

# La variation de vitesse au rendez-vous de l'efficacité énergétique

Per Wikstroem, Jukka Tolvanen, Akseli Savolainen, Peter Barbosa

De toutes les ressources dont dépend l'industrie manufacturière moderne, l'énergie est sans conteste celle qui lui est fondamentale, mais également celle que nous prenons depuis longtemps pour argent comptant. Or la flambée des prix de l'énergie et le réchauffement climatique incitent de plus en plus les industriels à s'interroger sur leur consommation énergétique.

Dans de nombreux secteurs, les gisements d'économies d'énergie sont mineurs et des gains de rendement énergétique de 1 à 2 % sont perçus comme un réel progrès. Dans ces conditions, le potentiel d'économie semble très limité. Pour autant, des technologies existent pour réduire de manière très significative la facture énergétique. Parmi celles-ci, il est un dispositif qui, à première vue, n'a rien de spectaculaire face aux solutions qui en imposent par leur taille ou leur puissance. Il est peu bruyant, n'engendre pas de températures extrêmes et n'exécute aucun mouvement complexe. En fait, il se monte dans une armoire et il n'en est, en général, même pas fait mention dans la description d'un site industriel.

Or, avec un potentiel de gain de 42 %, sa généralisation dans les usines du monde entier engendrerait des économies égales à la consommation d'électricité d'un pays comme l'Espagne; nous avons nommé le variateur de vitesse.

Le principe est simple ! Par le passé, les moteurs des pompes tournaient souvent à plein régime en permanence, la régulation des débits se faisant par vannage. Un variateur de vitesse régule, quant à lui, les débits en agissant directement sur la puissance fournie au moteur, sans consommation inutile, en contrôlant les pertes de charge et en supprimant les pertes associées. Les applications décrites ci-après donnent un aperçu des apports de la technologie de la vitesse variable.

## Absence de normalisation

**L'absence de normes sur l'efficacité énergétique explique que 90 % des installations de pompage sont mal dimensionnées et consomment en pure perte de l'énergie.**

Attendez, » me diriez-vous, « tout est normalisé ! ». Hélas, les choses ne sont pas si simples et en matière d'efficacité énergétique, il reste beaucoup à faire ! Au cours d'une présentation de l'ACEEE<sup>1)</sup>, les auteurs de cet article ont pris conscience que, si la conception des pompes fait l'objet d'une normalisation<sup>2)</sup> de même que les grands hydrauliques comme la hauteur manométrique totale (HMT)<sup>3)</sup>, le rendement des pompes et la hauteur net-

te d'aspiration ou NPSH<sup>4)</sup>, la recherche de normes pouvant aider à concevoir les installations de pompage donnerait des résultats très maigres. Par analogie, acheter un camion de trois tonnes pour faire quelques emplettes serait une aberration en termes d'efficacité énergétique, même s'il s'agit du trois-tonnes le plus performant du marché !

La présentation de l'ACEEE faisait référence à une étude sur les pratiques internes d'un grand industriel de la chimie et de deux cabinets d'ingénierie intervenus dans des projets ré-

cents. L'objet de l'étude était de voir si la taille des pompes installées était en adéquation avec les besoins réels. Les résultats révélèrent que 90 % d'entre elles étaient mal dimensionnées, preuve du manque de normes et de règles de conception. Si 90 % des installations sont surdimensionnées chez ce chimiste, en est-il de même chez les industriels du monde entier ?

**1** illustre le problème auquel sont confrontés les ingénieurs chargés de concevoir les installations de pompage ou de ventilation. Pour chaque

### Notes

<sup>1)</sup> ACEEE Summer Study on Energy Efficiency for Industry July 20, 2005 by Robert Asdal – Hydraulic Institute, Vestal Tutterow – Alliance to Save Energy and Aimee KcKane – Lawrence Berkeley National Laboratory

<sup>2)</sup> Ex., HI, API, ANSI, ISO

<sup>3)</sup> Mesure de l'énergie mécanique transmise au fluide par la pompe, par unité de poids. Elle équivaut à la différence algébrique entre la hauteur de refoulement et d'aspiration de la pompe dans un réseau sans perte de charge.

<sup>4)</sup> Net Positive Suction Head

## Produits d'efficacité énergétique

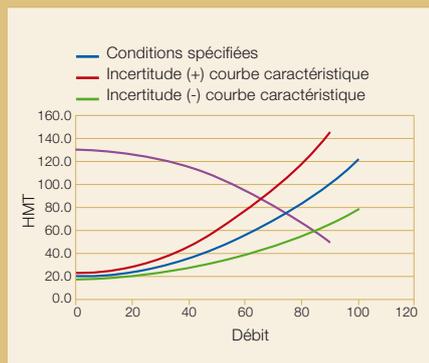
projet, il existe des facteurs d'incertitude quant aux courbes caractéristiques de l'installation (du fait du frottement, des changements de section de

la tuyauterie et du nombre de coudes à 90° au final) qui accroissent le risque de non-respect des conditions d'exploitation théoriques. Dans ce cas,

