

Efficacité énergétique dans l'industrie

Technologies transversales à haut rendement: électricité

24-27 novembre 2014, Tunis, Tunisie

 **renac**
renewables academy

En coopération avec:



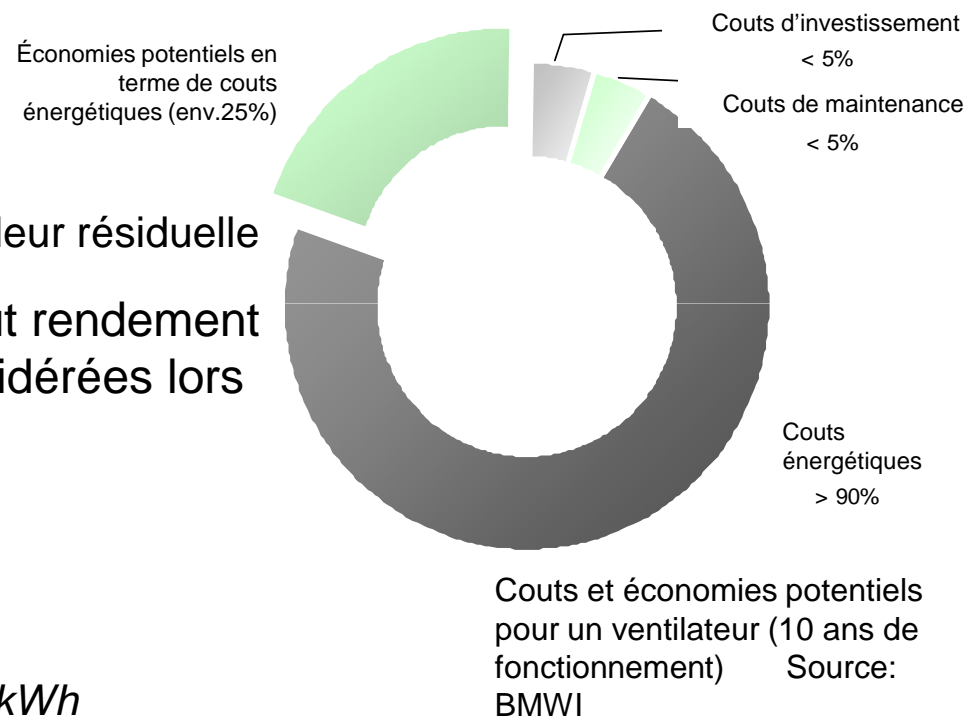
Soutenu par:



www.renac.de

Ventilation – Données clés

- Données clés sur la ventilation
- Importants potentiels d'économies d'énergie dans les systèmes de ventilation existants
 - Age, manque de maintenance, absence d'équipement efficace
 - Contrôle de réglages, récupération de chaleur résiduelle
- Les options en terme de systèmes à haut rendement sont la plupart du temps pas assez considérées lors de la planification.
- *Exemple: en Allemagne, environ 3.75 million kWh d'électricité pourraient être économisées en remplaçant les anciens ventilateurs énergivores par des modèles plus efficaces.*



Source: Landesgewerbeamt Baden-Württemberg, Energieeffiziente Belüftungsanlagen in Betrieben, 05/2002

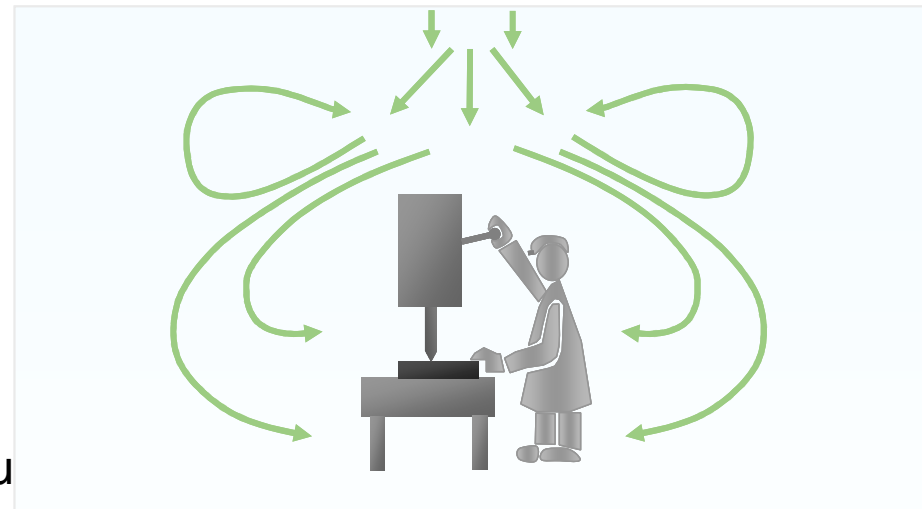
- Consommation pour la ventilation, étendue de l'application
- Approvisionnement d'air frais aux bâtiments de bureau ou de production
- Conditionnement de l'air ambiant
 - Chauffage
 - Rafraichissement
 - Humidification
 - Déshumidification
 - Evacuation de gaz ou de particules d'échappement
- Alimentation en air neuf et extraction d'air usé dans des équipements de processus: séchoirs, fours, etc.



Système de ventilation

Ventilation

- Optimisation de l'insertion et dispersion d'air
- Éteindre le système de ventilation lorsqu'il n'est pas nécessaire (p.ex. pendant les weekends)
- Ajuster la taille aux besoins réels
- Abaisser la température de consigne (chauffage)
- Augmenter la température de consigne (refroidissement)
- Régulation du flux volumétrique en l'ajustant à la demande, dépendant du temps de fonctionnement et de la charge de travail



Ventilation mixte

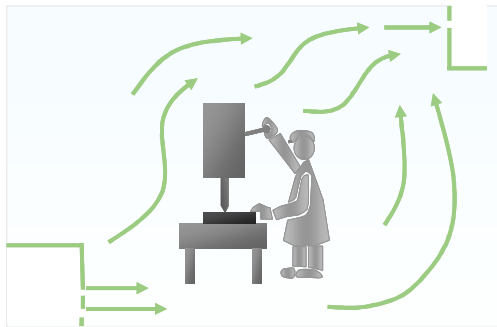
- Pour divers applications, en particulier pour les zones sans exigences particulières
- la tâche voulue est souvent accomplie avec un débit volumétrique relativement faible

Ventilation

- Optimisation de la proportion d'air en circulation/frais
- Régulation des éléments de chauffe et rafraichissement selon la demande
- Récupération de chaleur
- Optimisation des ventilateurs
- Optimisation de l'entraînement des
- Utilisation de moteurs efficaces

