

ENGINEERING  
TOMORROW

*Danfoss*

# 9 conseils pour plus d'efficacité énergétique grâce à la technologie d'entraînement

[drives.danfoss.com](https://drives.danfoss.com)

## Introduction: **9 conseils pour plus d'efficacité énergétique grâce à la technologie d'entraînement**

Les prix de l'énergie atteignent des sommets sans précédent. Il nous semble donc important de passer en revue toutes les mesures d'économie d'énergie qui permettent de maîtriser les coûts de manière responsable. Grâce à une checklist en 9 points de Danfoss Drives, vous pouvez rapidement obtenir une vue d'ensemble des composants les plus énergivores de vos installations et des mesures permettant de tirer parti de la technologie des variateurs pour une meilleure efficacité énergétique. Vous apprendrez par où commencer pour augmenter rapidement l'efficacité de vos processus et donc, de réduire les coûts. Après tout, la technologie de l'entraînement électrique est une technologie clé pour accroître l'efficacité énergétique. C'est actuellement la solution la plus efficace, la plus rapide et la plus simple pour réduire la consommation d'énergie de manière rapide et significative.

La régulation de la vitesse des moteurs électriques permet de faire fonctionner de manière optimisée sur le plan énergétique presque toutes les applications, citons les convoyeurs, les ascenseurs, les compresseurs de réfrigérateurs, les systèmes de climatisation des bâtiments, les pompes mais aussi de nombreuses autres applications industrielles. Dans son World Energy Outlook 2016, l'AIE estime que la consommation mondiale d'électricité pourra être réduite de 8 % d'ici 2040 si les entraînements à courant alternatif sont utilisés dans toutes les applications appropriées - et s'ils sont utilisés efficacement. Cette checklist sur l'efficacité énergétique vous donne des conseils utiles et vous montre où se trouvent les plus grands potentiels d'économie et les actions qui peuvent être rapidement mises en œuvre. Ces mesures sont doublement payantes : chaque kilowattheure d'électricité économisé permet non seulement de réduire vos coûts énergétiques, mais aussi de minimiser l'empreinte CO<sub>2</sub> de votre entreprise.

1

Contrôler la vitesse est essentiel: exploitez rapidement le potentiel d'économie d'énergie dans toutes vos applications avec moteur.

2

Commencez par la solution la plus efficace et la plus facile: vérifiez la présence de ventilateurs et de pompes dans vos applications et installations.

3

Technologie des variateurs: comment améliorer l'efficacité énergétique de votre production en réglant correctement vos variateurs de fréquence.

4

Faites le bon choix dès le départ et analysez vos progrès.

5

Ne pas transiger sur la fiabilité du système.

6

L'énergie régénérative est-elle une option?

7

Vérifiez l'efficacité de l'entraînement: quel est l'entraînement CA le mieux adapté pour votre application?

8

Examinez de plus près les technologies des moteurs.

9

Dernier point, mais non le moindre: la règle des 10-30-60.

# 1

## Contrôler la vitesse est essentiel: exploitez rapidement le potentiel d'économie d'énergie dans toutes vos applications avec moteurs

Les moteurs électriques sont responsables d'environ 40 % de la consommation d'énergie électrique dans le monde. Dans l'industrie, leur part atteint 65 à 75 % selon les régions et les secteurs.

L'énergie devenant de plus en plus chère, la régulation de la vitesse des moteurs électriques s'est avérée être l'une des mesures de réduction des coûts les plus efficaces. Pour environ 60 à 70 % des moteurs, il est logique d'appliquer un contrôle de la vitesse, ce qui en fait un point de départ incontestable pour votre démarche vers plus d'efficacité énergétique.

Les machines électriques de grande dimension sont bien sûr intéressantes, mais un potentiel bien plus important se cache peut-être dans tous les petits moteurs que vous utilisez dans vos applications, processus et installations. Nous vous montrons comment exploiter ce potentiel.



### Bon à savoir

Les variateurs de fréquence aident non seulement les opérateurs à économiser de l'énergie et les frais liés à celle-ci, mais aussi à réduire les coûts d'exploitation, de maintenance et de réparation, car les coûts du cycle de vie sont réduits. Dans la plupart des cas, les variateurs de fréquence sont le meilleur choix pour économiser de l'énergie et réduire les coûts.

Pour en savoir plus sur l'utilisation écoénergétique des variateurs de fréquence à courant alternatif, consultez le **point nr 3**.

