

**Programme d'apprentissage  
en milieu de travail**

**Réparation de moteurs  
et de matériel  
électriques (bobinage)**

**Guide du compagnon  
ou de la compagne**

EQ-5026-01 (11-2009)

---

**Mai 2001**

# Table des matières

<b>PRÉSENTATION .....</b>	1
<b>LE PROGRAMME D'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE COMPAGNON OU LA COMPAGNE D'APPRENTISSAGE</b>	
Le Programme d'apprentissage en milieu de travail .....	3
Le compagnon ou la compagne d'apprentissage .....	3
<b>LE CARNET D'APPRENTISSAGE</b>	
Les compétences visées .....	5
Le tableau synthèse des éléments de la compétence .....	5
Le plan individuel d'apprentissage .....	6
Renseignements sur l'employeur .....	6
<b>LE RÔLE ET LES RESPONSABILITÉS DU COMPAGNON OU DE LA COMPAGNE D'APPRENTISSAGE</b>	
Le rôle du compagnon ou de la compagne d'apprentissage .....	7
Les responsabilités du compagnon ou de la compagne d'apprentissage .....	7
Recommandations .....	7
<b>LES CINQ PRINCIPES À RETENIR POUR FACILITER L'APPRENTISSAGE</b>	
1. L'apprentie ou l'apprenti n'apprend que par elle-même ou lui-même .....	9
2. Chaque apprentie ou apprenti apprend à son rythme propre .....	9
3. L'apprentie ou l'apprenti veut s'assurer de la pertinence d'un apprentissage avant de s'y engager .....	9
4. L'apprentie ou l'apprenti apprend et retient mieux quand elle ou il se sent responsable de sa formation .....	10
5. L'apprentie ou l'apprenti apprend en se référant à ses expériences .....	10
<b>LES QUATRE APPROCHES AFIN DE MOTIVER L'APPRENTIE OU L'APPRENTI</b>	
1. Évaluer les compétences acquises .....	11
2. Valoriser l'apprentie ou l'apprenti .....	12
3. Critiquer en précisant les points à améliorer .....	12
4. Encourager l'apprentie ou l'apprenti .....	12
<b>L'ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL</b>	
L'évaluation en cours d'apprentissage .....	13
Le suivi du Programme d'apprentissage en milieu de travail .....	14

## **RECOMMANDATIONS POUR L'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL**

### **RECOMMANDATIONS POUR L'ENSEMBLE DES MODULES**

1. Connaissance de base et formation hors production .....	17
2. Attitudes et comportements professionnels .....	20
3. Progression des apprentissages .....	21
4. Critères d'évaluation .....	21
5. Accès aux femmes .....	22

### **RECOMMANDATIONS APPLICABLES À CHACUN DES MODULES**

<b>Module 1</b> Moteurs à courant alternatif .....	25
<b>Module 2</b> Moteurs à courant continu .....	31
<b>Module 3</b> Transformateurs .....	37
<b>Module 4</b> Enroulement spéciaux .....	43

---

## Présentation

Le présent document s'adresse aux compagnons ou aux compagnes d'apprentissage qui, dans les entreprises, accueillent et supervisent des apprenties ou des apprentis dans le cadre du Programme d'apprentissage en milieu de travail instauré par Emploi-Québec.

Le guide à l'intention du compagnon ou de la compagne d'apprentissage donne des indications et des suggestions sur le déroulement de la formation en entreprise.

En tout temps, le compagnon ou la compagne d'apprentissage peut communiquer avec la ou le responsable de l'apprentissage à Emploi-Québec pour compléter les renseignements contenus dans ce document et obtenir des réponses à ses questions.

La première partie rappelle au compagnon ou à la compagne d'apprentissage les grandes lignes du régime, dont son rôle, ses responsabilités et les attitudes à démontrer en formation.

La seconde partie soumet des recommandations et des suggestions valables pour l'apprentissage de l'ensemble des modules du carnet d'apprentissage.

Nous vous invitons à lire ce document avant de commencer la supervision des apprentissages en milieu de travail. Votre volonté de prendre les moyens pour permettre l'accroissement des compétences est un gage d'excellence pour l'entreprise.

## **LE PROGRAMME D'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL ET LE COMPAGNON OU LA COMPAGNE D'APPRENTISSAGE**

### **Le Programme d'apprentissage en milieu de travail**

Le Programme d'apprentissage en milieu de travail auquel vous vous associez est un mode de formation en entreprise. D'une part, l'individu acquiert la maîtrise d'un métier au moyen d'une intégration organisée dans un milieu de travail sous la direction d'une personne, le compagnon ou la compagne d'apprentissage, exerçant déjà avec compétence ce métier. D'autre part, cet apprentissage en milieu de travail peut être complété, au besoin, d'une formation hors-production en établissement d'enseignement scolaire ou ailleurs, pour l'acquisition de compétences techniques et professionnelles pertinentes.

L'objectif du Programme d'apprentissage en milieu de travail est d'offrir à l'apprentie ou à l'apprenti un processus structuré et organisé de formation professionnelle propre à développer les compétences recherchées par le marché du travail. L'ensemble des dispositions relatives à la structure et à l'organisation de l'apprentissage au sein du programme permet :

- ◊ de déterminer les compétences à acquérir en fonction des exigences du métier;
- ◊ d'élaborer un plan individuel d'apprentissage qui tient compte des besoins professionnels de l'apprentie ou apprenti mis en situation d'apprendre, tant en production que hors-production;
- ◊ d'établir une entente relative aux compétences à acquérir en entreprise;
- ◊ d'offrir un suivi structuré des apprentissages, à la fois par le compagnon ou la compagne d'apprentissage de l'entreprise et par le représentant d'Emploi-Québec;
- ◊ de reconnaître les compétences acquises en cours d'apprentissage.

### **Le compagnon ou la compagne d'apprentissage**

Réussir cette démarche d'apprentissage en entreprise est un « **art** ». Le compagnon ou la compagne d'apprentissage est responsable de cette réussite et possède les qualités permettant de mener à bien cette tâche.

Vous êtes non seulement une personne d'expérience, apte à communiquer, mais aussi quelqu'un de reconnu dans son milieu de travail pour son bon jugement et sa maturité.

En production, vous êtes un maître pour l'apprentie ou l'apprenti. C'est vous qui préparez le travail à exécuter, qui suivez l'exécution, qui contrôlez la qualité du produit ou du service au fur et à mesure de la production selon les spécificités d'une clientèle à satisfaire.

Qui plus est, comme l'expérience le démontre, la personne qui accepte ce rôle en retire de nombreux avantages pour elle-même. Cette personne :

- ◊ développe son intérêt professionnel;
- ◊ a le désir de parfaire son métier;
- ◊ développe son sens des responsabilités;
- ◊ accroît sa confiance en elle.

## LE CARNET D'APPRENTISSAGE

Le carnet d'apprentissage est l'outil indispensable du compagnon ou de la compagne d'apprentissage. Il rassemble les différents renseignements nécessaires à l'organisation des apprentissages et constitue l'unique document où sera consigné le détail des compétences professionnelles acquises en milieu de travail. Le carnet comprend :

### Les compétences visées

Afin de préciser les compétences à maîtriser en milieu de travail, le carnet présente les éléments d'apprentissage regroupés sous forme de modules. Chaque module correspond à une compétence ou à un regroupement de tâches à exécuter en milieu de travail.

Les modules sont présentés de façon identique. Dans chacun d'eux figurent :

- ◊ la compétence visée;
- ◊ les attitudes et comportements professionnels;
- ◊ le contexte dans lequel l'apprentissage est réalisé;
- ◊ les conditions d'évaluation;
- ◊ les critères qui permettent de juger de l'atteinte de la compétence.

### Le tableau synthèse des éléments de la compétence

Le tableau synthèse renvoie aux modules et donne une vue d'ensemble des compétences qui ont fait l'objet d'analyses à des fins d'apprentissage.