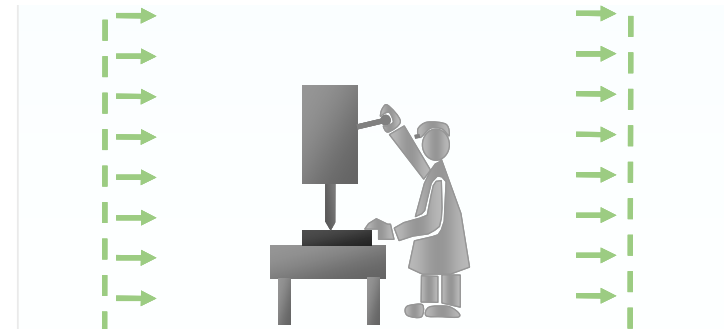
Ventilation par déplacement

- Si une évacuation totale de l'air pollué est nécessaire
- P.ex., idéal pour les pièces où des matériaux dangereux sont utilisés ou bien où l'air est pollué, tels que les laboratoires et les pièces de peinture à aérosols, ou bien les pièces avec des exigences strictes envers la qualité de l'air tels que les salles opératoires et les zones industrielles nécessitant une atmosphère exempte de poussière



Ventilation de source

- Larges quantités d'air doivent être déplacées pour maintenir un flux d'air constant
- Très efficace en énergie si la pièce est à rafraichir et offre un bon confort thermique grâce à son échappement moindre



Ventilation et efficacité énergétique

- Conception, choix du type de ventilateur selon le besoin
- Dimensionnement : tout surdimensionnement entraîne des surconsommations
- Contrôle du fonctionnement:
 - Tout ou rien: en auto ou en manuel
 - Réduction du flux d'air en fonction des besoins
- La variation électronique de vitesse permet d'adapter le fonctionnement des ventilateurs en fonction de la demande réelle, avec des gains souvent considérables. Quelques exemples:
 - Contrôle de l'air de combustion dans les chaudières
 - Contrôle de l'air extrait en fonction du nombre de personnes ou du nombre de postes de travail
 - Contrôle de l'air dans les fours de cimenteries

Exemple de ventilation I

- Situation actuelle
 - Consommation d'électricité du système de ventilation très importante
- Causes possibles
 - Filtre bouché
 - Fonctionnement hors des heures de production
 - Aucun contrôle sur l'entraînement électrique
 - Ventilateur ou courroie du ventilateur trop âgé
 - Conduite d'air trop étroite
 - Distribution d'air à travers le hall n'est pas conçue pour un flux optimal (flux de by-pass)
 - Fuites au niveau des conduites d'air

Exemple de ventilation II

Réduction du volume d'air / vitesse du ventilateur pour des températures ambiantes moyennes

- Situation actuelle
 - L'entraînement du ventilateur est déjà équipé de convertisseurs de fréquence efficaces pour la régulation de vitesse -> mais n'est pas contrôlé
- Mesures
 - Excepté pour les périodes à haute charge (températures basses d'hiver entraînent une hausse importante de la demande en chauffage, et, inversement, les températures hautes d'été font augmenter la demande en rafraîchissement), c.à.d. lors des périodes de transition, le débit d'air d'injection est réduit, pour ainsi réduire la puissance nécessitée par les ventilateurs. En moyenne, le débit volumique est réduit de 30% pour 3,000 heures de fonctionnement par année.

Exemple de ventilation

Résultats

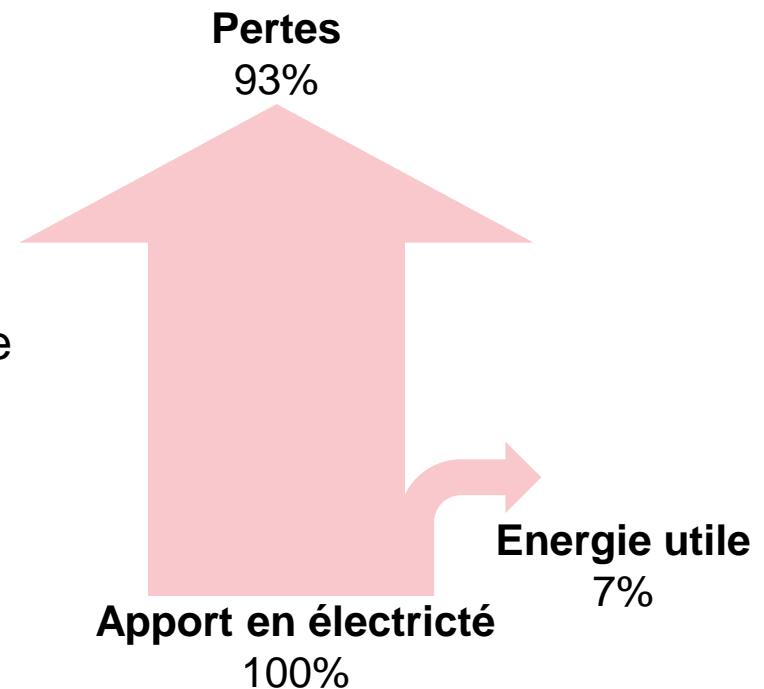
- Potentiel d'économie: environ 60 MWh/année
- Coûts d'investissement : environ 500 €
- Temps d'amortissement: 0,1 année

Air comprimé – Données clés

Air comprimé – Données clés

Une des formes d'énergie les plus onéreuses

- Seul 7% de l'apport énergétique est utilisable pour quelconques applications
- Le reste de l'énergie est presque exclusivement convertie en chaleur
- Une bonne partie de cette chaleur résiduelle peut être récupérée
- Économies de l'ordre de 50% sont atteignables (l'ordre de grandeur des économies atteintes en Allemagne est de 5 GWh/a, ce qui se traduit en 55% selon l'Institut-Wuppertal)

