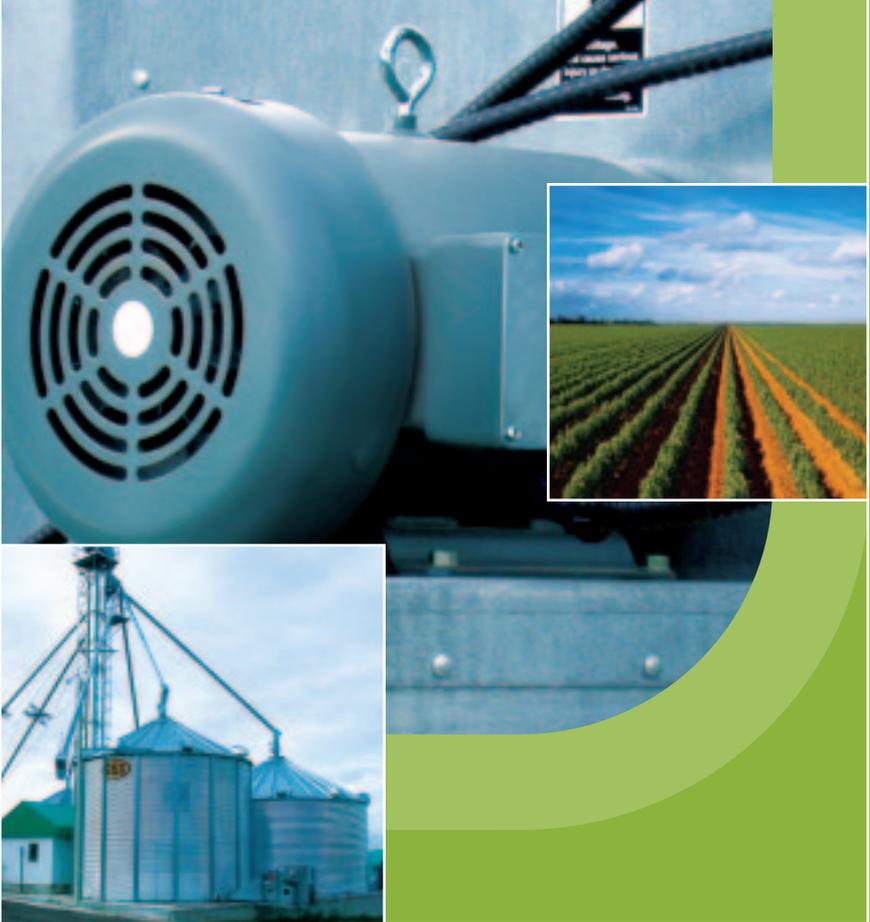
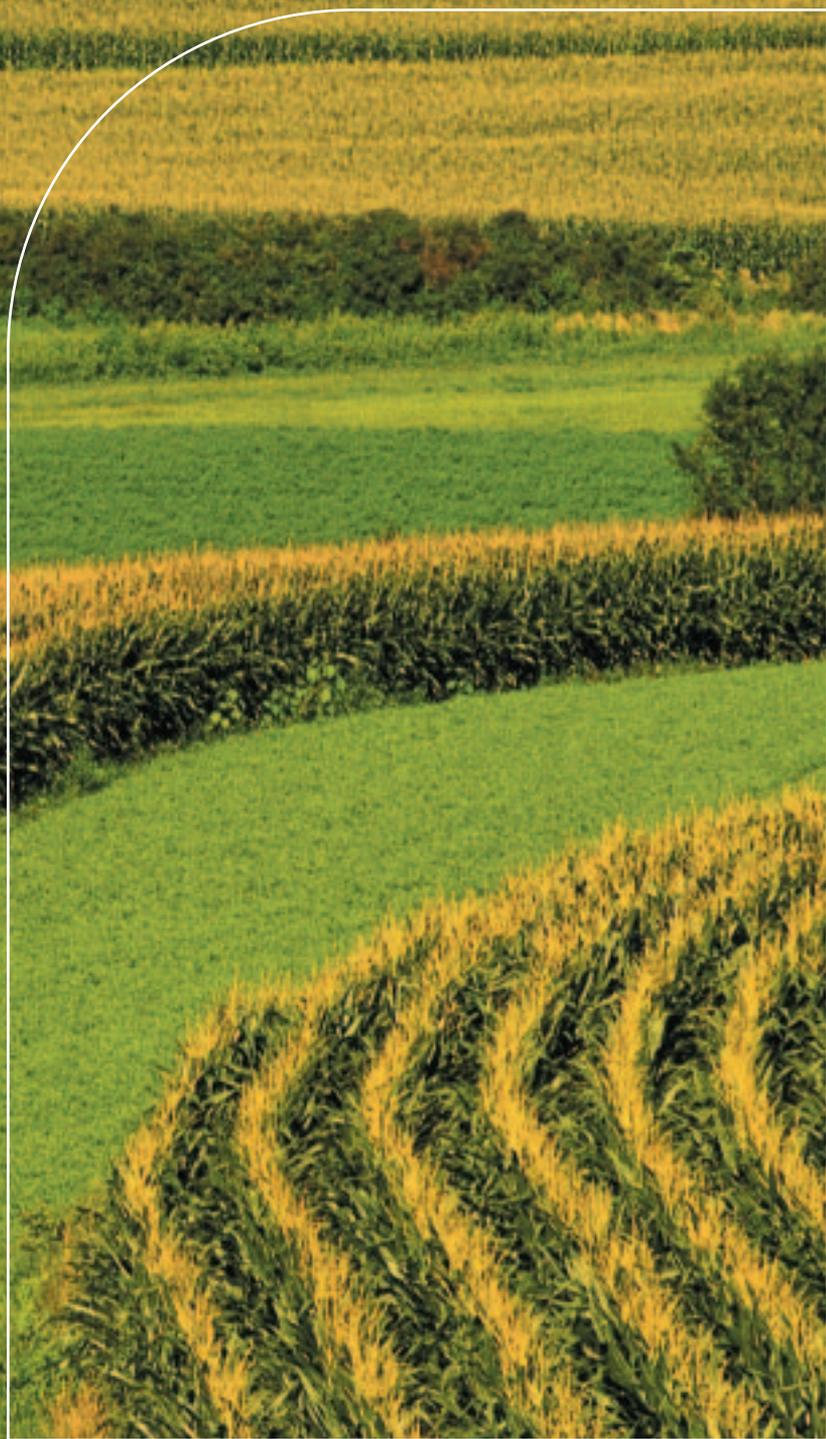


