

REPLACEMENT DE L'ENTRAÎNEMENT DANS LES INSTALLATIONS DE VENTILATION

GUIDE PRATIQUE



suisse énergie

Notre engagement : notre futur.

BUT ET CHAMP D'APPLICATION DU GUIDE

LE PRÉSENT GUIDE FOURNIT UNE ASSISTANCE PRATIQUE POUR LA PLANIFICATION ET LA RÉALISATION D'UN REMPLACEMENT DE L'ENTRAÎNEMENT DANS LES INSTALLATIONS DE VENTILATION. IL EXPOSE UN PROCESSUS FONCTIONNEL, APPORTE UNE AIDE POUR LES QUESTIONS ET LES DÉCISIONS TYPIQUES, FACILITE LE CHOIX DES TECHNOLOGIES APPROPRIÉES AINSI QUE DU DIMENSIONNEMENT CORRECT ET PRÉSENTE LES ERREURS COMMUNES. L'ÉTAT ACTUEL DE LA TECHNIQUE ET LES DÉVELOPPEMENTS MODERNES SONT PRIS EN COMPTE.

LES RAISONS TYPIQUES D'UN REMPLACEMENT DU MOTEUR SONT, PAR EXEMPLE:

- La plage de fonctionnement change dans le cadre d'une optimisation globale de la ventilation, et la technologie doit être adaptée.
- Un changement d'affectation modifie également le besoin en débit d'air.
- Le moteur est surdimensionné.
- Le moteur est défectueux ou vieux et doit être remplacé préventivement.

Dans de tels cas, parmi d'autres, où il paraît judicieux de remplacer le moteur et, éventuellement, d'autres composants de l'organe d'entraînement, des questions concrètes et pratiques se posent. Quel type de moteur utiliser et quelle puissance nominale doit-il présenter? Est-il judicieux d'installer un convertisseur? Faut-il aussi remplacer les courroies? Par quel type? Ou mieux vaut-il monter immédiatement un entraînement direct? Le ventilateur fait-il encore l'affaire ou faut-il aussi le remplacer? Faut-il adapter l'armoire de distribution et le câblage? Entre autres décisions, il convient également d'éviter les erreurs et les pièges que présente une telle réalisation.

Ce guide se limite au thème du remplacement de l'entraînement dans les installations de ventilation. Cette procédure n'est pas considérée comme une optimisation énergétique de l'installation de ventilation. En effet, l'optimisation du débit d'air, des durées de fonctionnement ou des pertes de pression permet en général des économies d'énergie bien plus importante que le simple remplacement d'un vieux moteur. Vous trouverez des fiches techniques et des instructions pour l'optimisation complète des installations de ventilation auprès de Topmotors, de la SIA et de SuisseEnergie (voir l'encadré ci-dessous).



INFOBOX

SOURCES D'INFORMATIONS POUR L'OPTIMISATION DE LA VENTILATION

- Fiche technique 24 de Topmotors: Ventilation dans les bâtiments comme dans les installations industrielles www.topmotors.ch
- Fiche technique 25 de Topmotors: Convertisseur de fréquence www.topmotors.ch
- Fiche d'information «Des installations de ventilation efficaces» de SuisseEnergie et de suissetec www.suisseenergie.ch
- SIA 382/1 Installations de ventilation et de climatisation Bases générales et performances requises

