



Cahiers techniques sectoriels Economie d'Énergie pour le secteur de la FEVIA

Réalisés par l'ICEDD et Econotec pour le compte de la Région Wallonne

Stéphanie Marchandise

Responsable de Projet – Equipe Energie Formation

ICEDD ASBL (Institut de Conseil et d'Etudes en Développement Durable ASBL)

081/250 480

sm@icedd.be



ICEDD – RA/PDC



Cahiers techniques sectoriels Energie



La production de vapeur

ECONOMIES D'ÉNERGIE DANS
L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

- Documents de base pour la réflexion sur des projets d'optimisation énergétique
- Guide pour la maintenance quotidienne et/ou réalisation d'un audit énergétique interne



ICEDD – RA/PDC



Ce que vous devez savoir à propos de la vapeur ...

Pourquoi la vapeur ?

La vapeur est un fluide caloporteur très répandu dans l'industrie parce qu'elle présente de grands avantages :

- Excellent fluide caloporteur :
 - chaque kg de vapeur peut transporter une grande quantité de chaleur ;
 - comparée à l'eau chaude, l'eau surchauffée et l'huile thermique, la vapeur est le fluide qui présente le coefficient de transfert thermique en paroi le plus élevé ;
- Permet des diamètres de tuyauteries assez faibles :
 - plus la pression augmente, plus la masse volumique de la vapeur diminue ;
 - le retour du fluide s'effectue sous forme liquide (condensats) ;
- Pas de pompes de circulation : les pompes installées sur le retour de condensats sont de préférence actionnées mécaniquement et il n'y a donc de consommation électrique que pour l'alimentation en eau de la chaudière ;
- Possibilité de créer le vide ;
- Faire tourner une turbine : par sa détente dans une turbine, la vapeur peut produire de l'énergie électrique ou mécanique ;
- Régulation facile (vannes 2 voies).

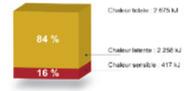
Bien sûr, la vapeur présente aussi quelques désavantages, en particulier :

- C'est un fluide cher - environ 25 €/tonne vapeur - Ce coût intègre celui du combustible utilisé dans la chaudière, mais aussi le prix de l'eau et le coût de son traitement. D'où l'importance de maximiser le retour de condensats !
- Utiliser de la vapeur n'est pas sans risques : la présence de mélanges biphasiques vapeur/eau dans le circuit peut engendrer localement des « clapotements » ou « coups de bélier », qui peuvent endommager les installations, en allant de la fuite à la rupture totale, ce qui peut même devenir dangereux pour le personnel. D'où l'importance d'une bonne conception des installations et d'une maintenance régulière pour éviter la formation de ces mélanges biphasiques !

Energie transportée par la vapeur :

C'est par le changement de phase (liquide vapeur) en chaudière, que la vapeur est capable d'emmagasiner une grande quantité d'énergie, essentiellement sous forme de chaleur latente.

Chaleur totale d'1 kg de vapeur à pression atmosphérique



Source : Armstrong International

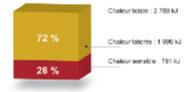
Energie cédée par condensation :

La vapeur sert à transporter l'énergie thermique qui lui a été fournie dans la chaudière. Dans le réseau, elle cède cette énergie aux différents postes consommateurs dans des échangeurs de chaleur ou des convecteurs à double enveloppe dans lesquels elle se condense. A ce moment, la vapeur cède sa chaleur latente (et éventuellement une petite partie de la chaleur sensible) et les condensats retournent en chaudière. Une autre utilisation de la vapeur dans le réseau est l'injection directe de vapeur où la chaleur totale est transmise au consommateur ; mais les condensats sont « perdus » puisque non retournés en chaudière.

Or si la pression de la vapeur augmente, l'énergie qu'elle emmagasine augmente légèrement, mais c'est surtout la répartition entre chaleur latente et chaleur sensible qui se modifie. Ainsi, plus la pression est élevée, plus la température de saturation (et aussi le moire grande est la quantité de vapeur latente que la vapeur peut transporter).

Toujours si on augmente la pression de la vapeur, son volume spécifique diminue et on peut donc transporter l'énergie de cette vapeur dans des tuyaux de faible diamètre.

Chaleur totale d'1 kg de vapeur à 10 barg



Source : Armstrong International

A Retenir :

ENERGIE VAPEUR SATURÉE
= chaleur sensible (énergie de l'eau à la température de saturation) +
+ chaleur latente (énergie de vaporisation ou de condensation)

A Retenir :

Lors de la condensation, la vapeur cède sa chaleur latente

En quoi consiste la maintenance régulière de votre chaudière ?

→ Mettre en place une procédure de maintenance des chaudières

Une maintenance régulière permet d'éviter des baisses de rendement de la chaudière et donc, des pertes d'énergie.

Avez-vous des chaudières en stand-by ?

