

# PROFITS CACHÉS DANS LA PRODUCTION DE VAPEUR

Optimiser la rentabilité du cycle de production de vapeur et du procédé de récupération des condensats

Un livre blanc Magnetrol® de la collection Level Matters



**MAGNETROL**<sup>®</sup>  
LEVEL MATTERS

# PROFITS CACHÉS DANS LA PRODUCTION DE VAPEUR

Optimiser la rentabilité du cycle de production de vapeur et du procédé de récupération des condensats

## Objectif

Identifier les domaines clés du cycle de production de vapeur, du système de récupération des condensats et du procédé de récupération de la chaleur résiduelle lorsque des solutions d'instrumentation rentables offrent un retour sur investissement tangible à court terme.

L'objectif est de réduire la consommation spécifique de chaleur, l'impact sur l'environnement, la consommation d'eau et de combustible, le coût du traitement de l'eau et de la maintenance dans les entreprises commerciales et l'industrie lourde lorsque la production de vapeur est essentielle pour les procédés de production.

## Sommaire

- Pourquoi réguler?
- Production de vapeur
  - Chaudière/ballon de vapeur
  - Dégazage
  - Purge
- Récupération des condensats
  - Avantages financiers de la récupération des condensats
  - Bâches de récupération des condensats
  - Protection des pompes
  - Ballons de détente et échangeurs de chaleur/condenseurs
- Traitement de l'eau d'appoint
- Gestion de l'énergie
  - Air de combustion, débit de combustible et air comprimé
- Etudes de cas

## Pourquoi réguler?

Bien que l'industrie du papier et de la pâte à papier soit l'un des plus grands producteurs de vapeur, en dehors du secteur de la production d'électricité, les industries du traitement de minerai, du raffinage du pétrole, des procédés chimiques et de la transformation alimentaire affectent également une partie importante de leur consommation totale d'énergie, soit de 10% à 60%, à la production de vapeur. L'instrumentation joue un rôle important dans des applications clés tout au long du cycle de production de vapeur.

En conséquence, les performances de n'importe quelle technologie de niveau par rapport aux erreurs induites par l'instrument, aux nuances d'étalonnage et aux vulnérabilités à la dynamique du procédé peuvent avoir un impact

immédiat et négatif sur la consommation de combustible, tout en contribuant négativement à d'autres aspects du procédé, qu'il s'agisse des besoins en eau d'appoint, de purge excessive de la chaudière, de transfert d'énergie, etc. Malheureusement, ces autres aspects du procédé contribuent indirectement à l'utilisation inefficace du combustible et entravent la capacité de production et la qualité des produits. S'ajoutent à ce fardeau l'éventualité d'une détérioration du matériel coûteux susceptible d'entraîner des pannes, une maintenance imprévue et coûteuse, et des arrêts de production.

**Ce document met en évidence les différents domaines où l'application de technologies de régulation de niveau spécifiques, éprouvées en utilisation, peut réduire les coûts d'exploitation et de maintenance.**

De nos jours, une pratique courante consiste employer des systèmes de récupération de la chaleur résiduelle et/ou des condensats pour réduire les pertes d'énergie et collecter les précieux condensats. L'utilisation d'une technologie d'instrumentation incapable de traiter de façon adéquate ou fiable l'aspect régulation de ces procédés peut inhiber l'efficacité et le retour sur investissement global dans ces systèmes et exposer le matériel à des dommages inutiles. En outre, les procédés où la consommation d'électricité et la production de vapeur représentent une part disproportionnée du coût des combustibles peuvent être minés par des manques d'efficacité simplement dus à des lacunes d'une technologie dans des applications critiques. Bien entendu, cela dépend du type de combustible, ainsi que d'autres facteurs. Néanmoins, correctement traités, ces domaines ont un impact immédiat et positif sur les coûts.

Une vue d'ensemble des procédés impliqués, ainsi que les exigences uniques en matière d'instrumentation pour chaque composant, offre un aperçu de l'importance du maintien d'une régulation de niveau et de mesures de protection appropriées pour réaliser des économies potentielles dans les systèmes de production de vapeur, de récupération de chaleur résiduelle et de condensats ainsi que de traitement de l'eau, courants dans l'industrie lourde.

Ce document met en évidence les différents domaines où l'application de technologies de régulation de niveau spécifiques, éprouvées en utilisation, peut réduire les coûts d'exploitation et de maintenance en permettant

ainsi aux entreprises d'être plus compétitives sur le marché mondial actuel. Le prix étant généralement un facteur clé, les applications dont les conditions de service sont sévères tirent parti de technologies permettant de réaliser à court terme et à long terme des économies directement liées au rendement. Une plus grande attention est généralement apportée au coût initial des applications ayant le moins d'effet sur l'efficacité du procédé; mais, en réalité, une mesure fiable est un facteur clé dans le fonctionnement normal du procédé.

## Production de vapeur

Les systèmes de production de vapeur et de récupération des condensats peuvent varier en complexité en fonction de l'utilisation finale de la vapeur et des exigences du procédé: par exemple, vapeur pour la production d'électricité ou l'exploitation d'une usine de papier d'une part, ou vapeur pour l'exploitation d'un procédé chimique spécifique de petite ou moyenne taille de l'autre. La Figure 1 est un schéma simplifié illustrant un cycle de base de production de vapeur pouvant évoluer de façon à répondre aux besoins d'innombrables usines, notamment celles incorporant une chaudière à tubes de fumée ou une plus grosse chaudière à tubes d'eau. Il devrait suffire de mettre en évidence les zones critiques du cycle où la résolution des problèmes de régulation de niveau peut avoir une incidence significative sur le rendement, la fiabilité et la maintenance.

Au cœur du système, on trouve l'ensemble chaudière/ballon de vapeur. Quelle que soit sa taille, ses fonctions principales et périphériques sont les suivantes:

- Fournir suffisamment de surface pour la séparation efficace de l'eau et de la vapeur;
- Fournir une capacité de stockage pour répondre aux besoins immédiats en eau d'alimentation de chaudière;
- Faciliter l'introduction de produits chimiques à des fins de traitement, ainsi que l'élimination (purge) des impuretés.

*"L'industrie américaine du papier et de la pâte à papier, à savoir les installations engagées dans la fabrication de la pâte à papier, du papier et du carton, dépense plus de 6 milliards d'euros par an pour l'achat de combustibles et d'électricité. L'amélioration du rendement énergétique est un moyen important de réduire ces coûts et d'augmenter les gains prévisibles, notamment en période de forte volatilité des prix de l'énergie."*

*Berkeley National Laboratory*

*Environmental Energy Technologies Division,  
Octobre 2009*

Une chaudière, à tubes de fumée ou tubes d'eau, présente un environnement extrêmement dynamique en matière de régulation de niveau, quelle que soit la stratégie de régulation choisie (un, deux ou trois éléments). Le dénominateur commun de chacune de ces stratégies est la mesure du niveau elle-même.