# Sélection et utilisation des moteurs électriques efficaces à la ferme





# Table des matières

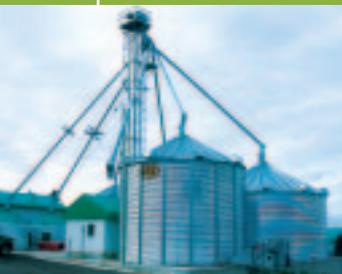
Introduction .....	2
Les usages multiples des moteurs en milieu agricole .....	3
L'installation type moteur-application .....	4
Le choix du moteur électrique efficace	
L'application visée .....	8
Le rendement du moteur .....	10
L'environnement .....	12
Les types de moteurs .....	14
La plaque signalétique .....	16
L'installation électrique à la ferme .....	18
Réduire les frais d'énergie liés à l'utilisation des moteurs électriques	
Les moteurs efficaces .....	20
Un cas pratique – calcul sur une courbe .....	22
Un second cas pratique – calcul au moyen de formules .....	25
L'entretien des moteurs .....	26
Recherche de défauts .....	28
Le rôle des divers intervenants .....	29
Qui fait quoi ? - Aide-mémoire .....	30
Conclusion .....	31

# Introduction

Les technologies occupent désormais une place très importante dans le secteur de l'agriculture. En effet, l'électrification, tout comme la mécanisation, ont permis à l'agriculture de réaliser des progrès importants.

Depuis plusieurs années, le nombre d'exploitations agricoles tend à décroître. En parallèle, on assiste à une augmentation de leur taille et à une concentration de la production ; ce qui accroît la mécanisation et les besoins en électricité. Sur une ferme, plus de la moitié de l'électricité consommée sert à faire fonctionner des moteurs. Les applications, telles que la réfrigération du lait, la ventilation mécanique dans les bâtiments d'élevage, la manutention et le séchage des grains, la préparation de rations d'alimentation et la manutention des fumiers, notamment, sont toutes des activités qui nécessitent des moteurs électriques.

Voilà pourquoi Hydro-Québec veut sensibiliser les producteurs agricoles aux avantages d'utiliser des moteurs électriques efficaces à la ferme. Elle vient ainsi combler un besoin en matière d'information dans le domaine. Dans un contexte de vive concurrence, les producteurs agricoles désireux d'améliorer le rendement de leur entreprise et leur rentabilité auront avantage à lire ce qui suit. En leur donnant toute l'information sur les divers types de moteurs électriques, leurs principales applications, leur installation, les coûts divers et leur entretien, cette publication facilitera leur prise de décision. Elle les aidera à faire le choix d'un moteur électrique efficace en fonction du type, de sa classe et de sa puissance.



# Les usages multiples des moteurs en milieu agricole

L'industrie agricole fait une large utilisation des moteurs électriques. On en retrouve notamment en grand nombre dans les élevages bovins, porcins et avicoles, trois productions importantes au Québec, où les besoins en ventilation sont considérables.

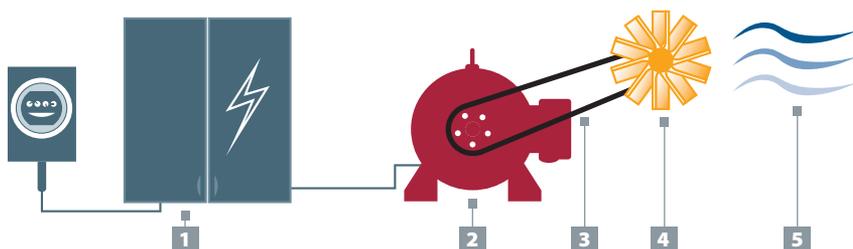
Cependant, comme le montre le tableau ci-dessous, les moteurs électriques trouvent plus d'une dizaine d'applications tant dans les diverses productions animales que végétales.

## Applications pour lesquelles un moteur est nécessaire

Applications visées	Productions animales							Productions végétales						
	Bovins laitiers	Porcs	Volailles et œufs	Bovins de boucherie	Chevaux	Ovins	Apiculture	Céréales, oléagineux, protéagineux	Fourrages	Légumes	Fruits	Cultures abritées	Acériculture	Horticulture ornementale
Ventilation	■	■	■	■	■	■				■	■	■		
Pompage de l'eau	■	■	■	■	■	■		■		■	■	■	■	■
Préparation et distribution de nourriture	■	■	■	■	■	■								
Séchage								■	■					
Manutention des grains								■						
Conservation										■	■			■
Réfrigération	■													
Centrifugation														■
Évacuation de fumier et de lisier	■	■	■	■	■	■								
Conditionnement postproduction								■		■	■		■	
Manutention et emballage									■	■		■		

# L'installation type moteur-application

Pour être en mesure de choisir le moteur approprié à la tâche et d'effectuer son entretien correctement, il est important de connaître le cycle normal de fonctionnement d'une installation type moteur-application.



Plusieurs éléments entrent en jeu dans une telle installation : l'alimentation électrique, le moteur, le mode d'entraînement, l'application et l'objectif visé.

## 1 L'alimentation électrique

Habituellement, Hydro-Québec fournit l'électricité aux fermes en alimentation monophasée à des tensions de 120/240 volts, ou encore en alimentation triphasée à 347/600 volts (si disponible). La fréquence du réseau est de 60 hertz.



## 2 Le moteur électrique

Le moteur électrique transforme cette électricité en énergie mécanique. La tension indiquée sur la plaque signalétique des moteurs est légèrement inférieure aux tensions d'alimentation afin de tenir compte de la chute de tension inhérente aux câbles d'alimentation (115, 230 et 575 volts).



### 3 L'entraînement

L'entraînement (arbre, courroie, chaîne de transmission, boîtier de transfert) transmet l'énergie mécanique du moteur à l'application visée (ventilateur, pompe, etc.). On augmente le rendement du système si l'on maintient en bon état tous les composants qui se situent entre l'arbre du moteur et la charge à entraîner.



### 4 L'application

L'application est le dispositif qui effectue le travail. Il peut s'agir, entre autres, d'un convoyeur, d'un ventilateur ou d'une pompe à eau. C'est là qu'on peut réaliser les économies les plus substantielles. Plus l'application est efficace, plus l'ensemble moteur-application aura un rendement élevé.



