

Le réseau vapeur et condensats

# ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DANS L'INDUSTRIE

## 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 :

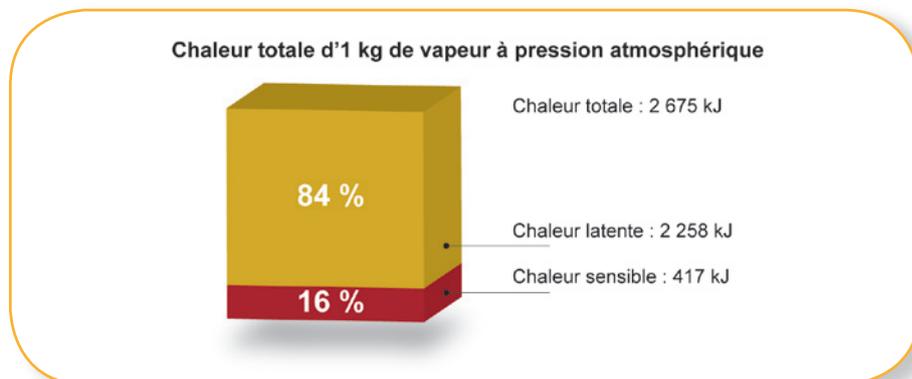
- Excellent fluide caloporteur :
  - chaque kg de vapeur peut transporter une grande quantité de chaleur ;
  - comparée à l'eau chaude, l'eau surchauffée et l'huile thermique, la vapeur est le fluide qui présente le coefficient de transfert thermique en paroi le plus élevé;
- Permet des diamètres de tuyauteries assez faibles :
  - plus la pression augmente, plus le volume massique 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 (mai 2007)! 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 « claquements » 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.



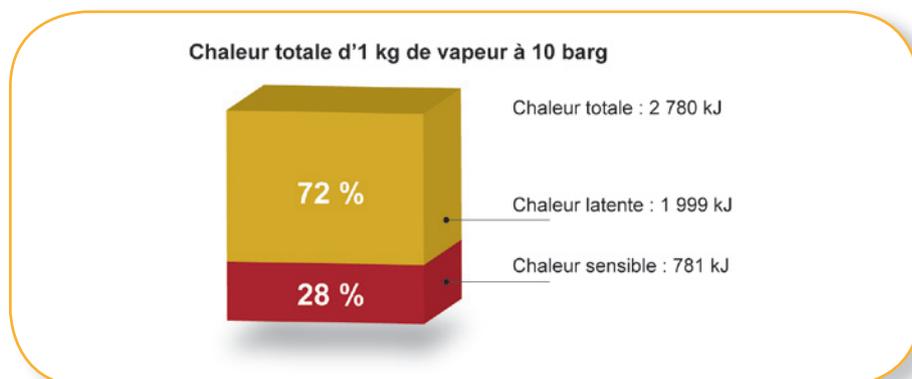
Source : Armstrong International

## 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 cuves 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 chaufferie. 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 chaufferie.

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 l'est aussi et moins 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.



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 conclusion, l'idéal est :

- de transporter la vapeur à haute pression dans le réseau
- d'utiliser la vapeur au niveau des postes consommateurs à basse pression



A retenir donc :

### Caractéristiques de la vapeur saturée :

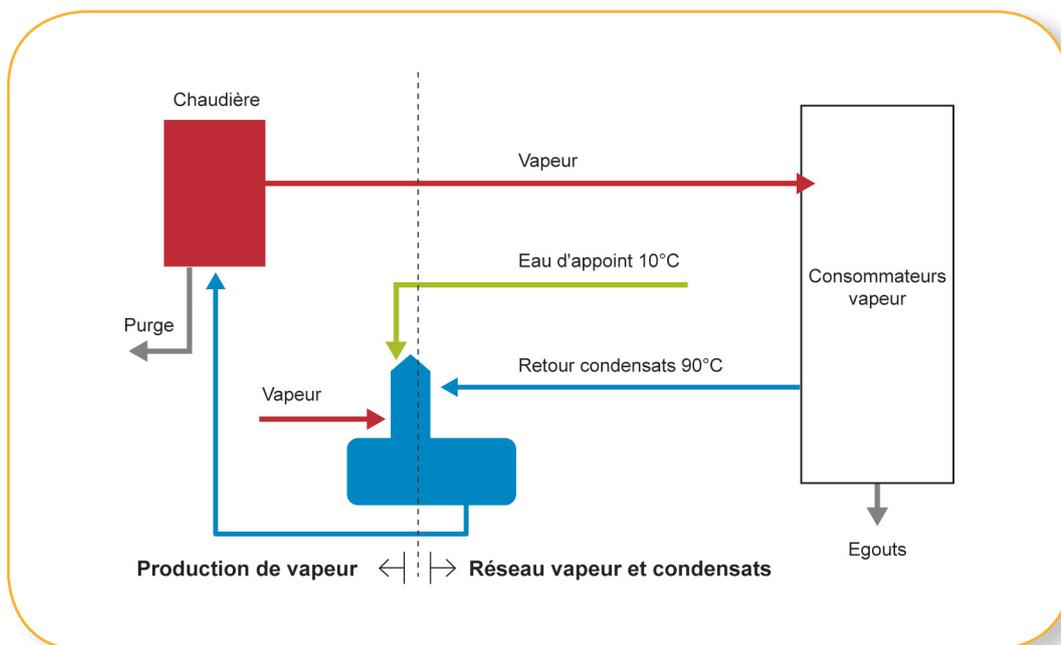
### Exemples :

• Pression (barg = bar relatif)	0	5	10
• Température de saturation (°C)	100	158,9	184,2
• Chaleur sensible (kJ/kg)	419,1	671,1	781,7
• Chaleur latente (kJ/kg)	2256,7	2085,7	1999,7
• Volume spécifique (m³/kg)	1,6736	0,3150	0,1773

Ces différentes valeurs sont fournies par le diagramme entropique ou la table vapeur (téléchargeable par exemple sur [www.thermexcel.com](http://www.thermexcel.com)).