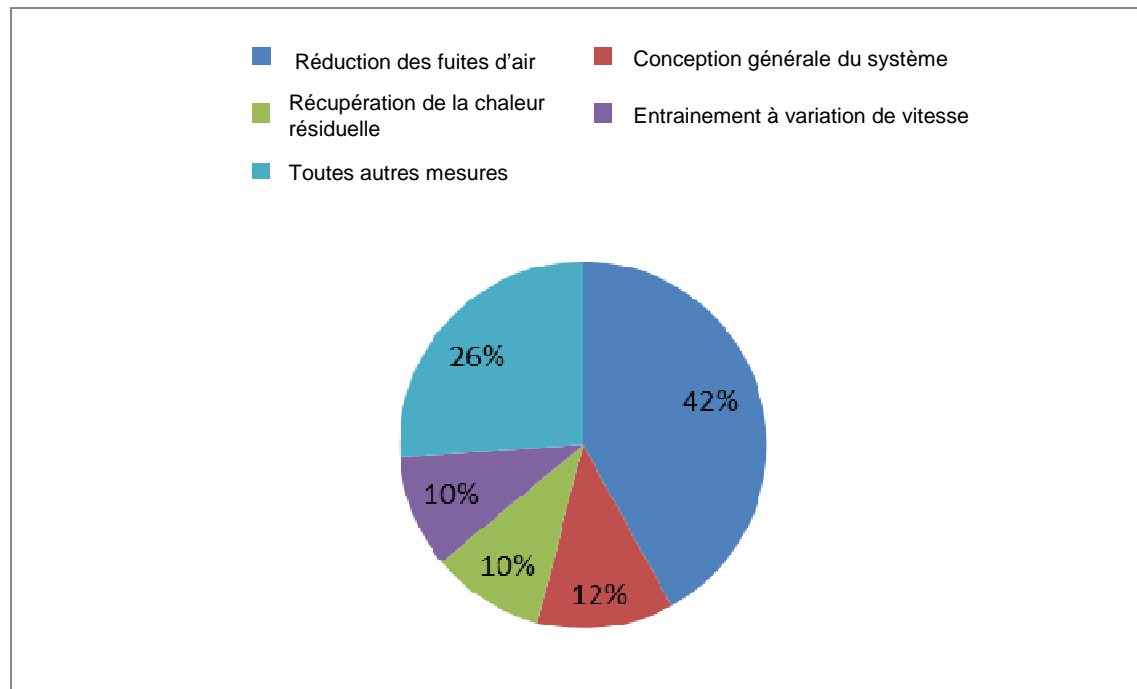


Air comprimé – Données clés

- Domaines d'application typiques
 - Tamponnage, moulage par injection-soufflage
 - Entraînement pneumatique de machines et robots ainsi que dans les zones antidéflagrantes
 - Vannes de commande
 - Transmission, matériel léger
 - Nettoyage
- Distribution
 - Tuyauterie
 - Raccords
 - Tuyau de sortie