À l'aide de ce tableau synthèse, vous pouvez déterminer concrètement les besoins qui feront l'objet d'une entente relative à l'apprentissage.

### Le plan individuel d'apprentissage

Grâce aux renseignements contenus dans le carnet, soit la compétence visée, le tableau synthèse, l'apprentie ou l'apprenti peut se situer en regard du métier, se donner un plan individuel d'apprentissage et suivre de façon systématique la progression de son apprentissage réalisé en milieu de travail et, au besoin, en formation hors production.

### Renseignements sur l'employeur

Liste fort utile, car elle permet de suivre le cheminement de l'apprentie ou apprenti à travers les divers lieux d'apprentissage où s'effectuera, s'il y a lieu, sa qualification.

## **LE RÔLE ET LES RESPONSABILITÉS DU COMPAGNON OU DE LA COMPAGNE D'APPRENTISSAGE**

### **Le rôle du compagnon ou de la compagne d'apprentissage**

Le compagnon ou la compagne d'apprentissage a pour rôle d'assurer la formation et l'encadrement nécessaire à l'apprentie ou l'apprenti inscrit au programme ainsi que de collaborer avec la représentante ou le représentant d'Emploi-Québec au succès du programme de qualification.

### **Les responsabilités du compagnon ou de la compagne d'apprentissage**

Les responsabilités du compagnon ou de la compagne d'apprentissage sont :

- ◊ accueillir l'apprentie ou l'apprenti dans le milieu du travail, s'il y a lieu, et l'informer sur le fonctionnement de l'entreprise;
- ◊ s'assurer de sa compréhension des règles de santé et de sécurité en vigueur dans l'entreprise;
- ◊ montrer et de superviser les gestes professionnels de l'apprentie ou de l'apprenti;
- ◊ évaluer la maîtrise des tâches;
- ◊ attester, par sa signature, les compétences acquises;
- ◊ informer la représentante ou le représentant d'Emploi-Québec de l'évolution de l'apprentie ou de l'apprenti en regard de son apprentissage.

### **Recommandations**

Au début de l'apprentissage, il est important d'apporter une attention particulière à l'accueil en établissant dès le départ une bonne relation entre vous et l'apprentie ou l'apprenti. Aussi est-il recommandé qu'une rencontre s'effectue pour une compréhension commune du Programme d'apprentissage en milieu de travail.

Les points traités lors de ce premier contact en présence de la responsable ou du responsable d'Emploi-Québec pourraient servir à :

- ◊ définir les rôles et les responsabilités dévolus à chacun;
- ◊ s'assurer de la bonne compréhension des apprentissages prévus au plan individuel d'apprentissage;

- ◊ présenter le plan du suivi tout en observant que l'atteinte de chaque compétence n'est pas soumise à une durée déterminée et que l'apprentissage de chaque tâche se fait dans l'ordre qui convient dans l'entreprise;
- ◊ rassurer l'apprentie ou l'apprenti sur sa capacité d'apprendre et atténuer ses craintes éventuelles relativement à l'évaluation des apprentissages et à l'attestation des compétences;
- ◊ répondre aux interrogations concernant la structure et le fonctionnement de l'entreprise ainsi que la santé et la sécurité au travail.

## LES CINQ PRINCIPES À RETENIR POUR FACILITER L'APPRENTISSAGE

### **Comment apprendre en travaillant?**

Expliquons quelques principes pédagogiques pour faciliter votre tâche qui est de montrer ou de superviser les gestes professionnels de l'apprentie ou l'apprenti.

#### **1. L'apprentie ou l'apprenti n'apprend que par elle-même ou lui-même.**

Vous pouvez expliquer et procéder à des démonstrations. C'est une bonne façon de faire comprendre. Si vous ne faites que ça, vous n'avez pas montré votre métier. Montrer son métier, c'est faire accomplir, étape par étape, les gestes du métier. L'apprentie ou l'apprenti démontre sa compréhension par la maîtrise de ces gestes.

#### **2. Chaque apprentie ou apprenti apprend à son rythme propre.**

Le temps requis pour comprendre une tâche et développer les habiletés propres à un métier varie d'une personne à l'autre. Si vous donnez le temps nécessaire à chacun pour apprendre, tous peuvent parvenir à la même compétence recherchée dans l'exercice d'une tâche.

#### **3. L'apprentie ou l'apprenti veut s'assurer de la pertinence d'un apprentissage avant de s'y engager.**

Le compagnon ou la compagne d'apprentissage motive mieux quand, à l'aide du carnet d'apprentissage, il ou elle :

- ◊ présente ce que l'apprentie ou l'apprenti pourra exécuter comme travail après sa formation;
- ◊ explique les étapes à franchir;
- ◊ dévoile les moyens à prendre pour que l'apprentie ou l'apprenti maîtrise la tâche.

L'apprentie ou l'apprenti désire connaître le but à atteindre. D'où l'importance d'un plan individuel d'apprentissage qui illustre globalement la formation professionnelle.

**4. L'apprentie ou l'apprenti apprend et retient mieux quand elle ou il se sent responsable de sa formation.**

En effet, c'est elle ou lui :

- ◊ qui apprend;
- ◊ qui doit maîtriser les compétences nouvelles;
- ◊ qui peut exprimer ses besoins.

L'apprentie ou l'apprenti préfère une formation ajustée à ses besoins professionnels mis en adéquation avec ceux de l'entreprise.

La répondante ou le répondant d'Emploi-Québec et le compagnon ou la compagne d'apprentissage conseillent dans l'apprentissage des compétences nouvelles.

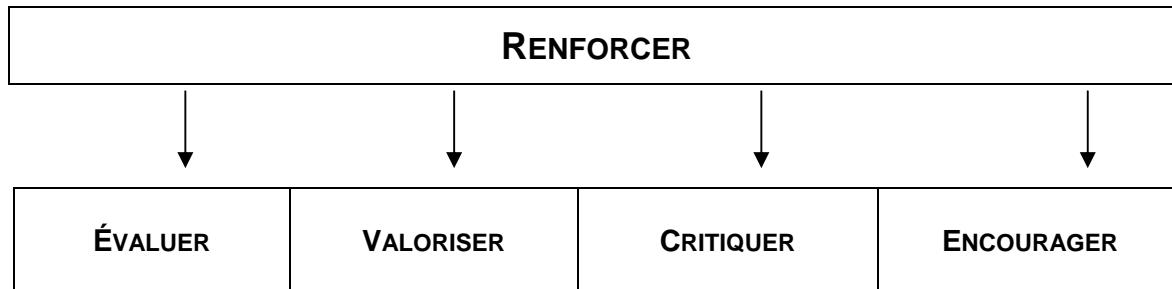
**5. L'apprentie ou l'apprenti apprend en se référant à ses expériences.**

Nous croyons qu'il n'y a pas lieu de penser que l'adulte apprend moins que l'enfant. Il apprend tout aussi bien, mais à sa façon. Ainsi, c'est en se référant à ses expériences passées que l'apprentie ou l'apprenti choisit, parmi les savoirs nouveaux, ce qui mérite d'être retenu.

Quand vous faites appel au connu et au passé de l'adulte pour greffer un nouveau savoir, vous lui permettez de mieux intégrer l'apprentissage.

## LES QUATRE APPROCHES AFIN DE MOTIVER L'APPRENTIE OU L'APPRENTI

Quelles approches vous devez choisir pour motiver l'apprentie ou l'apprenti?



L'apprentie ou l'apprenti recherche chez vous :

- ◊ les attitudes positives;
- ◊ les gestes qui renforcent l'apprentissage.

Afin d'être positif et de renforcer les connaissances nouvelles, vous êtes appelé à suivre un processus en quatre étapes :

- ◊ évaluer les compétences acquises;
- ◊ valoriser l'apprentie ou l'apprenti;
- ◊ critiquer en précisant les points à améliorer;
- ◊ encourager l'apprentie ou l'apprenti.