### 5 L'objectif visé

L'objectif visé, c'est le résultat que vous cherchez : le transport du fourrage, l'évacuation de l'air vicié d'un bâtiment, l'approvisionnement en eau, etc.



# Le choix du moteur électrique efficace



# Le choix du moteur électrique efficace

Au moment d'acheter ou de remplacer un moteur électrique, vous devez vérifier avec un maître électricien ou avec un spécialiste qualifié que le type de moteur conviendra à l'application visée, qu'il pourra fonctionner dans l'environnement auquel vous le destinez, et que l'installation électrique est en mesure de supporter la nouvelle charge.

## L'application visée

L'application est un élément déterminant dans le choix d'un moteur électrique efficace. C'est elle qui définira précisément les caractéristiques techniques du moteur et qui vous permettra d'obtenir un rendement élevé. L'application impose au moteur une charge caractérisée par un couple, une vitesse et un profil. Le profil de charge renseigne sur le niveau de couple au démarrage et à plein régime que requiert l'application. En effet, certaines applications demandent un couple important au démarrage. Il est donc important de choisir le moteur en fonction de ces critères.



**Pour bien comprendre la relation entre la puissance d'un moteur, son couple et sa vitesse, il est important de savoir que :**

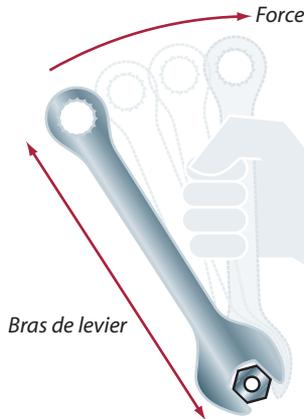
- La puissance mécanique nominale d'un moteur s'exprime en kilowatts (kW). Le terme anglais horsepower (HP) est souvent utilisé. La relation entre les deux unités de mesure est la suivante :

$$\text{Puissance (kW)} = \text{Puissance (HP)} \times 0,746$$

Cette puissance sert à quantifier le travail accompli par un moteur durant une période déterminée.

- Deux facteurs importants déterminent la puissance : le couple et la vitesse.
- Le couple est la force servant à produire une rotation. On l'exprime souvent en livres-pied (lb-pi) ou en newtons-mètre (N.m). En règle générale, le couple varie avec la vitesse, le type de moteur et sa conception.
- Le couple se compare à la force qu'on exerce sur une clé de bras de levier pour serrer un boulon.

$$\text{Couple} = \text{Force} \times \text{Bras de levier}$$



- Habituellement, on exprime la vitesse d'un moteur en tours-minute (tr/min).
- L'équation suivante permet de relier la puissance, la vitesse et le couple :

$$\text{Puissance (HP)} = \frac{\text{Vitesse (tr/min)} \times \text{Couple (lb-pi)}}{5,252}$$

## Le rendement du moteur

Votre fournisseur d'équipement agricole ou le marchand spécialisé qui vend des moteurs sont en mesure d'évaluer le profil de charge en fonction de l'application visée et d'y faire correspondre le type de moteur approprié. Il est important que le moteur soit assez puissant pour l'application, mais pas trop puissant afin de minimiser les pertes. Pour obtenir un rendement optimal, le niveau de charge idéal doit correspondre à environ 75 % de la puissance nominale du moteur. Il est donc important de choisir le moteur approprié au travail à effectuer. Un moteur mal dimensionné affichera un rendement moindre.



### **Un moteur d'une puissance trop faible pour l'application**

Si la puissance du moteur est trop faible pour la charge à entraîner, le moteur fonctionnera en surcharge. Voilà pourquoi il faut éviter de choisir un moteur en fonction de ses limites de charge. Si la charge imposée au moteur correspond à 100 % de sa puissance, la marge permettant de répondre à une surcharge est très faible. Par conséquent, la protection thermique du moteur entrera souvent en action pour l'arrêter. Un facteur de service de 1,15, par exemple, signifie que le moteur peut répondre à une surcharge de 15 %, mais cela ne veut pas dire qu'il peut fonctionner de façon continue à 115 % de sa puissance.

Pour ce qui est des moteurs existants, consultez un maître électricien ; il mesurera la puissance utilisée pour connaître le niveau de charge des moteurs. Cette mesure, effectuée quand le moteur est en charge, permet d'évaluer le pourcentage de la puissance maximale que le moteur développe et vous indiquera s'il est en surcharge ou non.

### **Un moteur trop puissant pour l'application**

Le rendement d'un moteur trop puissant pour l'application à entraîner diminuera car le moteur ne travaillera pas dans sa plage de rendement optimale. Dans le cas d'un moteur électrique, le rendement diminue rapidement quand la charge est inférieure à 50 % de sa puissance

nominale. Les frais de fonctionnement d'un moteur qui roule à faible charge seront plus élevés parce qu'il subira des pertes plus importantes. La puissance utilisée sera donc plus grande que dans le cas d'un moteur roulant à charge optimale et effectuant le même travail. Par exemple, un moteur de 1 HP monté sur un ventilateur subissant une charge de 1/4 HP (25 % de charge) aura un rendement inférieur à un moteur de 1/4 HP à pleine charge pour la même application.

### **Le facteur de puissance**

- *Dans toute installation où l'on alimente des moteurs électriques, la puissance électrique totale correspond à la puissance apparente S (kVA) et se décompose en deux éléments : la puissance active P (kW), qui produit le travail (pompage, ventilation) et les pertes (chaleur, friction) et la puissance réactive Q (kVAR), nécessaire à l'excitation magnétique du moteur. Le facteur de puissance s'exprime par la formule suivante :*

$$FP = \frac{P}{S}$$

- *Pour améliorer le facteur de puissance, il est important de bien choisir la puissance du moteur. Plus la puissance du moteur se rapprochera de la valeur de la charge à entraîner, meilleur sera le facteur. L'ensemble des moteurs électriques et des charges produisent le facteur de puissance global de votre installation agricole.*

### **Saviez-vous que...**

*La plupart des entreprises agricoles du Québec n'ont pas à couvrir les frais liés au facteur de puissance quand il est inférieur à 0,9. Elles ne paient pas en fonction de leur facteur de puissance, mais plutôt en fonction de l'énergie consommée (en kWh) et, dans certains cas, de la puissance maximale appelée (en kW). N'oubliez pas qu'un moteur électrique bien dimensionné pour la tâche à accomplir sera plus efficace et contribuera à maintenir votre facteur de puissance à la valeur idéale.*

### La poussière, l'humidité et l'air vicié

À la ferme, on utilise souvent les moteurs électriques dans des conditions très difficiles. La poussière, l'humidité et l'air vicié influent sur le fonctionnement du moteur. Les fabricants ont mis au point certains types d'enveloppes qui résistent à ces diverses conditions. Le tableau qui suit présente les moteurs en fonction de leur type d'enveloppes, de l'environnement dans lequel ils peuvent fonctionner et du type d'applications qu'ils entraînent.