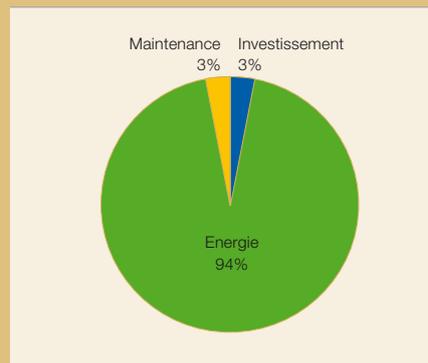
trois solutions permettent de remédier au problème :

- Si les nouvelles conditions sont définitives, vous changez de taille de pompe ou de ventilateur pour l'adapter à la charge ;
- Vous modifiez la vitesse de rotation de la pompe ou du ventilateur ;
- Vous modulez les débits en ajoutant un organe mécanique sur le refoulement (ex., vanne, registre ou aube directrice), solution très énergivore.

**1** Pour une installation en projet, des facteurs d'incertitude quant aux courbes caractéristiques des pompes doivent être pris en compte.



**2** Le poste énergie est le principal élément du coût sur le cycle de vie du moteur d'une pompe ou d'un ventilateur.



Le poste énergie est le principal élément de coût sur le cycle de vie du moteur d'une pompe ou d'un ventilateur **2**. A ce titre, il constitue le meilleur levier d'optimisation de la consommation énergétique.

## Comment en arrive-t-on à surdimensionner une installation ?

A partir d'un exemple concret, la *Revue ABB* analyse la démarche qui aboutit à surdimensionner les installations lors de leur conception et les économies d'énergie induites par les variateurs de vitesse.

Malgré une analyse et une conception méthodiques, de nombreuses installations ne fonctionnent pas de manière optimale, notamment parce qu'elles sont tout simplement surdimensionnées dès le départ, gonflant les coûts d'exploitation et d'investissement. Illustrons notre propos avec l'exemple d'une application de ventilation dans l'industrie des procédés.

Nous partons de l'hypothèse que pour 100 unités de débit, l'application nécessite 4000 unités de pression **3a**.

Par souci de sécurité, on spécifiera 110 unités de débit à l'ingénieur **4b**.

Partant de la courbe théorique de l'installation, il faudra donc un ventilateur de puissance supérieure (trait pointillé jaune) capable de fournir 110 unités de débit et 5000 unités de pression.

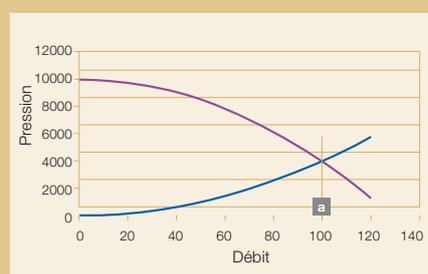
Il est rare que 100% du débit calculé soit requis, à l'exception de pics de pression transitoires.

Pour déterminer la puissance du ventilateur, l'ingénieur chargé de concevoir l'application calcule la chute de pression totale engendrée par ces 110 unités de débit **5c** et la majore de 10%

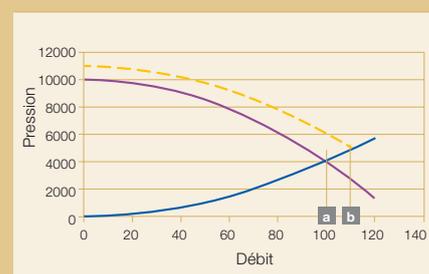
**5d** car il est difficile de prédire si le nombre de coudes à 90° de la tuyauterie sera conforme aux estimations (l'installateur du ventilateur sera éventuellement amené à ajouter des coudes pour éviter d'autres équipements). De même, la section de la tuyauterie est incertaine, une section plus petite engendrant une chute de pression supérieure. Une marge de 10% n'est donc pas excessive.

Au final, quelles sont les valeurs spécifiées dans l'appel d'offre? Débit: 110 unités à une pression de 5500 unités **6e**. Si l'hypothèse de départ est correcte, le ventilateur est maintenant largement surdimensionné. En effet, pour un débit de 100 unités, la chute

**3** Application nécessitant un ventilateur motorisé: trait bleu = chute de pression, trait violet = ventilateur



**4** Une marge de réserve de 10% (b) est ajoutée au cahier des charges du ventilateur (a).



de pression supplémentaire requise au niveau du registre approche les 2800 unités (6f moins 6g) ce qui correspond à 70% de la pression totale supposée correcte. Or il est rare que 100% du débit calculé soit requis, à l'exception de pics de pression transitoires. En supposant que la plupart du temps le débit demandé soit de 80%, l'étrangle-

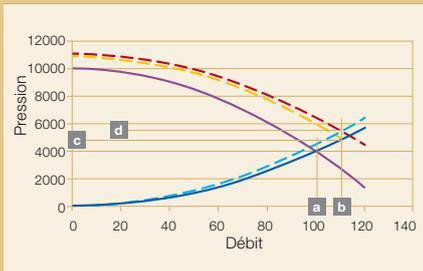
ment supplémentaire requis au niveau du registre sera d'environ 6000 unités (6h moins 6i), soit 150% de la pression totale correcte supposée.