#### Envisagez l'installation de démarreurs progressifs

Dans les applications où la régulation de la vitesse n'est pas envisageable, il convient d'utiliser un démarreur progressif équipé d'une dérivation. Sans bypass, le dispositif crée des pertes inutiles dans le fonctionnement du moteur.

En général, les démarreurs progressifs sont utilisés dans les applications fonctionnant directement sur le secteur. Ils sont conçus pour protéger votre moteur électrique d'éventuels dommages et, en même temps, pour prolonger sa durée de vie et celle de l'ensemble du système en diminuant la chaleur causée par les démarrages/arrêts fréquents, et entre autres en réduisant la contrainte mécanique sur le moteur et son arbre.



### Conseils

Identifiez tous vos moteurs > 0,75 kW qui ne sont pas encore contrôlés en vitesse et qui pourraient l'être. Utilisez-vous des vannes, des clapets ou d'autres technologies pour contrôler le débit ou la vitesse dans vos applications ? Ce sont des candidats parfaits pour démarrer !

Dans la station d'épuration de Marselisborg, l'utilisation de variateurs de fréquence sur les équipements rotatifs permet de produire de l'électricité et de la chaleur et de réduire l'empreinte carbone de 35 %.

**En cliquant ICI**, découvrez comment ils ont relevé le défi lié à l'utilisation de l'énergie dans les processus de traitement des eaux.



## Identifiez tous vos moteurs > 0,75 kW qui ne sont pas encore contrôlés en vitesse et qui pourraient l'être.



# 2 Commencez par la solution la plus efficace et la plus facile: **vérifiez la présence de ventilateurs et de pompes dans vos applications et installations**

Un bon point de départ consiste à évaluer vos applications utilisant des ventilateurs et des pompes. Les ventilateurs et les pompes sont souvent des applications à couple quadratique, et ils offrent un énorme potentiel d'économies en fonctionnement à vitesse contrôlée.

Par exemple, en réduisant la vitesse moyenne du moteur du ventilateur de 20% seulement, de 100% à 80%, on économise 50% d'énergie. En réduisant la vitesse moyenne de 50%, l'économie atteint 80%.

Concernant les applications avec pompes, il faut savoir que de nombreux entraînements de pompes sont surdimensionnés et fonctionnent à pleine puissance, tandis que les débits volumétriques sont souvent contrôlés par des vannes d'étranglement. Avec les variateurs de fréquence, le débit est contrôlé par la vitesse, avec de bons résultats. Si la vitesse d'une pompe est réduite de seulement 20% en moyenne, la puissance requise est réduite de 50%.



## Bon à savoir

Lorsque l'on considère les coûts totaux du cycle de vie, les coûts d'investissement ne représentent généralement qu'environ 10%. 90% des coûts encourus sont des coûts de fonctionnement, par exemple les coûts de l'énergie, d'entretien et de service. En particulier pour les applications présentant une courbe de charge quadratique, le contrôle de la vitesse permet presque toujours de réaliser des économies d'énergie et de coûts considérables, de sorte que l'investissement est rapidement amorti. Les délais d'amortissement qui étaient autrefois de 1 à 2 ans sont actuellement réduits à quelques mois en raison de l'augmentation des coûts énergétiques.

En même temps, vous réduisez l'usure mécanique et augmentez le temps de fonctionnement.

### Exemple de calcul: pompe ou ventilateur

Puissance nominale du moteur: 22 kW  
Heures de fonctionnement: 8760 heures/an  
**Prix de l'énergie: € 0,36 par kWh**  
Réduction de la vitesse moyenne: 10%  
Rendement du moteur: 94%  
Efficacité du variateur: 98%  
Investissement variateur: € 6.245

**Coûts énergétiques sans variateur par an: € 71.902**  
**Economie réalisée: € 17.975**

Temps de retour sur investissement: 4 mois  
Economies après 10 ans de fonctionnement  
(au même prix de l'énergie): € 179.750



## Conseils

Choisissez la solution la plus facile et la plus efficace pour faire des économies. Envisagez le contrôle de la vitesse pour toutes vos applications de ventilateur ou de pompe.

### Avez-vous déjà envisagé un retrofit ?

Pour garantir les meilleures économies possibles, tous les composants de la technologie d'entraînement doivent être à la pointe du progrès et faire l'objet d'une maintenance régulière. Dans la plupart des cas, le remplacement d'un ancien variateur de fréquence est rentabilisé en quelques mois.