#### Les types d'enveloppes des moteurs électriques

Type de moteur	
<p><b>Moteur abrité (<i>Open Drip Proof</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Moteur électrique ouvert construit de façon telle que les gouttes de liquide ou les particules solides qui l'atteignent verticalement ou à un angle avec la verticale pouvant aller jusqu'à 15° ne puissent nuire à son fonctionnement. Un ventilateur fait passer l'air à travers les parties internes du moteur.</li></ul>	<p><b>Environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Sec et propre, sans poussière</li></ul> <p><b>Exemples d'applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Pompe à vide du système de lactoduc</li></ul>
<p><b>Moteur fermé autoventilé (<i>Totally Enclosed Fan Cooled</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Moteur électrique fermé refroidi au moyen d'un ventilateur monté sur son arbre de transmission et soufflant l'air extérieur sur l'enveloppe extérieure du moteur.</li></ul>	<p><b>Environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Poussière, humidité et air vicié</li></ul> <p><b>Exemples d'applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Vis à grain, rouleuse, convoyeur, monte-balles, système d'alimentation</li></ul>
<p><b>Moteur fermé à circulation d'air (<i>Totally Enclosed Air Over</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Moteur muni d'une enveloppe complète, sans orifices de ventilation, empêchant tout échange entre atmosphères intérieure et extérieure. Le refroidissement du moteur est assuré par l'air forcé qui circule autour de l'enveloppe.</li></ul>	<p><b>Environnement</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Poussière, air vicié <i>Note : Éviter les milieux clos</i></li></ul> <p><b>Exemples d'applications</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>■ Système de ventilation des bâtiments</li></ul>

## La température ambiante

Voici un autre paramètre dont il faut tenir compte au moment d'acheter un moteur électrique. Comme vous pouvez le constater dans le tableau qui suit, la température ambiante influe sur le choix de la classe d'isolation des enroulements d'un moteur.

### Température maximale des enroulements d'un moteur d'une durée de vie de 20 000 heures à une température ambiante maximale de 40 °C

Classe d'isolation	Température maximale
A	105 °C
B	130 °C
F	155 °C
H	180 °C

Même si les classes B et F sont d'un usage courant, l'utilisation d'un moteur de classe d'isolation supérieure permet d'obtenir une marge de sécurité pour les cas où le moteur travaille en surcharge, à une température constante avoisinant les 40 °C et subit des départs et des arrêts fréquents.

## Les types de moteurs

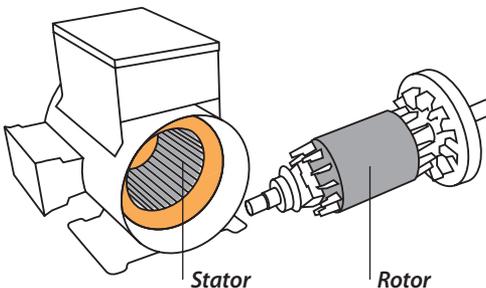
La majorité des moteurs qu'on trouve à la ferme sont monophasés à induction. Ce sont des moteurs électriques à courant alternatif conçus pour fonctionner avec un courant alternatif à phase unique. On les utilise lorsqu'on ne dispose pas d'alimentation triphasée, ce qui représente environ 75 % du réseau d'Hydro-Québec en milieu rural. L'alimentation monophasée permet d'utiliser des moteurs dans une gamme de puissances maximales d'environ 10 HP. La limite de puissance dépend surtout du courant d'appel au démarrage qui peut représenter entre sept et dix fois le courant nominal du moteur.

### Répartition des réseaux monophasé et triphasé en milieu rural

Type de réseau	Tension d'alimentation (volts)	% du réseau en milieu rural	Moteur
Réseau monophasé	120/240	75	Monophasé à induction à cage d'écureuil
Réseau triphasé	600	25	Triphasé à induction à cage d'écureuil

### Le moteur monophasé à induction

Le moteur monophasé à induction possède une partie interne fixe, le stator, dans laquelle on a inséré une partie mobile, le rotor. Le champ magnétique développé par ces deux parties produit un mouvement de rotation du rotor et un couple. Pour démarrer, ce type de moteur requiert l'aide d'un condensateur, habituellement placé dans un petit boîtier sur l'enveloppe du moteur. Les vitesses synchrones types vont de 1800 à 3600 tr/min. On peut utiliser ce type de moteur pour les charges constantes, comme les convoyeurs, et les charges variables, comme les ventilateurs.



## Les principaux types de moteurs monophasés à induction

Type de moteurs	Puissance (HP)	Rendement (%) *	Application
À induction à résistance de démarrage	Entre 1/20 et 1/3	Inférieur à 60	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ventilateur</li><li>■ Pompe centrifuge</li></ul>
À déphasage permanent à condensateur	Entre 1/8 et 10	Entre 50 et 85	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Ventilateur</li><li>■ Pompe centrifuge (vitesse variable)</li></ul>
À induction à condensateur de démarrage	Entre 1/8 et 10	Entre 50 et 80	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Compresseur</li><li>■ Convoyeur</li></ul>
À induction à condensateur permanent	Entre 1/2 et 10	Entre 50 et 85	<ul style="list-style-type: none"><li>■ Convoyeur</li><li>■ Pompe à vacuum</li></ul>

\* Le rendement est maximal et correspond à la puissance maximale spécifiée.