La démarche donnée ici à titre d'exemple est plus fréquente qu'il n'y paraît. Autre facteur de surdimensionnement : le ventilateur est sélectionné

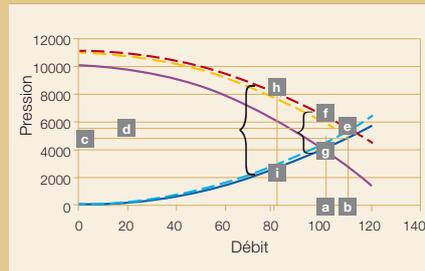
dans une gamme standard de tailles fixes. Souvent, on opte pour une puissance immédiatement supérieure à celle requise par l'application.

Pour notre exemple, un ventilateur correctement dimensionné serait de  $100 \times 4000 = 400\,000$  unités de puissance. Or les différents calculs avec leur marge de sécurité débouchent sur au moins 605 000 unités de puissance (soit 150% de l'optimum). Une modulation mécanique du débit sur le refoulement induit un fort gaspillage d'électricité, les pertes supplémentaires à 80% de débit s'élevant à 480 000 unités de puissance (120% de la pleine puissance d'un ventilateur de taille correcte). Une régulation en vitesse variable aurait évité de gaspiller la plus grosse part de cette énergie.

5 La chute de pression correspondante est également majorée de 10% (d).



6 L'installation finale est largement surdimensionnée.



## Les variateurs MT font bon ménage avec les économies d'énergie

**227 TWh est la production annuelle de 144 centrales électriques à flamme<sup>5)</sup> ou l'équivalent de la consommation énergétique totale de l'Espagne. Il s'agit également des économies d'énergie potentiellement réalisables avec les variateurs de vitesse moyenne tension (MT).**

Si l'efficacité énergétique est d'actualité, il a fallu de longues années avant que l'opinion publique ne réa-

7 Variateur MT ACS6000 : ce type d'équipement peut jouer un rôle considérable dans la tenue des engagements du protocole de Kyoto.



gisse. Le film d'Al Gore, *Une vérité qui dérange*, a sur ce plan ébranlé les esprits. Certains parmi vous ont peut-être dû annuler leurs vacances d'hiver, faute de neige ; de tels phénomènes contribuent probablement également à renforcer notre sensibilité aux problèmes de réchauffement climatique.

Dans le cadre du protocole de Kyoto, les 15 Etats membres de l'Union européenne (UE15) se sont engagés à réduire de 8% leurs émissions polluantes d'ici à 2008-2012 par rapport aux niveaux de 1990. En 2004, la réduction atteignait péniblement 0,9% et, en continuant au rythme actuel,

elle ne sera que de 0,6% à l'horizon 2010. Des chiffres qui ne rendent guère optimiste.

Au chapitre 2 de son rapport *World Energy Outlook 2006*, l'Agence internationale de l'Energie analyse l'évolution de la consommation mondiale d'énergie : « A l'échelle mondiale, les projections de consommation d'énergie primaire font état d'une hausse de 53% entre 2004 et 2030, soit une augmentation annuelle moyenne de 1,6%. Plus de 70% de cette hausse sont le fait des pays en développement. » Comment, dans ce contexte, comptons-nous atteindre nos objectifs de réduction ?

Encadré 1 Economies d'énergie réalisées dans des applications industrielles avec variateurs de vitesse

Entreprise	Secteur	Application	Puissance installée [kW]	Economies réalisées [kWh]	% d'économie
Pena Colorada	Mines	Ventilateur de l'atelier de palettisation	1250	2 423 750	35 %
China Steel Taiwan	Métallurgie	Pompes de surpression	672	3 030 720	61 %
Cruz Azul, Mexique	Ciment	Ventilateurs de soufflage du four de cuisson	1470	5 309 640	54 %
Repsol YPF, Argentine	Pétrochimie	Soufflante (remplacement de la turbine à vapeur)	3000	7 560 000	43 %
Daqing Plastic Factory, Chine	Pétrochimie	Mélangeur	1300	2 600 000	31 %

## Produits d'efficacité énergétique

Heureusement, certains domaines recèlent de formidables gisements d'économies d'énergie. Quelques exemples de réussite du secteur industriel sont donnés dans l'**Encadré 1**.

En moyenne pondérée, ces sites industriels ont sabré leur consommation énergétique de 42%. Entre un tiers et

trois quarts des moteurs électriques utilisés dans le monde servent à entraîner des pompes, des ventilateurs et des compresseurs. Ces machines constituent le domaine d'application privilégié de la vitesse variable. Rien que pour les moteurs moyenne tension (MT), les économies d'énergie induites par les variateurs de vitesse

peuvent être estimées approximativement **Encadré 2**.