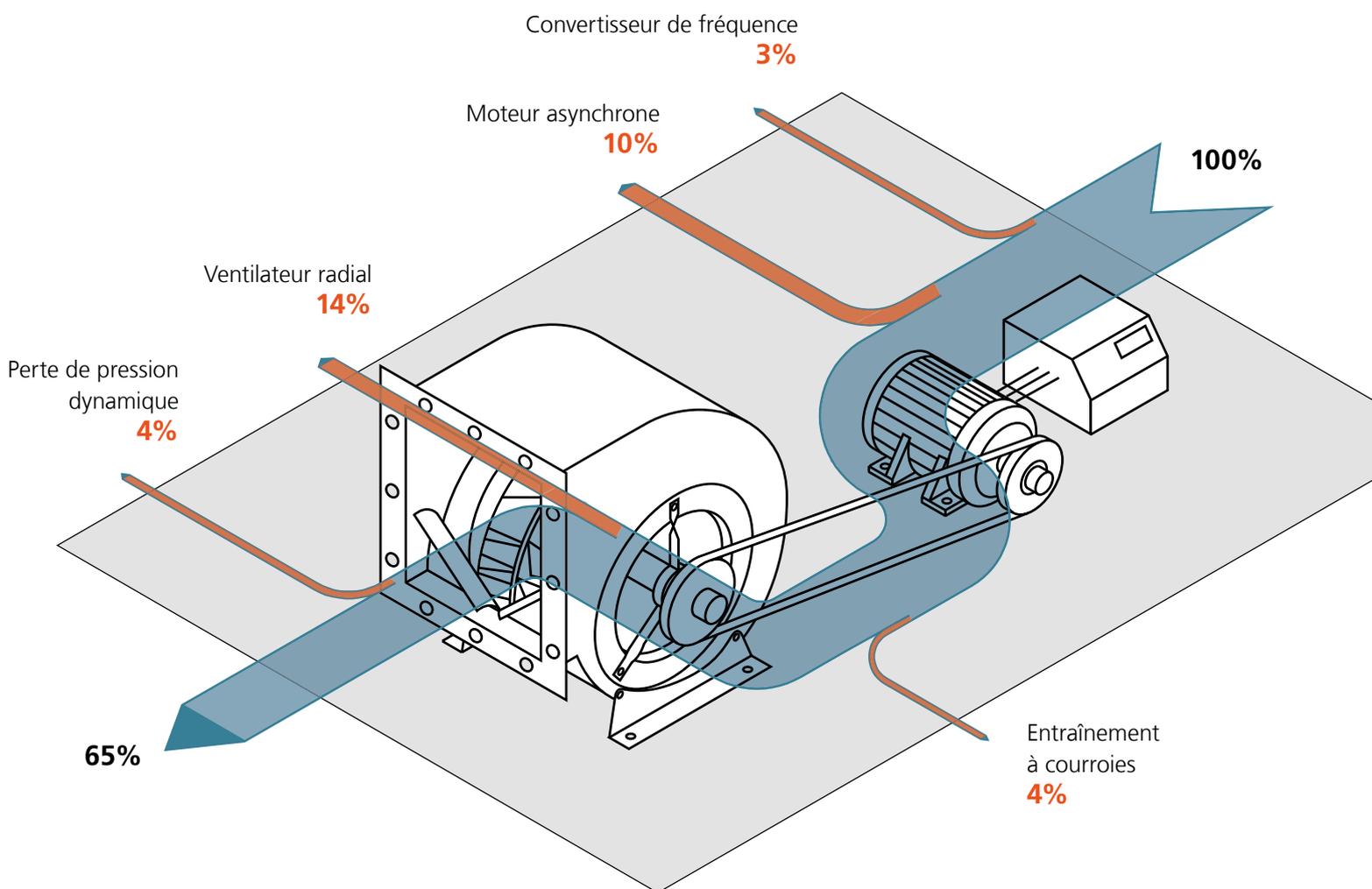
APERÇU DE LA TECHNOLOGIE

LORSQUE L'ON REMPLACE UN MOTEUR, IL CONVIENT DE PRENDRE EN COMPTE L'ENSEMBLE DU SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT. OUTRE LE MOTEUR, CE SYSTÈME SE COMPOSE D'UN ÉVENTUEL CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE ET D'UNE TRANSMISSION AU VENTILATEUR (VIA DES COURROIES OU DE MANIÈRE DIRECTE). SI UN ENTRAÎNEMENT DIRECT EST ENVISAGÉ OU SI LES CONDITIONS D'EXPLOITATION ONT CHANGÉ, IL CONVIENT ÉGALEMENT DE PRENDRE EN CONSIDÉRATION LE VENTILATEUR ET LA SITUATION D'INSTALLATION. LA REPRÉSENTATION SCHÉMATIQUE DE LA **FIGURE 1** ILLUSTRE LES PRINCIPALES COMPOSANTES D'UN SYSTÈME DE MOTEUR/VENTILATEUR, Y COMPRIS LE POURCENTAGE DE PERTES TYPIQUE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DÉPLOYÉE.

Les technologies autrefois les plus utilisées dans le domaine de la ventilation sont les **ventilateurs radiaux, les entraînements à courroies trapézoïdales ou plates** et les **moteurs asynchrones**.

Le remplacement du moteur représente également l'occasion d'envisager des technologies plus efficaces et rentables. Vous trouverez, ci-après, un bref aperçu des technologies pertinentes, nouveaux développements pour la ventilation des installations de ventilation et de climatisation inclus, comme l'entraînement direct via moteurs CE compacts, moteurs à aimants permanents et moteurs synchrones à réluctance.

Figure 1: Pertes subies d'énergie électrique déployée (100%) dans un système de moteur/ventilateur (source: Nicotra Gebhardt)



MOTEURS

MOTEURS ASYNCHRONES

Les moteurs les plus fréquemment utilisés aujourd'hui encore dans les installations de ventilation sont les moteurs asynchrones. Ils sont alimentés en courant alternatif. Le régime du moteur dépend directement de la fréquence du courant alternatif, du nombre de pôles du moteur et de la charge du couple (glissement). Un moteur asynchrone 2 pôles alimenté par du courant de ligne de 50 Hz présente un régime de près de 3000 tr/min, ou de près de 1500 tr/min pour un moteur 4 pôles. De tels moteurs sont largement répandus. Leurs degrés d'efficacité sont normés selon les classes d'efficacité énergétique IE1 à IE4. Conformément à la norme en vigueur IEC 60064-30-1, il est obligatoire de recourir, depuis début 2017, à un moteur IE2 au moins équipé d'une régulation du régime ou d'un moteur IE3 pour une puissance nominale de 0.75 kW à 375 kW. Vu la grande longévité des moteurs, les modèles les plus efficaces sont en principe rentabilisés. Le rendement des gros moteurs est meilleur que celui des petits modèles (cf. **figure 2**). Le régime des moteurs asynchrones peut être régulé en adaptant la fréquence du courant alternatif à l'aide d'un convertisseur de fréquence (CF) séparé.

Dans le cas où la classe d'efficacité et le rendement sont inconnus, il est également possible d'attribuer les moteurs asynchrones aux classes d'efficacité énergétique à l'aide de leur année de construction, conformément au **tableau 1**.

MOTEURS À AIMANTS PERMANENTS (AP)

Dans les moteurs à aimants permanents, le champ magnétique est généré dans le rotor par le biais d'aimants permanents à la place de bobines de cuivre. Un dispositif électronique intégré ou externe régule le régime du moteur. Ces moteurs sont plus onéreux que leurs pendants asynchrones, mais leur rendement est nettement supérieur, surtout en mode de charge partielle. Ils entrent dans la classe IE4 par défaut.

Un des points critiques des moteurs à aimants permanents est l'utilisation fréquente, pour les aimants, de métaux exotiques du groupe des terres rares, qui représentent un problème sur le plan écologique. Pour des raisons de durabilité et de réduction des coûts, les moteurs dotés d'aimants en ferrite, moins efficaces mais plus écologiques et avantageux, gagnent en importance.

MOTEURS CE

L'appellation moteur CE est courante pour désigner les moteurs compacts à aimants permanents avec dispositif électronique intégré. Par le passé, les moteurs CE étaient surtout utilisés pour les plages de puissance basses jusqu'à 1 kW. Entre-temps, les moteurs CE interviennent également, dans le secteur de la ventilation, sur des installations moyennes à grandes jusqu'à 10 kW et débits d'air pouvant atteindre 20 000 m³/h. Le régime des moteurs CE est directement régulé via un signal de commande envoyé par l'unité de contrôle du moteur intégrée (typiquement via un signal 0–10 V ou par modbus). Il n'est plus nécessaire de recourir à un CF supplémentaire. De tels moteurs compacts n'entraînent aucun problème de compatibilité électromagnétique (CEM).

Vu leur flexibilité et leur rendement élevé, les moteurs CE à entraînement direct sont aujourd'hui la norme dans les appareils de ventilation moderne jusqu'à 4 kW env.

MOTEURS SYNCHRONES À RÉLUCTANCE (SRL)

À l'instar des moteurs à aimants permanents, les moteurs synchrones à réluctance ne disposent d'aucune bobine au niveau du rotor. En revanche, vu qu'ils ne nécessitent pas de magnétiser le rotor, ils ne doivent pas recourir à des métaux problématiques en termes de ressources et affichent un rendement tout aussi performant, correspondant à la classe IE4. Le rendement est surtout très bon en mode de charge partielle. Cette technologie, encore peu répandue, est pour le moment développée et proposée principalement par ABB, Siemens et KSB. Ce n'est que depuis peu que ces modèles fonctionnant dans les plages de puissance basses (< 5 kW) sont disponibles sur le marché. Néanmoins, les petits moteurs ne satisfont pas systématiquement à la classe de rendement IE4. Il convient donc de les installer en association avec des CF ajustés. Cette solution peut s'avérer rentable en cas d'utilisation de moteurs plus grands et pour un fonctionnement fréquent en charge partielle. Il est conseillé d'observer l'évolution du rendement et des prix.

Figure 2: Rendement minimum des moteurs asynchrones à 4 pôles conformément aux classes d'efficacité IEC, d'une puissance nominale de 0.12 à 30 kW (source: IEC 60034-30-1).