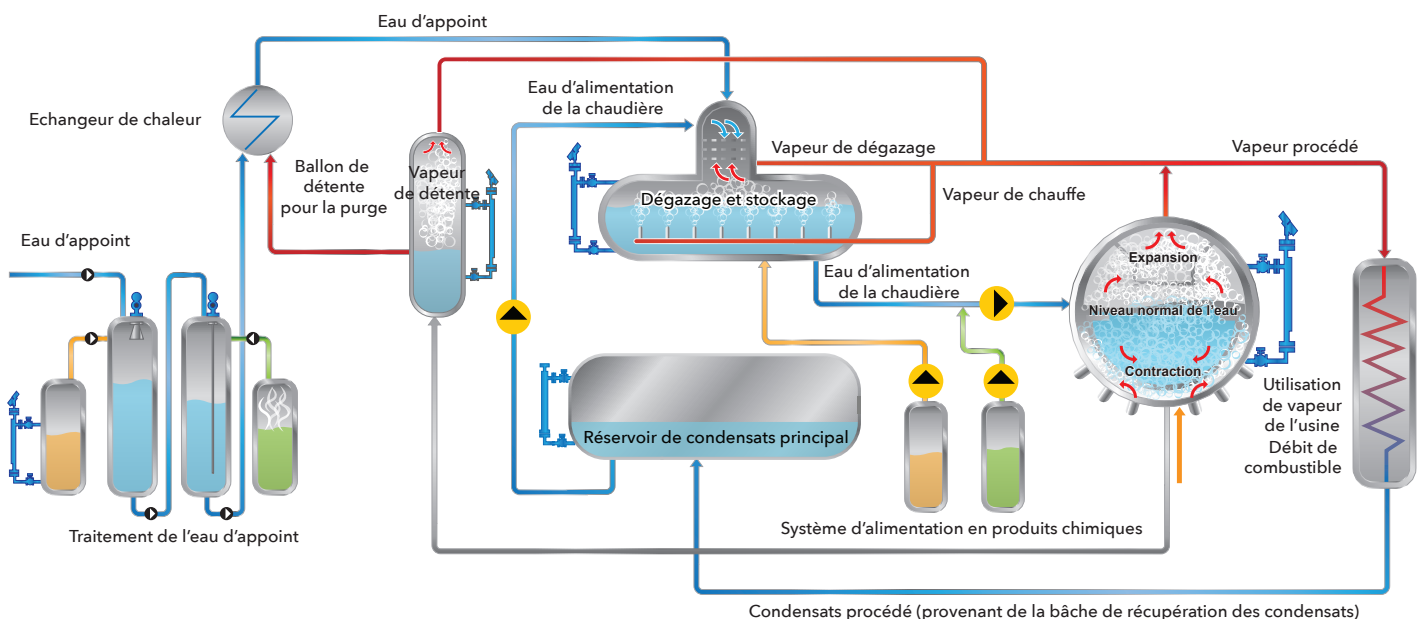


Figure 1

L'application d'une technologie susceptible d'améliorer cette variable de l'équation aidera très certainement à réguler le niveau normal de l'eau dans l'ensemble chaudière/ballon de vapeur, lui permettant ainsi de mieux remplir sa fonction première de séparation de l'eau et de la vapeur, pour obtenir une vapeur de meilleure qualité.

Et c'est d'autant plus important lorsque les fluctuations de la demande peuvent avoir des effets considérables sur les performances d'un instrument lors des phases de "contraction" et d'"expansion" résultant de variations de pression dans la chaudière/le ballon de vapeur. Dans la production de vapeur à grande échelle telle que celle requise pour la production commerciale d'électricité (chaudières à tubes d'eau), des perturbations dans la régulation de niveau de l'ensemble chaudière/ballon de vapeur peuvent avoir des effets néfastes sur la circulation naturelle du procédé et sur l'aptitude d'une installation à répondre à la demande du marché.

Les technologies de niveau traditionnellement utilisées sur les chaudières reposent sur l'inférence ou la flottabilité pour la détermination du niveau. En soi, cela les rend vulnérables à la dynamique du procédé (densité, pression, température, etc.) ou limite leur capacité à gérer le niveau avec précision pour économiser le combustible.

## Des perturbations dans la régulation de niveau de l'ensemble chaudière/ballon de vapeur peuvent avoir des effets néfastes sur la circulation naturelle du procédé et sur l'aptitude d'une installation à répondre à la demande du marché.

Bien qu'il soit possible d'appliquer des corrections pour atténuer les effets, les variables qui doivent être prises en compte augmentent la complexité de l'installation, des équipements et de l'étalonnage de la régulation de niveau, ce qui a pour conséquence involontaire d'introduire de nouvelles possibilités d'erreur. L'élimination de sources d'erreurs potentielles (y compris l'erreur humaine) liées à la technologie fondamentale d'un instrument est la première étape dans l'optimisation de la régulation de niveau d'un ensemble chaudière/ballon de vapeur.

## Technologies traditionnelles de régulation de niveau d'un ensemble chaudière/ballon de vapeur

Un examen rapide des diverses technologies révèle leurs lacunes propres en matière de régulation de niveau d'un ensemble chaudière/ballon de vapeur:

- **Pression différentielle** – Système complexe basé sur l'inférence incluant tubes, pot de condensats et transmetteur(s) et nécessitant jusqu'à 12 paramètres de procédé pour effectuer un étalonnage correct. Des entrées externes et des corrections sont appliquées pour assurer la précision.
- **Flottabilité (plongeur)** – Il n'est pas possible de garantir la précision entre le moment du démarrage et celui où la température de fonctionnement est atteinte car le plongeur est conçu pour une valeur de densité de fluide correspondant aux conditions opérationnelles. L'étalonnage et l'usure mécanique peuvent donner lieu à des erreurs au fil du temps.
- **Flottabilité (interrupteur mécanique pour régulation par tout ou rien)** – Solution à faible coût pour les petites chaudières; cependant, l'introduction de volumes plus importants de liquide en sous-refroidissement peut affecter les performances et augmenter la consommation de combustible par rapport à une mesure de type continu.
- **Capacité par radiofréquences** – Fondé sur la constante diélectrique du fluide procédé. La constante diélectrique de l'eau et des condensats varie en fonction de la température, ce qui donne lieu à des erreurs inutiles. Nécessite un étalonnage in situ.
- **Conductivité** – Le coût initial et de maintenance de la sonde est élevé par rapport à d'autres technologies. Ne permet pas une mesure continue. La résolution est subordonnée à la proximité de sondes de conductivité adjacentes pour toute la plage de mesure. Le grippage du filetage peut être problématique pour les réparations.



Les besoins récurrents de maintenance, la complexité des équipements et de l'étalonnage, et la vulnérabilité à la dynamique du procédé donnent lieu à des coûts supplémentaires et à des possibilités d'erreurs de mesure de niveau.

Le radar à ondes guidées (GWR, Guided Wave Radar), d'autre part, est une technologie de mesure en continu qui a l'avantage de ne pas être vulnérable aux variations des conditions du procédé qui influent sur les techniques de mesure mentionnées ci-dessus.