### La boucle vapeur :

La boucle vapeur peut être représentée comme ci-dessous :



Source : Armstrong International

La présente fiche se concentre sur les améliorations entraînant des économies d'énergie sur la partie droite du schéma : « Le réseau vapeur et condensats ». « La production de vapeur » fait l'objet d'une autre fiche.

## Evaluer l'état du réseau vapeur et condensats

Certaines constatations indiquent que des problèmes sont présents dans le réseau vapeur/condensats et que des améliorations peuvent être envisagées :

### Panache de vapeur sur le toit ?

Des « panaches » de vapeur sont souvent visibles au niveau des évacuations en toiture des bâches à condensats. Il s'agit de vapeur de revaporisation (ou flash) : Lorsque les condensats « traversent » un purgeur, ils passent d'une pression élevée (pression du réseau vapeur) à une pression basse (pression du retour condensats) ce qui entraîne la revaporisation d'une certaine quantité de condensats. Lorsque tous ces retours arrivent dans une bâche à condensats atmosphérique (ce qui est souvent le cas), la vapeur de revaporisation se retrouve à l'atmosphère et est donc perdue !

### Problèmes d'érosion de tuyauterie et de robinetterie (rouille, fuites récurrentes, mauvaise qualité des condensats...) ?

Des problèmes d'érosion sont dus à la présence d'eau ou d'incondensables dans la vapeur. Les causes peuvent être multiples : problème de primage au niveau de la chaudière, mauvais fonctionnement du dégazeur, pas de purgeur au bon endroit ou purgeur bloqué...

### Coups de bélier dans votre installation vapeur/condensats ?

Comme expliqué ci-dessus, les coups de bélier sont provoqués par la présence de mélange biphasique. Ces coups de bélier peuvent se produire dans les tuyauteries du réseau, mais aussi dans les installations de process. Ils révèlent un problème dans l'installation et, étant donné la dangerosité des fuites vapeur, il est recommandé d'éliminer rapidement la cause de leur présence.

Pertes de vapeur au niveau du toit  
de la chaufferie.



## AMÉLIORATIONS ENTRAÎNANT DES ÉCONOMIES D'ÉNERGIE



Inspection réseau. Source : EmmersonProcess

Remarque : En règle générale, les améliorations réalisées sur le réseau vapeur/condensats entraînent, en plus des économies d'énergie, de grosses économies au niveau de la maintenance. Celles-ci ne seront pas développées ici car plus difficilement chiffrables mais ont tout intérêt à être mentionnées lors des demandes d'investissement.



Fuite vapeur. Source : Armstrong

## Répertoriez-vous les fuites de votre réseau vapeur et condensats ?

### → Etablir des rondes d'inspection régulières du réseau

Des rondes d'inspection du réseau vapeur et condensats permettent de mettre en évidence et de répertorier les fuites de vapeur et/ou condensats pouvant apparaître au niveau des tuyauteries et des différents équipements : vannes, purgeurs, filtres etc...

C'est parce que ces fuites sont souvent continues, qu'elles représentent d'importantes pertes d'énergie. Voici ci-dessous 2 exemples de calculs de pertes énergétiques et financières engendrées par des fuites vapeur de débit différent :

#### Pertes engendrées par une petite fuite de vapeur

Débit vapeur 5 barg en fuite	2 kg/h
Energie totale vapeur 5 barg	2756 kJ/kg
Durée	8000 h/an
→Pertes de vapeur	16 t/an
→Pertes financières	400 €/an

#### Pertes engendrées par une fuite importante de vapeur

Débit vapeur 5 barg en fuite	10	kg/h
Energie totale vapeur 5 barg	2756	kJ/kg
Durée	8000	h/an
→ Pertes de vapeur	80	t/an
→ Pertes financières	2500	€/an

Une fuite de condensats peut aussi se chiffrer en pertes financières significatives, comme l'illustre l'exemple ci-après :

#### Pertes engendrées par des fuites de condensats

Fuite de condensats	10	kg/h
Energie condensats à 0,2 barg	439	kJ/kg
durée fonctionnement	8000	h/an
→ pertes en gaz	10850	kWh PCI/an
→ pertes financières	340	€/an

Les rondes d'inspection doivent inclure une visite en toiture afin de mettre en évidence la présence ou non de rejets au niveau des soupapes de sécurité et des bâches à condensats. Ces pertes en toiture sont facilement identifiables mais moins facilement quantifiables car elles ne sont pas constantes au cours du temps ; mais elles peuvent également constituer des pertes d'énergie importantes.

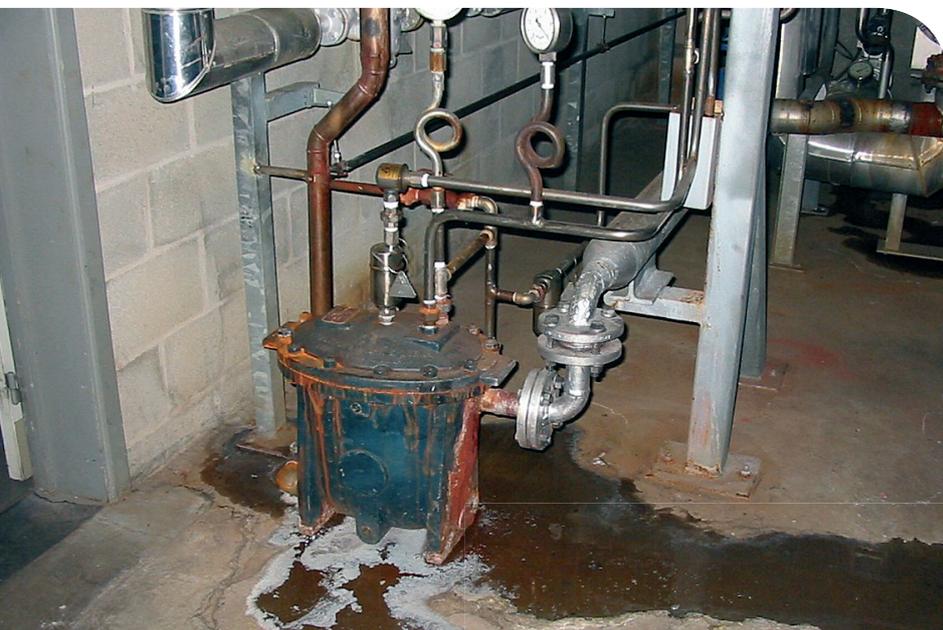
Il est important de répertorier en premier lieu ces fuites afin de pouvoir ensuite envisager des solutions pour les éliminer : des pistes de solutions sont proposées plus loin dans ce document...