### 1. Évaluer les compétences acquises

**Évaluer, c'est porter une appréciation sur l'apprentissage.**

Cette appréciation s'effectue en contrôlant chez l'apprentie ou l'apprenti l'une ou l'autre des acquisitions suivantes :

- ◊ l'utilisation des nouvelles connaissances dans le travail;
- ◊ les comportements professionnels dans les divers aspects du métier;
- ◊ la maîtrise du geste professionnel nouvellement acquis.

## **2. Valoriser l'apprentie ou l'apprenti**

**Valoriser, c'est reconnaître les efforts et les résultats d'une personne.**

En vue d'assurer l'efficacité et la progression de l'apprentie ou l'apprenti, cette valorisation doit être positive et structurée. Elle doit :

- ◊ s'appuyer sur des faits concrets;
- ◊ s'exprimer par des exemples;
- ◊ souligner les habiletés maîtrisées.

## **3. Critiquer en précisant les points à améliorer**

**Critiquer, c'est préciser les points faibles qu'il est possible d'améliorer.**

Cette critique doit représenter une expérience enrichissante pour l'apprentie ou l'apprenti. Pour être constructive, elle doit être présentée peu après le geste qui vient d'être fait.

Cette critique est constructive si elle sert de complément à l'apprentissage par :

- ◊ la détermination des points faibles;
- ◊ la présentation des bons exemples;
- ◊ la suggestion de moyens correctifs.

## **4. Encourager l'apprentie ou l'apprenti**

**Encourager, c'est motiver quelqu'un à poursuivre sa formation.**

Afin que cet encouragement repose sur des faits concrets, vous devez :

- ◊ énumérer les éléments de compétence maîtrisés;
- ◊ signaler à la personne les conséquences qu'aura sa nouvelle formation pour l'entreprise;
- ◊ souligner l'efficacité obtenue au travail.

## L'ÉVALUATION DE L'APPRENTISSAGE EN MILIEU DE TRAVAIL

Évaluer l'apprentissage, c'est mesurer les changements au travail apportés par l'apprentissage, pour mieux les juger et prendre les décisions qui s'imposent. Deux aspects de l'évaluation sont considérés ici, soit l'évaluation en cours d'apprentissage et le suivi du Programme d'apprentissage en milieu de travail.

### L'évaluation en cours d'apprentissage

En cours d'apprentissage, vous et l'apprentie ou l'apprenti évaluez :

- ◊ les gestes à faire pour améliorer la maîtrise des tâches;
- ◊ les correctifs à apporter selon les difficultés éprouvées;
- ◊ l'atteinte des compétences décrites au carnet d'apprentissage.

Comme l'indique le carnet, les conditions et les critères d'évaluation permettent à tous les compagnons et compagnes d'apprentissage de juger sur une même base l'atteinte de la compétence visée.

Si l'apprentie ou l'apprenti maîtrise un des éléments d'apprentissage, elle ou il passe à l'étape suivante. Si, par ailleurs, une difficulté survient, vous et l'apprentie ou l'apprenti devez rechercher les correctifs appropriés, réorganiser la démarche d'apprentissage et prolonger l'expérience jusqu'à la maîtrise de la tâche.

Étant donné que cette façon d'évaluer fait partie intégrante de l'apprentissage et qu'elle vous permet des ajustements en cours de route, l'on peut croire que ce procédé augmente l'efficacité de l'apprentissage en ne laissant rien au hasard.

En cours d'apprentissage, vous confirmez la réalisation satisfaisante de chacun des éléments d'apprentissage en les initialant. Grâce à des exercices constants, l'apprentie ou l'apprenti progresse jusqu'à ce qu'elle ou qu'il puisse démontrer l'intégration de tous les éléments d'apprentissage et ainsi maîtriser la compétence.

**Toutes les signatures sont nécessaires pour confirmer l'atteinte de chacune des compétences.**

## **Le suivi du Programme d'apprentissage en milieu de travail**

Le suivi du Programme d'apprentissage en milieu de travail relève de la responsabilité d'Emploi-Québec. Celle-ci, pour réaliser ce suivi de façon efficace, évalue l'ensemble de la démarche, soit :

- ◊ la progression de l'apprentie ou de l'apprenti;
- ◊ le respect par le compagnon ou la compagne d'apprentissage des exigences liées à son rôle;
- ◊ le rôle et les responsabilités du compagnon ou de la compagne d'apprentissage;
- ◊ le déroulement général de l'entente;
- ◊ la pertinence du programme au regard des besoins.

Cette évaluation est délicate mais indispensable au développement harmonieux du programme d'intervention. Délicate puisqu'elle concerne des personnes responsables à divers titres. Indispensable parce que la rétroaction augmentera l'expertise des uns et des autres et permettra de réajuster le Programme d'apprentissage en milieu de travail.

Le compagnon ou la compagne d'apprentissage contribue à cet exercice par ses commentaires quant au processus, à la qualité des instruments, voire à l'adéquation des apprentissages en fonction des besoins exprimés au départ par les parties.

---

## **Recommandations pour l'apprentissage en milieu de travail**

Cette partie est un complément d'information pour l'apprentissage en milieu de travail. Elle constitue un document de référence à l'usage du compagnon ou de la compagne d'apprentissage. Elle comprend différentes indications et suggestions destinées à vous venir en aide. Ces remarques peuvent, d'une part, vous aider à mieux saisir les compétences visées et, d'autre part, vous faciliter les tâches liées à l'encadrement de l'apprentie ou apprenti.

Une première section rassemble des considérations d'ordre général applicables à l'ensemble des modules. Celles-ci couvrent différents aspects tels que les règles de santé et de sécurité.

Par la suite, pour chacun des modules que comporte le carnet d'apprentissage, on retrouve diverses explications et différentes suggestions quant aux préalables et à la progression des apprentissages.

On présente également diverses façons d'aborder l'apprentissage en milieu de travail. Ainsi, pour chacune des compétences, des suggestions sont faites quant aux stratégies et aux moyens à mettre en place de manière à atteindre le niveau de performance recherché. En outre, ces indications devraient aider le compagnon ou la compagne d'apprentissage à planifier le temps devant être consacré à l'encadrement de l'apprentie ou apprenti.

Enfin, à la fin de chacun des modules, un espace est réservé afin que vous puissiez consigner des remarques quant à l'approche utilisée, aux activités d'apprentissage mises en place, ou encore aux difficultés particulières éprouvées par une apprentie ou un apprenti.

## **RECOMMANDATIONS POUR L'ENSEMBLE DES MODULES**

Les paragraphes qui suivent regroupent les recommandations applicables à l'ensemble des modules. Les recommandations propres aux différentes tâches apparaissent dans chacun des modules.

### **1. CONNAISSANCE DE BASE ET FORMATION HORS PRODUCTION**

Dans le Programme d'apprentissage en milieu de travail, pour que la formation soit vraiment qualifiante, l'apprentie ou l'apprenti peut recevoir une formation hors production nécessaire à une pleine compréhension des décisions et des gestes professionnels propres au métier.

Cette formation hors production, qui peut être offerte en dehors des heures de travail, pourra être donnée à l'interne si l'entreprise est en mesure de le faire. Les enseignements souhaitables et les connaissances théoriques et pratiques sont regroupés sous les rubriques suivantes :

- ◊ électricité de base;
- ◊ magnétisme;
- ◊ instruments de mesure.

#### **Électricité de base**

La formation hors production sur cet aspect a pour but d'inculquer les principes généraux d'électricité aux bobineurs et bobineuses. La formation hors production peut porter sur les aspects suivants :

- ◊ principes du courant continu :
  - définitions :
    - tension,
    - voltage,
    - courant conventionnel,
    - courant continu,
    - résistance,
    - intensité du courant (ampérage),
    - puissance;

- ◊ loi d'Ohm :
  - $V=R \cdot I$ ;
  - $P=V \cdot I$ ;
  - $P=R \cdot I^2$ .
- ◊ principes du courant alternatif :
  - définitions :
    - tension,
    - voltage,
    - courant alternatif,
    - résistance,
    - intensité du courant (ampérage),
    - puissance,
    - monophasé,
    - triphasé;
- ◊ loi d'Ohm :
  - $V=R \cdot I$ ;
  - $P=V \cdot I$ ;
  - $P=R \cdot I^2$ .