Coïncidence marquante : l'objectif de l'EU15 pour les variateurs de vitesse est exactement de 45 TWh/an, soit l'équivalent de près de 30 centrales électriques à flamme<sup>5)</sup> ou la consommation totale d'énergie électrique de la Roumanie en 2000. Cependant, cet objectif englobe à la fois les entraînements basse tension (BT) et moyenne tension (MT), alors que les calculs actuels ne prennent en compte que les entraînements MT! Le parc installé de moteurs BT représente près de 10 fois celui des moteurs MT.

Nous allons donc clore cet article sur une note positive : si les variateurs de vitesse MT à eux seuls offrent un potentiel d'économies d'énergie de 45 TWh **7**, nous pouvons espérer atteindre l'objectif de réduction de 45 TWh de l'UE au titre du protocole de Kyoto.

**Encadré 2** Au niveau mondial, les variateurs MT offrent un potentiel d'économies de 227 TWh.

Parc installé de moteurs MT (estimation mondiale basée sur une durée de vie de 20 ans des moteurs)	500 000	
Moteurs entraînant des charges à couple quadratique (minimum)	333 000	
Puissance installée servant à entraîner des charges à couple quadratique (1 500 kW en moyenne par moteur MT)	500 000 000	kW
Moins de 4 % des moteurs MT sont commandés par un variateur de fréquence (nombre de moteurs non équipés)	300 000	
En supposant que seuls 30 % de ces moteurs présentent un potentiel d'économies d'énergie de même ampleur que celui des exemples précédents	90 000	
Consommation de ces 90 000 moteurs *)	569	TWh
En supposant un potentiel d'économies d'énergie de 40 % (semblable aux exemples précédents)	227	TWh
La part de l'EU15 peut être évaluée à 20 %	45	TWh

\*) Hypothèses : deux tiers des moteurs fonctionnent 7 500 h/an et un tiers, 1850 h/an, en moyenne à 75 % de leur puissance nominale.

### Note

<sup>5)</sup> En supposant qu'une centrale moyenne produise 350 MW pendant 4500 heures/an.

## Optimiser la vitesse des pompes pour économiser l'énergie

**Une étude conjointe de l'université de Technologie de Lappeenranta et d'un industriel finlandais du papier révèle que la régulation des débits par action mécanique peut consommer jusqu'à trois fois plus d'énergie qu'une solution combinant régulation par variateur de vitesse et commande optimisée des pompes.**

Selon cette étude, la commande en vitesse variable des pompes peut alléger jusqu'à près de 70% la facture énergétique des installations de pompage en parallèle. Le plus gros potentiel d'économies se situe dans les applications avec forte fluctuation des

débits. Ces conclusions remarquables sont basées à la fois sur des simulations numériques et des travaux pratiques en laboratoire.

Cette étude comparative du département Energie et Technologie de l'environnement de l'université finlandaise visait à quantifier la consommation énergétique de quatre applications avec différentes méthodes de régulation des débits. Les simulations furent réalisées sous logiciel Matlab 6.1/Simulink, les résultats ayant été validés par des mesures réelles. Les trois méthodes de régulation suivantes furent comparées :

**Méthode par étranglement:** le débit d'une pompe est modulé par action mécanique alors que les autres pompes sont commandées en tout-ou-rien.

**Méthode standard:** une pompe est commandée en vitesse variable et les autres en tout-ou-rien.

**Méthode optimisée:** chaque pompe est commandée par son propre variateur de vitesse, le débit total étant modulé uniformément par toutes les pompes tournant à la même vitesse. Cette méthode diffère de la méthode standard en ce sens que les pompes sont mises en route et arrêtées selon un

**Encadré 3** Consommation énergétique d'une usine papetière finlandaise ; pompage d'eau traitée chimiquement

Méthodes de régulation	Consommation énergétique (J/24 h)	(%)	Débit (m <sup>3</sup> )	E <sub>s</sub> (J/m <sup>3</sup> )
Etranglement	177 114	0,0	2254	78,58
Standard	102 786	-42	2257	45,54
Optimisée	57 050	-68	2256	25,29

schéma optimal. Elle fait l'objet d'une demande de brevet d'ABB.

La première application industrielle simulée est tirée d'une situation en vraie grandeur où les nouvelles méthodes pouvaient être mises en œuvre. L'exemple provient d'une usine papetière finlandaise qui utilise des pompes centrifuges Ahlstrom APP22-65 pour pomper une eau traitée chimiquement dans une unité de

dessalement. Un diagnostic énergétique de l'installation de pompage servit de point de départ aux simulations. L'absence de données de base compliqua le tracé de la courbe caractéristique de l'installation.

Les simulations, qui s'appuyaient sur les courbes caractéristiques et de durée simplifiées, ont mis en évidence le piètre bilan énergétique de la régulation par étranglement alors que la

méthode optimisée offre de loin la meilleure performance énergétique. L'écart de consommation entre la méthode standard et la méthode optimisée est supérieur à 45 %. La consommation d'énergie spécifique de la régulation par étranglement est presque trois fois supérieure à celle de la méthode optimisée **Encadré 3**.