Fuite de condensats au niveau d'un purgeur.

#### Action :

Etablir un programme régulier de « rondes d'inspection » du réseau vapeur et condensats en intégrant des rondes en toiture et répertorier les différentes pertes vapeur/condensats.



Fuite de condensats au niveau d'une pompe.



Source : EmerssonProcess

## Votre personnel a t-il conscience du coût élevé de la vapeur ?

→ **Sensibiliser le personnel**

La vapeur est un fluide cher : son coût varie entre 15 et 30 €/tonne. Il faut acheter l'eau ou la puiser, la déminéraliser pour éviter des problèmes de corrosion, voire la traiter par osmose inverse et enfin la chauffer.

### Action :

Lors de réunions et à l'aide d'affiches etc..., sensibiliser régulièrement le personnel au coût de la vapeur et donc à l'importance d'une maintenance adéquate.

## Où sont classés les plans hydrauliques et électriques des installations ?

→ **Prévoir une bibliothèque des plans PID du réseau vapeur et condensats**

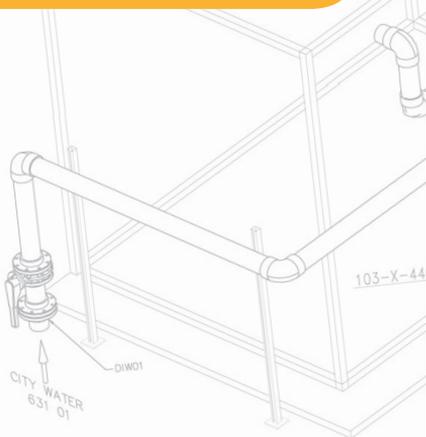
Les plans PID (Piping & Instrument Diagram) permettent une meilleure compréhension des installations.

En effet, certains sites sont pourvus de réseaux vapeur à différentes pressions, et donc de plusieurs retours de condensats. Ainsi, par exemple, lors de la mise en place d'un nouvel équipement, voire d'un nouveau process, il est important de connaître la configuration des réseaux vapeur et condensats, leur pression etc... En effet, d'une part, un matériel mal adapté (pression de service ou perte de charge... pas correcte) se détériorera rapidement et sera source de fuites et ruptures. Et d'autre part, le design des tuyauteries vapeur et condensats doit suivre certaines recommandations et il est donc important de choisir le meilleur endroit pour la réalisation des piquages et connexions.

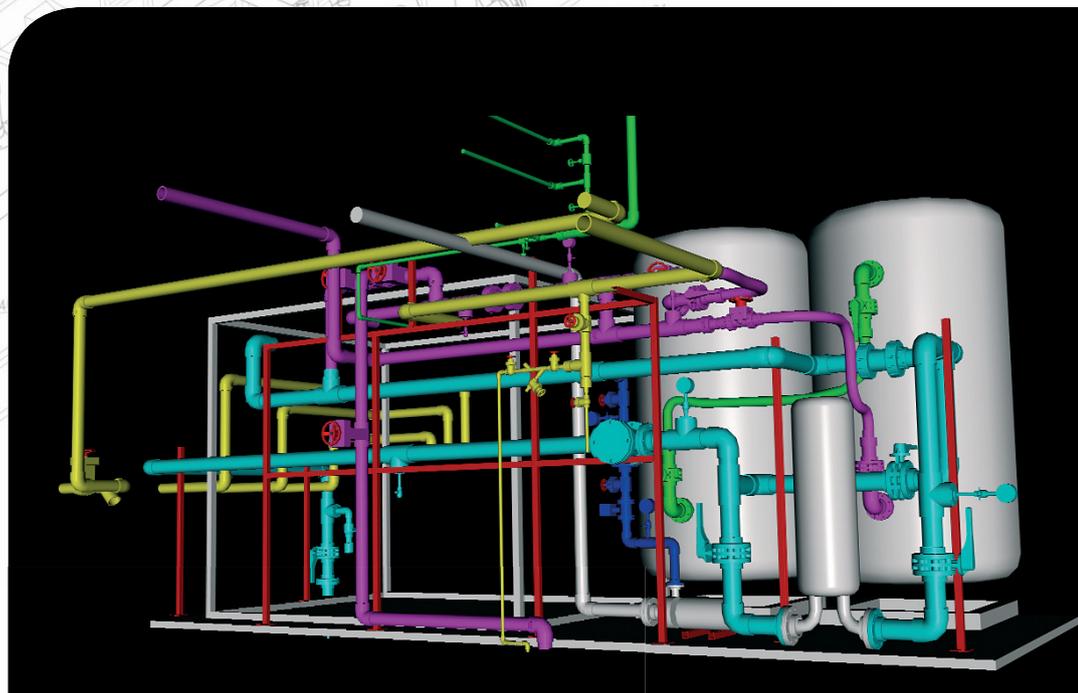
### Action :

Classer les différents plans PID, hydrauliques et électriques dans une bibliothèque et exiger ces plans lors de toute nouvelle installation

103-I-4101-01



PID 3D. Source : Engineering Support Team





## En quoi consiste la maintenance de votre réseau vapeur et condensats ?

### → Etablir un programme d'inspection des purgeurs

Un purgeur de vapeur est un équipement de robinetterie qui évacue automatiquement le condensat qui se forme en raison des pertes de chaleur inévitables du réseau.