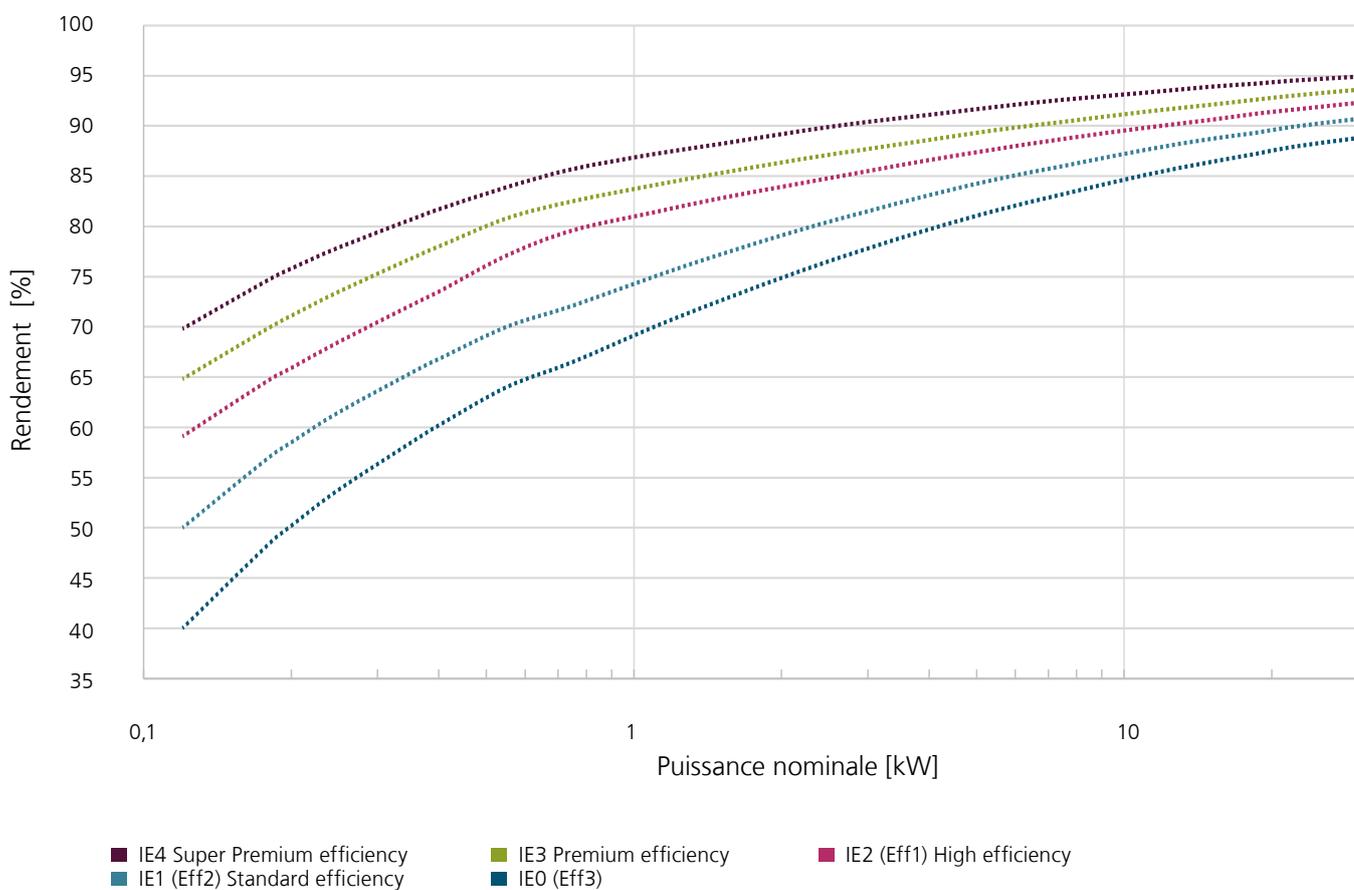


Tableau 1: Attribution facilitée aux classes d'efficacité à l'aide de l'année de construction du moteur (source: [topmotors – fiche technique 13](#))

Année de construction	Classe d'efficacité énergétique
avant 2000	IE0 (Eff3)
à partir de 2000	IE1 (Eff2)
à partir de 2012	IE2 (Eff1)
à partir de 2015	IE3

CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE

Les convertisseurs de fréquence (CF) permettent une régulation efficace du régime des moteurs asynchrones en adaptant la fréquence du courant alternatif de l'alimentation. Ils sont utilisés pour couvrir un besoin en puissance variable.

Les CF sont soit montés séparément, à l'extérieur de l'appareil de ventilation (p. ex. dans l'armoire de distribution) ou directement sur le moteur. L'installation d'un CF intégré s'avère plus simple, les exigences en matière de câblage étant moins strictes (longueur du câble, CEM, blindage). Le raccordement électrique et l'intégration dans l'unité de commande de l'installation doivent être garantis. Il convient, le cas échéant, de prévoir un postéquipement.

Le rendement du moteur comme du CF chute en charge partielle. Par conséquent, il ne faut pas utiliser de CF dans le but d'exploiter un moteur surdimensionné en charge partielle constante.

TRANSMISSION

ENTRAÎNEMENT À COURROIES

Dans les installations de ventilation existantes, la force est transmise du moteur au ventilateur par un entraînement à courroies. Les entraînements à courroies trapézoïdales sont courants sur les anciens systèmes. Le remplacement du moteur est donc l'occasion d'envisager l'éventuel potentiel d'optimisation de l'entraînement à courroies. Les courroies trapézoïdales classiques ne sont aujourd'hui plus guère conseillées en raison des importantes pertes dues au frottement, au besoin de maintenance accru entraîné par le changement des courroies et à l'encrassement provoqué par le frottement.

Les courroies plates ainsi que les courroies trapézoïdales étroites à détente automatique plus modernes, sans oublier les courroies dentées, présentent un rendement pratique similaire et s'avèrent toutes une bonne option selon la situation et les goûts.

- Les courroies plates présentent une excellente disponibilité, sont efficaces et avantageuses mais exercent une force considérable sur les paliers de moteur et de ventilateur à cause de la tension qu'elles requièrent. La charge sur palier autorisée des installations existantes doit être clarifiée avant le remplacement du moteur pour éviter tout dommage. Une maintenance permet de réduire le nombre de changements de courroies, mais il convient néanmoins d'en vérifier régulièrement la tension et l'orientation, ce qui requiert du savoir-faire et des outils spéciaux.
- Les courroies dentées sont très efficaces et requièrent peu d'entretien, mais elles imposent des exigences plus importantes au parallélisme des axes et sont conçues pour des durées de fonctionnement inférieures à celles d'autres types de courroies. Les courroies dentées exercent un «pic de couple» dû à la transmission directe des forces au démarrage sans CF ni démarreur. Ceci entraîne une hausse de la charge mécanique.
- Les courroies trapézoïdales étroites à détente automatique représentent une variante plus moderne et s'avèrent un bon compromis pour remplacer les systèmes à courroies trapézoïdales plus anciens. Elles sont nettement plus efficaces et requièrent moins d'entretien que leur pendant conventionnel, sont tolérantes aux erreurs et n'exercent aucune charge élevée sur les paliers.

ENTRAÎNEMENT DIRECT

Sur les entraînements directs, le moteur et le ventilateur sont montés sur le même arbre. La transmission des forces implique moins de déperdition et d'entretien. Dans ce contexte, on peut soit recourir à un moteur asynchrone, soit à un moteur CE. Dans les nouveaux modèles, un moteur CE compact est directement monté dans le ventilateur. Ce genre de construction est désormais la norme dans les installations récentes jusqu'à env. 4 kW de puissance (**figure 3**). Les entraînements directs associés à un moteur asynchrone sont aujourd'hui l'exception sur les petites installations (**figure 4**).