Nous avons déjà aidé des entreprises à prendre les mesures les plus efficaces. **Explorez maintenant** comment l'usine Volkswagen de Navarre a réalisé 20% d'économies d'énergie sur le fonctionnement AHU.



# Choisissez la solution la plus facile et la plus efficace pour faire des économies d'énergie.

# 20%

d'économies  
d'énergie chez  
Volkswagen





# 3 Technologie des variateurs: **comment améliorer l'efficacité énergétique de votre production en réglant correctement vos variateurs de fréquence**

Les variateurs de fréquence sont souvent mis en service de manière partielle ou incorrecte. Or, pour fonctionner de manière optimale sur le plan énergétique, il est important qu'ils soient paramétrés correctement pour leur fonctionnement spécifique. Les fonctions supplémentaires telles que l'adaptation automatique du moteur (AMA) et l'optimisation automatique de l'énergie (AEO) doivent toujours être activées.

## Utilisez une régulation de moteur optimisée

Les variateurs AC peuvent faire fonctionner de nombreux moteurs de manière fiable avec des données moteur standards. Toutefois, pour faciliter l'installation et la mise en service initiale, les fonctions de configuration automatique des moteurs, comme l'AMA de Danfoss, sont de plus en plus courantes. Ces fonctions mesurent par exemple la résistance et l'inductance du stator. L'effet de la longueur du câble entre le variateur et le moteur est également pris en compte.

## Optimisation automatique de l'énergie avec les variateurs de fréquence

Dans les applications où il n'y a pas de changements rapides de la charge, l'opérateur peut utiliser la fonction AEO. Le variateur de fréquence réduit alors la magnétisation du moteur au minimum. Cela permet d'économiser de l'énergie. Ces fonctions ont fait leurs preuves avec toutes les commandes lentes, comme celles que l'on rencontre couramment avec les pompes et les ventilateurs.



## Bon à savoir

Certaines mesures mineures peuvent avoir un impact énorme sur l'efficacité énergétique et les économies. Par exemple, avec un mode d'économie d'énergie ou de veille, les ventilateurs et les pompes ne fonctionnent que lorsque c'est nécessaire. De plus, un entraînement CA avec la fonction AEO peut économiser environ 5% d'énergie supplémentaire en réglant la tension du moteur.



## Conseils

Vérifiez si les données moteur sont exactes et programmées et si une AMA a été réalisée et une AEO envisagée.

# Utilisez la régulation optimisée du moteur et l'optimisation automatique de l'énergie avec les variateurs de fréquence.





# 4 Faites le bon choix dès le départ et analyser vos progrès

Lorsque vous commencez à optimiser votre système, documentez vos expériences dès le départ. Cela vous aidera à identifier les mesures les plus prometteuses pour votre système. En outre, vous pourriez être surpris par certains effets secondaires positifs, comme une durée de vie prolongée grâce à une usure mécanique moindre ou une réduction des démarrages.

## Réduction des démarrages

Chaque démarrage non contrôlé d'un moteur électrique nécessite une énergie supplémentaire pour faire démarrer le moteur et réaccélérer les charges. Le contrôle de la vitesse peut réduire le nombre de démarrages dans de nombreuses applications. Exemple: pour les pompes, la consommation d'énergie pour les démarrages représente généralement 5 à 10% de la consommation totale d'énergie, mais il existe des exemples où jusqu'à 40% de l'énergie est nécessaire. En outre, les pics de courant et les contraintes mécaniques dues aux chocs lors du démarrage sont réduits.



La mise en place d'un contrôle de la vitesse à une application peut avoir des effets secondaires positifs. Par exemple, le nombre de démarrages nécessaires par jour diminue. Cela permet non seulement de réaliser des économies d'énergie, mais aussi de réduire l'usure mécanique et d'augmenter la durée de vie de l'application.



## Conseils

Contrôlez la consommation d'énergie avant et après la mise en place du contrôle de la vitesse. Avantages supplémentaires : une usure mécanique moindre et une durée de vie prolongée de votre application grâce à une réduction des démarrages.

## Contrôler la consommation avant et après la mise en place de la régulation de la vitesse.



# 5 Ne pas transiger sur la fiabilité du système

Les variateurs de fréquence, du fait de leur principe de fonctionnement, produisent une série d'effets secondaires non désirés tels que les contraintes d'isolation des enroulements du moteur, les contraintes des roulements, le bruit de commutation acoustique dans le moteur et les interférences électromagnétiques.

