur les feuilles de rapport correspondantes (Rapportez toutes les mesures en millimètres) :

- Inspecter les plaques et les orifices d'assemblage d'une (1) composante d'aéronef au moyen de sondes de surface et annulaires.
- Inspecter la portée du talon d'une (1) roue d'aéronef au moyen d'une sonde de surface.
- Inspecter deux (2) tubes pour vérifier la présence de discontinuités au moyen de sondes absolues et différentielles.

3. Instruction écrite

Rédigez des instructions écrites pour l'une des éprouvettes. Les instructions doivent être rédigées de manière à permettre à un autre inspecteur en courant de Foucault 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, étalons de référence 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 ;
- h. Consignation des résultats.

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.



Suggestions pour réussir : examen pratique de ET2 du secteur des MCI

1. Assurez-vous de posséder une expérience et une connaissance suffisantes de l'inspection en courants de Foucault (ET) 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 informations générales et vous familiariser avec le matériel et les accessoires.
 - 1 heure pour estimer la résistivité des deux (2) pièces non identifiées (si n'a pas été réussie au niveau 1).
 - 2 heures pour réaliser les trois (3) essais d'étalonnage (si n'a pas été réussie au niveau 1).
 - 3.5 heures pour inspecter les plaques et les orifices d'assemblage de la composante d'aéronef
 - 2 heures pour inspecter la portée du talon de la roue d'aéronef
 - 4 heures pour inspecter les deux (2) tubes
 - 2.5 heures pour rédiger l'instruction de contrôle non destructif pour l'une (1) des pièces susmentionnées
4. Assurez-vous **d'inspecter complètement** l'éprouvette et de signaler **tous les indications à signaler**.
5. Remplissez les feuilles de rapport de façon claire, complète et concise, en vous assurant d'indiquer la taille, la forme, la longueur et l'emplacement corrects des indications sur les illustrations fournies dans les feuilles de rapport (au besoin, faites un croquis d'une vue manquante) avec **le plus d'exactitude** possible.
6. Assurez-vous de rédiger les **instructions écrites complètes tel qu'indiqué dans le document des instructions à l'intention du candidat**.
7. N'hésitez pas à poser des questions au surveillant. Le surveillant ne répondra pas à une question s'il considère qu'il s'agit d'une exigence de l'examen.



Erreurs courantes pouvant entraîner un échec aux examens pratiques ET2

1. Les candidats ne lisent pas les instructions, ce qui leur coûte des points.
2. Les candidats n'ont pas suffisamment d'expérience ou de connaissances en matière d'inspection par courants de Foucault. C'est la cause principale de la plupart des échecs aux examens :
 - a. incapacité de calculer la fréquence correcte
 - b. incapacité de choisir le bon diamètre de la sonde
 - c. incapacité d'analyser le signal de l'inspection du tube
3. Les candidats n'ont pas de bonnes compétences en matière de production de rapports et ne tracent pas correctement les défauts : longueur, taille, profondeur et emplacement des défauts incorrects. Tous les rapports doivent être complets, clairs et concis.
4. Les candidats ne localisent pas le centre et la zone du champ de courants de Foucault sur la sonde; ils sont donc incapables de localiser et de dimensionner les défauts (par exemple, ils tracent les défauts avec le tube tourné à l'envers).
5. Les candidats ne comprennent pas suffisamment les dessins techniques de base (vue de dessus, vue de côté, vue en bout). Par conséquent, ils positionnent incorrectement chaque discontinuité sur deux plans ou plus.
6. Les candidats ne signalent pas tous les défauts, n'inspectent pas complètement l'éprouvette, s'arrêtent après avoir trouvé 1 ou 2 signaux.
7. Les candidats ne restent pas dans la zone indiquée dans les instructions pour l'inspection de la roue, car les défauts peuvent être petits.
8. Les candidats ne parviennent pas à trouver les défauts en raison d'un mauvais étalonnage. Pour réussir, les candidats doivent choisir la bonne taille de sonde (par exemple, une sonde ponctuelle en forme de « crayon »).

Avis Important sur Inspection des pièces rivetées

Lorsque vous inspecterez les orifices d'assemblage, vous remarquerez que certains présentent de toute évidence des défauts, et que d'autres sont en bon état. Indiquez, sur le croquis fourni, les orifices d'assemblage qui comportent des défauts.