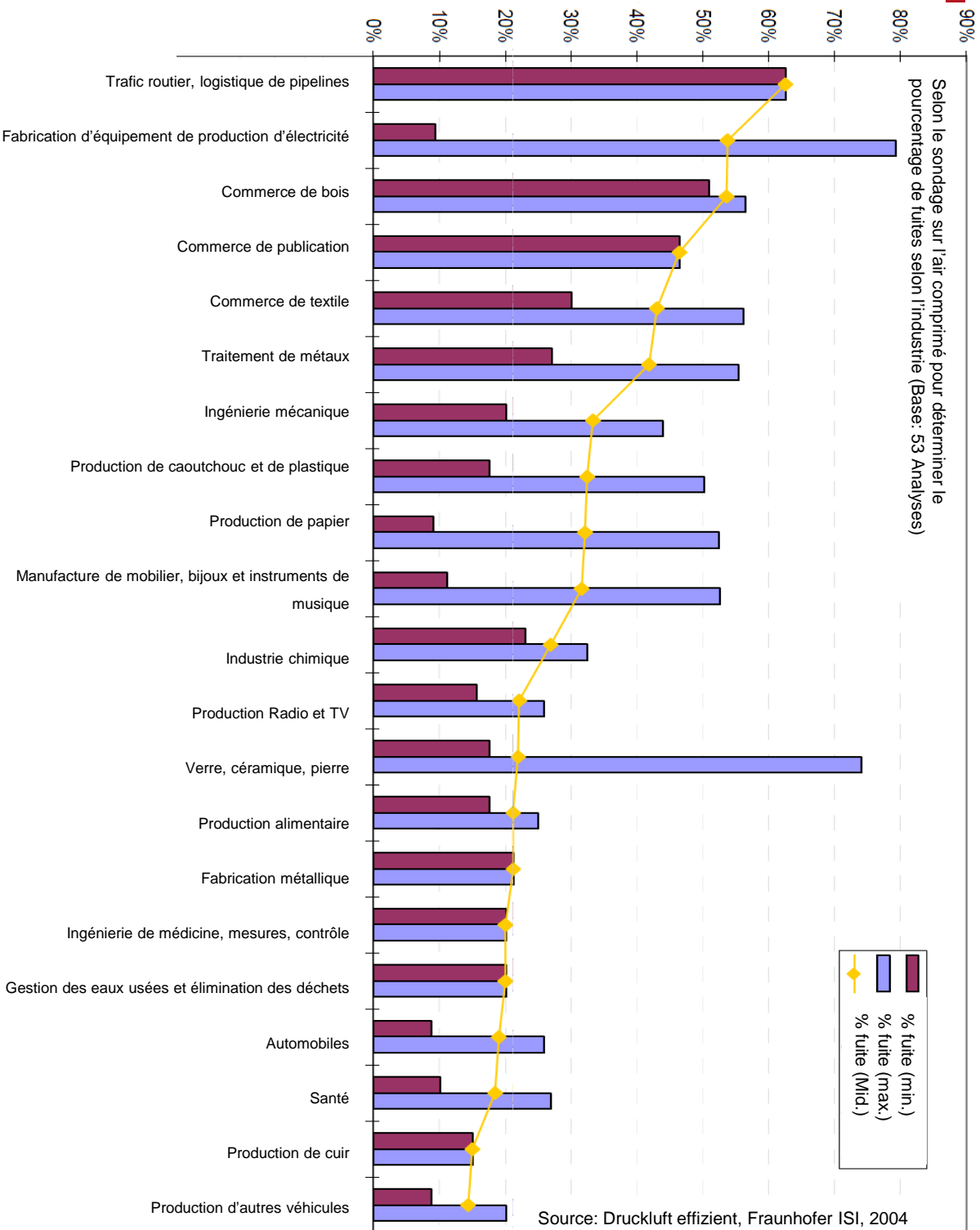


Potentiels d'optimisation typiques



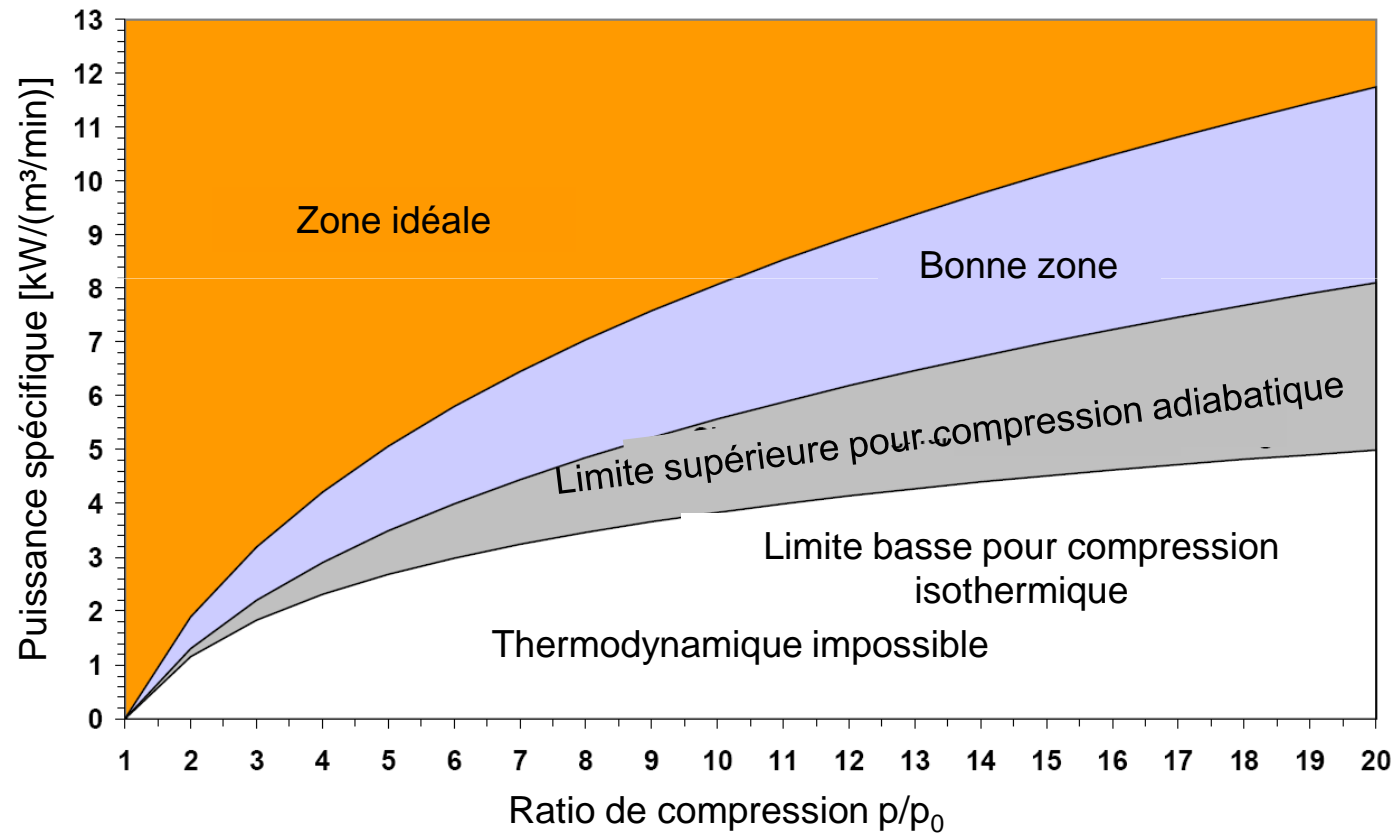
Source: Compressed Air Systems in European Union, Fraunhofer ISI, 2001

Consommation, distribution & production énergétique

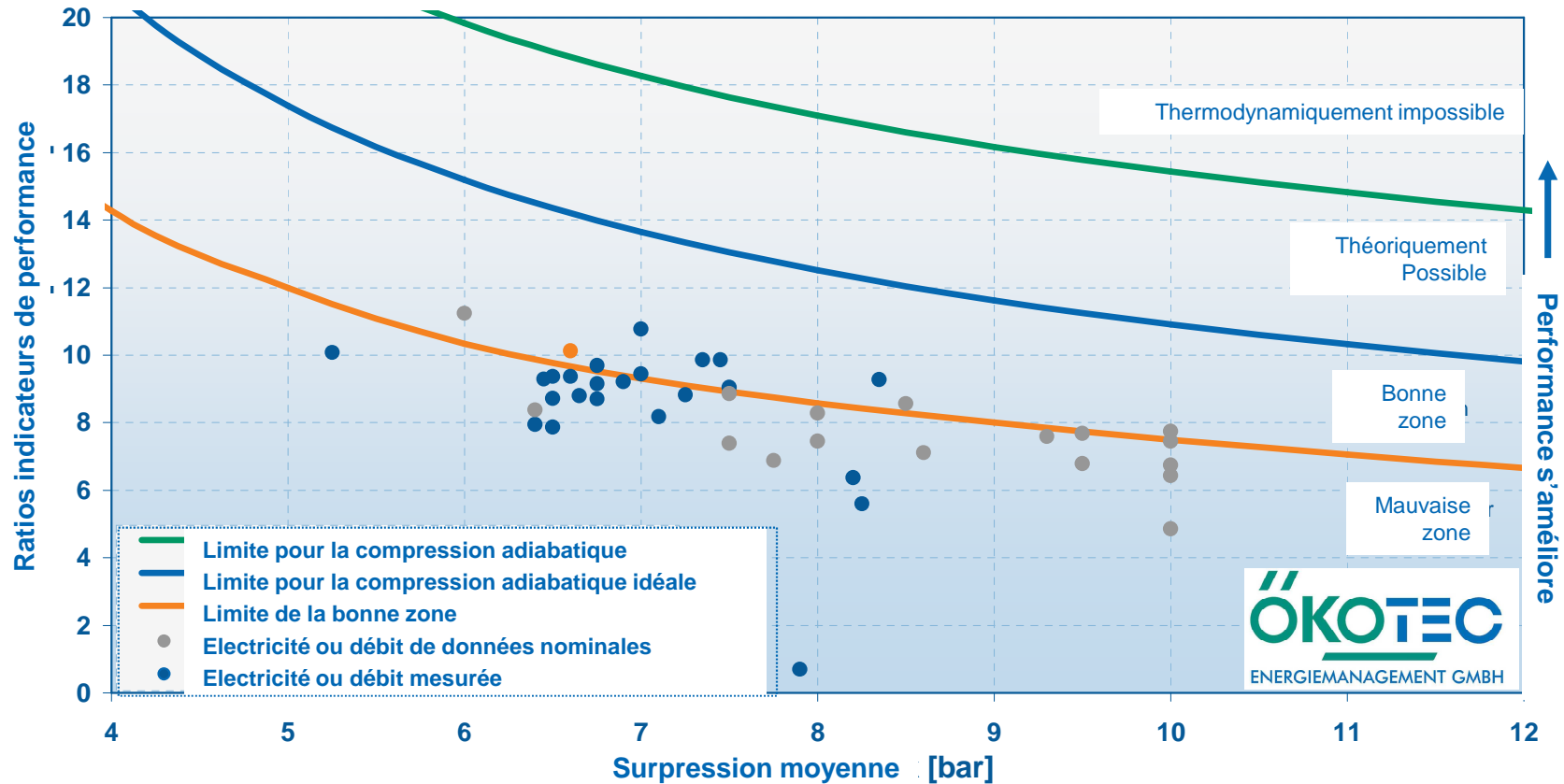


Besoin énergétique spécifique de l'air comprimé

Réduire la pression de production de 8 à 7 bars permet de réduire la consommation électrique de plus de 10%