## Installation de pompage des eaux usées de Majorque

**La modernisation d'une vieille station de pompage et de stockage des eaux usées en surface a permis d'éliminer les nuisances olfactives et d'alléger la facture énergétique d'au moins 20 % avec le programme de commande de pompes IPC.**

La société EMAYA SA qui distribue l'eau potable et traite les eaux usées de la ville espagnole de Palma de Majorque a récemment achevé la rénovation de ses stations de pompage des eaux usées. La capitale de l'île touristique de Majorque compte 380 000 habitants. Son réseau d'assainissement est composé d'une série de

bassins entre lesquels les eaux usées sont rapidement transférées jusqu'à la station d'épuration. Dans la première station de pompage qui devait être rénovée, les eaux usées étaient préalablement stockées dans une tour. Celle-ci a été remplacée par un bassin de rétention souterrain d'une capacité de 15 000 litres à peine visible des touristes et des riverains **8**.

Quatre pompes submersibles de 60 kW ont été installées dans la station, chacune commandée par un variateur de vitesse ABB *industrial drive* intégrant le programme de commande de pompes IPC (*Intelligent Pump Control*). « Cette station de pompage était vétuste et il y avait des problèmes d'odeur. Il fallait tout simplement améliorer l'environnement local », explique Lorenzo Mestre, ingénieur industriel chez EMAYA. Les quatre variateurs et pompes offrent un niveau de sécurité intrinsèque sans précédent. Même en période de forte consommation, deux pompes suffisent pour vider le bassin alors qu'une seule pompe peut absorber les charges plus légères. Deux pompes sont toujours prêtes à démarrer ; en cas de défaillance de l'une d'elles, l'autre prend immédiatement le relais. La station de pompage est également équipée d'un groupe diesel de secours en cas de panne de courant.

### Quand l'intelligence vient aux pompes

Le programme de commande IPC peut accroître de manière significative l'efficacité énergétique d'une installation de pompage. Comparé aux méthodes traditionnelles de commande des pompes d'eaux usées, le programme IPC peut alléger la facture

énergétique de 20 % avec un certain nombre de fonctionnalités conçues spécifiquement pour les installations de pompage. Ainsi, par exemple, la fonction d'équilibrage de charge fait fonctionner les quatre pompes en alternance (deux par deux) sur le long terme ; la maintenance peut alors être planifiée pour intervenir sur toutes les pompes à la fois.

Une fonction spéciale de maintenance préventive empêche l'engorgement des pompes. Une fois activée, elle fait tourner la pompe à grande vitesse pour ensuite inverser son sens de rotation ou l'arrêter selon une séquence de cycles de nettoyage définie par l'utilisateur. On évite ainsi l'accumulation de particules et on réduit les besoins de maintenance. Le programme IPC peut également surveiller la température du moteur plus étroitement que les installations normales, pour une fiabilité accrue du système global.

### Priorité à la simplicité

L'installation se compose de variateurs de vitesse ABB et de pompes, sans aucun système de commande dédié, source de complexité et de nombreux câblages. ABB a travaillé avec le tableautier Cobelsa SA pour fournir une solution simple à EMAYA. Cobelsa a conçu le système et réalisé l'installation ; il a également assuré l'assistance technique auprès du client. ABB était présent lors de la phase de mise en œuvre.

**8** Discret mais indispensable au confort des vacanciers et des riverains : le bassin de rétention du réseau d'assainissement de Palma de Majorque



## Produits d'efficacité énergétique

# Les variateurs ABB mettent du vert dans une usine papetière

**L'usine du papetier UPM de Shotton (Royaume-Uni) produit exclusivement son papier à partir de matériaux recyclés, sans jamais utiliser de bois. Les variateurs de vitesse ABB contribuent à sa sobriété énergétique.**

Le projet «100% Shotton» prévoyait la construction d'un nouvel atelier de fibres recyclées et d'un atelier de traitement des boues ainsi que la modification de deux machines à papier.

Ici, les variateurs ABB servent, au premier chef, à adapter la vitesse de rotation des pompes aux cadences de production <sup>9</sup>. De même, ils commandent avec précision les pompes de dosage de produits chimiques ajoutés à la pâte. Enfin, certains convoyeurs de l'usine en sont également équipés.

Les variateurs aident à mieux maîtriser le procédé en régulant et en maintenant les valeurs de pression et de

température aux différentes étapes. Ils permettent également de mieux contrôler la productivité et de réduire la facture énergétique.