Il y aura des cas où le signal obtenu d'un orifice d'assemblage sera si faible qu'il sera difficile à interpréter. Lorsque cela se produit, indiquez-le sur le croquis. Essayez d'expliquer la source du signal. L'Organisme de certification en END cherche à obtenir une explication « raisonnable », pas nécessairement une explication « exacte ».

**Contrôle par courants de Foucault niveau 3****Contrôle par courants de Foucault niveau 3 (ET3) – Secteur des matériaux et composants industriels (MCI) Le schéma d'examen conformément à la norme CAN/CGSB-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) Partie A: ➤ 70 questions sur les matériaux et procédés (M&P) généraux et les discontinuités spécifiques aux soudures, aux moulages, aux produits corroyés, etc. Partie B: ➤ 10 questions sur la norme CAN/CGSB-48.9712 Part C: ➤ 60 questions (15 questions par méthode) sur 4 méthodes d'END choisies par le candidat.	4 heures
Examen écrit général	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 30 questions à choix multiples sur les principes théoriques du ET. 	1 heure
Examen écrit MCI - codes et applications	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> 40 questions à choix multiples (total) <ul style="list-style-type: none"> ➤ 10 questions sur les codes (valant 5 points chacune) ➤ 30 questions les applications ET 	2 heures
Procédure écrite ¹ ou Révision d'une procédure écrite ²	≥70 %	<ul style="list-style-type: none"> Rédigez une procédure d'END (exigée pour la première certification de niveau 3). Choix d'examiner plutôt une procédure d'END (pour chaque certification d'une méthode de niveau 3 supplémentaire) 	4 heures ou 1½ heures
Examen pratique MCI (Si l'examen n'a pas été réussi au niveau 2) ³	≥70 % (sur chaque éprouvette / sous-partie)	<ul style="list-style-type: none"> Même que la certification en niveau 2 	16 ou 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 cet 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 en sera donné dans le document d'examen de la procédure.)
- Le candidat doit déterminer et signaler autant de points qui posent problème ou de 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 doivent réussir l'examen pratique de niveau 2 propre à la méthode avec une note d'au moins 70 %.

- Un candidat qui est au niveau 2 pour la même méthode des END et le même secteur de produits ou qui a réussi un examen pratique de niveau 2 pour la même méthode des 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 ET2 du secteur des MCI](#) et le [Programme d'examen pratique de ET2 du secteur des MCI](#).



Documents de référence pour la préparation à l'examen écrit de ET3 du secteur des MCI

Examen général et examen MCI

1. Classroom Training Handbook: Eddy Current Testing (CT-6-5), General Dynamics
2. ASNT, Fundamentals of Eddy Current Testing, Donald J. Hagemaiier
3. CAN/CGSB-48.14-M86, Advanced Manual for Eddy Current Test Method
4. ASNT, Nondestructive Testing Handbook, volume 4, Electromagnetic Testing
5. ASM, Metals Handbook, 9e édition, volume 17, Nondestructive Evaluation and Quality Control
6. Personnel Training Publications, Eddy Current Testing; by ASNT
7. Handbook of Non-destructive Evaluation, 2nd edition; by Chuck Hellier
8. Programmed Instruction Handbook: Nondestructive Testing Handbook, Introduction (PI-4-1) General Dynamics B Convair Division
9. ASNT, Materials and Processes for NDT Technology
10. BINDT, Basic Metallurgy for Non-Destructive Testing
11. Essais non destructifs - Qualification et certification du personnel, CAN/CGSB 48.9712

Matériaux et procédés

Bien que la formation aux Matériaux et procédés (M. et P.) soit une condition préalable à toute formation en END, le contenu des M. et 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 Nondestructive Testing by BINDT
2. Materials and Processes for NDT Technology by ASNT
3. Nondestructive Testing Handbook , Introduction (PI-1) by PH Diversified
4. Metallurgy for the Non-Metallurgist. Second Edition by ASM International

Examen MCI - codes et applications

Les deux (2) codes / spécifications / techniques suivants ont été utilisés pour rédiger les questions de l'examen de ET3 du secteur des MCI sur les codes (de nouveaux codes / questions peuvent être ajoutés périodiquement) :

1. Electromagnetic (Eddy Current) sorting of ferrous metals (inspiré de la spécification ASTM E-566)
2. In situ electromagnetic (Eddy Current) examination of nonmagnetic heat exchanger tubes (inspiré de la spécification ASTM E-690)

Examen de base (Parties A, B et C)