Lorsqu'il s'agit de remplacer l'entraînement à courroies par un entraînement direct, il convient également de remplacer le ventilateur. De plus, la situation d'installation doit être adaptée. Les coûts d'investissement sont donc supérieurs à ceux qu'engendre un simple remplacement du moteur. En effet, le passage à un entraînement direct dans une installation de ventilation implique un changement des conditions d'écoulement des flux d'air, sachant que les directives du fabricant en matière de distance par rapport aux parois et de géométrie doivent être respectées pour garantir une bonne efficacité. Le remplacement d'un ventilateur radial avec entraînement à courroies et moteur asynchrone par un entraînement direct avec moteur CE est illustré à la **figure 5**, dans le comparatif avant/après.

Une analyse coût-avantage permet de déterminer si l'investissement supplémentaire est justifié par les économies qu'il générerait grâce à une meilleure efficacité. Par rapport à un système à régime constant, les possibilités de réglage peuvent apporter des avantages supplémentaires.

Figure 3: Entraînement direct sur un système compact avec moteur CE (source: Ziehl-Abegg)

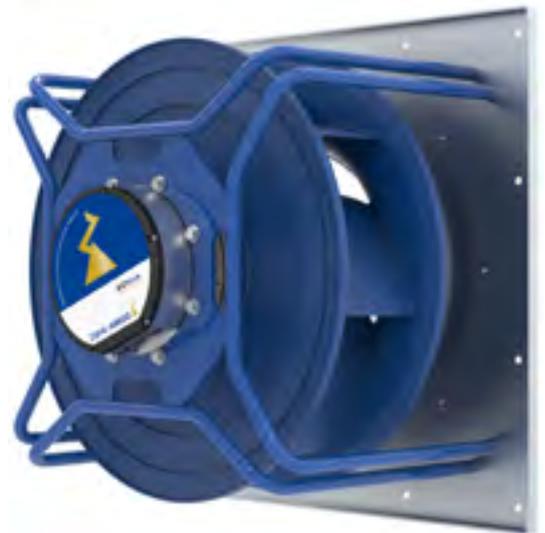


Figure 4: Entraînement direct avec moteur asynchrone (source: Ziehl-Abegg)

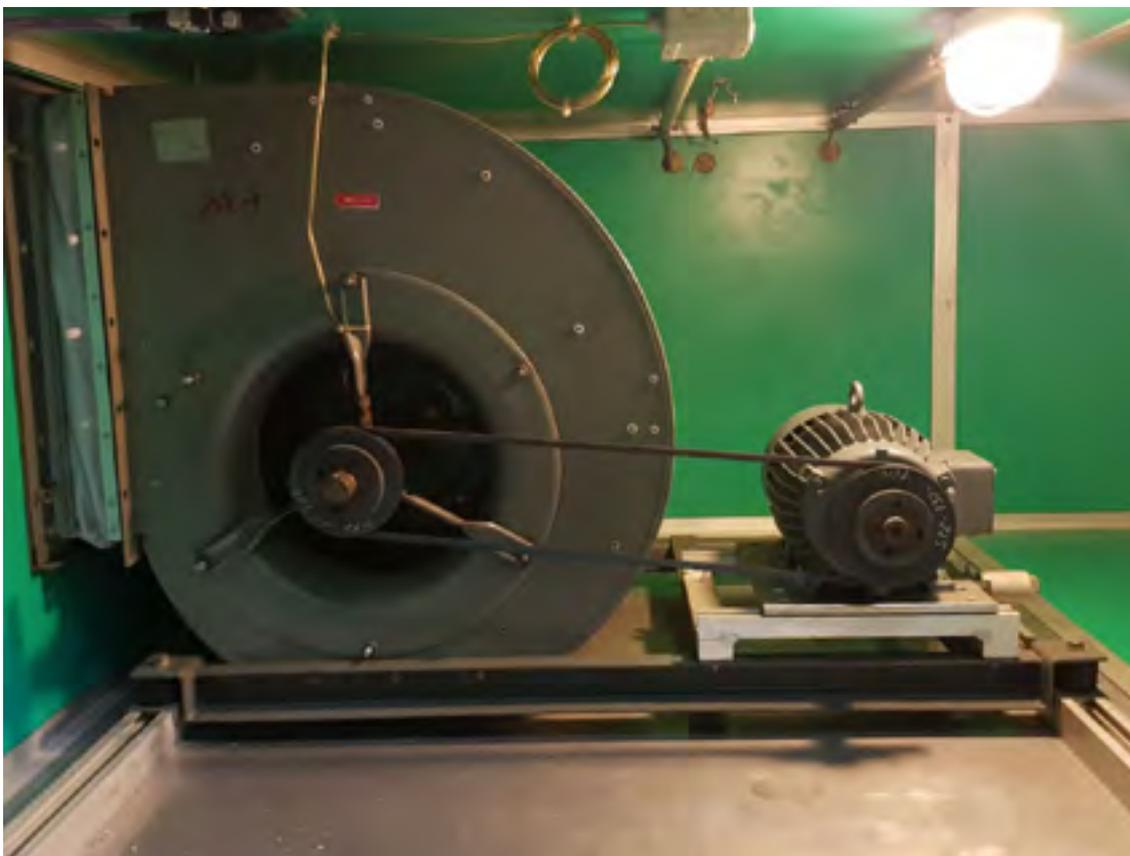


VENTILATEUR

Le présent guide ne traite pas la technologie de ventilateurs de manière approfondie. Souvent, le ventilateur n'est pas échangé s'il s'avère encore fonctionnel sur le plan mécanique. En effet, le démontage et la pose d'un nouvel appareil s'avèrent fastidieux, le rendement de ventilateurs radiaux de conception similaire dans le secteur de la ventilation ne s'étant pas amélioré de manière significative ces dernières années. Néanmoins, il convient de considérer un remplacement du ventilateur dans les situations suivantes:

- Le ventilateur existant présente une construction inefficace (p. ex. ventilateur radial à aubes recourbées vers l'avant, centrifuge) ou est défectueux.
- Il est possible de remplacer le modèle existant par un système compact (moteur CE avec ventilateur à entraînement direct en tant qu'unité).
- Le ventilateur existant tourne dans la mauvaise plage de fonctionnement.
- D'autres modifications au niveau de l'appareil de ventilation, du système de distribution de l'air ou du débit d'air, resp. son réglage, sont prévues.

Figure 5: Exemple de remplacement par un système compact avec moteur CE et ventilateur à rotor mobile. Le nouveau ventilateur est installé sur une cloison montée à cet effet. (Source: EE AG Hinwil)



MARCHE À SUIVRE POUR LE REMPLACEMENT DU SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT

AVANT DE REMPLACER LE MOTEUR OU UN COMPOSANT DE L'ORGANE D'ENTRAÎNEMENT, IL CONVIENT DE DÉTERMINER ET D'OPTIMISER AU PRÉALABLE LES VOLUMES D'AIR MAXIMAUX ADAPTÉS AUX BESOINS AINSI QUE LA PLAGE DE FONCTIONNEMENT. LE REMPLACEMENT (PARTIEL) DU SYSTÈME D'ENTRAÎNEMENT S'EFFECTUE ENSUITE CONFORMÉMENT À LA PROCÉDURE ILLUSTRÉE À LA **FIGURE 6**.