## Le moteur triphasé à induction

Dans les exploitations agricoles desservies par un réseau de distribution triphasée, on pourra utiliser ce type de moteur dans des gammes de puissances plus importantes : entre 1 et 100 HP. C'est pourquoi, on remarquera que les centres de grains et les meuneries sont toujours desservis par un réseau triphasé, car on y utilise des moteurs de grande puissance. Le moteur triphasé à induction se caractérise par une grande robustesse, une fiabilité éprouvée et un entretien minimal. Sa vitesse de rotation synchrone se situe habituellement entre 1800 et 3600 tr/min.



Moteurs de 15 à 50 HP sur une pompe agitatrice de lisier de vache

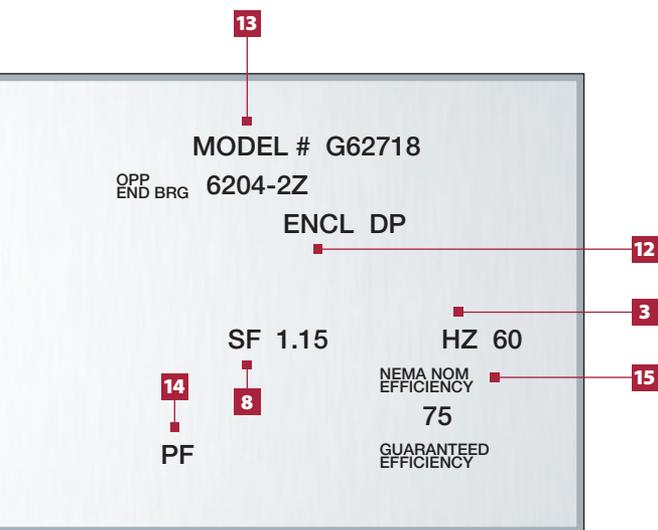
## La plaque signalétique

Si vous êtes sur le point d'acheter un moteur électrique efficace, il est important de consulter la plaque signalétique qui se trouve sur l'enveloppe du moteur. Cette plaque vous renseigne sur les caractéristiques techniques du moteur, son type d'alimentation, sa température ambiante de fonctionnement et vous donne une foule d'autres données nécessaires pour effectuer le bon choix.

	CATALOG # G6271				
	SHAFT END BRG	6206-2Z			
11	FR 184T				TYPE DM
4	PH 1	MAX AMB	40	°C ID#	E06-G62718A-M
7	INSUL CLASS	F	DUTY CONT.	WT	
1	HP 5.0			RPM	1740
5	VOLTS	230			
6	AMPS	22.0			
9	SF AMPS	24.5			

### Interprétation d'une plaque signalétique

- |   |                |  |
|---|----------------|--|
| 1 | HP             | Puissance nominale du moteur en HP<br>1 HP = 746 watts   |
| 2 | RPM            | Vitesse de rotation nominale du moteur en tr/min.  |
| 3 | HZ             | Fréquence d'utilisation pour laquelle le moteur est conçu.   |
| 4 | PH             | Nombre de phases de l'alimentation électrique<br>PH 1 = monophasée; PH 3 = triphasée   |
| 5 | VOLTS          | Tension nominale pour laquelle le moteur est conçu.<br>Il est possible d'alimenter certains moteurs à deux niveaux de tension différents selon le branchement. |
| 6 | AMPS           | Courant nominal du moteur. Dans ce cas-ci, le moteur aura un courant nominal de 22 ampères.  |
| 7 | INSUL<br>CLASS | Classe d'isolation du moteur. Le code F, par exemple, indique que le moteur peut supporter une température maximale de 155 °C à l'intérieur de son enveloppe.  |



- |           |                     |   |
|-----------|---------------------|---|
| <b>8</b>  | SF                  | <i>Service Factor</i> ou Facteur de service. Le nombre 1,15 précise que le moteur peut supporter une surcharge égale à 115 % de sa puissance nominale pour de courtes périodes de temps sans surchauffer. |
| <b>9</b>  | SF AMPS             | Courant admissible selon le facteur de service du moteur.   |
| <b>10</b> | MAX AMB             | Indique la température ambiante maximale.   |
| <b>11</b> | FR                  | Type de châssis pour la fixation du moteur. Habituellement normalisé selon la <i>National Electrical Manufacturers Association (NEMA)</i> .   |
| <b>12</b> | ENCL                | Type d'enveloppe du moteur. Dans ce cas-ci, il s'agit d'une enveloppe de moteur abrité.   |
| <b>13</b> | MODEL #             | Numéro de modèle pour référence du fabricant.   |
| <b>14</b> | PF                  | Facteur de puissance.   |
| <b>15</b> | NEMA NOM EFFICIENCY | Rendement du moteur à charge nominale selon les normes de la NEMA.  |

## L'installation électrique à la ferme



Pour vous assurer que l'installation électrique de votre exploitation agricole est conforme et peut répondre aux besoins additionnels en force motrice, nous vous recommandons de consulter un maître électricien. Il vous dira si la tension d'alimentation et le nombre de phases conviennent à l'installation que vous prévoyez effectuer et si le câblage peut soutenir la hausse de courant. Si toutefois votre installation est chargée à pleine capacité, elle pourrait nécessiter des travaux pour répondre aux besoins additionnels de puissance.

### Saviez-vous que...

*Le rendement des moteurs monophasés n'est pas encore réglementé. On trouve donc sur le marché de nombreux moteurs peu efficaces. Toutefois, la plupart des fabricants, soucieux des besoins de leurs clients, ont mis au point des gammes de moteurs mieux construits et plus efficaces. Exigez-les !*

# Réduire les frais d'énergie liés à l'utilisation des moteurs électriques



# Réduire les frais d'énergie liés à l'utilisation des moteurs électriques

## Les moteurs efficaces

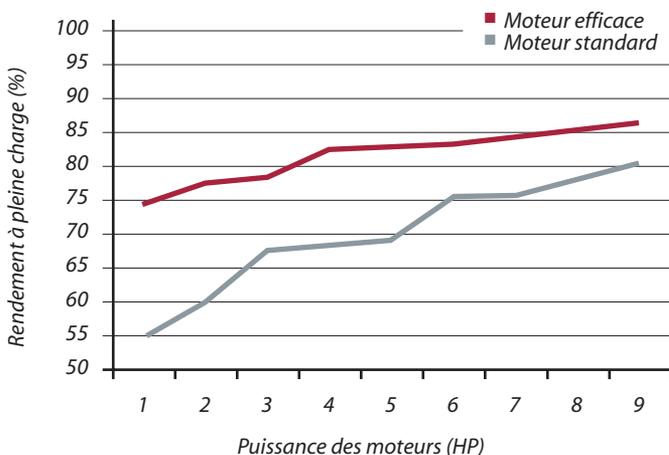
### Le rendement des moteurs

Le rendement des moteurs électriques influe directement sur les frais d'énergie liés à leur utilisation. On définit ce rendement par la formule suivante :

$$\text{Rendement \%} = \frac{\text{Puissance mécanique à l'arbre du moteur}}{\text{Puissance électrique utilisée}} \times 100$$