Dans la plupart des applications, ces effets n'affectent pas l'installation existante - mais dans certains cas, par exemple pour les moteurs qui fonctionnent depuis 20 à 30 ans, ces effets doivent être atténués. Pour se faire, des filtres sont installés à la sortie des variateurs. Les filtres les plus connus sont les filtres dU/dt, les filtres sinusoïdaux et les filtres de mode commun. Toutefois, le rendement des moteurs eux-mêmes mérite également d'être contrôlé!



## Bon à savoir

Lorsqu'un équipement ou un système peut fonctionner de manière satisfaisante dans son environnement électromagnétique sans le perturber, on parle de compatibilité électromagnétique (CEM).

Les variateurs de fréquence peuvent créer des interférences CEM. Pour éviter toute incidence sur votre installation, veillez à sélectionner des produits dotés du meilleur filtre CEM de leur catégorie adapté à votre environnement. Assurez-vous également que les règles standards d'installation CEM sont respectées.



## Conseils

Assurez-vous que le produit que vous avez choisi offre les meilleurs filtres CEM de sa catégorie pour un fonctionnement sûr et une fiabilité élevée du système. Assurez-vous également d'une installation CEM correcte, par exemple en utilisant des presse-étoupes conformes et une mise à la terre appropriée.



**Assurez-vous que le produit que vous avez choisi offre les meilleurs filtres CEM de sa catégorie pour un fonctionnement sûr et une fiabilité élevée du système.**



# 6

## L'énergie régénérative est-elle **une option?**

**Bon à savoir**

Dans certaines conditions, les moteurs électriques peuvent fonctionner comme des générateurs et l'énergie peut être réinjectée dans le système électrique. Malheureusement, la technologie nécessaire à l'utilisation de cette énergie entraîne généralement des pertes plus importantes lors du fonctionnement normal du moteur.

Surtout avec la flambée des prix, l'utilisation de l'énergie libérée est tentante. Vous pouvez régénérer l'énergie de freinage, l'utiliser directement dans des axes supplémentaires ou la stocker pour une utilisation ultérieure. Cependant, aussi intéressant que cela puisse paraître, il faut savoir que la régénération de l'énergie entraîne plus souvent des pertes que des économies dans les applications où l'on utilise des entraînements à courant alternatif.

Dans des applications comme les ascenseurs ou les systèmes qui bénéficient de systèmes à bus CC commençant généralement à un certain niveau de puissance (> 7,5 kW), cette option est la plus judicieuse. Dans la plupart des autres applications, elle ne l'est pas.

Remarque: plus les puissances sont élevées, mieux c'est. L'utilisation de l'énergie régénérative n'est généralement pas rentable pour les puissances inférieures à 7,5 kW. En cas de doute, veuillez contacter votre expert en variateurs.



### Bon à savoir

Les modules d'entrée de régénération des variateurs de vitesse CA peuvent réinjecter l'énergie de régénération dans le réseau par le biais d'un redresseur contrôlé. Dans la plupart des applications, c'est l'état de fonctionnement du moteur qui domine. L'énergie gagnée par la puissance régénérative est souvent inférieure aux pertes supplémentaires causées par le redresseur contrôlé dans le fonctionnement du moteur. Par conséquent, les convertisseurs régénératifs ne sont souvent rentables qu'à des niveaux de puissance plus élevés, compte tenu du cycle de charge et de nombreuses conditions limites telles que des freinages fréquents. Les exploitants devraient examiner en détail les investissements dans les couplages de liaison CC ou les systèmes régénératifs. En règle générale, ils surestiment la part d'énergie générée. La détermination de la part régénérative du cycle d'exploitation, ainsi que l'estimation de l'énergie de freinage moyenne du système, sont essentielles pour une évaluation économique. Dans la plupart des cas, l'utilisation de résistances de freinage est plus judicieuse sur le plan économique et écologique que l'utilisation de l'énergie générée lors du freinage.



### Conseils

Vérifiez soigneusement l'utilisation des variateurs de fréquence dans les systèmes de récupération d'énergie. Souvent, ce n'est pas rentable!



## Vérifiez soigneusement l'utilisation des variateurs de fréquence dans les systèmes de récupération d'énergie.

# 7

## Vérifiez l'efficacité de l'entraînement: quel est l'entraînement CA le mieux adapté pour votre application?

Les variateurs de fréquence de différents fabricants peuvent être comparés plus précisément sur la base des informations relatives à la perte de puissance d'un appareil - avec parfois de sérieuses différences dans la perte de puissance totale et la consommation d'énergie supplémentaire correspondante!