CLARIFICATIONS PRÉALABLES

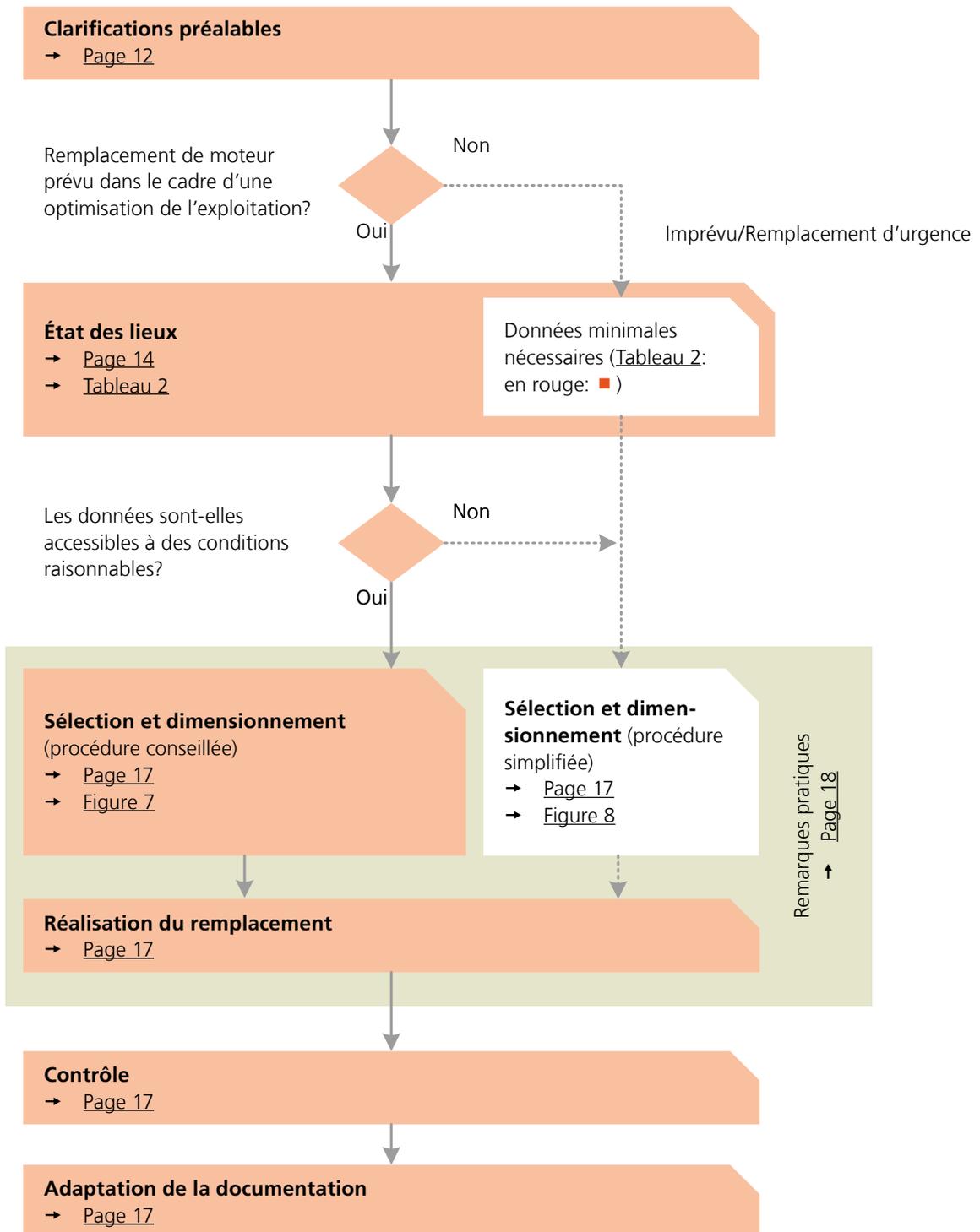
Il convient de considérer l'ensemble du système d'un œil critique avant de remplacer le moteur. Les éventuelles optimisations opérationnelles doivent être réalisées avant de remplacer le moteur, sans compter qu'il convient d'en vérifier la réussite. Différents outils sont à disposition pour l'optimisation opérationnelle et la conception d'installations de ventilation (**réf. encadré**). Le présent guide ne couvre pas ces thèmes.

En cas de remplacement de l'entraînement, il convient de concevoir le nouveau système composé d'un moteur, d'un entraînement et d'un ventilateur en fonction des exigences effectives futures. Il s'agit donc d'identifier les cas dans lesquels l'utilisation et les exigences imposées à la ventilation ont changé par le passé ou pour lesquels de telles modifications sont prévues.

Une fois ces points clarifiés, il est possible de déterminer s'il faut dimensionner le nouveau moteur sur la base des appareils existants ou s'il vaut mieux explorer de nouvelles pistes. Dans ce contexte, il faut répondre aux questions suivantes:

- L'installation de ventilation ou l'appareil de ventilation concerné sont-ils encore nécessaires?
- Les conditions d'utilisation ont-elles changé ou des paramètres ont-ils été modifiés par le passé et si oui, comment?
- Des mesures à apporter à l'installation de ventilation sont-elles prévues?
- Un remplacement du moteur est-il vraiment judicieux? Le moment est-il opportun?

Figure 6: Procédure de remplacement du moteur comme mesure d'optimisation de la ventilation



ÉTAT DES LIEUX

En cas de remplacement du moteur, il convient de saisir les données pertinentes au sujet du moteur, de l'entraînement, du ventilateur et du réglage de l'installation existante. Celles-ci apportent une aide lors de la décision et servent de base pour le dimensionnement pour la suite du projet. Les données à saisir pour garantir une future exploitation fiable, pratiquement sans entretien et efficiente sont détaillées dans le **tableau 2**. Les points indiqués en rouge sont également à prendre en compte lors d'un remplacement imprévu ou en présence de conditions pénibles.

Tableau 2: Les données à saisir lors de l'état des lieux (en rouge, les données à saisir également en cas de remplacement imprévu)

VENTILATEUR

- Type de ventilateur
- Puissance à l'arbre
- État
- Mesure du débit volumique et de la pression différentielle

Courbe caractéristique du ventilateur

Espace disponible / type de montage

MOTEUR

- Puissance nominale (resp. puissance nominale niveaux 1 + 2)
- Un ou deux étages?
- Exploitation via un CF?

Mesure de la puissance absorbée du moteur

Rendement, évtl. âge

RÉGLAGE/DURÉES DE FONCTIONNEMENT

- Durées de fonctionnement (niveaux 1 + 2)

Profil de fonctionnement pour les moteurs avec CF

Exigences du point de vue de l'utilisation

RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

- Âge de l'armoire de distribution et espace disponible
- Signal de commande disponible pour la ventilation?

Sections du câble moteur, blindage?