Une inspection annuelle des purgeurs de condensats permet non seulement de répertorier et localiser tous les purgeurs mais il permet aussi de mettre en évidence les purgeurs qui sont bloqués ou qui fuient :

- Un purgeur bloqué entraîne la présence d'eau dans les tuyauteries, ce qui peut provoquer des claquements et donc des fuites. Un purgeur bloqué peut également réduire les échanges thermiques dans les échangeurs etc...
- Un purgeur qui fuit laisse passer la vapeur dans le retour de condensats, ce qui engendre des panaches de vapeur au niveau de l'évacuation en toiture des bâches à condensats. Un purgeur en fuite peut laisser passer entre 5 et 20 kg/h de vapeur !

Cas pratique :

#### Pertes engendrées par 5 purgeurs en fuite

Pertes en vapeur 10 barg pour les 5 purgeurs	25	kg/h
Durée	8 000	h/an
→ Pertes annuelles de vapeur	200 000	kg/an
→ Pertes en gaz	146	MWh PCI/an
→ Pertes financières	4 525	€/an

### Action :

Etablir un programme d'inspection annuel des purgeurs, soit par du personnel attaché à l'entreprise (une formation est alors nécessaire), soit par une entreprise externe.

Par ailleurs, il existe différents types de purgeur. L'inspection permet également de vérifier que le type de purgeur utilisé convient bien à l'application. Un purgeur inadéquat se bloque ou se casse plus facilement.

### Action :

demander une offre auprès d'une société spécialisée pour une analyse infrarouge

### Action :

Planifier et organiser une période de maintenance annuelle où seront prévues les réparations de fuites, l'entretien des calorifuges, le remplacement des purgeurs défectueux...

#### → Analyser le réseau par thermographie infrarouge

L'analyse du réseau de distribution de la vapeur à l'aide d'une caméra infrarouge permet de localiser tous les défauts de calorifuge et d'évaluer les pertes totales de chaleur par déperdition calorifique. Cette analyse permet également de détecter des vannes en fuite, des vannes de by-pass ouvertes, des soupapes de sécurité ouvertes, des fuites aux raccords et aux joints etc...

#### → Planifier des périodes de maintenance des installations

Les différentes inspections auront mis en évidence des travaux de réparation des fuites, d'entretien des calorifuges et de remplacement des purgeurs défectueux (tout en veillant à l'harmonisation du type de purgeur utilisé) qu'il faudra planifier.

Un programme de maintenance complet doit programmer une période annuelle pendant laquelle ces différents travaux seront réalisés :

- **Réparation des fuites : Economies de combustible : voir ci-dessus**
- **Remplacement des purgeurs défectueux : Economies de combustible : 2%**



Maintenance.  
Source : EmerssonProcess

## Y a t-il assez de purgeurs prévus au niveau de votre équipement process ?

→ **Prévoir le nombre correct de pots de purge au bon endroit**

Avoir un nombre adéquat de pots de purge, placés correctement et au bon endroit permet une évacuation correcte des condensats et donc d'éviter leur accumulation et l'apparition des coups des béliers et par la suite, des fuites etc... Par pot de purge, on entend le purgeur mais aussi les vannes manuelles et le by-pass qui en permettent la maintenance.

Ainsi, idéalement, des pots de purge doivent être prévus au minimum au niveau de l'arrivée vapeur, avant la vanne de régulation et, bien sûr, sur la sortie condensats de l'équipement vapeur process. Mais s'il y a un collecteur vapeur avec plusieurs départs vers plusieurs échangeurs, s'il y a un bout de ligne vapeur etc..., il peut être indispensable d'en installer un plus grand nombre.



Pot de purge correct.

### Action :

L'inspection annuelle des purgeurs peut être l'occasion de lister les endroits où un pot de purge manquant serait nécessaire. Et lors de l'installation d'un nouvel équipement de process fonctionnant à la vapeur, il est important de prévoir dès le départ le bon nombre et le bon emplacement des pots de purge.



## Voulez-vous connaître les améliorations qui sont applicables chez vous ?

→ **Réalisation d'un audit vapeur**

Un audit vapeur réalisé par un spécialiste permet de lister les améliorations réalisables dans votre entreprise avec estimation des économies engendrées et de l'investissement.

### Action :

Contactez un spécialiste BE pour un audit vapeur. Ce BE pourra vous remettre une offre sur base d'une visite sur site. L'idéal est également de lui transmettre les plans PID de votre installation vapeur.

## Connaissez-vous la consommation de vapeur de vos installations ?

→ Installation de débitmètres vapeur et d'un compteur de condensats

L'idéal est d'installer plusieurs débitmètres en différents endroits stratégiques du réseau : sur les différents départs du collecteur vapeur principal par exemple, ou au niveau des consommateurs les plus importants...

Ces débitmètres permettront de :

- Suivre l'évolution de la consommation spécifique des postes consommateur : nombre de tonnes de vapeur consommées par tonne de produit;
- Suivre le débit de vapeur lors des périodes creuses : week ends,...
- Faire des bilans et connaître les répartitions de la consommation totale.

Cela permettra de mettre en évidence d'éventuelles dérives de consommation qui pourraient bien être dues à un problème au niveau d'un consommateur ou quelque part dans le réseau ; problèmes et remèdes de ce type qui sont abordés dans les autres projets d'amélioration présentés dans cette fiche.