Ray von der Fecht, chef de la partie automatisation du projet *100% Shotton* explique : « Nous avons choisi les variateurs de vitesse ABB pour la réputation de l'entreprise auprès des industriels du papier. De plus, nous connaissons les produits et les personnes. Globalement, ABB proposait une très bonne solution au meilleur coût. »

La phase de mise en œuvre s'est déroulée tellement bien que les varia-

<sup>9</sup> Variateurs ABB de l'atelier de papiers recyclés de l'usine UPM de Shotton (R-U) : ils réduisent la consommation énergétique en adaptant très précisément la vitesse de rotation des pompes aux besoins.



teurs et le système d'automatisation ont été démarrés non seulement selon le calendrier, mais à la minute près. « C'était comme si on tournait l'interrupteur pour allumer la lumière » ajoute M. von der Fecht.

Pour l'industriel, la maintenabilité des variateurs était un des principaux critères de choix. En effet, ils devaient pouvoir être remplacés rapidement en cas de problème et être simples à déplacer. Des cartes interchangeables étaient un « plus », permettant à l'entreprise de maintenir les variateurs en fonctionnement en remplaçant simplement certains de leurs composants critiques.

Autre critère : la compacité, pour gagner de la place, améliorer le rendement, atténuer les pertes thermiques et limiter les coûts de refroidissement. Sur tous ces points, les variateurs ABB étaient très avantageux. Autre argument en leur faveur : leur aptitude à communiquer sur PROFIBUS, bus de terrain standard dans l'industrie papetière. Enfin, les variateurs intègrent des selfs réseau qui réduisent les harmoniques injectés sur le réseau et des filtres moteurs qui atténuent les contraintes imposées au bobinage des moteurs. Mais le critère fondamental était la fiabilité qui fait dire à M. von der Fecht : « Notre expérience des variateurs ABB me permet d'affirmer qu'ils sont fiables et répondent à nos besoins. »

# Des économies d'énergie fertiles

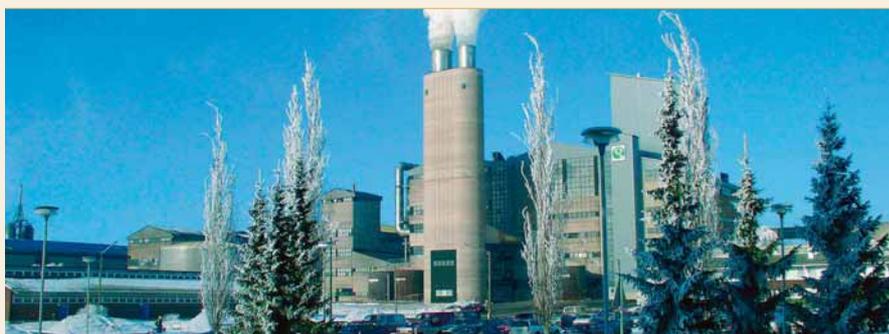
**La rénovation de cinq installations de ventilation de l'usine d'engrais de Kemira GrowHow en Finlande a permis d'économiser plus de 4000 MWh/an. Les moteurs et organes mécaniques de régulation des débits existants ont été remplacés par des moteurs ABB et des variateurs ABB industrial drive, un investissement financé par les économies d'énergie !**

Le Finlandais Kemira GrowHow Oy est un des plus gros producteurs européens d'engrais et de phosphates

pour la nutrition animale <sup>10</sup>. L'entreprise, qui exploite des sites de production à travers l'Europe, annonce un chiffre d'affaires net de 1,26 milliards d'euros (2005) et emploie 2700 personnes.

L'usine Kemira GrowHow de Uusikaupunki, située au sud-ouest du pays, compte deux lignes de production d'engrais et deux unités de fabrication d'acide nitrique. Le projet de modernisation des installations de ventilation

<sup>10</sup> L'usine Kemira GrowHow de Uusikaupunki en Finlande fabrique des produits chimiques industriels et des engrais. L'installation de variateurs de vitesse ABB a engendré 4000 MWh d'économies annuelles.



d'une des lignes d'engrais remonte à 2005. A la suite d'un diagnostic énergétique complet de l'usine, Kemira GrowHow s'adressa à la société de services énergétiques (SSE) Inesco Oy pour identifier les gisements potentiels d'économies d'énergie, tout spécialement dans les installations aérodynamiques de l'usine.

**Les nouveaux moteurs et variateurs nous ont permis d'économiser plus de 4000 MWh/an, soit 150 000 euros ou 2800 tonnes de CO<sub>2</sub>.**

#### L'apport de la vitesse variable

Comme beaucoup de procédés de l'industrie chimique, les lignes de production d'engrais **ii** intègrent de nombreux ventilateurs pour la circulation des gaz, des fumées et de l'air. La société Inesco examina neuf ventilateurs d'une puissance de 132 à 630 kW, et en choisit cinq pour une étude approfondie. Ces derniers étaient entraînés par des moteurs électriques raccordés directement au réseau et tournant à vitesse maximale. Les débits de ventilation étaient régulés par des organes mécaniques (aubes directrices) dont certains étaient presque en fin de vie et nécessitaient un remplacement rapide, investissement chiffré à plusieurs dizaines de milliers d'euros par ventilateur.