Plus un moteur est efficace, moins il consomme d'énergie pour le même travail. Un moteur efficace coûtera entre 10 et 40 % plus cher selon le type et la puissance. La différence entre la puissance électrique et la puissance mécanique se perd en chaleur dans le moteur. Le rendement dépend du facteur de charge du moteur, soit le niveau de puissance que requiert la charge par comparaison avec la puissance du moteur. Le graphique ci-dessous présente des niveaux de rendement types pour des moteurs monophasés à induction standards et efficaces.

**Rendement des moteurs monophasés à induction en fonction de la puissance**

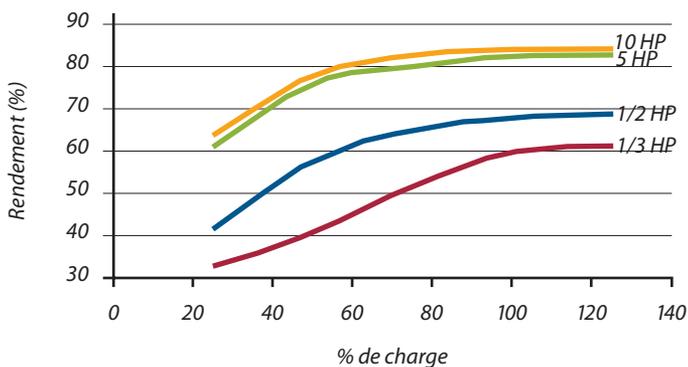


On maximise ce rendement quand le facteur de charge est supérieur à 75 %. Il existe une méthode d'évaluation du facteur de charge. On mesure la tension et le courant simultanément au moyen d'un wattmètre pour obtenir la puissance (la mesure du courant seul n'est pas suffisante). On applique alors la formule suivante :

$$\text{Facteur de charge} = \frac{\text{Puissance mesurée}}{(\text{HP} \times 0,746 / \text{rendement})^*} \times 100$$

\* Rendement à pleine charge tiré de la plaque signalétique ou de la notice du fabricant.

### Rendement typique de moteurs en fonction de la charge



Pour les moteurs existants, le maître électricien peut déterminer leur niveau de charge imposé en mesurant la puissance électrique utilisée. Cette mesure, effectuée quand le moteur est en charge, permet d'évaluer le pourcentage de la puissance maximale que le moteur développe. Cette mesure indique si le moteur est en surcharge ou non.

On peut réaliser d'importantes économies d'énergie selon le type de moteur et la charge à entraîner. De même, les conditions d'exploitation de la charge auront un effet majeur sur le rendement global du système. Le rendement d'un ventilateur, par exemple, peut varier grandement selon son design, et cela, pour la même envergure de pales.

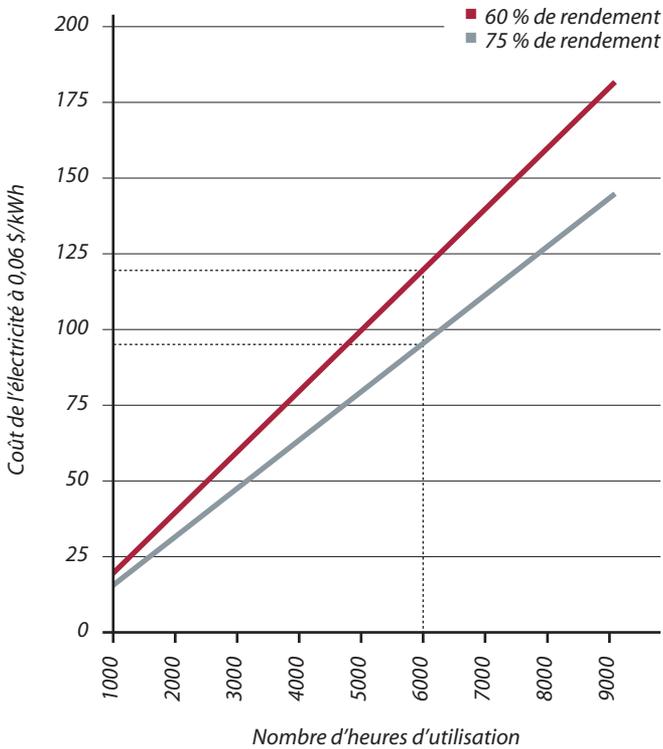
## Un cas pratique – calcul sur une courbe

L'utilisation de moteurs électriques efficaces peut entraîner des économies appréciables pour une entreprise agricole, comme le démontre l'exemple qui suit. Imaginons un producteur qui planifie la construction d'un nouveau poulailler nécessitant quelque 30 moteurs de ventilateur de 1/3 HP. Ces ventilateurs doivent fonctionner continuellement à 80 % de la charge nominale pendant une période équivalant à 250 jours. Son fournisseur lui propose d'utiliser des moteurs efficaces en lui faisant valoir leurs avantages. Un peu réticent, il se lance dans un savant calcul pour s'assurer qu'il ne fait pas une mauvaise affaire. Voici les données qui serviront au calcul :

Renseignements divers	Mise en situation	
	Moteur standard	Moteur efficace
Puissance (HP)	1/3	1/3
Rendement (%)	60	75
Utilisation (h/an)	6000	6000
Facteur de charge	0,8	0,8
Coût (\$/kWh)	0,06	0,06
Coût d'achat (\$)	110	125

Dans notre exemple, le moteur standard de 1/3 HP à un rendement de 60 % coûte environ 119 \$ d'énergie par an. Pour ce qui est du moteur efficace dont le rendement est de 75 %, il coûte environ 95 \$ par an en électricité. Même s'il coûte 15 \$ de plus à l'achat, le moteur efficace fait économiser 24 \$ par an au producteur. Le graphique qui suit vous permettra de trouver le coût de l'électricité d'un moteur électrique de 1/3 HP à 80 % de sa charge nominale en fonction du nombre d'heures d'utilisation par an.