En Europe, la loi oblige les fabricants à prévoir les pertes de puissance. Au point nominal mais encore plus important à charge partielle. Comme l'avantage du contrôle de la vitesse variable réside dans le fonctionnement à charge partielle, n'oubliez pas de vérifier ces données.



### Bon à savoir

Tous les rendements ne sont pas identiques. Comparez les variateurs de fréquence non seulement en fonction de leur classe d'efficacité, mais aussi en fonction de leur perte de puissance. Cela vous permettra d'économiser de l'argent, car les coûts d'exploitation peuvent être plusieurs fois supérieurs aux coûts d'achat - malgré la même classe d'efficacité.

Voici un exemple : plus la perte de puissance du variateur de fréquence est élevée, plus il rejette de la chaleur - ce qui entraîne une nouvelle augmentation des coûts énergétiques car vous devrez utiliser des dispositifs de refroidissement supplémentaires pour refroidir les armoires.



### Conseils

Le diable se cache dans les détails. Il est donc intéressant de comparer les pertes de puissance (en kilowattheures) des variateurs de fréquence de différents fabricants. Comme l'avantage du contrôle de la vitesse variable réside dans le fonctionnement à charge partielle, n'oubliez pas de contrôler ces informations.



## Il est intéressant de comparer les pertes de puissance (en kilowattheures) des variateurs de fréquence de différents fabricants.



# 8

## Examinez de plus près **les technologies de moteurs**

Pendant des décennies, les moteurs à induction triphasé étaient considérés comme les moteurs de pointe. Ces dernières années, de nouvelles technologies de moteurs plus efficaces sont apparues sur le marché et des classes de rendement ont été définies pour classer les moteurs en fonction de leur efficacité énergétique.

Veuillez noter que ces classes d'efficacité diffèrent selon que les moteurs soient alimentés par le secteur ou qu'ils fonctionnent avec un variateur de fréquence (VSD).



### Bon à savoir

La norme CEI 61800-9-2 aide les utilisateurs à mettre en place des systèmes efficaces de commande de moteur en fournissant une méthode uniforme. Il suffit d'additionner les pertes des composants individuels dans un certain point de charge.

L'outil en ligne **Danfoss MyDrive® ecoSmart™** a été créé pour vous aider. En effet, il vous permet de calculer facilement les classes IE et IES selon cette norme.

Vous pouvez utiliser cet outil dans les cas suivants :

- Rechercher des données de perte partielle standard pour les variateurs de fréquence de Danfoss
- Acquérir des points de charge partielle spécifiques à une application
- Calculer la classe IE et les données de charge partielle pour un variateur AC
- Calculer la classe IES pour une combinaison de moteur à induction et de variateur AC
- Générer des rapports sur les données de perte de charge partielle et les classes d'efficacité IE ou IES
- Exportez les données de charge partielle pour les transférer dans votre système.



### Conseils

Lorsque vous utilisez des moteurs plus anciens, il est judicieux de vérifier la classe de rendement. Si aucune classe n'est indiquée, il y a de fortes chances que des moteurs plus efficaces soient disponibles.

Lors de l'évaluation d'un nouveau moteur, nous vous conseillons de prendre en compte les points de charge partielle !

Intéressé, **découvrez ICI** le case story Hjørring District Heating A.m.b.a.



## Lorsque vous utilisez des moteurs plus anciens, il est judicieux de vérifier la classe de rendement.



Retour sur investissement de  
**2 années**  
pour les moteurs IE4 SynRM par rapport aux moteurs IE2 traditionnels fonctionnant à charge partielle



# 9

## Dernier point, mais non le moindre: la règle des 10-30-60

La plupart des économies sont réalisées dans l'ensemble du système. En règle générale, les composants à haut rendement énergétique peuvent contribuer à 10% des économies potentielles d'un système. L'utilisation d'un variateur de fréquence ajoute 30% supplémentaires, mais la majorité (60%) ne peut être réalisée que dans le système!

Lorsque vous évaluez votre système pour le contrôle de vitesse, prenez le temps de vérifier si d'autres économies sont possibles en utilisant une perspective d'ensemble.



### Bon à savoir

Voici deux exemples :

1. L'utilisation d'un moteur et d'un variateur de fréquence les plus efficaces n'est pas rentable si l'on utilise, par exemple, une boîte de vitesses à faible rendement.
2. Avoir d'énormes pertes de chaleur dans une armoire nécessitant une climatisation supplémentaire n'est pas non plus considéré comme une solution optimale.