1. Materials and Processes for NDT Technology, By ASNT
2. Basic Metallurgy for Nondestructive Testing, By British Institute of NDT
3. Why Metals Fail, chapter 2, By R.D. Barer and B.F. Peters
4. Qualification and Certification of Nondestructive 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 UT3 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 ET3**

1. Lorsque la tension et l'intensité du courant dans un circuit sont maximales ou minimales au même moment, elles sont dites :
 - a) additives.
 - b) en phase.
 - c) régénératives.
 - d) déphasées.
2. Lorsqu'un matériau ferromagnétique est placé dans une bobine à basses fréquences, la densité du flux dans le matériau :
 - a) est inférieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai à cause des pertes thermiques.
 - b) est inférieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai à cause de la résistivité.
 - c) est égale à la densité du flux émanant de la bobine dans l'air.
 - d) est supérieure à la densité du flux émanant de la bobine d'essai dans l'air.
3. Pour convertir des radians en degrés, souvent utilisés pour la mesure de phase dans des problèmes d'électricité, on multiplie par :
 - a) 0,707.
 - b) 1,414.
 - c) 57.
 - d) t^2
4. Choisissez l'énoncé qui est vrai.
 - a) Pour mieux détecter les criques, les courants de Foucault doivent circuler parallèlement à l'orientation de la crique.
 - b) Les courants électriques et les champs magnétiques qu'ils engendrent sont perpendiculaires les uns aux autres.
 - c) Les matériaux non magnétiques ont une perméabilité magnétique relative plus grande que 10.
 - d) La profondeur de pénétration des courants de Foucault augmente avec l'augmentation de la conductivité d'un matériau.
5. La quantité contrôlée au moyen d'une sonde à courants de Foucault est :
 - a) la résistance.
 - b) la résistivité.
 - c) l'impédance électrique de la sonde.
 - d) l'épaisseur du matériau contrôlé.
6. Un dépôt de magnétite est facile à détecter à cause de sa grande :
 - a) conductivité électrique.
 - b) perméabilité magnétique.
 - c) résistivité.
 - d) inductance.
7. On effectue le contrôle d'un matériau après avoir réglé les conditions acceptables pour une séparation de phase de 90 degrés et une profondeur d'échantillon de 1 mm lorsque la perméabilité magnétique relative est de 1. À quelle profondeur la séparation de 90 degrés se produira-t-elle si l'on porte la perméabilité magnétique relative à 20?
 - a) 20 mm.
 - b) 10 mm.
 - c) 0,1 mm.
 - d) 0,05 mm.



8. Quelle est la profondeur de pénétration utile si la profondeur de pénétration standard est de 1,3 mm lors d'un contrôle de laiton naval ($6,63 \mu\Omega\text{Hcm}$) à 10 kHz?
- 1,3 mm.
 - 3,9 mm.
 - 5,2 mm.
 - 6,5 mm.

Réponses :

1. b)	2. d)	3. c)	4. b)	5. c)	6. b)	7. d)	8. b)
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Exemples de questions : examen écrit MCI - codes et applications de ET3

- Une sonde à courants de Foucault peut se composer :
 - d'une simple bobine exploratrice.
 - d'une bobine excitatrice et d'une bobine réceptrice distinctes.
 - d'une bobine excitatrice et d'une sonde détectrice de Hall.
 - toutes ces réponses sont correctes.
- Lequel des matériaux suivants a la plus grande résistivité?
 - L'aluminium avec une valeur nominale IACS de 42 %.
 - Le magnésium avec une valeur nominale IACS de 37 %.
 - La fonte avec une valeur nominale IACS de 10,5 %.
 - Le zirconium avec une valeur nominale IACS de 3,4 %.
- En mesurant la conductivité d'un échantillon, on peut réduire l'effet (l'erreur produit par) des variations d'épaisseur en :
 - augmentant la fréquence d'essai.
 - réduisant la fréquence d'essai.
 - réduisant la facteur de remplissage.
 - il n'existe pas de méthode pratique pour réduire cet effet.
- Le phénomène par lequel, à très haute fréquence, les courants de Foucault sont confinés à circuler dans une couche superficielle extrêmement mince du conducteur s'appelle :
 - effet pelliculaire.
 - filtrage haute fréquence.
 - filtrage basse fréquence.
 - toutes ces réponses.
- Choisissez l'énoncé qui est faux.
 - Le contrôle par courants de Foucault est basé sur l'induction de courants dans un conducteur et l'observation de l'interaction entre ces courants et le matériau.
 - Les courants de Foucault sont analysés par l'observation de l'effet de leurs champs magnétiques sur l'impédance de la bobine exploratrice.
 - Dans le contrôle par courants de Foucault, il n'est pas nécessaire d'établir un contact électrique direct avec l'échantillon.
 - Les courants de Foucault ne peuvent être induits que dans la première couche d'un échantillon multicouche, même à de basses fréquences d'essai.