### Principaux avantages de la technologie radar à ondes guidées pour la régulation de niveau de l'ensemble chaudière/ballon de vapeur

- **Stratégie de régulation à trois éléments:** débit d'eau d'alimentation, débit de vapeur principal et niveau de l'ensemble chaudière/ballon de vapeur – niveau réel par rapport au niveau déduit. Indication continue par rapport à indications discrètes.
- **Aucun étalonnage ou compensation externe:** fiabilité des données lors de la mise en œuvre d'une stratégie de régulation en fonctionnement normal et dans des conditions de "contraction" / "expansion". Evite les conditions de type "carry-over" (primage).
- **Le maintien du niveau normal de l'eau dans toutes les conditions du procédé** améliore la séparation vapeur/eau et la qualité globale de la vapeur.
- **Élimine l'énergie résiduelle** en raison d'une purge excessive pour gérer le niveau.
- **Réactivité aux variations de la demande.**
- **Joint d'isolement au procédé spécifique à la vapeur** pour les applications corrosives à haute température/haute pression.
- **Sondes avec technologie de contrôle de la condensation et compensation de vapeur automatique.**
- **Faibles coûts de maintenance.**

Etant donné que les performances et la précision de cette technologie ne reposent pas sur la densité et/ou l'inférence, elle excelle dans la mesure du niveau de liquide réel dans toutes les conditions rencontrées dans l'ensemble chaudière/ballon de vapeur.

En outre, le système GWR ne nécessite pas d'entrées externes ou d'étalonnage pour atteindre les performances spécifiées: la précision est inhérente à la technologie. Ceci élimine efficacement l'introduction d'erreurs pendant le processus d'étalonnage ou à partir de sources externes, à savoir, la pression et la température.

Une réduction du nombre de variables qui influent sur la mesure procure un degré élevé de confiance dans les données qui permet aux opérateurs de mieux maintenir le niveau normal de l'eau dans l'ensemble chaudière/ballon de vapeur pour une séparation optimale de l'eau et de la vapeur et une haute qualité de vapeur dans un grand nombre de conditions opératoires.

### Extraits de la Section 1 de l'ASME BPVC

**PG-60.1.1** Les chaudières ayant une pression de service maximale admissible supérieure à 3 MPa doivent avoir deux regards de niveau.

Au lieu de l'un des deux regards de niveau requis, deux indicateurs de niveau d'eau déportés indépendants (deux systèmes discrets qui mesurent, transmettent et affichent en continu le niveau d'eau) peuvent être fournis.

**PG-60.1.1.2** Lorsque deux indicateurs de niveau d'eau à distance indépendants fonctionnent de façon fiable (en indiquant en permanence le niveau d'eau), l'un des regards de niveau requis peut être fermé, mais doit être maintenu en état de fonctionnement.

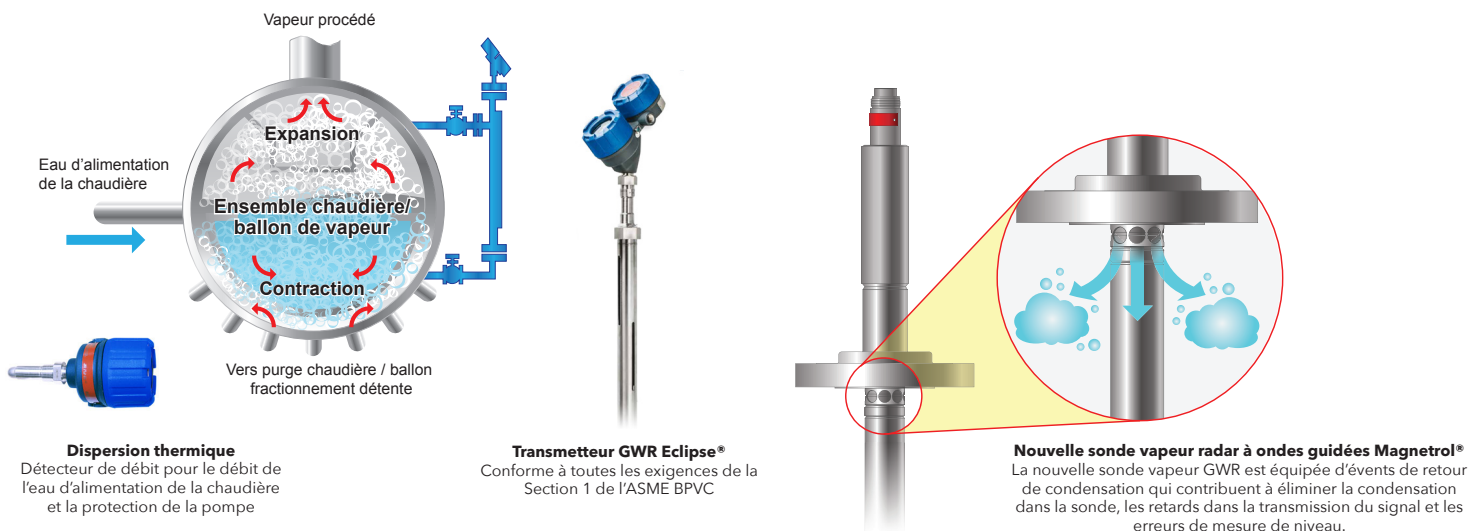


Figure 2

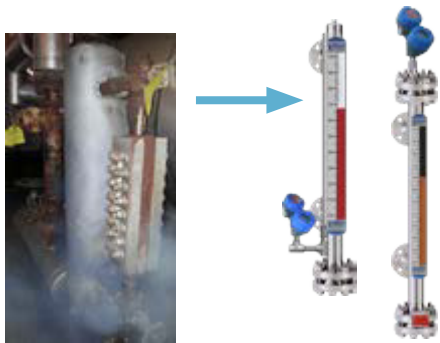


En parallèle au débat sur l'optimisation de la régulation de niveau pour améliorer le rendement opérationnel de l'ensemble chaudière/ballon de vapeur, il convient d'examiner les exigences relatives aux regards de niveau à glace énoncées dans la Section 1 de l'ASME BPVC.

Les regards de niveau jouant un rôle très important en secours des appareils de régulation de niveau des ensembles chaudière/ballon de vapeur, leur présence ne doit pas être minimisée. Cependant, en service continu, ils engendrent des coûts de maintenance régulière élevés, ainsi que des problèmes de sécurité potentiels.

### Problèmes courants affectant les regards de niveau/niveaux à glace

- Fissure de vapeur
- Défaillance de la vanne intégrale
- Fuite au joint
- Erosion/défaillance du verre



L'élimination de l'un des deux regards de niveau requis, comme stipulé à la Section 1 de l'ASME BPVC, peut réduire considérablement les coûts de maintenance tout en permettant d'isoler le regard de niveau restant en fonctionnement normal.