Protections par fusibles

TRANSMISSION

- Transmission existante

Diamètre du disque

Possibilités de réglage et rigidité pour un alignement exact de l'axe

Radial avec aubes courbées vers l'avant ou vers l'arrière ou axial avec boîtier en spirale ou rotor mobile

Besoin en puissance nominale, d'après la fiche technique ou la plaque signalétique; nécessaire pour le dimensionnement du nouveau moteur

État des paliers, y compris la corrosion et l'abrasion

Pour les conditions de fonctionnement nominales, resp. aux différents points d'exploitation typiques; important lors du remplacement du ventilateur

Pour les assertions concernant la plage de fonctionnement et le dimensionnement du nouveau moteur, dans l'idéal avec mesure du débit volumique et de la pression différentielle

Pour évaluer la pertinence d'un remplacement par un entraînement direct

Fiche technique ou plaque signalétique du moteur

Pour déterminer la nouvelle puissance du moteur et décider d'intégrer un CF ou non

Pour déterminer le rendement global; prise en compte du dimensionnement du moteur de remplacement

Fiche technique, calculer le rendement tiré des indications de la plaque signalétique ou l'évaluer en fonction de l'âge (**cf. Tableau 1**)

Durées de fonctionnement des niveaux 1 + 2 pour les moteurs à deux étages

Évaluation des durées de fonctionnement en charge partielle et des variations. Le moteur tourne-t-il (presque) toujours en charge partielle, (presque) toujours en pleine charge ou les variations sont-elles importantes?

Besoin d'air constant ou variable (p. ex. occupation variable, refroidissement par le biais de la ventilation)?

En cas de modifications, il est possible qu'un rapport de sécurité (RS) soit requis; ceci peut déboucher sur des transformations onéreuses en présence de vieilles armoires de distribution

Existe-t-il une commande de la ventilation avec signal numérique ou analogique, évtl. bus? Nécessaire pour le CF

Pour déterminer s'il convient aussi de remplacer le câble du moteur

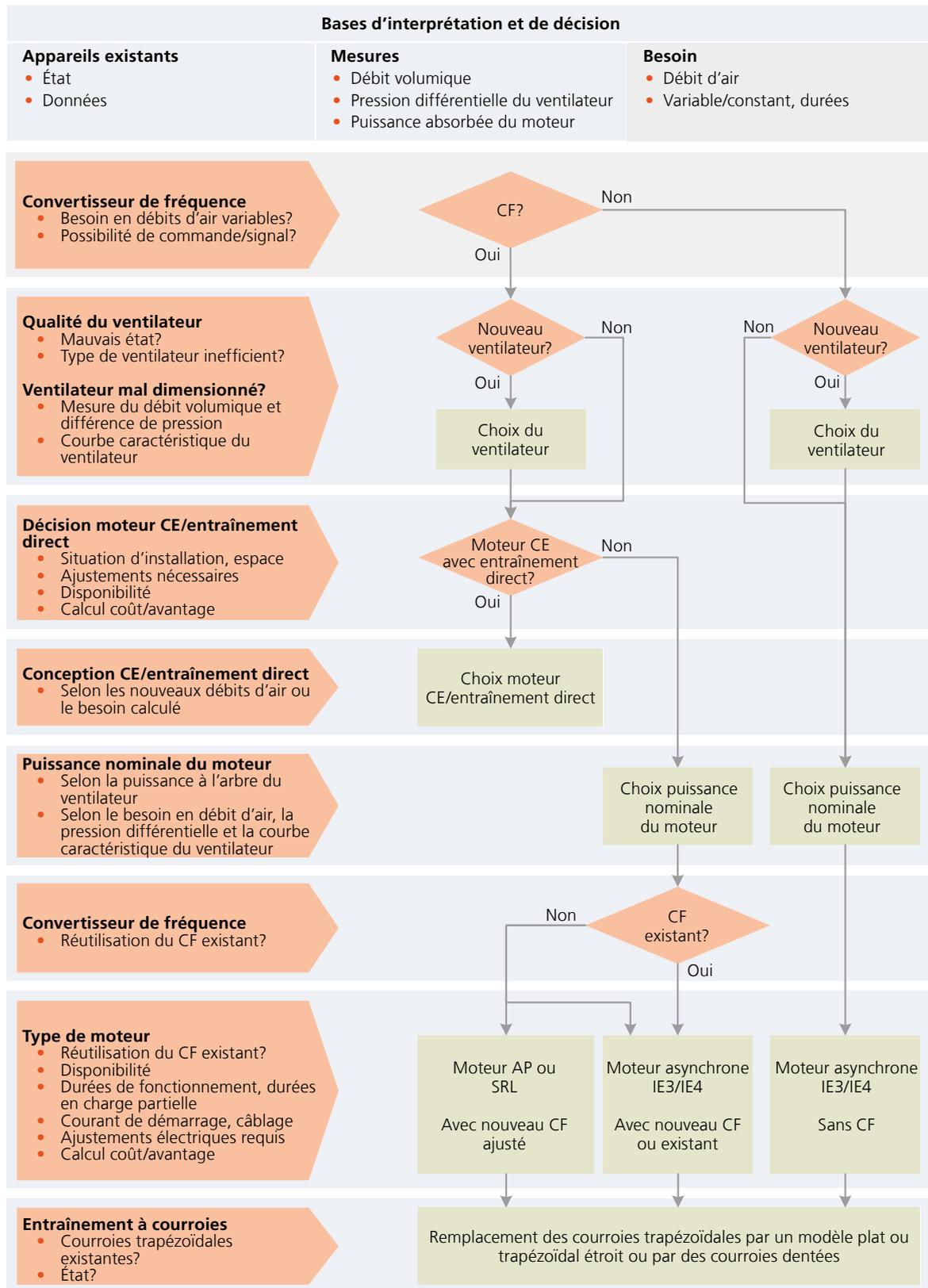
Le remplacement du moteur implique évtl. des adaptations au niveau des protections par fusible

Courroies plates, dentées, trapézoïdales, trapézoïdales étroites ou entraînement direct

Tiré des fiches techniques ou mesuré sur place

Si de nouvelles courroies plates ou dentées sont envisagées, les exigences strictes imposées au parallélisme de l'axe et à la charge admise des paliers doivent être remplies

Figure 7: Marche à suivre pour le choix de la technologie et le dimensionnement avec clarifications approfondies ou en cas de changement du besoin en ventilation



SÉLECTION ET DIMENSIONNEMENT

La **figure 7** illustre la procédure conseillée et systématique pour la sélection des composants et le dimensionnement correct.

Dans les cas où les clarifications portant sur les variantes technologiques et les mesures ne nécessitent aucune justification (urgence, coût/avantage), il convient néanmoins de procéder conformément au processus illustré pour éviter de grossières erreurs pendant le dimensionnement. La **figure 8** présente une marche à suivre simplifiée pour déterminer la puissance nominale du nouveau moteur et se décider en faveur d'un CF ou non.