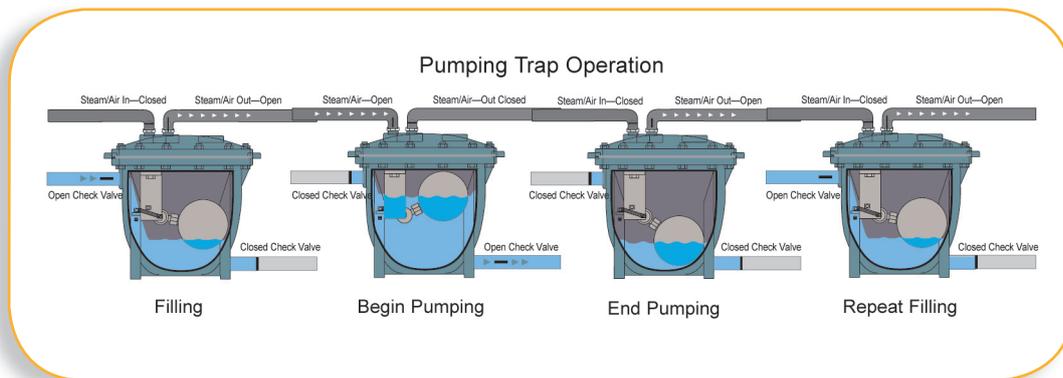
Débitmètre vortex. Source : Endress & Hauser

### Action :

Sur base du schéma PID de vos installations, choisir les emplacements judicieux des débitmètres vapeur. Ensuite, sur base des caractéristiques de la vapeur en ces différents points (température, pression, plage (min-max) du débit vapeur et débit moyen vapeur), vous pourrez demander une offre pour chaque débitmètre vapeur. Il existe différentes technologies selon la précision souhaitée... Des spécialistes pourront vous aider à choisir et vous guider pour l'installation qui doit respecter un certain nombre de règles.

Débitmètre vapeur de type delta p. Source : Endress & Hauser





Récupération de condensat : schéma de principe. Source : Armstrong

## Votre taux de retour condensats se situe t-il entre 80 et 90 % ?

### → Maximiser le retour de condensats

Dans la boucle vapeur-condensats, les condensats de vapeur sont retournés à la chaufferie (dans le « retour de condensats ») où ils sont collectés dans une bêche à condensats pour ensuite être renvoyés dans la chaudière où ils seront chauffés pour produire de la vapeur (voir schéma page 4). Dans le meilleur des cas, on arrive à récupérer 80 à 90% de condensats. Le reste va à l'égout.

En pratique, on constate que le taux de retour de condensats atteint rarement 80% ; ce qui engendre un gaspillage important. En effet, pour un taux de retour de condensats à la chaufferie de 60% et une production vapeur moyenne de 50 000 tonnes/an, les gains engendrés par des travaux d'optimisation pour atteindre 90% de retour condensats sont estimés à :

Condensats à l'égout avec 60% retour condensats	20 000	t/an
Condensats à l'égout avec 90% retour condensats	5 000	t/an
Energie condensats à 100°C	418	kJ/kg
Gain en gaz en passant de 60% à 90% de retour condensats	1 900	MWh PCI/an
Gain sur la facture gaz (hypothèse : 31 €/MWh PCI)	54 000	€/an

### Action :

Demander auprès d'une entreprise de tuyauterie industrielle une offre pour l'installation de tuyauteries de retour condensats. Un spécialiste/bureau d'études pourra éventuellement aider au dimensionnement, choix des matériaux etc...

A ajouter à ces gains sur la consommation de gaz, les gains sur la consommation en eau!

Faire la chasse aux rejets de condensats à l'égout et voir s'il est possible de ramener ces condensats au moyen d'une tuyauterie de retour qui ne serait pas trop éloignée permettra de réaliser ces gains.

Remarque importante : l'installation de nouvelles tuyauteries de retour condensats doit respecter certaines règles au niveau design et, lors de connexions sur les tuyauteries existantes, il faut éviter des variations de pression et de températures trop importantes qui risqueraient de générer des coups de béliet !

**Maximiser le retour de condensats : Economies de combustible : 3%**

## Vos échangeurs fonctionnent-ils au maximum de leur efficacité ?

### → Amélioration de l'efficacité énergétique des échangeurs

Si les condensats s'évacuent mal d'un échangeur, ils vont s'y accumuler jusqu'à le noyer. La surface d'échange en contact avec la vapeur est alors plus faible et l'échangeur n'atteint plus ses performances initiales. De plus, les échangeurs noyés sont fréquemment sujets à des coups de bélier et s'endommagent donc rapidement.

Ces accumulations de condensats peuvent être provoquées par un problème au niveau du purgeur (type inadéquat, mauvaise installation, défaut). Si, en changeant le purgeur, le problème réapparaît, cela signifie que la cause du dysfonctionnement est plus « éloignée » : ainsi, assez fréquemment, la contre-pression dans le retour condensats est trop élevée ; ce qui empêche le bon fonctionnement du purgeur. Si en plus, la régulation vapeur ne fonctionne pas correctement, les accumulations apparaîtront encore plus rapidement etc...

On le voit, ces accumulations de condensats peuvent avoir différentes origines et une étude s'avère donc nécessaire pour les détecter.

Toutefois, lorsque la contre-pression du réseau de retour condensats est trop élevée, l'installation d'une pompe à condensats peut généralement être une solution ou une partie de la solution : il s'agit d'une pompe mécanique qui sous l'effet de la pression de la vapeur, va « pousser » les condensats dans le retour de condensats. Par ailleurs, la pompe à condensats peut également permettre un fonctionnement « sous vide » de l'installation, c'est-à-dire permettre de descendre la pression de vapeur en-dessous de la pression atmosphérique (p.ex. -0,3 barg) dans l'échangeur, ce qui maximise l'échange de chaleur latente et les performances de l'échangeur !!