Souvent, les coûts associés à la réparation des regards de niveau sur les ensembles chaudière/ballon de vapeur et sur d'autres applications (échangeurs de chaleur/condenseurs) intégrant ces dispositifs contrebalancent le coût du nouvel instrument. Une réduction significative du nombre de points de fuite par rapport à un regard de niveau à glace est un

	<b>Kit de réparation</b> Joints Kit avec regard en verre	<b>600 EUR</b> <b>1 500 EUR</b>
	<b>Temps d'atelier</b> 4 h à 35 EUR/h (est.)	<b>125 EUR</b>
	<b>Temps d'installation</b> 4 h à 35 EUR/h (est.)	<b>125 EUR</b>
	<b>Cuves/procédé</b> Temps d'arrêt	<b>1 jour à coût très élevé</b>

plus lorsque la sécurité du personnel est en jeu.

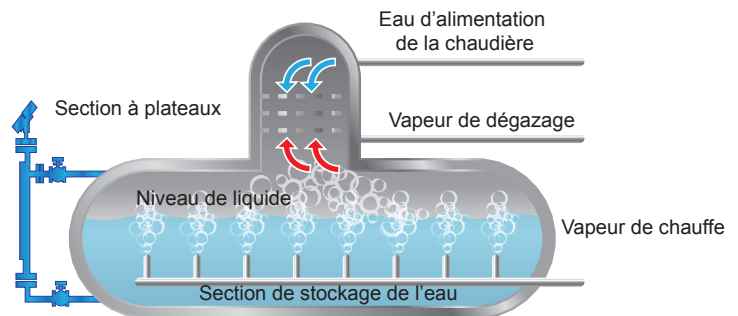
## Dégazeur et échangeurs de chaleur

Le dégazeur et son réservoir de stockage est une autre application de niveau essentielle, souvent négligée lors de l'examen des différents éléments en lien avec le rendement. Le dégazeur sert d'échangeur de chaleur de type "ouvert", sa fonction première étant l'élimination de l'oxygène et d'autres gaz corrosifs de l'eau d'alimentation de la chaudière afin d'éviter d'endommager les équipements du système. Cette action s'effectue à l'aide de vapeur, ce qui peut faire perdre jusqu'à 627 kWh par tonne pour soutenir le procédé de dégazage ainsi que le préchauffage de l'eau d'alimentation de la chaudière.

### Optimisation de la partie échangeur de chaleur du dégazeur

L'optimisation de la partie échangeur de chaleur du dégazeur avec des technologies de niveau avancées peut améliorer le transfert d'énergie. Toute augmentation de +6°C de la température de l'eau d'alimentation de la chaudière se traduit par une économie de combustible de 1%.

**Aurora®:**  
indicateur de niveau magnétique avec radar à ondes guidées intégré



**Figure 3**

Bien entendu, tout gain appréciable pour la température de l'eau d'alimentation de chaudière obtenu à travers le procédé réduit la quantité d'énergie (combustible) nécessaire à la chaudière: toute augmentation de +6°C de l'eau d'alimentation de la chaudière se traduit par une économie de 1% sur le prix du combustible. Des appareils de régulation de niveau inadéquats peuvent inhiber le procédé de dégazage (niveau trop haut) ou réduire, voire arrêter, le débit d'eau d'alimentation de la chaudière (niveau trop bas). Dans le premier cas, la longévité et le

rendement du matériel sont affectés tandis que dans le deuxième cas, un risque de perte de production et de détérioration des pompes n'est pas à écarter.

En plus du réchauffeur d'eau d'alimentation "ouvert" ou assurant le dégazage, on peut trouver des échangeurs de chaleur tubulaires/condenseurs plus courants dans les cycles de production de vapeur de plus grande envergure où leur coût est compensé par des gains de rendement thermique. L'efficacité d'un échangeur de chaleur tubulaire en matière de transfert d'énergie est subordonnée, sauf anomalies matérielles, à la présence d'une régulation de niveau précise. Pour plus d'informations, consulter le bulletin 41-296 de Magnetrol® Heat rate et réchauffeur d'eau d'alimentation - Contrôle du niveau.

Les mêmes attributs qui rendent la technologie GWR particulièrement adaptée à une application de chaudière/ ballon de vapeur peuvent également être mis à profit sur le dégazeur et le réchauffeur d'eau d'alimentation pour améliorer le rendement thermique.

## Réservoirs de purge et de détente

Si la qualité de l'eau dans la chaudière est maintenue conforme aux paramètres de conception, on obtient une vapeur de la plus haute qualité possible tout en minimisant la purge de la chaudière, deux caractéristiques qui améliorent la gestion de l'énergie et des ressources.

Une purge continue ou manuelle de la chaudière minimise

**On estime qu'il est possible de récupérer jusqu'à 49% de l'énergie par l'utilisation de vapeur de détente acheminée respectivement vers des échangeurs de chaleur ou le dégazeur pour préchauffer l'eau d'appoint de la chaudière ou soutenir le procédé de dégazage.**

l'accumulation de tartre et la corrosion résultant des impuretés dans l'eau. Les réservoirs de purge et de détente fournissent un moyen de traiter les liquides et les impuretés de la chaudière, les derniers facilitant la récupération d'énergie par l'utilisation de vapeur de détente.

On estime qu'il est possible de récupérer jusqu'à 49% de l'énergie par l'utilisation de vapeur de détente acheminée respectivement vers des échangeurs de chaleur ou

le dégazeur pour préchauffer l'eau d'appoint de la chaudière ou soutenir le procédé de dégazage. En outre, une meilleure technologie de régulation de niveau côté chaudière élimine les pertes d'énergie résultant d'une purge inutile pour éviter une situation de primage.

Il est ainsi facile de garantir des performances optimales en tirant parti de la capacité d'une technologie spécifique à réguler le niveau de manière fiable dans l'une de ces cuves, en particulier dans le réservoir de détente, avec une installation et une mise en service de type plug-and-play (pré-étalonnage, matériel ou entrées externes).

L'optimisation de l'utilisation de la chaudière, du dégazeur, de l'échangeur de chaleur/condenseur et de la purge via la régulation de niveau agit principalement sur l'économie de combustible grâce à une meilleure gestion de la quantité d'énergie nécessaire pour produire de la vapeur de haute qualité pour une tâche donnée. Une réponse fluide à l'évolution de la demande et une réduction de la maintenance associée à l'instrumentation ou à des dommages au matériel sont des avantages résiduels qui ont leurs propres ramifications financières. Il convient de ne pas les négliger au moment de mettre en œuvre quelque technologie que ce soit. La période de retour sur investissement peut varier en fonction de l'ampleur de l'opération ainsi que du temps passé à maintenir une instrumentation vieillissante.

## Récupération des condensats

Les avantages des systèmes de récupération des condensats sont bien documentés dans les industries dont les procédés reposent sur la production de vapeur.

Les condensats ont une vraie valeur car chaque litre récupéré permet d'économiser sur le coût de l'eau d'appoint, sur le traitement de l'eau d'appoint et/ou sur l'évacuation inutile vers les réseaux municipaux ou autres.