**Coût de l'électricité d'un moteur électrique de 1/3 HP à 80 % de sa charge nominale en fonction du nombre d'heures d'utilisation par an**



À l'aide de ce graphique, il suffit de tracer une ligne verticale à partir du nombre d'heures d'utilisation par année du moteur électrique jusqu'à la rencontre de la courbe de rendement correspondant au moteur. À partir de ce point de rencontre, tracez une ligne horizontale vers la gauche, ce qui déterminera le coût d'utilisation annuel d'un moteur de 1/3 HP.

## La période de récupération de l'investissement

La période de récupération de l'investissement se définit donc comme suit :

$$\frac{\text{Coût additionnel à l'achat}}{\text{Économies annuelles}} = \frac{15}{24} = 0,6 \text{ an ou 7 mois}$$

Grosso modo, le producteur rentabilisera le moteur en sept mois. Dans ce cas précis, le choix d'un moteur efficace se révèle un bon investissement. En effet, en plus de permettre au producteur de rentabiliser sa dépense en sept mois, le moteur lui fera économiser 24 \$ chaque année de sa vie utile. Étant donné que la construction du poulailler nécessite 30 moteurs, on parle d'économies appréciables de plus de 700 \$ par an.

## Un second cas pratique – calcul au moyen de formules

Un producteur laitier doit remplacer un moteur de pompe à vide sur son système de traite. Le moteur a une puissance de 5 HP et fonctionne 6 heures par jour à 80 % de sa charge nominale ; cela comprend les deux traites et le temps de lavage et de rinçage du lactoduc. Son fournisseur lui offre deux choix de moteurs possibles pour cette application dont les caractéristiques sont énumérées dans le tableau ci-dessous.

Renseignements divers	Mise en situation	
	Moteur standard	Moteur efficace
Puissance (HP)	5	5
Rendement (%)	80	86,5
Utilisation (h/an)	2190	2190
Facteur de charge	0,8	0,8
Coût (\$/kWh)	0,06	0,06
Coût d'achat (\$)	435	520

$$\text{Économies annuelles} = HP \times 0,746 \times t \times FC \times C \times \left( \frac{100}{EFF_{STD}} - \frac{100}{EFF_{HR}} \right)$$

où      HP : Puissance du moteur en HP  
           t : Nombre d'heures d'utilisation par an  
           FC : Facteur de charge  
           C : Coût de l'électricité (\$/kWh)  
            $EFF_{STD}$  : Rendement du moteur standard (%)  
            $EFF_{HR}$  : Rendement du moteur efficace (%)

$$\text{Économies annuelles} = 5 \times 0,746 \times 2190 \times 0,8 \times 0,06 \times \left( \frac{100}{80} - \frac{100}{86,5} \right)$$

$$\text{Économies annuelles} = 36,86 \$$$

### La période de récupération de l'investissement

La période de récupération de l'investissement se définit donc comme suit :

$$\frac{\text{Coût additionnel à l'achat}}{\text{Économies annuelles}} = \frac{85}{36,86} = 2,3 \text{ ans}$$

# L'entretien des moteurs

Les moteurs sont des pièces d'équipement très fiables qui nécessitent peu d'entretien. Toutefois, il est important d'assurer un entretien minimal pour en prolonger la durée de vie et éviter des bris ou une usure prématurée.

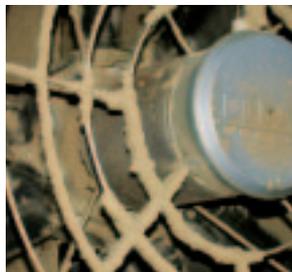
Nous vous suggérons d'observer les recommandations suivantes :

- Maintenez le moteur propre en enlevant la poussière à la surface de l'enveloppe. Cela facilite la dissipation de la chaleur et permet d'abaisser la température de fonctionnement du moteur.

**Attention !** *N'utilisez jamais d'eau pour effectuer cette tâche à moins que le fabricant ne le recommande.*



- Nettoyez les pales des ventilateurs et les volets pour améliorer le rendement des moteurs quant à la consommation d'électricité et à l'efficacité de la ventilation. Vous éviterez les problèmes liés à la vibration sur l'arbre et à l'usure des roulements et vous augmenterez le débit d'air par unité de puissance utilisée.



- Entretenez et réglez correctement les organes de transmission de la puissance (tension des courroies, notamment) pour éviter les bris de roulements qui sont les défauts les plus courants sur les moteurs électriques. Après un certain nombre d'heures, la courroie et la poulie du moteur s'usent, ce qui entraîne une diminution de la friction et un glissement de la courroie sur la poulie. Le seul fait d'augmenter la tension de la courroie sur la poulie pour diminuer le glissement augmentera la pression sur les roulements et entraînera une usure



prématurée. Quand la poulie et la courroie sont usées, voyez à les remplacer. Si vous devez remplacer une courroie en V standard, vous devriez considérer l'achat d'une courroie en V dentelée ; elle est plus efficace et permet de réaliser des économies de l'ordre de 5 %.

- Tentez de déceler les bruits anormaux pouvant provenir d'un roulement défectueux ou des vibrations des fixations du moteur sur son support. Dans le premier cas, il faut changer le roulement, dans le second, il faut resserrer les boulons de fixation.



- Lubrifiez les roulements selon les recommandations du fabricant. Toutefois, la plupart des moteurs dont la puissance est inférieure à 10 HP possèdent des roulements scellés qui n'ont pas besoin d'être lubrifiés.



- Alignez les entraînements. En raison de la friction entre les composants, un mauvais entraînement entre la poulie du moteur et la poulie du système à entraîner réduit la puissance et use les roulements.

Pour terminer, nous vous suggérons d'établir un dossier portant sur l'historique du moteur et sur son programme d'entretien ou de réparation. Cela vous permettra de mieux cerner les causes de dysfonctionnement.