6. Une sonde à courants de Foucault ayant une impédance de 50 Ω (à la fréquence d'essai) doit être utilisée avec un sondeur à courants de Foucault, ayant une impédance d'entrée de 100 Ω . Qu'est-ce qu'il faut faire?
 - a) Monter des résistances de 50 Ω en série avec les bobines de la sonde.
 - b) Monter des résistances de 50 Ω en parallèle avec les bobines de la sonde.
 - c) Monter des condensateurs de 50 Ω en parallèle avec les bobines de la sonde.
 - d) L'utiliser telle quelle.
7. La diminution de la densité des courants de Foucault avec la profondeur dans l'échantillon est influencée par :
 - a) la fréquence d'essai.
 - b) le diamètre de la bobine-sonde de surface ou la longueur de la bobine-sonde intérieure.
 - c) la résistivité et la perméabilité magnétique de l'échantillon.
 - d) toutes ces réponses sont correctes.
8. À une fréquence d'essai fixe, lequel des matériaux suivants permet la plus grande pénétration des courants de Foucault?
 - a) Le cuivre (100 % IACS)
 - b) L'aluminium (35 % IACS)
 - c) Le laiton (15 % IACS)
 - d) Le bronze (12 % IACS)
9. Normalement, les détecteurs de criques :
 - a) sont plus faciles à utiliser pour détecter des défauts que les sondeurs universels, parce qu'ils comportent moins de commandes.
 - b) ne peuvent être utilisés pour l'inspection en service, car leur fréquence d'essai ne peut être réglée de façon à distinguer entre les défauts et d'autres variations du matériau, comme les variations ferromagnétiques ponctuelles.
 - c) peuvent être utilisés pour détecter les grosses criques de matériaux ferromagnétiques et non ferromagnétiques.
 - d) toutes les réponses précédentes sont correctes.
10. Laquelle des paires suivantes produirait normalement des signaux de nature différente?
 - a) Le décollement et l'épaisseur de la paroi.
 - b) Le travail à froid et les impuretés dans un matériau non ferromagnétique.
 - c) La dureté et la résistivité d'un matériau non ferromagnétique.
 - d) Le décollement et une couche non conductrice sur une surface conductrice.

Réponses :

1. d)	2. d)	3. a)	4. a)	5. d)
6. d)	7. d)	8. d)	9. d)	10. a)

**Exemples de questions : 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) Spéroïdisation
 - 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 :
- les cales étalons à angle.
 - les barres sinus.
 - les longueurs d'onde provenant de la lumière qu'émettent différents éléments.
 - 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 :
- certaines métaux, comme l'aluminium, ont une faible conductibilité, ce qui provoque des défauts de soudage par suite de la localisation de la chaleur.
 - certaines 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.
 - dans certains métaux, comme l'aluminium, il se produit de très grands écarts de température qui provoquent des contraintes durant le refroidissement.
 - 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?
- La mécanique des fractures.
 - Une charge dynamique à basse fréquence.
 - Une déformation permanente.
 - 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 :
- coke, minerai et oxygène.
 - bauxite, minerai et air.
 - coke, minerai, chaux et air.
 - coke, minerai, chaux et bauxite.
12. On met les lingots dans un four d'égalisation pour :
- obtenir le sens de la cristallisation voulu.
 - homogénéiser la structure et la composition des lingots.
 - permettre aux lingots de refroidir lentement.
 - 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 :
- 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.
 - que le fini de la surface des grosses pièces moulées est meilleur lorsqu'on utilise des moules en sable vert.
 - que le sable vert donne des moules dont les dimensions générales sont plus exactes.
 - que le sable vert réduit les risques de fissuration à chaud des pièces moulées.
14. Le soudage à l'arc sous protection avec électrode enrobée est un procédé qui permet de réunir des métaux et qui :
- peut être entièrement automatisé.
 - peut être automatisé à moitié.
 - peut se faire manuellement.
 - 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 chaud ou 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.



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)							