Remarque : les variateurs de fréquence modernes peuvent faire plus pour vous que contrôler la vitesse. Ils vous aident à surveiller l'état de votre système.

Grâce à la **surveillance conditionnelle**, vous pouvez détecter et éliminer plus rapidement, par exemple, les fuites ou les ruptures dans les tuyaux.

Saviez-vous que vous pouvez utiliser votre variateur pour surveiller l'état d'une application et recevoir des alertes précoces pour éviter les temps d'arrêt ? En utilisant des variateurs intelligents dotés d'une fonction intégrée de surveillance conditionnelle (CBM), vous obtenez les bonnes informations au bon moment. Elle vous permet de surveiller le niveau de charge de vos applications de pompage et de ventilation afin que vous puissiez, par exemple, détecter plus tôt les fuites ou les ruptures de tuyaux. Il vous aide également à détecter les filtres encrassés, par exemple, afin de les remplacer avant qu'ils ne soient obstrués.

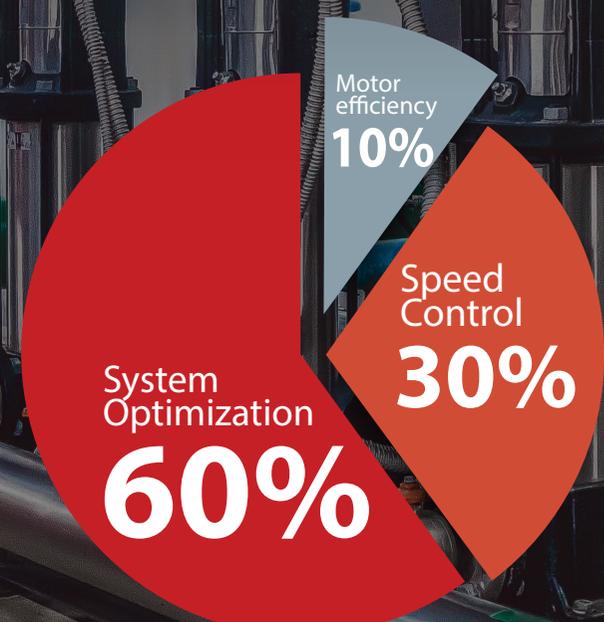


### Conseils

Pensez 10-30-60: la meilleure façon d'exploiter tout le potentiel d'économie d'énergie est d'examiner et d'optimiser l'ensemble du système. Il ne sert à rien d'utiliser un moteur et un variateur de fréquence à haut rendement énergétique combinés à un ventilateur ou une pompe inefficace.

Danfoss a apporté son aide à la société brassicole Heineken avec une surveillance simple basée sur les conditions. **Montrez-moi ICI** comment cela fonctionne chez Heineken.

# Pensez 10-30-60 : la meilleure façon d'exploiter tout le potentiel d'économie d'énergie est d'examiner et d'optimiser l'ensemble du système.



Merci beaucoup d'avoir lu nos 9 conseils pour devenir plus économe en énergie avec la technologie d'entraînement.

Nous espérons que ces précieux conseils sont directement applicables à vos applications. Vous pouvez bien sûr toujours trouver plus d'informations sur notre site Web: <https://www.danfoss.com/fr-be/>

En outre, nous disposons d'un réseau de partenaires très solide qui peut vous aider chaque fois que vous en avez besoin, où que vous soyez dans le monde.

Contactez-nous: <https://www.danfoss.com/fr-be/contact-us/>

---

Toutes les informations, y compris les informations sur la sélection du produit, son application ou son utilisation, le design, le poids, les dimensions, la capacité ou toute autre indication technique dans les manuels du produit, les catalogues, les descriptions, les publicités, etc., qu'elles soient diffusées par écrit, oralement, électroniquement, sur internet ou par téléchargement, sont considérées comme purement indicatives et ne sont contraignantes que si et dans la mesure où cela est expressément indiqué dans un devis ou une confirmation de commande. Danfoss n'assume aucune responsabilité quant aux erreurs qui se seraient glissées dans les catalogues, brochures, vidéos et autres documentations. Danfoss se réserve le droit d'apporter sans préavis toutes modifications à ses produits. Cela s'applique également aux produits commandés mais non livrés, si ces modifications n'affectent pas la forme, l'adéquation ou le fonctionnement du produit. Toutes les marques commerciales citées dans ce document sont la propriété de Danfoss A/S ou des sociétés du groupe Danfoss. Danfoss et le logo Danfoss sont des marques déposées de Danfoss A/S. Tous droits réservés.

---