Au vu de ces chiffres et des résultats du prédiagnostic énergétique d'Inesco, Kemira GrowHow décida de s'affranchir des organes mécaniques et d'équiper les cinq ventilateurs de moteurs et de variateurs de vitesse ABB pour moduler les débits en fonction des besoins réels.

#### Economies d'énergie

«Depuis que nous avons installé les moteurs et variateurs ABB, nous avons économisé plus de 4000 MWh d'électricité par an», affirme Jari Lintula, responsable de l'automatisation de l'usine. Cela équivaut à 150 000 euros, au tarif de l'électricité pour les consom-

mateurs industriels, ou à une réduction de 2800 tonnes d'émissions de CO<sub>2</sub>.

Qui plus est, les variateurs ABB ont également amélioré le facteur de puissance<sup>6)</sup>, permettant de résoudre un problème d'échauffement dans un des transformateurs d'alimentation des moteurs des ventilateurs.

#### Des prévisions confirmées

La modernisation des ventilateurs, effectuée lors de l'arrêt planifié de l'usine, n'a que peu perturbé la production et mobilisé le personnel du site. Jari Lintula insiste sur les gains réalisés :

«Les nouveaux moteurs et variateurs fonctionnent maintenant depuis plusieurs milliers d'heures avec des performances qui confirment les gains escomptés. En fait, nous avons été surpris de la précision de nos calculs. Il semble que les économies d'énergie réalisables avec les variateurs dans ce type d'application de ventilation peuvent être anticipées avec un haut degré de fiabilité. Elles sont tangibles, il ne s'agit pas d'un simple argument commercial.»

Il confirme également que l'intégration de variateurs de vitesse dans une usine chimique ne pose absolument aucun problème du point de vue de la conduite des procédés. En plus de fiabiliser cette conduite, il souligne l'importance de la performance énergétique :

«Nous cherchons activement de nouveaux gisements d'économie d'éner-

gie. Je suis sûr que nous pouvons utiliser des variateurs de vitesse pour d'autres applications.»

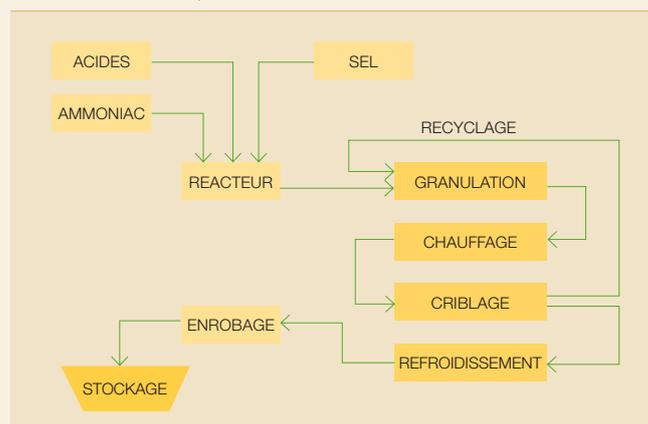
#### Sociétés de services énergétiques (SSE)

Après comparaison des différentes solutions, Kemira GrowHow choisit de rationaliser sa consommation énergétique et décida de travailler avec la SSE Inesco. Ce type d'entreprise développe, installe et finance des projets d'efficacité énergétique et de réduction des coûts de maintenance de sites sur plusieurs années.

En Finlande, Inesco est pionnière dans son domaine avec, à son actif, plusieurs projets couronnés de succès dans différents secteurs comme les industries électro-intensives du papier, de la métallurgie et de la chimie.

Pour Kemira GrowHow, le principal avantage de cette démarche d'efficacité énergétique est de s'appuyer sur un prestataire externe pour la plupart des études techniques, la consultation des fournisseurs et autres prestations courantes. Autre intérêt : le contrat de services énergétiques prévoit le financement des investissements par les économies d'énergie réalisées. Au cours des trois ans du contrat, Kemira GrowHow versera une commission à Inesco, représentant 80% de la baisse de la facture d'énergie. Au terme des trois ans, Kemira GrowHow prendra pleinement possession des équipements installés et tirera directement profit des économies.

**ii** Procédé de fabrication des engrais (avec l'aimable autorisation de Kemira GrowHow)



Pour en savoir plus sur Kemira GrowHow : [www.kemira-growhow.com](http://www.kemira-growhow.com) et sur Inesco : [www.inesco.fi](http://www.inesco.fi)

#### Note

<sup>6)</sup> Rapport entre la puissance réelle et la puissance apparente. Un facteur de puissance élevé diminue les pertes.

## Produits d'efficacité énergétique

# Une université économise des millions de dollars en rénoverant une chaudière

**En réduisant les émissions polluantes d'une chaudière, l'université du Texas a diminué sa consommation d'électricité de 746 000 kWh et celle de combustible de plusieurs centaines de gigajoules (GJ). Un investissement rentabilisé en moins d'un an.**

Le campus d'Austin (UTA) de l'université du Texas est le fleuron de cette institution académique de renom. Accueillant 50 000 étudiants, il s'étend sur 170 hectares aux abords de la ville d'Austin. Ses besoins de chauffage et d'énergie sont couverts par les chaudières et les turbines à gaz de la centrale *Hal C. Weaver Power Plant*, qui fournit l'électricité, la vapeur, l'eau refroidie et déminéralisée ainsi que l'air comprimé à quelque 200 bâtiments du campus.