Souvent, c'est l'instrumentation, ou son absence, qui limite les performances de l'ensemble du système et qui fait que le bilan du procédé de récupération est en deçà des attentes financières.

On dénombre trois domaines d'intérêt particulier en matière de rendement via la régulation de niveau: la bache de récupération des condensats et le réservoir de condensats principal, les pompes à condensats et les vannes associées, ainsi que les échangeurs de chaleur tubulaires/condenseurs (Figure 4, page suivante).

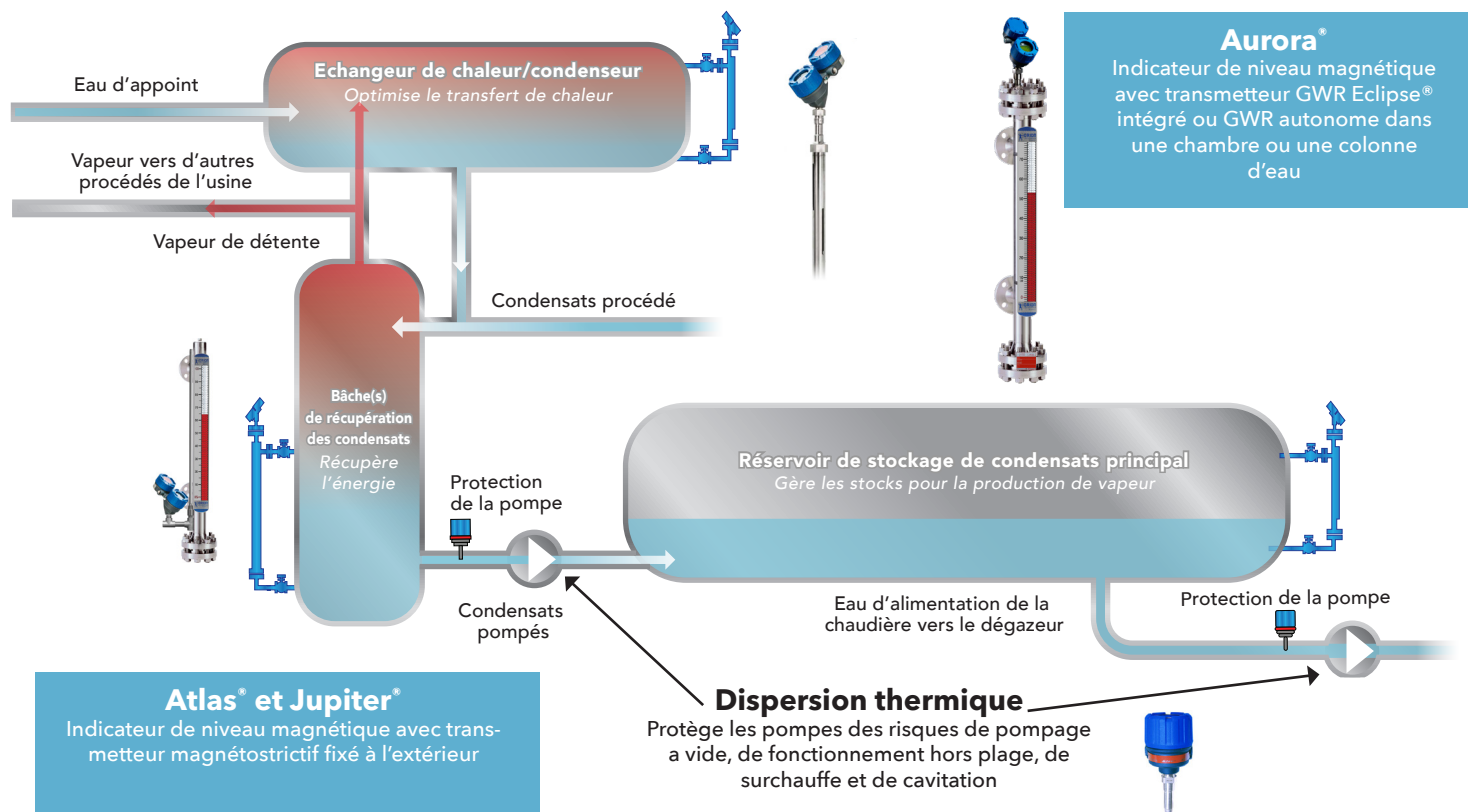


Figure 4

## ELIMINATION DES COÛTS DE MAINTENANCE CACHES

### Niveau du procédé de récupération des condensats

- Protéger les joints des vannes et de la pompe d'une exposition à de la vapeur à haute température
- Maintenir une pression de refoulement minimale sur la pompe à condensats
- Maintenir un espace libre suffisant pour la création de vapeur de détente
- Donner la capacité de recevoir les condensats de divers groupes du procédé
- Gérer la chaîne d'approvisionnement en eau d'alimentation de la chaudière pour répondre à la demande



### Avantages de la technologie GWR (radar à ondes guidées)/MLI (indicateur de niveau magnétique)

- Technologies de niveau redondantes et diversifiées
- Insensible aux conditions du procédé
- Aucun étalonnage requis
- Aucune pièce mobile – élimine les erreurs induites par l'instrument (GWR)
- Assistant de configuration et diagnostics complets – rapidité du démarrage et de l'isolement des défauts
- Conçu pour des applications de vapeur à haute température
- Simplifie le matériel d'instrumentation
- Peut être préconfiguré pour l'application



### Etude de cas

- Joint de pompe – 900 EUR
- Main-d'œuvre – deux personnes à 35 EUR/h pendant une demi-journée: 250 EUR
- Condensats évacués 3,30 EUR/3,8 m<sup>3</sup>
- Bâche de récupération des condensats hors service pour maintenance: coût élevé
- 1 à 3 remplacements de joint de pompe par semaine réduits à 1 à 3 par an: "usine de pâte à papier"
- Coût de maintenance dû à une régulation de niveau incorrecte: plus de 220 000 EUR par an



Les bâches de récupération des condensats récupèrent les purges de vapeur et les condensats provenant de divers groupes de traitement de vapeur d'une installation. Les condensats sont ensuite pompés vers le réservoir de condensats principal où ils sont stockés dans l'attente d'être réintroduits dans le cycle de production de vapeur.

L'échangeur de chaleur tubulaire/condenseur permet de récupérer de l'énergie, qui serait autrement perdue, sous forme de vapeur de détente provenant de la bâche de récupération pour préchauffer l'eau d'appoint ou d'autres fluides procédé via la chaleur de condensation. Les condensats qui en résultent s'évacuent vers le réservoir de condensats ou la bâche de récupération des condensats.

## **Souvent, c'est l'instrumentation, ou son absence, qui limite les performances de l'ensemble du système.**

Le transmetteur de niveau sur la bâche de récupération des condensats facilite la gestion automatique du niveau des condensats pour garantir qu'une capacité suffisante soit disponible pour collecter (récupérer) les condensats de divers procédés de l'usine ainsi que pour maintenir un espace libre suffisant dans la cuve pour la création de vapeur de détente.