## Magnétisme

La formation hors production sur cet objet a pour but d'inculquer les notions fondamentales de magnétisme aux bobineurs et bobineuses de moteurs électriques. Cette formation hors production leur permettra de comprendre les principes de fonctionnement de base des moteurs, des alternateurs et des transformateurs. La formation hors production peut porter sur les objets suivants :

- ◊ principes généraux :
  - définitions :
    - bobine,
    - polarité,
    - inductance,
    - tension;
  - loi de la main droite;
  - loi de Lenz;
  - courant induit;
  - force électromotrice.
- ◊ moteurs c.a. :
  - puissance utile;
  - puissance fournie;
  - rendement;
  - vitesse.

- ◊ moteurs c.c. :
  - puissance utile;
  - puissance fournie;
  - rendement;
  - vitesse.
- ◊ transformateurs :
  - rapport de transformateur;
  - $N_2 = E_2 / I_1$  ;  
 $N_1 = E_1 / I_2$  ;
  - tension au primaire;
  - tension de secondaire;
  - courant au primaire;
  - courant au secondaire;
  - nombre de spires au secondaire;
  - nombre de spires au primaire.

### **Instruments de mesure**

La formation hors production sur les instruments de mesure a pour but d'enseigner les techniques d'utilisation appropriée des équipements aux bobineurs et bobineuses de moteurs électriques. La formation hors production peut porter sur les objets suivants :

- ◊ voltmètre;
- ◊ ampèremètre;
- ◊ ohmmètre;
- ◊ multimètre;
- ◊ mégohmmètre (*megger*);
- ◊ comparateur électronique.

Quelques manuels d'autoformation dont les guides produits par le Centre d'élaboration des moyens d'enseignement du Québec (CEMEQ) peuvent aider l'apprentie ou l'apprenti à acquérir les connaissances théoriques en électricité. Le guide *Électricité appliquée en mécanique industrielle* peut être particulièrement utile à l'apprentie ou l'apprenti. Vous pouvez commander le document en communiquant avec le CEMEQ à l'adresse suivante :

CEMEQ  
 2955, boul. de l'Université, 7<sup>e</sup> étage  
 Sherbrooke (Québec) J1K 2Y3  
 Téléphone : 819 822-6886  
 Télécopieur : 819 822-6892

Il existe également différentes publications qui peuvent être utiles pour acquérir une formation de base en électricité<sup>1</sup>.

### **Formations données par l'EASA**

L'EASA dispense des séances de formation reliées à la réparation de moteurs et de matériel électriques. Ces séances s'adressent aux personnes qui sont déjà en exercice. Il est préférable de ne pas enrôler une apprentie ou un apprenti à ces séances avant qu'elle ou il ne possède les connaissances de base propres au métier. Ces séances sont offertes également aux membres et aux non-membres de l'association. Pour de plus amples renseignements vous pouvez communiquer avec l'EASA à l'adresse suivante :

EASA Chapitre Québec et Maritimes  
310, boulevard de la Concorde Ouest  
Laval (Québec) H7N 5B2  
Téléphone : 450 667-8237

## **2. ATTITUDES ET COMPORTEMENTS PROFESSIONNELS**

La bobineuse ou le bobineur doit avoir certains comportements et attitudes pour bien pratiquer son métier. Les experts consultés ont tous noté l'importance des attitudes et comportements professionnels suivants :

### **Souci des règles de santé et sécurité au travail**

Le métier comportant certains éléments risques d'électrocution et de blessures au dos, l'apprentie ou l'apprenti doit être soucieux de respecter les règles élémentaires de santé et sécurité au travail. Ce souci peut être observé de façon concrète si l'apprentie ou l'apprenti adopte les comportements suivants :

- ◊ choisit des positions de travail ergonomiques;
- ◊ connaît ses limites physiques;
- ◊ porte un masque lorsque la situation l'oblige;
- ◊ porte des vêtements ajustés;
- ◊ porte des bottes de travail en tout temps;
- ◊ porte des lunettes de protection;
- ◊ utilise les pièces d'équipement selon les recommandations du fabricant.

---

<sup>1</sup> T. WILDI, Électrotechnique, 2<sup>e</sup> éd., Les presses de l'université Laval, 1999, 908 p.

### **Souci du travail bien fait**

Le travail de bobinage exige que le travail soit bien effectué. L'apprentie ou l'apprenti doit faire preuve de minutie, de précision et de propreté dans l'exercice de ses tâches.

### **Capacité à travailler avec le personnel de l'entreprise**

Le travail d'équipe et la communication sont essentiels à la réalisation de tout travail de bobinage. L'apprentie ou l'apprenti doit faire preuve de clarté dans ses communications tant orales qu'écrites avec ses collègues et supérieurs.

## **3. PROGRESSION DES APPRENTISSAGES**

L'organisation du travail étant propre à chacune des entreprises, cela ne nous permet pas de déterminer une progression unique d'apprentissage pour tous les apprentis ou apprenties. Vous avez donc un rôle important pour assurer que l'apprentie ou l'apprenti progresse de façon satisfaisante et enrichissante. Généralement, vous devez vous assurer de lui confier des tâches simples en début d'apprentissage. Les risques liés à la sécurité et à la production non conforme sont des indices qui peuvent vous guider dans la détermination d'une progression d'apprentissage appropriée. Le niveau de complexité et de difficulté des tâches devra augmenter à mesure que l'apprentie ou l'apprenti effectue son travail de façon satisfaisante.

La supervision de l'apprentie ou apprenti est un autre facteur à considérer lors d'une démarche d'apprentissage. Lorsque vous lui confiez de nouvelles tâches, il est important de diriger les gestes qu'elle ou qu'il fait. La surveillance immédiate permettra de lui montrer les gestes appropriés, de répondre à ses questions et de corriger ses erreurs. Par la suite, vous pourrez superviser son travail à distance lorsqu'elle ou il commencera à comprendre et à effectuer son travail de façon convenable. Il est important d'être encore présent à cette étape car des événements qui sortent de la routine habituelle peuvent survenir. Vous pourrez alors répondre à ses questions et apprécier la qualité, la constance de son travail et les délais d'exécution. Lorsque les tâches seront effectuées selon les normes fixées au carnet d'apprentissage, vous pourrez alors évaluer les apprentissages.

## **4. CRITÈRES D'ÉVALUATION**

Certains critères d'évaluation se retrouvent dans presque tous les modules et méritent certaines précisions pour favoriser une démarche d'apprentissage satisfaisante pour tous.

### **Respect des délais de production**

L'apprentissage de certains éléments de compétence requiert plusieurs heures de pratique pour arriver à un délai de production respectable. **La notion de délai de production doit être introduite de façon progressive.**

Durant les premiers mois d'apprentissage, vous devez mettre l'accent sur la **qualité du travail** et non sur la rapidité d'exécution afin de ne pas décourager l'apprentie ou l'apprenti.

### **Respect des procédures de travail de l'entreprise**

Le bobinage de moteurs et de matériel électriques doit répondre à certaines normes et spécifications en matière de qualité de travail et de matériaux utilisés. Une manière relativement simple d'évaluer le travail de l'apprentie ou l'apprenti est de vérifier si le travail répond à ces normes.

## **5. ACCÈS AUX FEMMES**

L'employeur doit s'assurer que l'apprentie a un équipement à sa taille et qu'elle a accès à des installations adaptées, c'est-à-dire un vestiaire et à une salle de toilettes. De plus, il est du devoir de l'employeur d'assurer à l'apprentie une intégration harmonieuse auprès de ses collègues de travail. L'employeur doit veiller à ce que l'apprentie ne soit pas victime d'exclusion ou d'isolement.