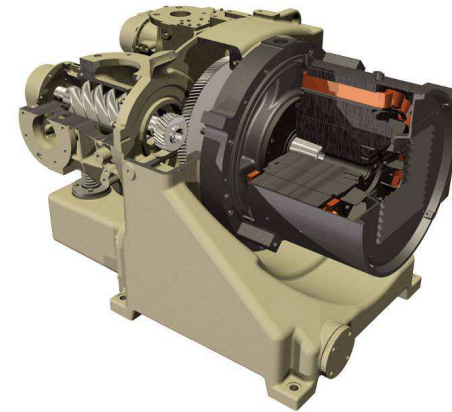
Ratios indicateurs de performance



Air comprimé

- Échanger les entraînements pneumatiques par des électriques
- Pas de nettoyage ni de refroidissement avec l'air comprimé
- Élimination régulière de fuites
- Réduction de la pression nette
- Minimisation des périodes d'inactivité (régulation)
- Utilisation de compresseurs à haut rendement
- Optimiser la conception des réseaux et la localisation des compresseurs
- Récupération de la chaleur résiduelle

Compresseur à air efficace



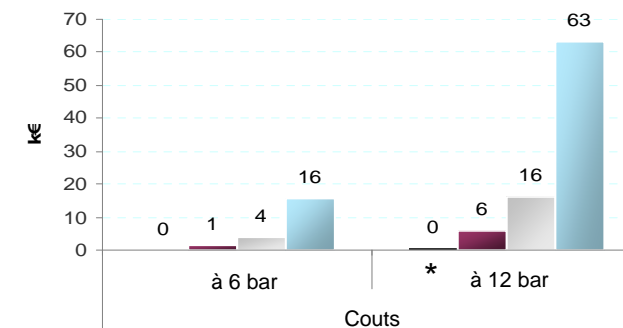
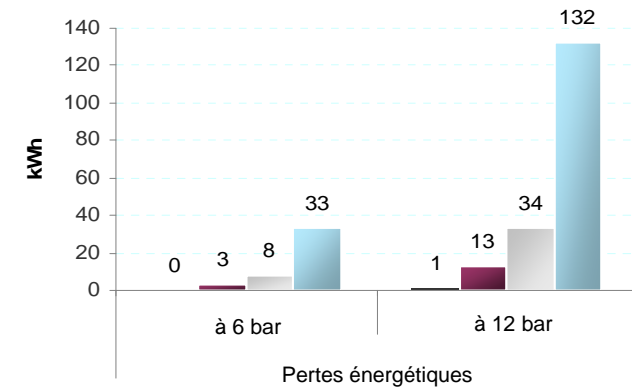
La combinaison d'un variateur de fréquence à un moteur hybride à aimant permanent peut:

- Offrir un véritable entraînement à vitesse variable
- Atteindre une pression constante et un rendement maximal sur la gamme de contrôle entière (100% jusqu'à seulement 25% de charge).

Potentiels et mesures d'économie d'énergie

Exemple: Air comprimé - Réduction des fuites

- Réduction des pertes liés aux fuites de 27% à 20%.
- Économies: 76 MWh/ans
- Coûts d'investissement 2,000 €
- Temps d'amortissement: 0,5 années



* Considérant 0.06 €/kWh et fonctionnement 8000h/a

Air comprimé – Optimisation du réseau d'air

- Situation actuelle

- Une brasserie opère deux réseaux d'air comprimé séparés à différents niveaux de pression. Les compresseurs sont inactifs une bonne portion du temps et fonctionnent donc de manière très inefficace.

- Dispositif

- Une campagne de mesure d'une semaine aide à identifier les besoins réels en pression et volume des appareils. Un "concept d'air comprimé" est mis en œuvre:
- Les niveaux de pression et de tolérance sont réduits
- Une régulation générale pour un production d'air comprimé sur demande est mise en place
- Un compresseur à vis intégré à haut rendement avec régulation de vitesse électronique est installé.

Potentiels et mesures d'économie d'énergie

Air comprimé – Optimisation du réseau d'air

Résultats

- Potentiels d'économie: env. 775 MWh/année
- Coûts d'investissement: env. 65,000 €
- Temps d'amortissement: 1.1 ans (coûts de l'électricité: 71 €/MWh)

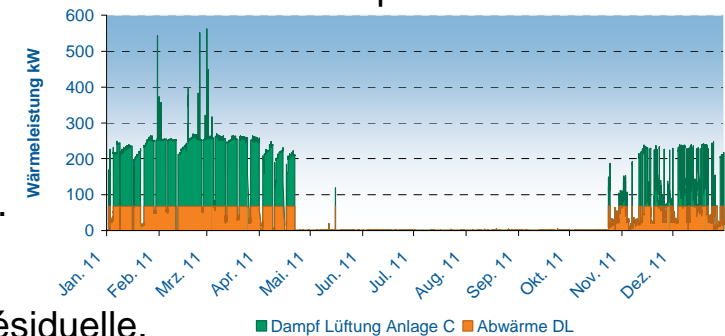
Exemple: Utilisation de chaleur résiduelle par les compresseurs

Situation initiale

- Une partie de la chaleur résiduelle provenant d'une utilisation d'air comprimé stérile est diffusée dans le hall de production. Cependant, la chaleur dissipée par les autres compresseurs restera inutilisée.
- La zone de préforme et d'autres zones de l'usine C peuvent être utilisés comme puits thermiques pour les compresseurs à air.

Mesure

- Installation de compresseurs à air efficaces dans la zone de stockage sous l'entrepôt de préformation.
- Mise en place de conduites d'air pour l'afflux de chaleur résiduelle.
- Le temps de fonctionnement du chauffage mural sera réduit par l'utilisation de la chaleur résiduelle.
- Des ventilateurs de plafond peuvent réduire les gradients de température.



Plan d'action recommandé

- Vérifier que les conduites soient adéquates
- Mise en œuvre de mesures

Viabilité économique				
Économies de couts	8	-	12	T€/a
Investissement estimé	6	-	9	T€
Temps d'amortissement	0.5	-	1.0	a
Intérêts interne	106	-	159	%

Pompes et systèmes de pompage – Données clés & Industrie

- Les systèmes de pompage représentent un bon quart de la consommation d'électricité dans l'industrie mondiale.
- Économies potentiels de jusqu'à 40 % sont atteignables grâce aux pompes électriques

Étendue des applications

- Transport de fluides de A vers B
- Circulation de fluides au sein d'un système.

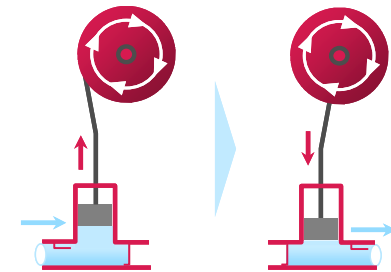
Indicateurs caractéristiques

- Performance du moteur de la pompe en kW
- Débit en m³/h
- Fréquence en min⁻¹
- Classe d'efficacité énergétique

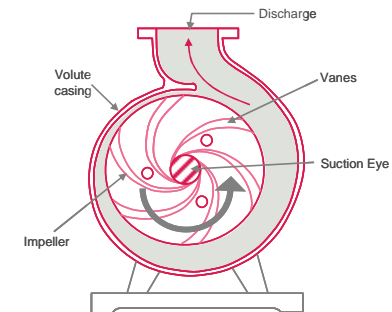
- Types de pompes
- Pompes volumétriques
 - (p.ex. Pompes à pistons, pompes à pistons rotatives)
 - Fréquemment utilisés pour le transport de liquides très visqueux.
- Pompes à pistons ou centrifuges
 - (p.ex., pompe à pistons radiaux ou axiaux)
 - Avec une part du marché de 75%, les pompes centrifuges sont les pompes les plus utilisés dans l'industrie.