Le tableau ci-dessous montre les gains engendrés par l'installation d'une pompe à condensats travaillant sous vide : la pression vapeur dans l'échangeur est nettement plus faible et, par conséquent, cette installation produira beaucoup moins de vapeur de revaporisation (flash). Dans l'exemple ci-dessous, on fait une économie de 12% de flash (sur la consommation vapeur de l'échangeur) qui, sinon, est évacué à l'atmosphère via la bêche à condensats !

#### Economie avec pompe à condensats fonctionnant sous vide sur un échangeur de chauffage des bâtiments dans une brasserie (chaufferie fuel 95% de rendement)

Pression vapeur dans échangeur sans pompe à condensats	4,5	Barg
Pression vapeur dans échangeur avec pompe à condensats	- 0,3	Barg
Consommation vapeur échangeur en fonctionnement à 4,5 barg	2 500	t/an
Calcul du % de vapeur de flash en fonctionnement à 4,5 barg	12,02	% flash
→ Gain en vapeur avec pompe à condensats fonctionnant « sous vide »	2500 t/an x 12,02%	t/an
	= 300	
→ Gain en fuel avec pompe à condensats fonctionnant « sous vide »	200	MWh PCI/an
→ Gain financier (fuel : 30 €/MWhPCI)	5 900	€

Echangeur noyé. Source : Armstrong International

### Action :

Les échangeurs noyés peuvent être détectés par des campagnes de mesures (températures) ou grâce à des thermographies IR. Il est alors nécessaire de consulter un spécialiste/bureau d'études afin de déterminer les causes et établir la solution d'optimisation.

L'installation d'une pompe à condensats pour améliorer l'efficacité de l'échangeur devra également se faire avec l'aide d'un spécialiste BE car les connexions doivent répondre à certains critères.

## Avez-vous les équipements de robinetterie adéquats sur chaque consommateur ?

### → Installer des vannes de régulation

Un équipement de process nécessite rarement un débit constant de vapeur : ce débit doit être modulé en fonction des besoins de chaleur. Pour cela, on doit donc placer une vanne. Une vanne fonctionnant en tout ou rien laisse passer un débit constant de vapeur quand elle est ouverte. Elle doit donc s'ouvrir et se fermer régulièrement si l'on veut doser les quantités de vapeur circulant dans l'échangeur de chaleur pour atteindre la température process souhaitée. Ces opérations d'ouverture et de fermeture successives la fragilisent et la vanne présentera rapidement des fuites.

On lui préférera donc une vanne de régulation qui va moduler son ouverture en fonction de la température du fluide à chauffer par exemple.

### → Installer des vannes de sectionnement

Une vanne de sectionnement installée sur chaque équipement de process peut être directement actionnée par l'opérateur responsable de cet équipement. Dès que l'équipement est hors production, l'opérateur peut ainsi fermer la vanne. Lors des arrêts, il n'y aura donc plus de pertes vapeur de ce process dues aux éventuelles fuites (et sachant qu'une vanne de régulation est toujours en légère fuite). Attention à toujours installer un pot de purge en amont de cette vanne de sectionnement.

Installation d'une vanne de régulation sur un échangeur vapeur-eau chaude.



### Action :

Sur base de la plage de débit vapeur voulue et des données pression vapeur au niveau du consommateur, vous pouvez demander une offre auprès d'un fournisseur de robinetterie vapeur. Différents types de vannes de régulation existent et il est important d'installer le type de vanne qui convient à votre application.

### Action :

Sur base des données de débit et de pression vapeur au niveau du consommateur, vous pouvez demander une offre auprès d'un fournisseur de robinetterie vapeur.

Vanne de sectionnement et vanne de régulation sur l'entrée vapeur d'un échangeur.



## Que faites-vous de la vapeur de revaporisation ?

### → Récupérer la vapeur de revaporisation

La vapeur de revaporisation qui se crée en aval des purgeurs (à cause de la différence de pression entre l'amont et l'aval de ceux-ci) peut parfois être récupérée.

Un consommateur important de vapeur haute pression produit beaucoup de vapeur de revaporisation (Par exemple, les cuiseurs ...). Pour récupérer celle-ci, il « suffit » de la réinjecter au niveau d'un consommateur relativement proche ayant des besoins de vapeur basse pression.

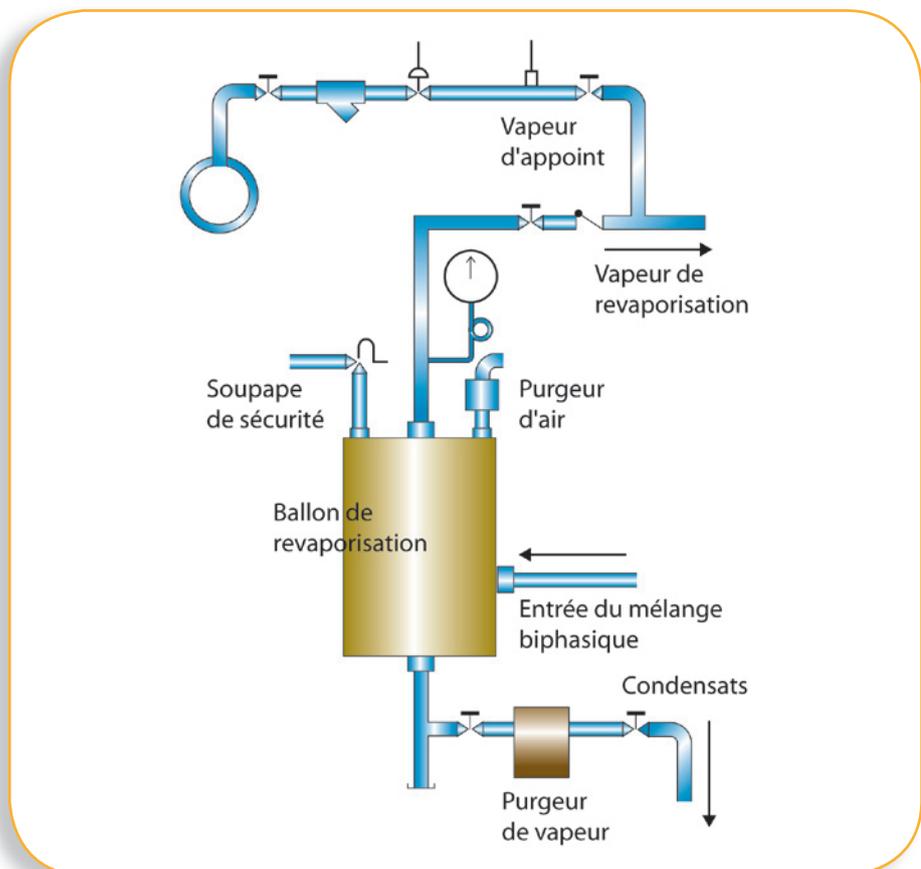
Par conséquent, cette vapeur récupérée permettra de réduire la production totale de vapeur à la chaudière et entraînera directement des économies de combustible.