En plus de constituer un atout essentiel pour l'usine, les condensats de la bâche de récupération des condensats protègent également les joints des vannes et de la pompe à condensats d'une exposition directe à la vapeur à haute température, tout en maintenant une pression de refoulement minimale sur la pompe. Cela empêche les dommages matériels, la maintenance et les temps d'immobilisation coûteux de la bâche de récupération ainsi que les effets induits ensuite sur le cycle de production de vapeur et sur les besoins en eau d'appoint.

Enfin, le transmetteur de niveau fournit les signaux de commande pour les vannes et la pompe à condensats, nécessaires pour transférer les condensats de la bâche de récupération au réservoir de condensats principal, en procurant une rétention de niveau de 15% environ pour les raisons mentionnées ci-dessus. A ce stade, les transmetteurs de niveau du réservoir de condensats principal prennent le relais pour gérer la fourniture d'eau d'alimentation de la chaudière en fonction de la demande de production de vapeur.

## **Traitement de l'eau d'appoint**

Le traitement de l'eau d'appoint est une composante essentielle de la production de vapeur car, suite à une perte d'eau dans le cycle pour une raison quelconque, il permet de réalimenter le système avec de l'eau appropriée pour la chaudière et d'autres opérations. Contrairement aux applications précédentes évoquées dans le cycle de production de vapeur, la régulation de niveau pour le procédé du traitement de l'eau s'effectue, non pas pour des raisons de rendement, mais plutôt pour des besoins de précision, de fiabilité et de sécurité, tout en assurant une gestion appropriée des stocks pour répondre à la demande en produits chimiques et en eau d'appoint.

Ici, l'accent est mis sur la composante chimique du traitement de l'eau, car elle présente des difficultés pour les technologies de niveau qui peuvent fonctionner parfaitement sur des applications non chimiques liées au procédé de traitement de l'eau ou celles comportant des variations limitées dans le contenu du ciel gazeux de la cuve. Bien que des mesures importantes, telles que celles effectuées dans les réservoirs de stockage d'ammoniaque, d'acide, de produits caustiques et d'autres produits chimiques, ne constituent pas des applications de niveau difficiles, loin de là, de petites nuances dans la façon de superviser les cuves liées à la technologie de mesure de niveau peuvent avoir un effet spectaculaire sur la praticité journalière et sur la fiabilité du type d'instrument(s) utilisé(s).

En outre, il est possible de prendre en compte des considérations de sécurité lors de la recharge en produits chimiques, ainsi que les coûts de maintenance à court et à long terme, parallèlement à la supervision des stocks, pour peu que l'on apporte quelques modifications simples et rentables à l'instrumentation.



*Un indicateur de niveau magnétique à haute visibilité avec transmetteur magnétostrictif soutient le déchargement d'ammoniaque dans une centrale électrique à cycle combiné.*

## Éléments clés pour la supervision du stockage de produits chimiques

- Gestion des stocks (précision)
- Résistance à l'attaque chimique (fiabilité et maintenance)
- Utilisation d'une technologie non affectée par les changements survenant dans le ciel gazeux de la cuve (fiabilité)
- Vérification des performances (maintenance)
- Visibilité pendant le transfert du produit (sécurité)

Les réservoirs de stockage de produits chimiques, de déminéralisation et les collecteurs d'eau existent dans un grand nombre de formes et de tailles. Ce sont généralement des cuves horizontales ou verticales de 1,80 m à 3 m de diamètre/hauteur, les réservoirs de stockage d'ammoniaque et de déminéralisation étant les plus grands. Il n'est pas rare de voir un certain type de transmetteur de niveau (le modèle à ultrasons étant le plus courant) installé pour fournir des indications de niveau à la salle de contrôle avec un afficheur local à la base du réservoir, soit en série avec la sortie du transmetteur 4-20 mA, soit dédoublé à partir de la salle de contrôle. Le signal vers la salle de contrôle surveille le stock, sert d'alarme de niveau haut pour la protection anti débordement et détermine l'intervalle de réapprovisionnement. L'affichage local facilite la supervision du déchargement des produits à partir du camion du fournisseur.

Précision, fiabilité et visibilité dans des environnements de réservoirs dynamiques et des scénarios opérationnels sont les meilleurs attributs d'une technologie de niveau pour répondre à des applications de stockage de produits chimiques. Le coût est toujours au premier rang des considérations pour ces mesures en apparence moins compliquées. Néanmoins, les performances dans ces deux domaines peuvent avoir un impact mesurable sur le coût de possession "réel" pour une usine.

Il est également intéressant de choisir la technologie de niveau appropriée pendant la phase d'avant-projet, car cela permettra d'éliminer les problèmes potentiels d'installation et de mise en service par la prise en compte de la technologie dans la conception de la cuve, un autre domaine d'économies potentielles.

De nombreuses technologies de niveau peuvent être et ont été utilisées pour répondre aux besoins du stockage des produits chimiques. Le fait d'adhérer aux principes de minimisation du nombre de variables (par exemple, vulnérabilité à la dynamique du procédé, étalonnage, complexité des équipements, etc.) qui peuvent affecter la capacité d'une technologie à fonctionner comme prévu constitue une étape essentielle dans la réduction du coût total de possession.

A nouveau, le radar à ondes guidées (avec contact) ainsi que son homologue fonctionnant dans l'air (sans contact) excellent dans ces domaines. Les indicateurs de niveau magnétique (MLI, Magnetic Level Indicators) fonctionnant en conjonction avec les deux types de technologie radar, ou couplés à un transmetteur de niveau magnétostrictif, offrent la redondance et une diversité de technologies, tout en renforçant la visibilité pour améliorer la sécurité lors des opérations de réapprovisionnement. Il y a aussi l'avantage supplémentaire de la redondance lors de la vérification des performances du transmetteur principal au cours d'inspections périodiques, d'interruptions programmées ou pendant le dépannage.

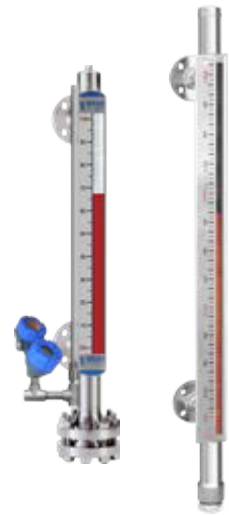
## Précision, fiabilité et visibilité dans des environnements de réservoirs dynamiques et des scénarios opérationnels sont les meilleurs attributs d'une technologie de niveau pour répondre à des applications de stockage de produits chimiques.

Ceci ne signifie pas que les transmetteurs de niveau à ultrasons sans contact ou d'autres technologies ne sont pas à la hauteur. Simplement, le radar est insensible aux changements qui se produisent dans le contenu du ciel gazeux des cuves tout au long de la journée.

Souvent, ces changements affectent une technologie en provoquant des alarmes perturbatrices, par exemple une perte de signal intermittente ou une indication de niveau qui devient capricieuse, pour ne se rétablir qu'à peu près au moment où un technicien arrive sur les lieux. Ces types de problèmes sont difficiles à isoler en raison de leur nature intermittente et du fait qu'ils ne peuvent pas être imputés à une anomalie d'installation, de configuration ou de matériel.