Pompes à pistons

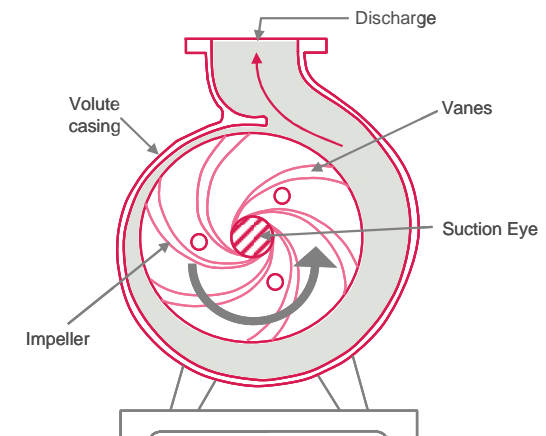


Pompes centrifuges



Pompes

- Optimisation du système entier
- Fonctionnent seulement lorsque nécessaire
- Dimensionnement adéquat
- Vérification des modes de régulation, si possible, abandonner les clapets anti retours et by-pass
- Régulation de la vitesse avec convertisseur de fréquence
- Élargir les goulets d'étranglement, écarter les « résistances à la pression »
- Utiliser des pompes de moteurs à haut rendement énergétique
- Optimisation de la maintenance



Equiper les pompes de variateurs de fréquence

- Situation actuelle
 - Dans une usine de papier aux Philippines, certaines des pompes principales (pompes à carburant, pompes à eau, etc.) ne fonctionnent pas à leur capacité maximale. Le débit n'est pas constant.
- Mesures
 - Equiper les moteurs des pompes avec des variateurs de fréquence, ce qui permet de faire fonctionner la pompe à différentes vitesses.
- Résultats
 - Potentiels d'économie: env. 1,123 MWh/a
 - Coûts d'investissement: env. 57,000 €
 - Période d'amortissement: 1.3 ans



Pompe à variateur de vitesse intégré

Potentiels et mesures d'économie d'énergie

- La variation de vitesse peut présenter des rentabilités très différentes selon les cas.
- Recommandation; analyser toutes les pompes de taille importante

Exemple de calcul de temps de retour pour la Variation Electronique de Vitesse (VEV) dans 3 cas différents

Puissance moteur VEV	kW	50		
Coût moyen de la VEV	€/kW	230		
Montant de l'investissement	€	11 500		
			Cas 1	Cas 2
			Cas 3	
Economie sur consommation	%	25%	10%	40%
Temps d'utilisation	h/an	3 000	3 000	8 000
Economie annuelle	kWh/an	37 500	15 000	160 000
Coût moyen du kWh	c€/kWh	7	7	7
Economie annuelle	€/an	2 625	1 050	11 200
Temps de retour brut	ans	4,4	11,0	1,0

Potentiels et mesures d'économie d'énergie

Pompes – Exemple I

■ Description

- Les pompes d'un ensemble de consommateurs consomment une quantité considérable d'électricité.

■ Raisons possibles

- Fonctionnement hors des heures de production
- Nombre ou capacité des pompes sont trop importants
- Pompes ne sont pas régulées
- La tuyauterie est sous dimensionnée & la vitesse du fluide est trop importante

Éteindre les pompes principales lors de temps d'inactivité

Situation actuelle

- Une usine de traitement de métaux au Bangladesh: le laminoir est alimenté en eau de refroidissement par 5 pompes (75 kW chacune). Ils restent en fonctionnement en permanence même lorsque le laminoir est à l'arrêt.

Mesures

- Installation de sondes d'énergie qui éteignent automatiquement les pompes lorsque le laminoir est mis hors service.

Résultats

- Potentiels d'économie: ca. 46 MWh/a
- Coûts d'investissement: ca. 2,400 €
- Période d'amortissement: 1.1 ans



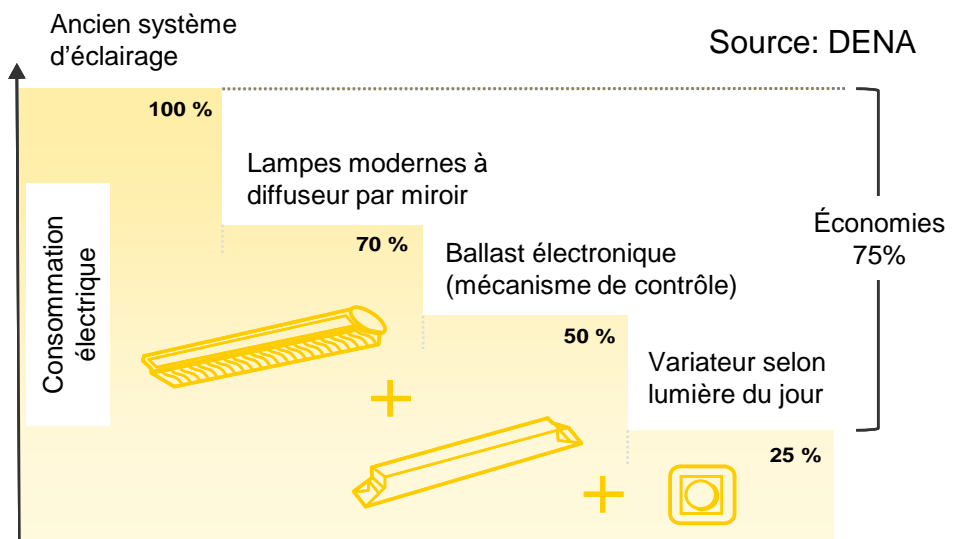
Laminoir

Éclairage – Données clés

- Consommation énergétique pour l'éclairage diffère considérablement d'un secteur industriel à l'autre
- Dans les secteurs énergivores, la part est inférieure à 3 – 5 %, généralement celle-ci est de 5 - 10 %, et dans certains rares cas jusqu'à 20 %.