Par ailleurs, un certain nombre d'industries possèdent 2 réseaux de vapeur caractérisés par des pressions différentes (entreprises du secteur essencier, ...; plus rarement dans des entreprises FEVIA). Dans ces entreprises, la quantité de vapeur de revaporisation produite par le réseau haute pression peut être relativement importante et pourrait potentiellement être récupérée dans le réseau basse pression.

### Action :

Lister les consommateurs basse pression situés à proximité de consommateur(s) haute pression. Une étude sera ensuite nécessaire pour estimer les gains et investissements engendrés par cette récupération de vapeur de revaporisation. Cette étude devrait également être presqu'automatiquement envisagée lorsqu'il y a plusieurs réseaux vapeur à des pressions différentes.

### Utiliser la vapeur de revaporisation : Economies de combustible variable, jusque 14%



Source : Armstrong International

## Si après tout cela, il y a encore une panache sur le toit ?

### → Récupérer un peu de chaleur des condensats

Si après la réalisation des optimisations énergétiques ci-dessus, un panache de vapeur est toujours visible sur le toit au niveau d'une bache à condensats, il faut peut-être envisager de réduire la température des condensats avant la bache en récupérant la chaleur extraite. Cela peut ainsi se faire via un échangeur pour préchauffer de l'eau de chauffage par exemple. L'idéal est de trouver un fluide à préchauffer en continu.

Il faut toutefois veiller à ne pas trop descendre la température des condensats sinon la consommation en combustible de la chaudière sera plus importante pour les réchauffer à nouveau. L'échangeur de récupération de chaleur des condensats doit donc être dimensionné correctement pour éviter uniquement la panache de vapeur sur le toit qui est bien, elle, de la chaleur perdue.

### Action :

S'il reste encore un panache de vapeur sur le toit malgré diverses optimisations visant à le réduire, voir s'il existe des possibilités de préchauffage d'un fluide en continu.



## Votre réseau vapeur et condensats est-il correctement calorifugé ?

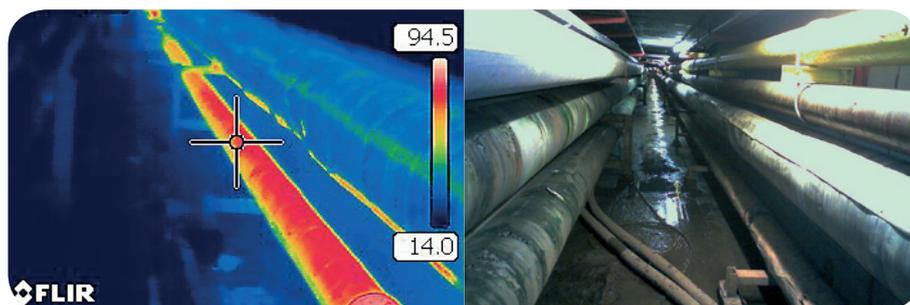
### → Calorifugeage des tuyauteries vapeur

Les tuyauteries vapeur non calorifugées perdent de grandes quantités de chaleur, comme cela est illustré par l'exemple ci-dessous :

#### Tuyauterie vapeur 4,5 barg en DN100 non calorifugée sur 10 mètres

Pertes d'énergie	879	W/m
Durée de fonctionnement	8 600	h
→ Consommation de gaz pour compenser les pertes (rendement chaudière: 90%)	84,0	MWh PCI
→ Pertes financières	2 606	€/an

Elles sont de plus dangereuses pour le personnel (risques de brûlures) et il est donc indispensable de calorifuger correctement les tuyauteries vapeur.



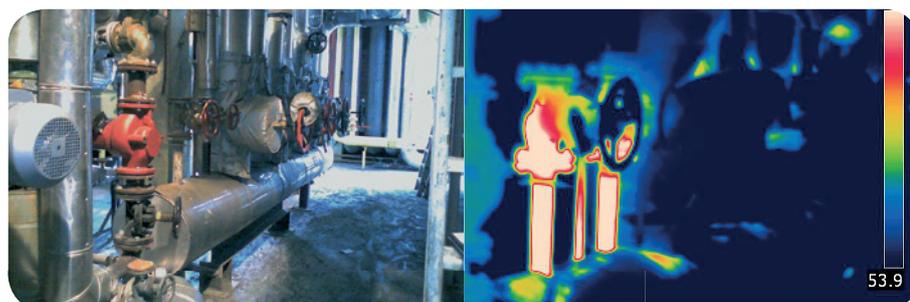
Vapeur avec calorifugeage en mauvais état. Source : Denorme Energy System

### Action :

Demander une offre auprès d'une entreprise de calorifugeage.

Les éléments de robinetterie : vannes manuelles, vannes de régulation, détendeur etc... perdent également beaucoup d'énergie par radiation lorsqu'ils ne sont pas calorifugés. Il est donc également recommandé de les calorifuger avec des matelas isolants avec système d'ouverture/fermeture aisé permettant les opérations de maintenance.