→ Arrêter les chaudières en stand-by/Veiller à ce que la chaudière consomme un minimum dans ce mode stand-by

Lorsqu'il y a plusieurs chaudières dans la chaufferie, il est assez courant d'avoir une chaudière en stand-by par sécurité. Or les pertes d'une chaudière en stand-by, principalement par radiation, peuvent représenter 1% à 3% de la puissance de la chaudière, ce qui n'est pas négligeable !

Si le process le permet, l'idéal au niveau énergétique est d'arrêter la chaudière. Mais certains process impliqués ne supportent pas des baisses de pression vapeur de 1 à 2 barg et une chaudière en stand-by est alors indispensable pour des raisons de sécurité. Il faut alors veiller à ce qu'elle consomme le moins possible dans ce mode grille à :

- Un caloritage adéquat (100-120 mm d'épaisseur) et en bon état (portes par radiation limitées à 0,4 - 0,7%) ;
- Une régulation modulante ;
- Un système de maintien à une pression réduite de la chaudière sans redémarrage du brûleur : la chaudière est maintenue à 5 barg par exemple et c'est seulement lorsqu'il y a une demande que le brûleur redémarre et la chaudière peut ainsi atteindre 10 barg en 0-5 minutes.

Action :

Établir un calendrier de maintenance et mettre en place une procédure de suivi des chaudières : vérifier le panneau de contrôle, effectuer la chasse aux fuites, nettoyer les brûleurs installés aux pompes, brûleurs, ventilateurs, etc. Ces inspections se prolongent en faisant pour mettre en évidence des fuites de soupape (voir aussi la fiche « Réseau de vapeur »).

Action :

Arrêter la chaudière en stand-by si elle ne se modifie pas indépendamment après une année de marche au réseau de la production. Si cette chaudière en stand-by est nécessaire, faire une analyse de sa consommation dans ce mode en vue de la réduire si besoin.

Action :

Vérifier si toutes les branches du réseau de vapeur ne sont pas équipées d'un détendeur. Si la pression nécessaire aux consommateurs est plus élevée que la pression de la chaudière, contrôler en priorité qui aura la possibilité de réduire la pression à la chaudière. Si c'est possible de réduire la pression chaudière en continu, envisager de la baisser lors des périodes creuses imaginaires.

Action :

Contactez un bureau d'études spécialisé pour un audit vapeur. Ce bureau pourra vous remettre une offre sur base d'une visite sur site. L'audit est également de la compétence des plans PID (Piping & Instrument Diagram) de votre installation vapeur.

Avez-vous réellement besoin de produire la vapeur à une pression si élevée ?

→ Réduire la pression vapeur en sortie chaudière

Il est judicieux de vérifier que la vapeur produite à la chaudière n'a pas une pression trop élevée par rapport à la pression vapeur nécessaire auprès des consommateurs. Cela est surtout vrai pour des chaudières datant de plusieurs années et dimensionnées pour alimenter des installations nécessitant de la vapeur à plus haute pression que les installations actuelles.

Application pratique :

Économies engendrées par une réduction de la pression en sortie chaudière pour une chaudière au gaz naturel :

Chaleur totale vapeur 9 barg	2 778	kJ/kg
Chaleur totale vapeur 8 barg	2 771	kJ/kg
différence énergie	4	kJ/kg
Production vapeur	20 000	ton
→ Réduction de l'énergie dans la vapeur	4 * 20 000 = 80 000 kJ	MWh PCHN
	80 000 / 23	
→ Gain énergétique en gaz (rendement chaudière : 50% sur PCH)	236,8 = 26	MWh PCHN
→ économie financière (prix gaz : 31 €/MWh PCH)	795	€/an

Précaution à prendre : Ne pas trop diminuer la pression pour éviter le « primage » à la chaudière (vapeur avec présence de gouttes d'eau) et pour ne pas dépasser la vitesse recommandée de la vapeur dans les tuyauteries.

Une alternative est de réduire la pression vapeur en sortie chaudière lors des périodes creuses, comme les week-ends par exemple : cf. amélioration liée au mode stand-by de la chaudière.

Voulez-vous connaître les améliorations applicables chez vous ?

→ Réalisation d'un audit vapeur

Un audit vapeur réalisé par un spécialiste permet de lister les améliorations réalisables dans votre entreprise et d'en évaluer les économies engendrées et la rentabilité de l'investissement.



Modélisation Source : emescoProcess



Modélisation Source : emescoProcess

POUR PLUS D'INFOS...