## RECOMMANDATIONS APPLICABLES À CHACUN DES MODULES

Les recommandations particulières veulent aider le compagnon ou la compagne d'apprentissage à organiser l'encadrement de l'apprentie ou apprenti. Elles précisent et enrichissent les compétences à acquérir telles qu'elles sont décrites au carnet. Elles ont valeur de conseil et se présentent sous trois rubriques :

**Les préalables** indiquent ce sur quoi l'attention du compagnon ou de la compagne d'apprentissage doit porter en début d'apprentissage, afin d'en garantir le succès.

**Les précisions sur les éléments de la compétence** servent à éclairer et compléter l'information inscrite au carnet.

**La confirmation de l'atteinte de la compétence** fournit des indications pour aider le compagnon ou la compagne d'apprentissage à évaluer s'il y a maîtrise de la compétence par l'apprentie ou l'apprenti. À l'aide de ces indications, vous pouvez évaluer si l'apprentissage est complété.

---

# Module 1

## Moteurs à courant alternatif

### PRÉALABLES

- ◊ Savoir lire et écrire.
- ◊ Connaissances de base en mathématiques.
- ◊ Connaissance de la loi d'Ohm.

### PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE

#### A. Participer à l'établissement du diagnostic

Comme compagnon ou compagne d'apprentissage, vous devez montrer à l'apprentie ou l'apprenti comment vérifier les pièces mécaniques et le bâti du moteur.

Vous devez également lui montrer comment effectuer les tests électriques suivants :

- ◊ mégohmmètre (*megger*);
- ◊ comparateur électronique (*surge test*);
- ◊ test 110 volts.

L'apprentie ou l'apprenti devra participer activement à la détermination du problème du moteur. Elle ou il devra également être en mesure d'estimer le temps et la quantité de matériaux requis pour effectuer son travail.

#### B. Préparer les stators et les rotors pour le rebobinage

Vous devez montrer les principaux points à observer lors de la vérification visuelle des pièces à bobiner. Ces points sont :

- ◊ présence de fissures dans la culasse;
- ◊ pattes brisées;
- ◊ fissures dans le bâti;
- ◊ évasements particuliers dans le bobinage.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Vous devez initier l'apprentie ou l'apprenti aux méthodes de recherche de données de bobinage du moteur à partir des filières, des manuels ou des logiciels. Vous devez également lui faire comprendre l'importance de prendre en note le schéma de raccordement. Il est important de lui expliquer comment interpréter la plaque signalétique. Vous devez présenter les différents types de raccordement et les symboles qui s'y rattachent. Vous devez en outre indiquer de noter les renseignements suivants :

- ◊ le nombre et la longueur des câbles;
- ◊ le diamètre du trou des cosses;
- ◊ la longueur des couronnes et le coté des connexions;
- ◊ le nombre d'encoches;
- ◊ la longueur des encoches;
- ◊ le diamètre intérieur ou extérieur du noyau feuilletté;
- ◊ le nombre de groupements;
- ◊ toute autre information ou particularité du bobinage, du bâti, etc.;
- ◊ le nombre de conducteurs;
- ◊ le nombre de fil par conducteur;
- ◊ le calibre des conducteurs (*gauge*);
- ◊ le pas (*pitch*);
- ◊ le nombre de spires (tours).

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre les méthodes appropriées pour enlever le bobinage (*strippage*) selon la situation qui se présente. Vous devez l'initier aux méthodes suivantes :

- ◊ avec un pistolet pneumatique;
- ◊ avec une scie à disque;
- ◊ avec un ciseau à froid;
- ◊ avec un chalumeau oxyacétylénique.

Il apparaît très utile de lui mentionner qu'il est plus facile de retirer le bobinage lorsque le vernis est enlevé. Dans ce cas, vous devez lui dire **d'enlever le collecteur à bague d'un rotor avant un passage au four ou dans la cuve pour éviter de l'endommager**. Dans le cas des statots à bobines préformées, il est utile de conserver une bobine sans trop de déformation pour pouvoir produire un gabarit. La méthode par chalumeau oxyacétylénique pour retirer le bobinage doit n'être utilisée qu'en dernier recours. Il y a en effet des risques importants de provoquer des courts-circuits dans le noyau feuilletté en utilisant cette méthode.

Vous devez indiquer l'importance d'avoir des composantes propres et les méthodes appropriées de nettoyage des composantes.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Vous devez également préciser les principales précautions à prendre lors du nettoyage au jet par microbille (*sans-blast*) :

- ◊ couvrir la plaque signalétique d'un ruban masquant (*duct tape*);
- ◊ envelopper l'arbre et le collecteur à bague;
- ◊ souffler les particules abrasives à jet d'air.

En utilisant le chalumeau oxyacétylénique pour nettoyer les encoches, on risque d'endommager les dents des encoches en les faisant fondre.

Finalement, vous devez lui montrer **comment inspecter les laminations** du noyau feuilleté. L'apprentie ou l'apprenti devra vérifier les zones où il y a des signes de frottement, de trous ou autres possibilités de **points chauds**. En présence de tels signes de dégradation, vous devez lui montrer comment faire **un test de lamination (loop test) à 60 cycles**.

### C. Fabriquer, installer et raccorder les bobines

Il est important de montrer à l'apprentie ou l'apprenti comment choisir les matériaux isolants selon la situation qui se présente. Les facteurs suivants déterminent les choix :

- ◊ classe de l'unité;
- ◊ voltage;
- ◊ type de bâti.

Vous devez également enseigner les méthodes d'isolation des encoches selon les types de bobines utilisés. **Il est primordial de lui indiquer de laisser dépasser les matériaux isolant de l'encoche d'environ  $\frac{1}{8}$  à  $\frac{1}{4}$  de pouce de chaque côté.** Vous devez également lui signaler les situations où le renforcement des isolants à l'aide d'un mylar s'avère nécessaire.

Il importe d'expliquer l'utilisation **de fil ayant le même calibre (gauge) que le fil indiqué dans les spécifications du manufacturier du moteur**. Ce choix est crucial pour conserver les caractéristiques du moteur.

Dans le cas des rotors à barres, vous devez enseigner comment choisir, couper et modeler les barres.

Vous devez montrer comment ajuster et opérer les machines à former les bobines. Il est primordial que l'apprentie ou l'apprenti commence lentement afin de bien aligner le fil dans les encoches du gabarit.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Vous devez également montrer les méthodes appropriées d'installation et d'isolation des bobines selon les cas suivants :

- ◊ stator monophasé;
- ◊ stator triphasé à bobines massées;
- ◊ stator triphasé à bobines préformées;
- ◊ rotor à bobines massées.

Il est important **de fixer ou d'attacher le bobinage de façon appropriée**. La fixation de la bobine doit s'effectuer selon les mesures prescrites. **Il est également essentiel de réaliser les tests électriques avant l'imprégnation**. Vous devez souligner l'importance des tests suivants :

- ◊ test de polarité (pour les monophasés);
- ◊ test de 110 volts;
- ◊ test de court-circuit à la masse (*hi-pot*);
- ◊ test de résistance (pour les monophasés);
- ◊ test de continuité (sonde thermique);
- ◊ test de résistance (sonde thermique).

L'apprentie ou l'apprenti doit consigner les informations de façon précise sur la fiche de travail.

### D. Effectuer des traitements de finition

Comme compagnon ou compagne d'apprentissage, vous devez vous assurer que les travaux de finition soient effectués de façon appropriée.

Vous devez d'abord vous assurer que l'apprentie ou l'apprenti entretient bien ses vernis, c'est-à-dire que :

- ◊ les tests de viscosité soient effectués toutes les semaines;
- ◊ la cuve de vernis soit remplie à capacité;
- ◊ le vernis soit bien brassé avant d'effectuer le test de viscosité;
- ◊ le solvant approprié soit ajouté en quantité nécessaire au vernis.