En pratique, le réseau condensats sera calorifugé sur les portions situées à hauteur d'homme pour la protection du personnel. Les purgeurs ne doivent pas être calorifugés pour leur bon fonctionnement ainsi que pour faciliter leur inspection.



Vannes non calorifugées sur un collecteur vapeur. Source : Denorme Energy System

## POUR PLUS D'INFOS...

### Contacts/références :

En bref, toutes ces optimisations sont envisageables dans votre entreprise si vous disposez d'une chaufferie vapeur. Cette fiche vous donne une idée du potentiel d'optimisation mais l'étude et la mise en œuvre 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.cstsc.be](http://www.cstsc.be) → chercher des produits ou <http://www.cstc.be/homepage/index.cfm?cat=services&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  
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

- Site portail Energie de la Région Wallonne : <http://energie.wallonie.be> (liste des bureaux d'étude, Primes de la Région Wallonne, liens utiles, etc...)

### Bibliographie :

Ont contribué à la rédaction de ce cahier technique toutes les entreprises citées en source photographique.

Réactif de sept/oct/nov 2004

Energymag de sept/oct 2006

<http://www.energypooling.be/> → investissements économiseurs d'énergie → vapeur

<http://www.kuiperinternetdiensten.nl/demo2/default.asp>

## RÉSUMÉ DES AMÉLIORATIONS ÉNERGÉTIQUES

Niveau d'investissement	Problème à repérer	Amélioration/Action	Commentaire	Rentabilité
Coût 0	Répertoriez-vous les fuites de votre réseau vapeur et condensats ?	Etablir des rondes d'inspection régulières de votre réseau		++
Coût 0	Votre personnel a-t-il conscience du coût élevé de la vapeur ?	Sensibiliser le personnel	réunions et affiches de sensibilisation	+
Coût 0	Où sont classés les plans hydrauliques et électriques des installations ?	Prévoir une bibliothèque des plans PID du réseau vapeur et condensats	Soit en interne, soit auprès d'une entreprise externe	+
Faible Coût	En quoi consiste la maintenance de votre réseau vapeur et condensats ?	Etablir un programme d'inspection des purgeurs Analyser le réseau par thermographie IR Etablir des périodes de maintenance des installations	Soit en interne, soit auprès d'une entreprise externe  Demander une offre auprès d'un spécialiste/BE	+++
Faible Coût	Y a-t-il assez de purgeurs prévus au niveau de votre équipement process ?	Prévoir le nombre correct de pots de purge et au bon endroit	Sur les installations actuelles ; et dès le départ sur les futures installations.	+
Faible Coût	Voulez-vous savoir lesquels de ces améliorations sont applicables chez vous ?	Réalisation d'un audit vapeur	Consulter un spécialiste/BE	+
Investissement	Connaissez-vous la consommation vapeur de vos installations ?	Installation d'un débitmètre vapeur et d'un compteur de condensats	Consulter un spécialiste en instrumentation ou BE	+++
Investissement	Votre taux de retour de condensats se situe-t-il entre 80 et 90% ?	Augmenter le taux de retour de condensats	Consulter une entreprise de tuyauterie et éventuellement un spécialiste/BE	+++
Investissement	Vos échangeurs fonctionnent-ils au maximum de leur efficacité ?	Améliorer l'efficacité énergétique des échangeurs	Réaliser une thermographie IR/Consulter un spécialiste/BE	+++
Investissement	Avez-vous les équipements de robinetterie adéquats sur chaque consommateur ?	Installer des vannes de régulation et des vannes de sectionnement		+
Investissement	Que faites-vous de la vapeur de revaporisation ?	Récupérer la vapeur de revaporisation	Mener une étude afin de voir les possibilités de récupération	++
Investissement	Si après tout cela, il y a encore un panache de vapeur sur le toit ?	Récupérer un peu de chaleur des condensats		++
Investissement	Votre réseau vapeur et condensats est-il correctement calorifugé ?	Calorifuger les tuyauteries vapeur		+



## COLOPHON

Opérateurs désignés par la Région wallonne :



**Institut de Conseil et d'Études en Développement Durable (ICEDD) asbl**

Boulevard Frère Orban 4, 5000 NAMUR

Contact : Stéphanie MARCHANDISE, Responsable de Projets

Tél. : 081 25 04 80 — Fax : 081 25 04 90

Courriel : [sm@icedd.be](mailto:sm@icedd.be)

**Econotec Consultants**

Rue des Guillemins 26 / 2<sup>e</sup> étage, 4000 LIÈGE

Contact : Georges LIEBECQ, Consultant

Tél. : 04 349 56 18 — Fax : 04 349 56 10

Courriel : [georges.liebecq@econotec.be](mailto:georges.liebecq@econotec.be)

**ECONOTEC**  
CONSULTANTS

Pour le compte de :

**Service public de Wallonie**

**Direction générale opérationnelle Aménagement du territoire,  
Logement, Patrimoine et Énergie**

**Département de l'énergie et du Bâtiment durable**

Avenue Prince de Liège 7, 5100 Jambes

Tél : 081 33 56 40 — Fax : 081 33 55 11

Courriel : [Energie@spw.wallonie.be](mailto:Energie@spw.wallonie.be)

Site portail de l'énergie de la Région wallonne :

<http://energie.wallonie.be>



En partenariat avec :

**Fédération de l'Industrie Alimentaire (FEVIA) asbl**

Avenue des Arts 43, 1040 Bruxelles

Tél. : 02 550 17 40 — Fax : 02 550 17 59

Courriel : [info@fevia.be](mailto:info@fevia.be)



Editeur responsable :

Dominique SIMON, Directeur.

Crédits photographiques :

photo de couverture : "Events et soupapes en toiture chaufferie"

2<sup>e</sup>ère diffusion électronique, édition septembre 2010