- **Systemes d'éclairage modernes**

- Jusqu'à 75 % d'économies d'électricité comparé aux anciens systemes



Potentiels d'économies grâce aux systèmes d'éclairage modernes

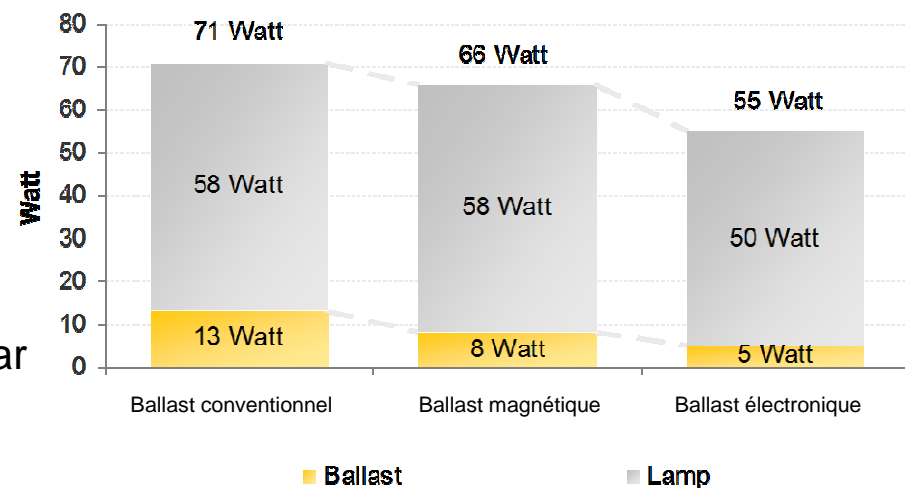
Concepts fondamentaux de l'éclairage

- Éléments d'un système d'éclairage
 - Lampes (lumineuses)
 - Luminaire/ Réflecteur (canalisation lumineuse)
 - Ballasts/ démarreurs
 - Contrôle/ régulation
- Indicateurs caractéristiques
 - Puissance nominale en watts (W), flux lumineux en lumens (lm)
 - Efficacité d'éclairage
 - Illumination en lux:
 - Définir le besoin selon le type d'activité
- Domaines d'application typiques
 - Éclairage de bureaux et hall d'usine
 - Éclairage de surfaces extérieures



Efficacité énergétique dans l'éclairage

- Éclairage ajusté aux normes de visualisation
- Profiter de la lumière naturelle, mettre en place des puits de lumière
- Fournir des régulateurs individuels/ de groupes tels que:
 - Capteurs de présence
 - Cellules photosensibles
 - Horloges
- Séparer les circuits d'alimentation pour faciliter le contrôle (zonage)
- Utiliser des luminaires/ réflecteurs à haut rendement ET des ampoules efficaces
- Remplacer les ballasts par des ballasts plus efficaces, en prenant en considération les facteurs autres que la réduction de HSE.
- Remplacer les lampes iodure métallique par des tubes fluorescents



Éclairage – Rajout de Ballast Electronique

- Concepts de base
 - Capacité du luminaire avec ballast conventionnel: 72 W
 - Capacité du luminaire avec ballast électronique: 56 W
- Résultat
 - Économies dans le cas d'échange: 16 W
 - Pour 100 lampes fonctionnant pendant 8 heures, 5 jours par semaine pendant 50 semaines (= 2000 heures/a), l'échange de ballast amènerait une réduction de 3.200 kWh par ans.



Potentiels et mesures d'économie d'énergie

Éclairage – Optimisation

Résultats:

- Potentiels d'économie: environ 590 MWh/ans
- Coûts d'investissement: 142,000 €
- Temps d'amortissement: environ 3 ans



Exemple: Remplacer les lampes à décharge au mercure

▪ Situation initiale

- Du lundi au vendredi, le hall de production est illuminé. Le contrôle de l'éclairage selon la quantité de lumière du jour peut permettre d'éteindre une partie des lampes.
- Lampes HQL de 450 W sont installées.



▪ Mesures

- Les employés de XXXX considèrent de remplacer les lampes à décharge au mercure par des LED.
- Éclairage à base de LED a déjà été installé et donne de bons résultats.
- L'installation de lampes fluorescentes devrait aussi être considérée.
- Dans certains cas, les lampes à vapeur de sodium peuvent aussi être une bonne solution



▪ Recommandations

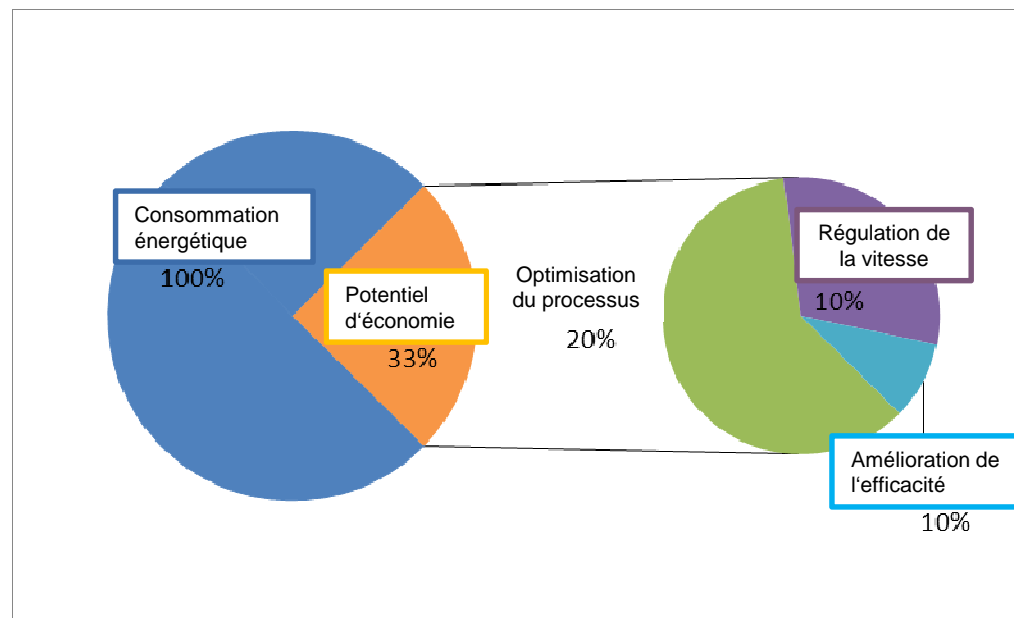
- Mettre en place mesures dépendantes des différentes zones.
- Différents types de lumières devraient être examinés.