Il est essentiel de signaler les principales raisons pour lesquelles on imprègne les unités bobinées. Vous devez également lui montrer comment préparer ses unités de façon convenable (condition générale, propreté, etc.). Vous devez indiquer en particulier de :

- ◊ bien masquer les trous filetés des stators;
- ◊ s'assurer de la propreté des composants;
- ◊ préchauffer les composants avant l'imprégnation pour en chasser l'humidité.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Vous devez indiquer qu'il est possible d'omettre cette dernière étape en cas d'urgence si un vernis à base de polyester est utilisé. On doit toutefois vérifier le stator au mégohmmètre de 500 volts et s'assurer que la lecture est infinie. Si cette condition n'est pas obtenue, vous devez lui indiquer de préchauffer le stator. Le stator ou le rotor devra être entre 35 °C et 40 °C après son passage au four.

Vous devez également montrer les techniques appropriées d'imprégnation pour chacune des composantes et de laisser tremper l'unité jusqu'à ce que les bulles d'air à la surface des composants se fassent rares. Il faut s'assurer que les câbles de sortie des stators ne baignent pas dans le vernis. Si cette situation se produit, il faut bien les nettoyer au xylène. Il faut également que la plaque signalétique soit bien nettoyée au xylène. Vous devez montrer les techniques de cuisson des différentes composantes.

Pour le grattage des unités, vous devez indiquer l'importance de signaler toute anomalie avant de gratter les unités. Vous devez lui présenter les outils appropriés selon la pièce à nettoyer. Vous devez lui préciser de manipuler prudemment les câbles de sortie des stators. En ce qui concerne les rotors, vous devez mettre en garde quant à l'utilisation des limes sur l'arbre de rotation.

Il est important de bien nettoyer la pièce au jet d'air après le grattage et de consigner les informations recueillies sur la feuille de travail.

## CONFIRMATION DE L'ATTEINTE DE LA COMPÉTENCE

L'évaluation des apprentissages est importante. Nous vous suggérons les étapes suivantes, pour vous guider dans cette responsabilité.

A. Avant de procéder à l'évaluation des apprentissages du module 1, vous devez vérifier les points suivants :

- ◊ l'apprentie ou l'apprenti a eu suffisamment de temps pour acquérir la compétence visée et rencontrer l'ensemble des conditions et critères d'évaluation inscrits au module 1 du carnet d'apprentissage;
- ◊ elle ou il est capable de rebobiner des stators triphasés à bobines massées (*mush coils*);
- ◊ les composants suivants sont facultatifs pour l'évaluation :
  - stators monophasés;
  - stators triphasés à bobines préformées (*form coils*);
  - rotors à bobines massées.

## **CONFIRMATION DE L'ATTEINTE DE LA COMPÉTENCE (suite)**

- B. Vous et l'apprentie ou l'apprenti devez apposer votre signature dans le carnet.
  - C. Enfin, pour confirmer l'atteinte de la compétence, vous devez vous assurer que la personne qui représente l'employeur appose également sa signature dans le carnet.

## ESPACE RÉSERVÉ POUR REMARQUES, PROPOSITIONS ET SUGGESTIONS POUVANT AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE DE CE MODULE

## Module 2

# Moteurs à courant continu

### PRÉALABLES

- ◊ Savoir lire et écrire.
- ◊ Connaissances de base en mathématiques.
- ◊ Connaissance de base de la loi d'Ohm.

### PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE

#### A. Participer à l'établissement du diagnostic

L'apprentie ou l'apprenti doit participer activement à l'identification du problème du moteur.

Vous devez montrer à l'apprentie ou apprenti comment vérifier les pièces mécaniques et le bâti du moteur.

Vous devez également lui montrer comment effectuer les tests électriques suivants :

- ◊ test de court-circuit à la masse (*hi-pot*);
- ◊ test de chute de potentiel (*drop test*);
- ◊ test au comparateur électronique (*surge test*);
- ◊ test de polarité;
- ◊ test de mégohmmètre (*megger*).

Vous devez notamment lui montrer comment interpréter les résultats des différents tests. Elle ou il devra également être en mesure d'estimer le temps et la quantité de matériaux requis pour effectuer son travail.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

### B. Préparer les stators et les rotors synchrones pour le rebobinage

Vous devez expliquer à l'apprentie ou l'apprenti comment effectuer une vérification visuelle des stators. Il est important de lui indiquer de prendre en note les informations suivantes avant de démonter les bobines :

- ◊ les informations de la plaque signalétique;
- ◊ le nombre de fils de sortie et leur longueur;
- ◊ le diamètre des trous des cosses;
- ◊ le diamètre intérieur du stator;
- ◊ la longueur des pièces polaires (*pole pieces*);
- ◊ les bobinages extérieurs, côté connexion et côté opposé;
- ◊ le type de protection;
- ◊ la résistance d'une des bobines, si possible;
- ◊ la localisation des fils qui vont aux porte-balais;
- ◊ la longueur de ces fils;
- ◊ le schéma de raccordement.

Si les cosses sont marquées, **il est très important de prendre en note les marques. Il est également important de poinçonner et de marquer les pièces polaires et de noter leur numéro selon le schéma de raccordement.** Vous devez indiquer à l'apprentie ou l'apprenti de poinçonner la culasse afin de pouvoir les remonter correctement. Vous devez également lui indiquer l'importance de conserver une bobine témoin afin de pouvoir la reproduire.

Vous devez montrer les méthodes appropriées pour défaire le bobinage. Il est primordial à cette étape d'indiquer de prendre en note des données complémentaires telles le nombre de spires (tours) de la bobine, le nombre de conducteurs en parallèle. L'apprentie ou l'apprenti doit en tout temps de faire approuver les données par le chef d'équipe.

Vous devez lui apprendre les méthodes de fabrication de gabarits (*jigs*), s'il y a lieu. Il est essentiel de lui indiquer de prendre les mesures du cœur du gabarit en tenant compte des facteurs suivants :

- ◊ mesures des pièces polaires;
- ◊ mesures de la bobine témoin;
- ◊ mesures de l'épaisseur d'isolant qui recouvrira la bobine.

Il est utile de conserver le gabarit pour des travaux futurs.

Avant de commencer l'enroulement des bobines, il est utile d'entourer le cœur du gabarit de un ou plusieurs tours de papier afin de faciliter le démoulage de la bobine.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

### C. Fabriquer, installer et raccorder les bobines des stators c.c. et des rotors synchrones

Les méthodes de fabrication sont généralement les mêmes que celles utilisées au module 1. Vous devez montrer à l'apprentie ou l'apprenti les méthodes de fabrication des bobines plus particulières aux moteurs c.c. Il est essentiel de lui enseigner les circonstances où le filage est réutilisé. Vous devez également lui montrer les méthodes d'isolation et d'installation des pièces polaires.

### D. Effectuer des traitements de finition

Les traitements de finition sont généralement semblables à ceux indiqués au module 1. Il y a toutefois des particularités propres aux stators et rotors synchrones. Il est utile de montrer à l'apprentie ou l'apprenti les circonstances où les moteurs sont enroulés et finis à l'époxy.

Il est important de lui préciser de bien prendre les mesures du bobinage pour s'assurer que les dégagements à l'intérieur du stator soient respectés afin d'offrir un espace suffisant pour la fermeture des flasques.

### E. Préparer les induits (armatures) pour le bobinage

La préparation de l'induit (armature) s'effectue comme celui d'un rotor c.a. Il existe toutefois certaines particularités que vous devez indiquer à l'apprentie ou apprenti.

Telle que l'importance de prendre en note les informations suivantes :

- ◊ l'information de la plaque signalétique;
- ◊ le type de soudure;
- ◊ la longueur de la couronne opposée aux connexions;
- ◊ le diamètre du noyau feuilleté;
- ◊ le nombre d'encoches;
- ◊ le nombre de barres du commutateur;
- ◊ le nombre de spires par bobine;
- ◊ le calibre (*gauge*) de fil;
- ◊ le pas (*pitch*);
- ◊ le type de connexion.