RÉALISATION, CONTRÔLE ET DOCUMENTATION

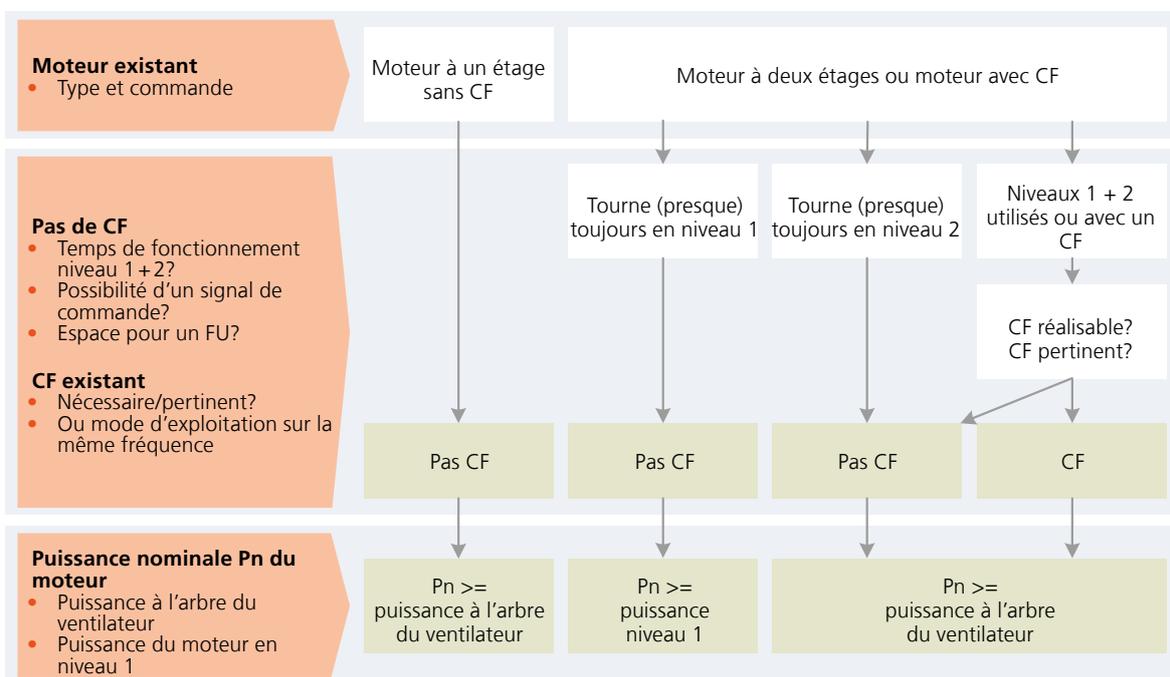
Une fois le moteur remplacé, il convient d'en mesurer la puissance absorbée aux points de fonctionnement typiques (resp. l'entrepreneur doit l'exiger) afin de vérifier l'efficacité du fonctionnement du moteur.

Des mesures des débits d'air et de la pression différentielle sont éventuellement de mise pour s'assurer que les points de fonctionnement du ventilateur et les débits d'air nécessaires sont corrects.

Une documentation minutieuse des ajustements réalisés est essentielle:

- Compte rendu de mesure
- Compte rendu de vérification
- Schéma électrique reproduit
- Documentation des types de commande/ fonctionnement, description le cas échéant
- Documentation produits

Figure 8: Marche à suivre simplifiée pour le dimensionnement du moteur de remplacement et la décision pour/contre un CF



PRÉCISIONS PRATIQUES

LES PRÉCISIONS PRATIQUES POUR LA SÉLECTION ET L'INSTALLATION DU MOTEUR, DU CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE, DE L'ENTRAÎNEMENT À COURROIES ET DU RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE SONT ÉNUMÉRÉES CI-APRÈS SOUS FORME CONDENSÉE. DANS CE CONTEXTE, ON FAIT LA DIFFÉRENCE ENTRE **LES CONSEILS** ET **LES ERREURS À ÉVITER**.

MOTEURS

Conseils

- En cas de remplacement, toujours examiner plusieurs variantes de moteurs (IE3, IE4, CE ou synchrone à réluctance évtl.) et comparer les coûts du cycle de vie.
- Certains moteurs IE3 et IE4 présentent une hauteur d'axe supérieure et davantage de pieds (mesures) que les moteurs standard plus âgés des classes IE1-IE2 et ne satisfont plus aux dimensions normées conformes à EN50347. Ceci a une influence sur les coûts d'installation.
- Les moteurs asynchrones efficaces (IE3/IE4) disposent d'un moteur plus lourd. L'inertie plus grande entraîne un courant de démarrage supérieur. En cas de remplacement, il convient de contrôler si un commutateur de protection à dimensionnement supérieur s'avère nécessaire.
- Les moteurs asynchrones efficaces (IE3/IE4) présentent moins de glissement que les moteurs des classes inférieures. En cas de remplacement, ceci implique une hausse de régime d'env. 1 à 5%. Étant donné qu'un débit volumique supérieur est alors produit, les gains d'efficacité sont réduits à néant.
- Il existe aujourd'hui sur le marché une vaste offre de moteurs asynchrones IE4 à partir d'une puissance nominale d'env. 3 kW.
- Les modèles avec CF intégré présentent l'avantage que les coûts d'installation élevés du CF et les installations électriques (câbles blindés) sont en partie supprimés.
- Les moteurs à deux étages affichent en général un rendement inférieur et devraient par conséquent être remplacés dans le cadre d'une optimisation du système de ventilation, resp. ne plus être utilisés.

Les erreurs à éviter

- Les moteurs sont souvent dimensionnés à l'aide du vieux moteur à remplacer. En cas de remplacement, il convient toujours de dimensionner les nouveaux moteurs à l'aide du ventilateur existant ou sur la base de clarifications approfondies (mesures, courbe caractéristique, etc.).
- Souvent, le choix porte sur la taille normée directement supérieure à celle du moteur à remplacer au lieu de vérifier si un moteur plus petit suffirait. Ce critère s'avère surtout déterminant sur les variantes asynchrones qui présentent un rendement nettement inférieur en charge partielle.

CONVERTISSEUR DE FRÉQUENCE (CF)

Conseils

- En présence de moteurs volumineux avec CF (>15 kW, parfois moins), des dégâts provoqués par des courants de fuite peuvent survenir au niveau des paliers de moteurs, se traduisant par une défaillance prématurée. Contre-mesures:
 - Utiliser un moteur avec palier isolé ou palier hybride (jusqu'à 100% de coûts supplémentaires). Sur les paliers hybrides, les roulements en céramique empêchent la conduction de courant.
 - Créer des liaisons équipotentielles supplémentaires (relier le moteur et le CF à la mise à la terre du bâtiment).
 - Utiliser un balai de mise à la terre.
- Étant donné que tous les moteurs, resp. CF, nécessitent un contacteur de sécurité, il convient de tenir compte des points suivants:
 - Il existe des CF avec contacteur de sécurité intégré. Une telle variante réduit considérablement les frais d'installation.
 - En cas de recours à un CF avec contacteur de sécurité intégré, il convient de tenir compte du fait qu'une isolation galvanique se produit à l'extinction.
 - En général, un concept de communication doit être élaboré (quelles informations sont transmises à l'extinction du contacteur de sécurité, etc.).
- Concernant les moteurs avec CF intégré, une interface de communication pour le paramétrage/la programmation du CF externe à l'appareil de ventilation doit être disponible.
- Il faut veiller à la compatibilité entre l'interface de communication et le CF.