Viabilité économique				
Économies de couts	34	-	51	T€/a
Investissement estimatif	53	-	73	T€
Période d'amortissement	1	-	1.5	a
Intérêt interne	54	-	78	%

Entrainements électriques - données clés

Entrainements électriques

- Les entrainements électriques consomment environ 64 % de l'électricité nécessaire par l'industrie et le commerce
- Si tous les entrainements électriques d'Europe étaient remplacés par des équipements plus efficaces, environ 32 TWh, c.à.d. 2.5 milliards €, pourraient être économisés chaque année



Source: AG Energiebilanzen/ VDEW & IFE TU München

Entrainements électriques dans le secteur industriel

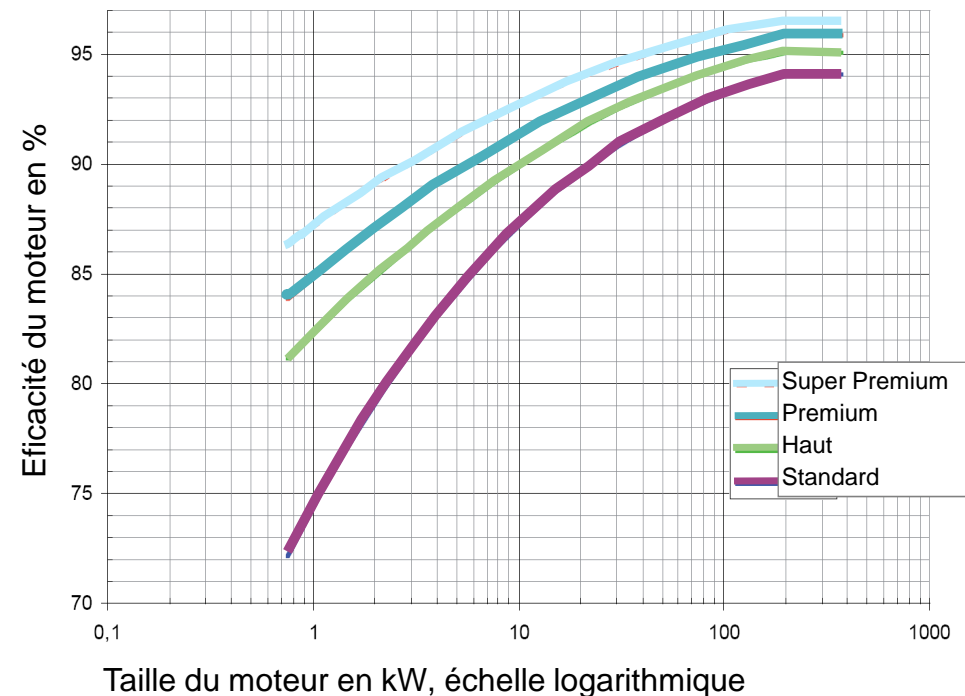
- Consommation
 - Pompes
 - Divers équipement de production
 - Compresseurs (refroidissement, air pression, sous-vide)
 - Ventilateurs
 - Technique et transport par convoyeur
- Indicateurs caractéristiques
 - Performance du moteur en kW
 - Consommation énergétique en kWh
 - Classe d'efficacité



Classe d'efficacité des entrainements électriques

- Indicateurs caractéristiques
 - Performance du moteur en kW
 - Consommation d'énergie en kWh
 - Classe d'efficacité
 - Chaque classe est définie par un rendement minimum selon la taille
 - Cette labellisation sert à tirer le marché, puis à introduire une réglementation

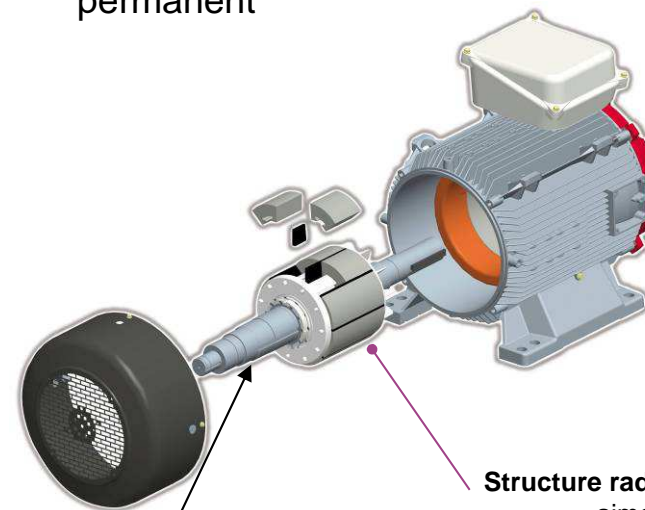
Classe d'efficacité du moteur



Entraînements électriques

- Dimensionnement adapté
- Fonctionnent seulement lorsque nécessaire
- Contrôle de la vitesse grâce au variateur de fréquence
- Utilisation de moteurs à haut rendement

Moteur hybride à aimant permanent



Rotor magnétisé

- réduction des pertes au niveau du rotor
- réduction de la chauffe des roulements
- augmentation de la vitesse comparé à un moteur à induction avec valeur de couple équivalente
- intervalles de lubrification étendus

Structure radiale: fiable

- aimants attachés sans colle ni de laçage
- aucun risque de démagnétisation

Entrainements électriques – Mise en arrêt des broyeuses

- Situation actuelle
 - Dans une usine de traitement de plastique, deux broyeuses fonctionnent 24% et 40% du temps sans charge respectivement.
- Mesures
 - Éteindre les broyeuses lorsque inactifs et installation de détecteurs et composants de contrôle pour le fonctionnement automatique.
- Résultats
 - Potentiels d'économie: 730-1,200 MWh/année
 - Coûts d'investissement: 38,000 – 63,000 €
 - Temps d'amortissement: 0.5 - 1 ans

Maîtrise de la Demande Electrique

- En fonction de la politique tarifaire, diverses actions peuvent être mises en place pour baisser la facture électrique sans nécessairement faire des économies d'énergie chez l'utilisateur
- Correction du facteur de puissance
- Déplacement de consommation depuis la pointe vers les périodes creuses:
 - Stockage de froid
 - Réorganisation du programme de travail de certains équipements
 - Ex: broyeur dans une cimenterie: travail déplacé durant la nuit
- Mise en place de moyens de production autonomes pendant la pointe
 - Question de l'efficacité énergétique des groupes électrogènes?

Potentiels et mesures d'économie d'énergie - Résumé

- Mesure d'économie d'énergie pour chaque technologie transversale
 - Réduire la demande (temps d'inactivité, niveau de températures, ...)
 - Distribution efficace (prévention des fuites...)
 - Systèmes de production adaptés
- Techniques pour l'analyse de l'efficacité :
 - Mesures et analyse des données
 - Aperçu: diagramme Sankey

- L'efficacité énergétique est influencée par des barrières structurelles, financières, relatives au personnel et à l'organisation
- Il faut choisir la bonne approche pour calculer la rentabilité
- Conditions de base adéquates peuvent booster l'efficacité énergétique
- Étapes de base envers l'efficacité énergétique
 - Analyse énergétique
 - Concepts énergétique
 - Mise en œuvre
- Potentiels et mesures d'économie varient selon la branche, la technologie transversale, ainsi que selon l'âge de l'usine
- Souvent, même des usines modernes et à haut rendement énergétique subissent de lourdes pertes à cause des modes d'opération ou de contrôle incorrects.

Merci!

Franck Dagnaud

Pour le compte de:

Renewables Academy (RENAC)

Schönhauser Allee 10-11

D-10119 Berlin

Tel: +49 30 52 689 58-71

Fax: +49 30 52 689 58-99

info@renac.de

**renac**
renewables academy

En coopération avec:



Soutenu par:



www.renac.de