# Recherche de défauts

Symptômes	Causes possibles	Solutions possibles
Le moteur ne démarre pas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le fusible est grillé.</li> <li>■ Le disjoncteur s'est déclenché.</li> <li>■ L'interrupteur est ouvert.</li> <li>■ Les fils de branchement sont endommagés ou coupés.</li> <li>■ Le moteur n'est pas sous tension.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vérifiez les fusibles et les remplacer au besoin par la même valeur de protection d'intensité.</li> <li>■ Vérifiez les branchements et la source d'alimentation.</li> </ul>
Le moteur surchauffe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le moteur est en surcharge.</li> <li>■ La température ambiante est trop élevée.</li> <li>■ Il y a présence de poussière sur l'enveloppe.</li> <li>■ L'isolant du moteur est endommagé ; il y a court-circuit.</li> <li>■ Le rotor frotte sur le stator.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Réduisez la charge du moteur.</li> <li>■ Mesurez le courant consommé par le moteur et comparez cette valeur au courant nominal sur la plaque signalétique. Évaluez la puissance requise par l'application et remplacez le moteur au besoin.</li> <li>■ Ventilez mieux l'environnement du moteur.</li> <li>■ Choisissez un moteur de classe d'isolation plus élevée.</li> <li>■ Nettoyez le moteur pour permettre une meilleure diffusion de la chaleur par l'enveloppe.</li> </ul>
Les roulements surchauffent.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Les roulements sont défectueux.</li> <li>■ L'alignement est incorrect.</li> <li>■ La tension est trop forte sur la courroie d'entraînement.</li> <li>■ Le graissage est insuffisant (dans le cas des roulements non scellés seulement).</li> <li>■ Il y a excès de graisse (dans le cas des roulements non scellés seulement).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Remplacez les roulements ou le moteur.</li> <li>■ Vérifiez et réalignez le moteur avec la charge à entraîner.</li> <li>■ Réduisez la tension sur la courroie.</li> <li>■ Vérifiez et graissez de façon appropriée.</li> </ul>
Il y a excès de vibrations.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ L'alignement est incorrect.</li> <li>■ Le rotor n'est pas balancé.</li> <li>■ La poulie n'est pas balancée.</li> <li>■ Les fixations du moteur sont lâches.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Vérifiez et réalignez le moteur avec la charge à entraîner.</li> <li>■ Faites balancer le rotor ou remplacez le moteur.</li> <li>■ Balancez ou remplacez la poulie.</li> <li>■ Serrez les boulons des fixations.</li> </ul>
Il y a des bruits anormaux.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Il y a usure prématurée des composants internes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Remplacez le moteur.</li> </ul>
Le moteur est sous-chargé.	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Le calcul de dimensionnement du moteur est incorrect.</li> <li>■ Il y a eu modification de la charge à entraîner.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Mesurez la puissance au moyen d'un wattmètre et dimensionnez le moteur correctement.</li> </ul>

# Le rôle des divers intervenants

Intervenant	Rôle
<b>Hydro-Québec</b>	Elle assure l'alimentation en électricité à tous les particuliers et aux entreprises du Québec par l'intermédiaire d'un vaste réseau de distribution. Hydro-Québec veille à ce que l'onde électrique soit de bonne qualité et corresponde aux besoins des divers consommateurs.
<b>Le maître électricien (CMEQ)</b>	Il veille aux installations électriques de la ferme. Il peut mesurer le niveau de charge d'un moteur au moyen d'un wattmètre. Il s'assure que l'installation des moteurs électriques est conforme au Code de l'électricité du Québec. De plus, il est en mesure de vous fournir des précisions sur vos installations électriques.
<b>Le fabricant</b>	Il conçoit et fabrique des moteurs électriques de toutes les puissances pour des installations diverses. Dans des secteurs comme l'agriculture, où les conditions d'exploitation et les environnements sont particuliers, les fabricants conçoivent des moteurs dont les caractéristiques techniques répondent aux exigences.
<b>Le fournisseur d'équipement</b>	Il est l'intermédiaire entre le fabricant et le producteur agricole. Dans certains cas, le fournisseur se procure les moteurs d'un grossiste et les distribue au producteur agricole.
<b>Le réparateur de moteurs</b>	Il offre le service d'entretien et de réparation de vos moteurs électriques. Il est en mesure de cerner les causes de bris ou de dysfonctionnement d'un moteur et d'évaluer le coût de la réparation. Il peut également être un marchand spécialisé qui vend des moteurs dans divers domaines d'application, dont l'agriculture. Il peut vous conseiller sur le choix d'un moteur et sur son entretien.

## Qui fait quoi ? – Aide-mémoire

Quoi?	Qui?				
	Hydro-Québec	Électricien	Fabricant	Fournisseur	Réparateur
Choix et achat d'un moteur électrique				■	■
Question sur le facteur de puissance	■	■			
Information sur les moteurs efficaces	■	■	■	■	■
Information sur le réseau de distribution électrique	■				
Information sur l'alimentation électrique de la ferme		■			
Moteur défectueux :					
Réparation					■
Remplacement				■	■
Planification d'une installation comportant des moteurs électriques		■		■	

# Conclusion

Comme vous pouvez le constater, plusieurs facteurs régissent le choix d'un moteur électrique efficace à la ferme.

Les frais d'énergie annuels liés à l'utilisation d'un moteur électrique dépassent très souvent son prix d'achat ; il est donc très important de faire le bon choix pour réaliser le plus d'économies possible. En outre, il faut choisir un moteur en fonction de son application. Le mot d'ordre est le suivant : choisir le bon moteur, d'une puissance appropriée pour l'application donnée. Si en plus vous tenez compte de l'environnement dans lequel le moteur fonctionnera et que vous y ajoutez un excellent entretien périodique, vous maximiserez la durée de vie utile de votre moteur et vous réduirez la fréquence des bris. Pour en savoir davantage sur les moteurs électriques efficaces, nous vous recommandons de visiter les sites Web des fabricants. N'hésitez surtout pas à poser des questions pour vous assurer que le moteur que vous achetez correspond bien à vos besoins et exigez des moteurs efficaces.

Un moteur efficace, c'est toute la différence entre une dépense et une économie !







Cette publication a été produite par Hydro-Québec  
de concert avec l'Institut de technologie agroalimentaire  
de La Pocatière.

**Hydro-Québec**

Réalisé par la direction – Communication d'entreprise  
pour la direction – Efficacité énergétique et services

Dépôt légal – 2<sup>e</sup> trimestre 2004  
Bibliothèque nationale du Québec  
Bibliothèque nationale du Canada  
ISBN 2-550-42757-2

2004G648F3M

[www.hydroquebec.com](http://www.hydroquebec.com)

*This publication is also available in English.*