- Les CF sont souvent utilisés sans vérifier au préalable la capacité de l'installation. Les CF s'avèrent uniquement judicieux en cas d'exploitation en mode de charge partielle variable.
- De nombreux CF utilisés fonctionnent à basse vitesse pour compenser un moteur surdimensionné. En cas de charge partielle constante, non seulement l'exploitation du moteur s'avère inefficace, mais celle du CF aussi, qui présente également un rendement inférieur en charge partielle.
- Ce que le CF doit afficher sur l'écran ou dans le système de contrôle du bâtiment n'est pas clairement défini. Ici aussi, il s'agit de définir quelle fréquence correspond en pour cent à une capacité totale (ex. 100% = 50 Hz).
- Lorsque des moteurs anciens tournent en association avec un CF, des dégâts causés par les harmoniques peuvent survenir au niveau de l'isolation. Équiper le CF d'un filtre sinus peut éviter l'apparition d'harmoniques. Il faut néanmoins s'attendre à une baisse du rendement d'env. 2 à 3%. Par conséquent, il est plus judicieux, lorsqu'un réglage est prévu, de remplacer les moteurs âgés que de les équiper d'un CF.

TRANSMISSION, COURROIES

Conseils

- Lorsque la priorité porte sur la sécurité de fonctionnement, il est possible de privilégier un entraînement à courroies par rapport à un entraînement direct pour faciliter la gestion des pièces détachées. La disponibilité des pièces détachées est bonne, les délais de livraison des courroies et moteurs usuels étant courts. Néanmoins, leur efficacité inférieure peut entraîner des coûts d'exploitation supérieurs.
- Les anciennes courroies trapézoïdales doivent être remplacées dès que possible par un type de courroie plus efficace.

- En cas de passage de courroies trapézoïdales à des courroies plates, il faut tenir compte du fait que la tension des courroies doit être augmentée, ce qui entraîne une surcharge des paliers. La tension supérieure des courroies plates peut provoquer des dommages au niveau des paliers.
- Étant donné que beaucoup de temps peut se passer entre le montage et la mise en service des appareils, les courroies plates peuvent être tendues juste avant la mise en service pour éviter les dommages au niveau des paliers.
- Les courroies plates comme trapézoïdales nécessitent beaucoup d'entretien (il convient de retendre plusieurs fois par année les courroies plates, tandis que les courroies trapézoïdales sont plus tolérantes aux erreurs mais doivent être remplacées régulièrement). Si l'entretien n'est pas effectué dans les règles de l'art, ceci peut se répercuter sur le rendement.

Les erreurs à éviter

VENTILATEURS

Conseils

- Les nouvelles directives, en particulier les nouvelles normes basées sur la directive européenne ErP (produits liés à l'énergie), obligent les fournisseurs d'appareils de ventilation à proposer des innovations. Parfois, des unités de ventilateur/moteur arrivant sur le marché ont été spécifiquement optimisées pour le postéquipement des appareils de ventilation existants (dimensions, raccordements, etc.). Il vaut la peine de garder ces développements à l'œil et d'envisager un tel remplacement.

Les erreurs à éviter

- Les ventilateurs radiaux à aubes recourbées vers l'avant (ventilateurs centrifuges) sont bon marché et compacts mais présentent un rendement nettement inférieur par rapport à leur pendant à aubes recourbées vers l'arrière.
- Les ventilateurs radiaux les plus efficaces à aubes recourbées vers l'arrière affichent souvent des dimensions supérieures à celles des ventilateurs centrifuges à débit volumique comparable. Un remplacement se traduit donc par un besoin de place supérieur ou un débit volumique réduit.

RACCORDEMENT ÉLECTRIQUE

Conseils

- Chaque transformation au niveau de l'armoire de distribution requiert un rapport de sécurité (RS). Ceci peut s'avérer très onéreux lorsqu'il s'agit d'une armoire de distribution ou d'installations anciennes, étant donné qu'il faut faire référence sur le rapport de sécurité, lors d'une transformation, aux normes actuelles.
- Lors d'un remplacement du moteur et/ou de l'installation d'un convertisseur de fréquence il faut toujours vérifier, que les sections des câbles soient suffisantes. Il peut être recommandé de faire des mesures de court-circuit et d'isolation, afin d'estimer l'état du câble.
- Le boîtier de raccordement du moteur doit être en métal. De plus, l'installateur doit garantir la compatibilité CEM.

- En cas de remplacement d'un CF installé séparément, différentes installations supplémentaires et chères peuvent s'avérer nécessaires, p. ex. câbles blindés, câbles de commande, adaptations au niveau de l'armoire de distribution, interface de communication, etc. Il convient absolument d'en déterminer le périmètre au préalable.
- Il faut veiller à toujours compléter en conséquence le schéma électrique lors d'un remplacement du moteur (prévu ou non). Ce point est souvent oublié.
- Les exigences imposées à la pose des câbles de communication diffèrent en fonction du système (modbus, etc.) et entraînent en partie des coûts importants (distances minimales par rapport aux installations à courant fort). Il convient alors de vérifier comment les exigences des fabricants de CF ont été définies.
- En cas de puissances élevées et de conditions ambiantes peu favorables, le refroidissement du CF peut s'avérer nécessaire.

Les erreurs à éviter



Figure 9: L'installation de ventilation de la halle de test de l'office de la circulation du canton de Zürich a été optimisée de la façon suivante (p. 22 avant la transformation et p. 23 après) : le moteur asynchrone bi-vitesse a été remplacé par un moteur à aimant permanent de deux classes de puissance inférieure et équipé d'un CF intégré. Le moteur a été spécialement développé pour une exploitation à haute vitesse et atteint une classe d'efficacité IE4. Grâce à une adaptation de l'entraînement par courroies avec une poulie plus grande du côté du ventilateur, la vitesse du ventilateur reste identique à celle d'avant la transformation malgré une vitesse moteur plus élevée. La comparaison des mesures de performance a montré une économie d'énergie d'environ 42% pour un flux identique. Suite au remplacement du système de contrôle, l'armoire électrique a dû être également remplacée. Ce qui permet en outre avec le CF nouvellement intégré un réglage de la ventilation en fonction du besoin sur la base de la concentration de CO₂ dans la halle. Ce faisant l'économie d'énergie peut être encore une fois augmentée de façon significative. (Source: ELEKTRON AG/ZITT Motoren AG)



JE VEUX EN SAVOIR PLUS

PRESCRIPTIONS D'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DE L'OEEE POUR

Moteurs électriques (annexe 2.7) et ventilateurs (annexe 2.6)

PROKILOWATT

Enregistrement de projets ou participations à un programme existant

PEIK

La plateforme de conseil pour les PME

INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES SUR LES PROGRAMMES D'ENCOURAGEMENT POUR ANALYSE FINE

Contacter AEnEC ou ACT

INFORMATIONS GÉNÉRALES SUR LES ACTIVITÉS DE SUISSENERGIE DANS LE DOMAINE DES SYSTÈMES D'ENTRAÎNEMENT ÉLECTRIQUES

Cette brochure a été élaborée en collaboration avec

Weisskopf Partner GmbH, 8047 Zürich,
ARENA, S.A.F.E., 8006 Zurich,
Ingenieurbüro US, 8832 Wollerau,
ZITT Motoren AG, 8045 Zurich et
EE AG Hinwil, 8340 Hinwil.