Dans le cas d'un procédé de traitement de l'eau en soutien de tout cycle de vapeur, limité ou de grande envergure, les meilleures performances ne pourront être obtenues avec une solution "universelle". Même si certaines de ces applications de niveau semblent simples, les cas sont nombreux où elles contribuent de façon disproportionnée aux budgets de mise en service et de maintenance simplement parce qu'elles ne peuvent pas s'adapter à toute l'étendue de la dynamique de l'application.

Le fait d'opter pour une approche axée sur une technologie et non sur une solution qui se veut polyvalente pour les applications du procédé de traitement de l'eau permet de réduire le coût de possession à court et à long terme. Cela permet de mettre en œuvre, et de bénéficier des avantages de coût, des technologies d'entrée de gamme pour les applications moins exigeantes, tout en minimisant le coût de celles confrontées à des variations du ciel gazeux (par exemple, vapeur, composition chimique, condensation excessive, etc.). Autant de conditions susceptibles de mettre à mal les performances d'un instrument ainsi que le budget de maintenance d'une usine.



### Technologies de niveau pour le stockage de produits chimiques et le traitement de l'eau

- **Radar à ondes guidées (GWR) et sans contact** pour une installation, une mise en service et une maintenance simplifiées ainsi qu'une tolérance aux changements dans le ciel gazeux.
- **Indicateur de niveau magnétique (MLI)** pour une meilleure visibilité au cours du réapprovisionnement; maintenance périodique ou vérification des performances. Peut fonctionner de façon autonome ou de concert avec d'autres transmetteurs de niveau pour assurer la redondance et la diversité de technologie pour les mesures critiques.
- **Transmetteur magnétostrictif** couplé à un MLI offrant une alternative aux technologies de transmetteur de niveau monté au sommet tout en étant isolé du contenu de la cuve.
- **Transmetteur à ultrasons (sans contact):** excellente solution de niveau pour les applications non chimiques ou moins critiques dans le procédé du traitement de l'eau avec des variations limitées dans le ciel gazeux.

### Gestion de l'énergie

Le but de cette discussion, quelle que soit l'envergure d'une opération, consiste à identifier les domaines clés de l'usine dans lesquels la mise à profit des attributs d'une technologie dans un scénario donné a le plus d'effet sur le rendement et procure un retour sur investissement quantifiable en un ou deux ans.

Comme indiqué plus haut, l'achat de combustible et la consommation d'électricité sont des domaines où la moindre amélioration du rendement a une incidence directe sur le résultat net d'une entreprise. Si l'on se donne la possibilité de surveiller le lieu de consommation de combustible dans une installation ainsi que les consommations spécifiques d'applications individuelles, principalement la chaudière, on peut avoir une bonne idée des domaines d'amélioration potentiels. Un raisonnement similaire peut s'appliquer à la consommation d'électricité. Il est ainsi possible de faire des économies simplement en identifiant les zones de perte d'énergie.

Dans le domaine de la gestion de l'énergie, la capacité à mieux contrôler l'air de combustion, le débit de gaz combustible et l'air comprimé peut aider à identifier rapidement les pertes susceptibles d'impacter la rentabilité de l'usine. Les deux expressions clés en matière d'instrumentation sont "rentabilité" et "retour sur investissement". Il ne fait aucun doute que n'importe quelle situation peut être résolue si des ressources financières suffisantes sont affectées à cet objectif. L'idée est de profiter de l'avantage dans le délai le plus court possible et au coût le plus raisonnable. Les transmetteurs de débit massique à dispersion thermique répondent à ces critères.





## Transmetteur de débit massique à dispersion thermique

Les transmetteurs de débit massique à dispersion thermique sont principalement utilisés dans des applications de mesure de débit d'air et de gaz. Les appareils se composent d'un transmetteur et d'une sonde équipée de capteurs de température (RTD) situés dans les tiges au bas de la sonde. Le capteur de référence mesure la température du procédé et l'autre capteur est chauffé à une certaine température supérieure à la référence. Lorsque le débit augmente, le capteur chauffé se refroidit. Une plus grande puissance est alors appliquée sur le capteur chauffé pour maintenir la différence de température. La relation entre puissance et débit massique est établie lors de l'étalonnage en usine.

La mesure du **débit d'air de combustion** d'une chaudière est importante pour maintenir un rapport stœchiométrique avec la quantité de combustible fournie. Un débit d'air trop faible peut conduire à une combustion incomplète avec émission supplémentaire de monoxyde de carbone ou d'éléments polluants, selon le combustible brûlé. D'autre part, un débit d'air trop important peut refroidir le four et dissiper de la chaleur par la cheminée. La reproductibilité de la mesure de l'air est essentielle à l'obtention du rapport air-combustible le plus efficace.



- Signal fort à des débits faibles avec une grande rangeabilité
- Vérification de l'étalonnage sur site
- Installation facile avec faible perte de charge
- Mesure directe du débit massique sans nécessité d'effectuer une compensation de pression ou de température



- Répétabilité de  $\pm 0,5\%$  de la mesure
- Mesure directe du débit massique
- Facile à installer dans une gaine d'air
- Aucun étalonnage sur site

La mesure du **débit du gaz combustible** (gaz naturel ou propane) au niveau des sources de combustion individuelles par rapport à la sortie (vapeur/eau chaude) peut aider à optimiser l'efficacité de la chaudière et à mieux gérer la consommation d'énergie. Connaître les performances individuelles des chaudières peut également aider à exploiter celles qui offrent le meilleur rendement. La réduction de la consommation de combustible est l'une des méthodes les plus simples pour réduire les coûts et améliorer les profits.

Un rôle clé dans la gestion de l'énergie et des installations consiste à rendre les circuits d'**air comprimé** plus fiables et efficaces. De précieuses ressources sont gaspillées lorsqu'une fuite passe inaperçue ou ne peut pas être facilement localisée.

Le Département de l'Energie des Etats-Unis estime que 20 à 30% de la production d'un compresseur alimente des fuites, ce qui représente des milliers de dollars en consommation électrique pour de l'air gaspillé. Le coût d'achat de compresseurs supplémentaires ou plus puissants pour répondre aux besoins en air comprimé représente les cas les plus extrêmes.

La première étape pour réduire le coût de l'énergie est de mesurer l'usage qui en est fait. La technologie de dispersion thermique peut être utilisée dans les conduites de distribution pour déterminer la consommation dans différentes sections de l'usine ou fournir une indication relative de fuite.