Vous devez indiquer l'importance de préciser le nombre de barres et de ne pas hésiter à recompter. Le rôle des bobines mortes (*dead coil*), comment vérifier leur présence et les identifier est aussi important.

## PRÉCISONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Certains induits contiennent des circuits équipotentiels (*equalizers*). Vous devez lui expliquer leur utilité, comment les identifier et l'importance de prendre en note leur nombre.

Vous devez montrer comment inspecter les laminations du noyau feuilleté. L'apprentie ou l'apprenti devra vérifier les zones où il y a des signes de frottement, des trous ou autres possibilités de **points chauds**. En présence de tels signes de dégradation, vous devez lui montrer comment faire **un test de lamination (loop test) à 60 cycles**.

Il est également important de **vérifier le collecteur à segment**. Il arrive souvent que le mica servant à isoler et maintenir les barres de cuivre se comprime dans le temps. Vous devez expliquer comment vérifier le jeu et montrer comment serrer le commutateur.

Pour tous les travaux sur le commutateur, il est important de s'assurer de l'absence de poussière de carbone qui est un bon conducteur électrique. Vous devez montrer à l'apprentie ou l'apprenti comment vérifier et réparer toutes les radiales (*risers*). Vous devez également montrer comment effectuer des tests d'isolation à la masse et d'isolation entre les barres.

### F. Fabriquer, installer et raccorder les bobines et les circuits équipotentiels des induits (armatures)

Vous devez illustrer toutes les étapes de la fabrication, de l'installation et du bobinage des induits. Certains induits ont des supports d'acier sur lesquels s'appuient les couronnes du bobinage et les circuits équipotentiels (*equalizers*). Vous devez montrer les techniques et spécifier les matériaux appropriés d'isolation en fonction du voltage et de la forme des couronnes.

Vous devez indiquer que les circuits équipotentiels (*equalizer*) se connectent habituellement au commutateur. Il existe toutefois des circuits équipotentiels qui sont soudés aux têtes des bobines. Il est important de lui souligner que l'installation des circuits équipotentiels doit s'effectuer en s'assurant de vérifier les éléments suivants :

- ◊ le pas (*pitch*) approprié;
- ◊ une répartition équilibrée des circuits;
- ◊ une isolation appropriée.

Vous devez indiquer l'importance de vérifier le travail effectué par un test d'isolation à la masse en c.c., et de même que l'isolation entre chacun des circuits équipotentiels.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

L'installation des bobines doit se faire selon la séquence notée dans le « *data* ». Ceci est particulièrement vrai dans les cas où les différentes bobines ont un nombre de spires inégal. Vous devez expliquer pourquoi l'installation de la bobine morte doit se faire en dernier.

Vous devez finalement indiquer comment effectuer les soudures et les tests finaux, et mentionner l'importance de couper l'excédent de fil qui sort des radiales (*risers*) pour assurer une meilleure surface de contact avec le fer. Vous devez également indiquer à l'apprentie ou l'apprenti l'importance d'effectuer un test d'isolation à la masse pour l'induit.

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre à effectuer un test au grognard si l'induit n'a pas de circuit équipotentiel. Vous devez lui signaler les principales causes de court-circuit, soit :

- ◊ radiales (*risers*) égratignées;
- ◊ fils inversés;
- ◊ fils qui n'ont pas été insérés dans les bonnes encoches;
- ◊ fils égratignés;
- ◊ barres du commutateur devenues courts-circuits.

L'apprentie ou l'apprenti devra **effectuer les tests barre-à-barre (*bar-to-bar*)**, au comparateur électronique et le **test de court-circuit à la masse (*hi-pot*)** pour détecter la présence de courts-circuits. Il est important de lui signaler d'effectuer les deux tests. En effet, **le test barre-à-barre ne peut détecter les courts-circuits dus à une mauvaise isolation entre les barres en raison de la faiblesse de la tension appliquée au moment du test**. Le test de court-circuit à la masse (*hi-pot*) permet de vérifier s'il y a des fuites de courant au noyau feuilleté. Ces tests permettront de déterminer la nature des courts-circuits.

Il est essentiel de refaire les tests près le soudage de l'induit afin de vérifier la qualité du travail effectué. **Les traitements de finition sont généralement les mêmes que ceux présentés au module 1.**

## **CONFIRMATION DE L'ATTEINTE DE LA COMPÉTENCE**

L'évaluation des apprentissages est importante. Nous vous suggérons les étapes suivantes, pour vous guider dans cette responsabilité :

- A. Avant de procéder à l'évaluation des apprentissages du module 2 vous devez vérifier les points suivants :

  - ◊ l'apprentie ou l'apprenti a eu suffisamment de temps pour acquérir la compétence visée et rencontrer l'ensemble des conditions et critères d'évaluation inscrits au module 2 du carnet d'apprentissage;
  - ◊ elle ou il est capable de rebobiner les composants suivants :
    - stators à courant continu;
    - induits.

B. Vous et l'apprentie ou l'apprenti devez apposer votre signature dans le carnet.

C. Enfin, pour confirmer l'atteinte de la compétence, vous devez vous assurer que la personne qui représente l'employeur appose également sa signature dans le carnet.

## ESPACE RÉSERVÉ POUR REMARQUES, PROPOSITIONS ET SUGGESTIONS POUVANT AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE DE CE MODULE

## Module 3

# Transformateurs

### PRÉALABLES

- ◊ Avoir complété le module 1 ou 2.
- ◊ Connaissance de base de la loi d'Ohm.
- ◊ Connaissance des instruments de mesure.

### PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE

#### A. Établir le diagnostic

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre les différentes tâches liées à l'établissement du diagnostic. Vous devez lui indiquer comment reconnaître les différents types de transformateurs, soit :

- ◊ les transformateurs à sec;
- ◊ les transformateurs à l'huile.

Vous devez également indiquer leur utilité et leurs différents contextes d'application.

Il est important de procéder à une inspection visuelle des boîtiers. Pour les transformateurs à sec, les travaux sont généralement effectués par le département de la mécanique. Pour les transformateurs à l'huile, vous devez préciser l'importance de vérifier les éléments suivants lors de l'inspection visuelle des boîtiers :

- ◊ fuites d'huile;
- ◊ conditions des joints d'étanchéité (*gaskets*);
- ◊ conditions des isolants en porcelaine.

## PRÉCISONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE

Vous devez également lui montrer les différents éléments à vérifier pour établir un diagnostic précis :

- ◊ mégohmmètre (*megger*) ou court-circuit à la masse (*hi-pot*);
- ◊ test de chute de tension (*drop test*);
- ◊ test au comparateur électronique;
- ◊ vérification du ratio des tensions et courants;
- ◊ test de simulation sous charge (court-circuit).

Vous devez signaler à l'apprentie ou à l'apprenti que **le test au comparateur électronique** est très difficile à interpréter. En effet, les résultats peuvent varier selon l'emplacement physique des enroulements.

Pour les transformateurs à l'huile, il apparaît très important d'indiquer à l'apprentie ou l'apprenti d'effectuer un prélèvement d'huile pour **vérifier la présence de biphenyles polychlorés (BPC) avant de démonter le transformateur**. Vous devez lui préciser la toxicité du produit et les précautions à prendre lors de la manipulation de ce produit.

Vous devez indiquer les procédures de démontage de transformateurs. Il est essentiel de montrer les méthodes de démontage des laminations de tête, de même que les techniques de récupération et de filtrage des huiles usées.

L'estimation du coût des travaux doit se faire en collaboration avec le superviseur.