Contacts/références :

En bref, toutes ces optimisations sont envisageables dans votre entreprise si que vous disposez d'une chaudière vapeur. Cette fiche vous donne une idée du potentiel d'optimisation mais l'étude et la mise en oeuvre de ces mesures doivent souvent être réalisées par des spécialistes. Ci-dessous donc une liste de contacts utiles :

- Spécialistes et fournisseurs équipements : rechercher dans la base de données www.cstc.be - chercher des produits ou <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=ser-vices&sub=buildingproducts&pag=search> - Avec comme critère : VAPEUR pour les équipements vapeur

Description du produit :

Chaudières industrielles à vapeur basse et/ou haute pression en acier
Installations fixes et mobiles d'extraction des gaz de fumées et d'échappement
Appareils par poste de travail, dont avec protection antistatique
Régulateurs de température pour installations de chauffage à vapeur
Purgeurs de condensats pour installations à vapeur
Réducteurs de pression de vapeur
Aérothermes à vapeur
Humidificateurs d'air par injection de vapeur
Inhibiteurs de corrosion en phase vapeur

- Liste des bureaux d'audits agréés par la Région Wallonne
- Primes de la Région Wallonne
- Liens utiles sur les pages « Industrie » du site portail Energie de la Région Wallonne

Bibliographie :

Réactif de septoctov 2004
Energymag de septoctov 2006
<http://www.energyopping.be/> - Investissements économiseurs d'énergie -> vapeur
<http://www.kuiperinternetdiensten.nl/demo2/default.asp>

RÉSUMÉ DES AMÉLIORATIONS ÉNERGÉTIQUES

Niveau d'intervention	Problème à repérer	Amélioration/Action	Commentaire	Rentabilité
Coût 0	Quel est l'aspect général de votre chaudière ?	Se rendre compte de l'aspect général de la chaudière via des visites régulières de la chaudière		-
Coût 0	Quelles mesures de base pouvez-vous réaliser ?	Analyse des données du capteur de pression en sortie chaudière Analyser le comportement du brûleur		**
Coût 0	Votre personnel a-t-il conscience du coût élevé de la vapeur ?	Sensibiliser le personnel	Réaliser des réunions et affiches de sensibilisation	**
Coût 0	En quel consiste la maintenance régulière de votre chaudière ?	Mettre en place une procédure de maintenance de la chaudière	Calendrier de maintenance, ronds sur le toit	***
Coût 0	Avez-vous des chaudières en stand-by ?	Améliorer les chaudières en stand-by ou valoir à ce qu'elles consomment le moins possible dans ce mode	Selon un proces fragile ou non	-
Faible Coût	Avez-vous réellement besoin de la vapeur à pression produite ?	Réduire la pression vapeur en sortie chaudière	en continu ou pendant les périodes creuses uniquement	-
Faible Coût	Voulez-vous savoir lesquels de vos améliorations sont applicables chez vous ?	Réalisation d'un audit vapeur	Consulter un spécialiste/BE	-
Investissement	Contrôlez-vous la quantité d'énergie contenue dans votre vapeur ?	Installation d'un débitmètre vapeur	Consulter un spécialiste en instrumentation ou BE	***
Investissement	Avez-vous besoin d'une nouvelle chaudière vapeur ?	Choisir la bonne chaudière	Analyser vos besoins de vapeur et consulter un chaudiériste	***
Investissement	Récupérez-vous un maximum de l'énergie contenue dans les fumées ?	Installation d'un économiseur - pilotement sur économiseur - condenseur	Consulter un spécialiste/BE pour une étude de faisabilité	***
Investissement	Avez-vous un brûleur modulaire ?	Installation d'un brûleur modulaire	Consulter un spécialiste/BE ou un chaudiériste/spécialiste brûleur	-
Investissement	Contrôlez-vous la combustion de vos chaudières ?	Régulation de l'exces d'air de combustion	Consulter un spécialiste/BE ou un chaudiériste/spécialiste brûleur	***
Investissement	L'air qui entre dans la chaudière est-il le plus chaud possible ?	Préchauffage de l'air de combustion de la chaudière possible ?	Consulter un spécialiste/BE	-
Investissement	Contrôlez-vous les purges de vos chaudières ?	Réduction du taux de purge de la chaudière	Consulter un spécialiste/BE	-
Investissement	Récupérez-vous la chaleur des purges de vos chaudières ?	Récupération de la chaleur de reévaporation des purges de vos chaudières	Consulter un spécialiste/BE	-
Investissement	Avez-vous un système de régulation pour l'ensemble des chaudières ?	Régulation en cascade chaudières	Consulter un spécialiste/BE ou un chaudiériste ou spécialiste instrumentation	-
Investissement	Dans quel état est le calorifugeage de vos chaudières ?	Calorifugeage de la chaudière	Réaliser une thermographie Infr-Rouge/Consulter une entreprise de calorifugeage	-



Cahiers techniques sectoriels Energie

Thèmes Transversaux :

- Production Vapeur
- Réseau Vapeur et Condensats
- Air Comprimé
- Moteurs

Thèmes Spécifiques :

- Froid
- CIP (Cleaning In Place)
- Récupération de chaleur entre procédés

Téléchargeables sur :

energie.wallonie.be > Entreprises/Industries