- Installation facile avec utilisation d'une sonde à insertion équipée d'un raccord à compression
- Mesure de débit précise malgré des variations de pression
- Grande rangeabilité et bonne sensibilité aux faibles débits

## ETUDES DE CAS

### ETUDE DE CAS 1\* Optimisation du rendement d'un système de vapeur

#### Usine d'engrais J. R. Simplot

Economies totales du projet/an: **300 000 EUR**

Economies d'énergie: **21 980 MWh**

Coût du projet: 160 000 EUR

Retour sur investissement: 6,5 mois

#### Gains:

- Amélioration du fonctionnement de la chaudière
- Vapeur recyclée
- Augmentation de la récupération des condensats
- Réparations des purgeurs de vapeur
- Amélioration de l'isolation



### ETUDE DE CAS 2\* Amélioration du rendement du système de vapeur

#### Usine de pneus Goodyear

Economies totales du projet/an: **800 000 EUR**

Economies d'énergie: **27 260 MWh**

Coût du projet: 160 000 EUR

Retour sur investissement: 2,5 mois

#### Gains:

- Optimisation du fonctionnement de la chaudière – Réglage des chaudières pour réduire l'excès d'O<sub>2</sub>; réduction de la consommation de combustible
- Récupération de la chaleur résiduelle du procédé – Installation d'un échangeur de chaleur pour élever la température de l'eau d'appoint en utilisant l'énergie des condensats
- Isolation de l'équipement du procédé – Réduction de la consommation d'énergie du système de vapeur



\* Département de l'Energie des Etats-Unis



## ETUDE DE CAS 3\* Vérification du système de mesure du gaz naturel

### VA Medical Center

Economies totales du projet/an: **130 000 EUR**  
(crédit appliqué au compte)

#### Gains:

- Isolation des interférences radio-magnétiques dans le système de mesure du gaz naturel sur l'ensemble du bâtiment
- Confirmation d'anomalies dans la consommation de gaz sur une période de deux mois grâce à une mesure de débit évoluée
- Optimisation des performances de la chaudière et confirmation secondaire grâce à la mesure de débit massique



## ETUDE DE CAS 4\* Réduction de l'énergie consommée par le compresseur d'air

### FUJIFILM Hunt Chemicals U.S.A.

#### Gains:

- Utilisation d'air comprimé dans plusieurs opérations indispensables au maintien de la qualité au niveau du procédé et du produit
- Évaluation de l'énergie consommée par le compresseur par rapport au volume d'air généré et consommé (u normo mètre cube par minute)
- Détection d'une fuite et mise en place d'une stratégie de réparation pour limiter les pertes d'air comprimé: économies de près de 9 000 EUR/an



\* Département de l'Energie des Etats-Unis

## RÉSUMÉ: OPTIMISATION DU PROCÉDÉ VIA L'INSTRUMENTATION


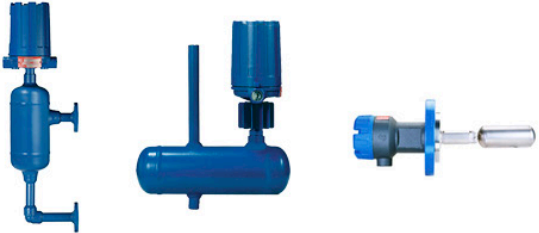
Bien que cela soit concevable, il est rare de pouvoir identifier une seule source de manque d'efficacité due à des régulations de niveau inadéquates dont l'impact sur le résultat net d'une entreprise se traduit par un pourcentage à deux chiffres. Le plus souvent, ce sont de petites opportunités d'amélioration régulières concernant divers aspects du cycle de production de vapeur, du système de récupération des condensats et du procédé de récupération de la chaleur résiduelle qui permettent en fin de compte de réaliser des économies substantielles.

- Réduction de la consommation, du traitement et de l'évacuation de l'eau, et gestion des stocks
- Amélioration de la régulation de l'ensemble chaudière/ ballon de vapeur – économies d'énergie et qualité de la vapeur
- Réduction de la consommation de combustible – récupération de la chaleur résiduelle
- Gestion de l'énergie – gaz combustible, air de combustion et débit d'air comprimé

- Protection et maintenance du matériel – pompes et joints de pompes

Souvent, les coûts de maintenance cachés et les manques d'efficacité liés aux vulnérabilités d'une technologie (exploitation durable en environnements de vapeur à haute pression et haute température; exposition à des produits chimiques; erreurs dues à la complexité de la mesure elle-même et exigences d'étalonnage ultérieur) sont éclipsés par l'exploitation au jour le jour de ces procédés.

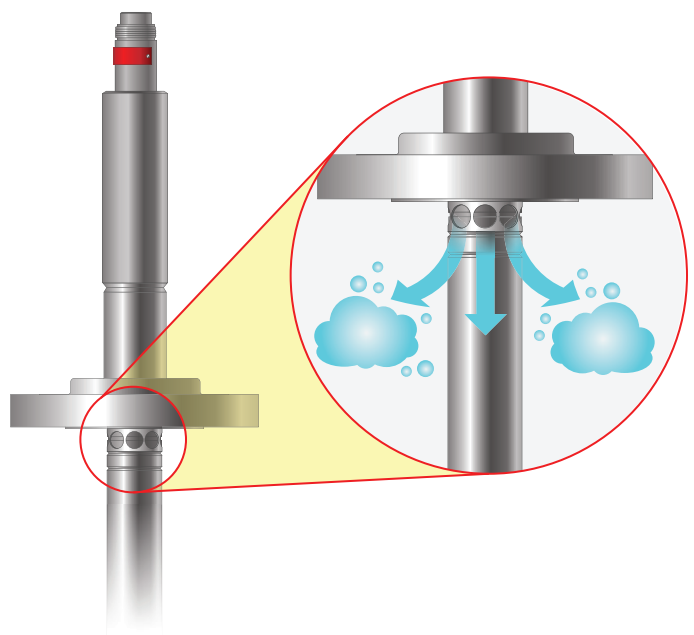
Quelle que soit l'envergure d'une opération (centrale électrique commerciale ou petite installation de chaudière), tirer parti des attributs inhérents à la technologie fondamentale d'un instrument à court terme (études, coût initial, installation et mise en service) et à long terme (maintenance, pratique au jour le jour et gestion de l'énergie) est une approche simple et rentable pour maximiser le retour sur investissement dans le système lui-même.

<p style="text-align: center;"><b>Radar à ondes guidées</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Radar sans contact</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Ultrasons</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Flottabilité et poussée d'Archimède</b></p> 
<p style="text-align: center;"><b>Dispersion thermique</b></p> 	<p style="text-align: center;"><b>Indication de niveau magnétique/ magnétostriktion</b></p> 

## L'INNOVATION, ÇA COMPTE

### Nouvelle sonde vapeur radar à ondes guidées Magnetrol®

La nouvelle sonde vapeur GWR est équipée d'évents de retour de condensation qui contribuent à éliminer la condensation dans la sonde, les retards dans la transmission du signal et les erreurs de mesure de niveau.





**SIEGE EUROPÉEN & USINE DE FABRICATION**

Heikensstraat 6 • 9240 Zele, Belgique • Téléphone : +32-(0)52-45.09.93 • [info@magnetrol.be](mailto:info@magnetrol.be)

[magnetrol.com](http://magnetrol.com)