### B. Préparer les transformateurs pour le bobinage

Vous devez montrer à l'apprentie ou à l'apprenti comment préparer les transformateurs au bobinage. Vous devez lui indiquer l'importance de vérifier et de consigner les données liées au bobinage (**data**) du transformateur et signaler en particulier l'importance de vérifier les informations suivantes :

- ◊ nombre de colonnes ou de « galettes »;
- ◊ l'emplacement des hautes et basses tensions;
- ◊ nombre de spires par enroulement;
- ◊ le calibre du fil;
- ◊ le nombre de fils en parallèle.

Il est important d'indiquer de prendre en note **le sens de la rotation des enroulements**. Cette information est particulièrement importante lorsque le transformateur est connecté à d'autres transformateurs.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Il est primordial d'indiquer les principaux types de raccordements, comment les déterminer, et de les noter dans un **schéma de raccordement**.

### C. Fabriquer, installer et raccorder les bobines

Vous devez montrer à l'apprentie ou l'apprenti les principales étapes de la fabrication des bobines pour le transformateur.

Vous devez mentionner l'importance de respecter le calibre du fil dans le bobinage. Le calibre est déterminé en fonction des voltages et du courant. Vous devez l'informer que ces données sont inscrites sur la plaque signalétique. Il est essentiel de bien respecter le nombre de spires dans chacune des bobines du transformateur car ce sont elles qui détermineront les voltages d'entrée et de sortie du transformateur.

Il est particulièrement important d'effectuer les tests électriques suivants :

- ◊ test de court-circuit à la masse;
- ◊ test au comparateur électronique;
- ◊ test de simulation en charge;
- ◊ vérification du ratio de tension et de courant;
- ◊ vérification du sens de rotation des enroulements.

### D. Effectuer les traitements de finition sur les transformateurs à sec

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre toutes les tâches propres à la finition des transformateurs à sec. Cela permet de s'assurer que le travail sur le boîtier a été bien réalisé par les mécaniciens.

### E. Remonter les transformateurs à l'huile

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre toutes les tâches propres à la finition des transformateurs à l'huile. Elle ou il doit vérifier en particulier les points suivants :

- ◊ le nettoyage de la cuve;
- ◊ le nettoyage des peignes (transformateurs à galettes);
- ◊ le nettoyage et la condition des joints d'étanchéité;
- ◊ la condition des isolants en porcelaine;
- ◊ la condition de l'huile.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Il est important d'indiquer à l'apprentie ou l'apprenti les tests de contrôle de qualité pour les transformateurs à l'huile. Elle ou il devra effectuer les tests suivants :

- ◊ test de court circuit à la masse (*hi-pot*) ou mégohmmètre (*megger*);
- ◊ comparateur électronique;
- ◊ ratio de voltage;
- ◊ test de simulation sous charge (test du court-circuit);
- ◊ vérification de la rotation des enroulements.

Vous devez indiquer à l'apprentie ou l'apprenti d'être prudent avec **les isolants en porcelaine. Ces isolants sont très fragiles et doivent être en parfaite condition** pour conserver leur propriété isolante. Il est également important de montrer comment effectuer un test d'étanchéité de la cuve.

## CONFIRMATION DE L'ATTEINTE DE LA COMPÉTENCE

L'évaluation des apprentissages est importante. Nous vous suggérons les étapes suivantes, pour vous guider dans cette responsabilité.

- A. Avant de procéder à l'évaluation des apprentissages du module 3, vous devez vérifier les points suivants :
  - ◊ l'apprentie ou l'apprenti a eu suffisamment de temps pour acquérir la compétence visée et rencontrer **l'ensemble des conditions et critères d'évaluation** inscrits au module 3 du carnet d'apprentissage;
  - ◊ elle ou il est capable de rebobiner des transformateurs à sec. Les transformateurs à l'huile sont facultatifs.
- B. Vous et l'apprentie ou l'apprenti devez apposer votre signature dans le carnet.
- C. Enfin, pour confirmer l'atteinte de la compétence, vous devez vous assurer que la personne qui représente l'employeur appose également sa signature dans le carnet.

## ESPACE RÉSERVÉ POUR REMARQUES, PROPOSITIONS ET SUGGESTIONS POUVANT AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE DE CE MODULE

## Module 4

# Enroulements spéciaux

### PRÉALABLES

- ◊ Avoir complété le module 1 ou 2.
- ◊ Connaissance de base de la loi d'Ohm.
- ◊ Connaissance des instruments de mesure.

### PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE

#### A. Établir le diagnostic

L'apprentie ou l'apprenti doit apprendre les différentes étapes propres à l'établissement du diagnostic sur des enroulements spéciaux.

Vous devez lui expliquer l'importance de vérifier les points suivants lors de l'inspection visuelle d'un électroaimant ou d'un solénoïde :

- ◊ condition du boîtier, s'il y a lieu;
- ◊ vérification des surfaces planes;
- ◊ vérification des enroulements et des connexions.

Vous devez informer l'apprentie ou l'apprenti qu'il arrive fréquemment qu'il n'y ait pas de données (data) sur l'appareil à rebobiner. Vous devez signaler l'importance de prendre en note les renseignements suivants :

- ◊ l'historique de réparation;
- ◊ les problèmes de performance de l'appareil;
- ◊ le contexte d'utilisation;
- ◊ les performances recherchées;
- ◊ l'information inscrite sur la plaque signalétique, s'il y a lieu;
- ◊ le nombre de spires des bobines;
- ◊ le calibre du conducteur;
- ◊ le type de conducteur;
- ◊ le nombre de conducteurs en parallèle;
- ◊ le type d'isolant;
- ◊ le schéma de raccordement.

## PRÉCISIONS SUR LES ÉLÉMENTS DE LA COMPÉTENCE (suite)

Dans le cas des électroaimants, vous devez lui indiquer de noter les résultats des tests suivants :

- ◊ test de court-circuit à la masse (*hi-pot* ou mégohmmètre);
- ◊ test de résistance;
- ◊ test en opération, s'il y a lieu.

### B. Préparer les enroulements pour le bobinage

Généralement, la préparation des enroulements spéciaux pour le bobinage s'effectue de la même façon que dans les modules 1 et 2. Certaines procédures peuvent toutefois varier selon les différents types d'enroulements.

### C. Fabriquer, installer et raccorder les bobines

La fabrication des enroulements se réalise généralement de la même façon que dans les modules 1 et 2. Vous pouvez vous référer à ces modules pour obtenir des précisions. En ce qui concerne l'installation, le raccordement et les tests électriques à réaliser, vous devez indiquer à l'apprentie ou apprenti de se fier aux données recueillies lors de la collecte de données et aux demandes spécifiques du client. Si l'appareil a déjà été réparé, il est possible que certaines données soient erronées; c'est pourquoi il est important de les faire valider par le superviseur d'atelier avant de commencer le travail.

### D. Effectuer les traitements de finition sur les enroulements

Les traitements de finition pouvant varier selon les enroulements à bobiner, nous vous suggérons de vous reporter aux informations recueillies lors de la collecte de données et au contexte d'utilisation.

## **CONFIRMATION DE L'ATTEINTE DE LA COMPÉTENCE**

L'évaluation des apprentissages est importante. Nous vous suggérons les étapes suivantes, pour vous guider dans cette responsabilité.

- A. Avant de procéder à l'évaluation des apprentissages du module 4, vous devez vérifier les points suivants :

  - ◊ l'apprentie ou l'apprenti a eu suffisamment de temps pour acquérir la compétence visée et rencontrer **l'ensemble des conditions et critères d'évaluation** inscrits au module 4 du carnet d'apprentissage;
  - ◊ elle ou il est capable de bobiner des solénoïdes. Les électroaimants sont facultatifs.

B. Vous et l'apprentie ou l'apprenti devez apposer votre signature dans le carnet.

C. Enfin, pour confirmer l'atteinte de la compétence, vous devez vous assurer que la personne qui représente l'employeur appose également sa signature dans le carnet.

## ESPACE RÉSERVÉ POUR REMARQUES, PROPOSITIONS ET SUGGESTIONS POUVANT AMÉLIORER L'APPRENTISSAGE DE CE MODULE