**Doper le rendement d'une chaudière**  
Dans le sillage d'un projet de réduc-

<sup>12</sup> Les variateurs de fréquence modulent avec précision les débits d'air, permettant d'optimiser la gestion de la combustion dans le réseau de tirage forcé de la chaudière.



tion des émissions polluantes de sa centrale pour se conformer aux exigences de qualité de l'air de l'Etat du Texas, l'université a eu la bonne surprise de voir sa facture énergétique annuelle fondre de 500 000 dollars. Ces économies résultent de la modernisation d'une seule chaudière de 68 tonnes avec un système innovant appelé Compu-NOx™. Celui-ci contrôle les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), groupe de gaz à l'origine de pluies acides et de pollution atmosphérique. La chaudière 3 qui émettait à elle seule 137 t/an d'oxyde d'azote n'en rejette plus que 19 t/an.

Compu-NOx est un système breveté et ultramoderne de gestion de la combustion des chaudières développé par l'entreprise Benz Air Engineering de Las Vegas (Nevada). «Au départ, la modernisation de la chaudière visait à réduire les émissions de NO<sub>x</sub>; à l'arrivée, nous produisons plus d'énergie avec moins de gaz grâce à un rendement de combustion supérieur. Cela nous a permis de mettre en veilleuse nos chaudières de secours et d'économiser plusieurs centaines de milliers de dollars par an», note Juan M. Ontiveros, directeur des utilités et de la gestion énergétique de UTA.

«Les prévisions initiales tablaient sur une économie annuelle de 500 000 dollars pour la modernisation de la première chaudière; or, du fait de la hausse continue du prix des combustibles, l'université a de fortes chances d'économiser 1 million de dollars supplémentaire suite à la modernisation de la chaudière 3 à elle seule», confie Robert Benz, président de Benz Air Engineering.

### Les variateurs modulent les débits d'air de combustion

Pour moduler avec précision les débits d'air, le système de contrôle des émissions Compu-NOx de Benz Air

Engineering utilise des variateurs de vitesse <sup>12</sup>, plutôt que des organes mécaniques. «Le système Compu-NOx exploite le rapport linéaire absolu entre la vitesse de rotation des ventilateurs et le débit d'air de ventilation comme élément de base pour contrôler la combustion», ajoute M. Benz.

Avec les variateurs ABB, on régule très précisément les débits d'air, ce qui explique les gains de rendement et la baisse des émissions polluantes de la chaudière 3 qui sont passées de 175 ppm de NO<sub>x</sub> à moins de 25 ppm sans même installer de nouveaux brûleurs. Grâce aux variateurs ACS800 d'ABB, les économies annuelles atteindraient 746 000 kWh d'électricité et 338 000 GJ de combustible.

Pour l'université, le retour sur investissement est inférieur à 12 mois avec des économies qui continueront sur plusieurs années grâce au système de recirculation des fumées et à la commande en vitesse variable des ventilateurs.

#### Per Wikstroem

ABB Switzerland Ltd.  
Turgi (Suisse)  
per.wikstroem@ch.abb.com

#### Jukka Tolvananen Akseli Savolainen

ABB Oy, Drives  
Helsinki (Finlande)  
jukka.tolvananen@fi.abb.com  
akseli.savolainen@fi.abb.com

#### Peter Barbosa

ABB Corporate Research  
Baden-Dättwil (Suisse)  
peter.barbosa@ch.abb.com

#### Remerciements

La Revue ABB tient à remercier les personnes suivantes pour leur contribution : Steve Ruddel, ABB UK (Les variateurs ABB mettent du vert dans une usine papetière) et Ken J. Graber, ABB USA (Une université économise des millions de dollars en rénoverant une chaudière).

#### Encadré ABB, leader mondial de la variation de vitesse

ABB est le premier fournisseur mondial de variateurs de vitesse. En collaboration étroite avec son réseau de partenaires distributeurs, ABB propose une gamme complète de variateurs et de systèmes d'entraînement à haut rendement énergétique pour une large palette d'applications industrielles. L'offre inclut des convertisseurs de fréquence et des variateurs de vitesse à courant continu de 180 W à 100 MW, de même que des solutions dédiées pour des applications « métiers ». Cette offre s'accompagne d'un éventail complet de services qui garantit aux clients d'ABB le meilleur retour sur investissement possible.

Retrouvez ABB sur [www.abb.com](http://www.abb.com).

Pour une information détaillée sur les variateurs de vitesse et l'efficacité énergétique, cf. [energy@fi.abb.com](mailto:energy@fi.abb.com) (variateurs BT) ou [mvdrives@ch.abb.com](mailto:mvdrives@ch.abb.com) (variateurs MT)