



Introduction

La **vapeur** est un **pourvoyeur utile et puissant de l'énergie**. Elle a des usages **polyvalents** et des **bienfaits** omniprésents.



La façon dont la vapeur est produite et distribuée permet d'atteindre un maximum de **performance** et **d'économie** pour l'utilisateur final.

Nous allons aborder 2 parties =

1) La vapeur, le fluide énergétique

Nous décrivons les nombreux bénéfices et utilisations de la vapeur dans les industries modernes

2) La boucle vapeur – condensat

Comment la vapeur est-elle générée, distribuée, contrôlée et utilisée?

Comment le condensat est-il recyclé?

Un aperçu de base d'un système de vapeur.

1) La vapeur, le fluide énergétique

Il est utile d'introduire le **sujet de la vapeur** en considérant ses **nombreuses utilisations** et **avantages**, avant d'entrer dans un aperçu de la chaudière vapeur ou de toute explication technique.



La **vapeur** est souvent associée **aux locomotives** et à la **révolution industrielle**. Elle est aujourd'hui une partie intégrante et essentielle de la **technologie moderne**. Sans elle, nos industries **alimentaires, textiles, chimiques, médicales, électriques**, de **chauffage** et de **transport** ne pourraient pas exister ou fonctionner comme elles le font. La vapeur fournit un moyen de **transporter des quantités contrôlables d'énergie** à partir d'une chaudière centrale, automatisée, où elle peut être produite efficacement et économiquement, puis distribuée aisément jusqu'aux points d'utilisation.

Pour de nombreuses raisons, la **vapeur** est l'un des fluides les plus couramment utilisés pour le **transport de l'énergie thermique**. Son utilisation est populaire dans toute l'industrie pour un large éventail de tâches allant de la **production d'énergie mécanique**, au **chauffage** de bâtiments et aux **applications de procédés**.

1) La vapeur, le fluide énergétique

La vapeur est efficace et économique à produire

L'eau est abondante et peu coûteuse. La vapeur est **non-dangereuse** pour l'environnement et la santé. Sous sa forme gazeuse, c'est un **transporteur d'énergie sûr et efficace**. La vapeur peut contenir **cinq ou six fois plus d'énergie potentielle** qu'une masse équivalente d'eau.

Lorsque l'eau est chauffée dans une **chaudière**, elle commence à absorber l'énergie. Selon la pression dans la chaudière, **l'eau s'évaporera** à une certaine température pour former la **vapeur**. La vapeur contient une **grande quantité d'énergie** stockée qui sera éventuellement transférée à l'espace à chauffer. Elle peut être générée à des pressions élevées pour donner des températures de vapeur élevées.

Plus la pression est élevée, plus la température de saturation est élevée, et plus la quantité d'énergie totale est élevée. La relation pression / température est liée à la **table de la vapeur**.

1) La vapeur, le fluide énergétique

La vapeur est efficace et économique à produire

- Les **chaudières vapeur modernes** sont **compactes** et **efficaces** dans leur conception. Elles utilisent des passes multiples et une technologie de brûleur efficace pour transférer une très forte proportion de l'énergie contenue dans le carburant à l'eau, avec des émissions minimales.
 - Le **carburant de la chaudière** peut être choisi à partir d'une variété d'options, y compris les déchets, ce qui rend la chaudière à vapeur une option **écologiquement rationnelle** parmi les choix disponibles pour fournir de la chaleur. En France, les chaudières vapeur sont généralement alimentées au gaz naturel.
 - Des **systèmes de récupération de chaleur** très efficaces permettent d'optimiser facilement les coûts. Par exemple, retourner le condensat précieux dans la chaudière.
- La popularité croissante des **systèmes combinés de chaleur et de puissance** démontre la grande considération pour les systèmes de vapeur dans l'environnement d'aujourd'hui

1) La vapeur, le fluide énergétique

La vapeur peut facilement être distribuée jusqu'aux points d'utilisation

La **vapeur** est l'un des fluides les plus utilisés pour **transmettre la chaleur** même sur de **grandes distances** parce qu'elle s'écoule en **réponse à la chute de pression** le long de la tuyauterie.

De ce fait, des pompes de circulation coûteuses ne sont pas nécessaires.

En raison de la **forte quantité de chaleur contenue dans la vapeur**, une tuyauterie relativement petite est nécessaire pour distribuer la vapeur à haute pression. La pression est ensuite réduite au point d'utilisation, si nécessaire.

La **vapeur** permet de prévoir une **installation plus facile et moins coûteuse** en comparaison aux autres fluides de transfert de chaleur. Globalement, les **coûts réduits** d'installation, de fonctionnement, de distribution des systèmes de production de vapeur, et de retour de condensat signifient que de nombreux utilisateurs choisissent d'installer de nouveaux systèmes de vapeur en préférence à d'autres fluides tels que le gaz, l'eau chaude, l'électricité ou les systèmes d'huile thermique.



1) La vapeur, le fluide énergétique

La vapeur est facilement régulable

En raison de la **relation directe entre la pression et la température** de la vapeur saturée, la quantité d'énergie absorbée au procédé est facile à contrôler. Il faut simplement en contrôler la pression de vapeur saturée.

Les équipements modernes sont conçus pour répondre très rapidement aux variations de charge des installations.

L'utilisation de **vannes deux voies**, plutôt que les vannes trois voies souvent nécessaires dans les systèmes liquides, **simplifie** le contrôle et l'installation, et peut **réduire les coûts** d'équipement.



1) La vapeur, le fluide énergétique

L'énergie est facilement transférée au procédé

La **vapeur** fournit un **excellent transfert de chaleur**. Lorsque la vapeur atteint l'échangeur, le processus de condensation transfère efficacement la chaleur au produit chauffé.

La **vapeur** peut remplir n'importe quel espace à une **température uniforme** et fournira la chaleur par condensation à une température constante. Cela élimine **les gradients de température** qui peuvent être trouvés le long de toute surface de transfert de chaleur, un problème qui est rencontré avec des huiles thermiques ou de l'eau chaude, et peut entraîner des problèmes de qualité de produits finis ainsi que la distorsion des matériaux des échangeurs.

Parce que les propriétés de transfert de chaleur de la vapeur sont si élevées, la **zone de transfert de chaleur nécessaire est relativement faible**. Cela permet l'utilisation d'un échangeur plus compact, et plus facile à installer.

A puissance équivalente, une installation de vapeur prendra **2 à 3 fois moins de place** qu'une installations à l'eau chaude.

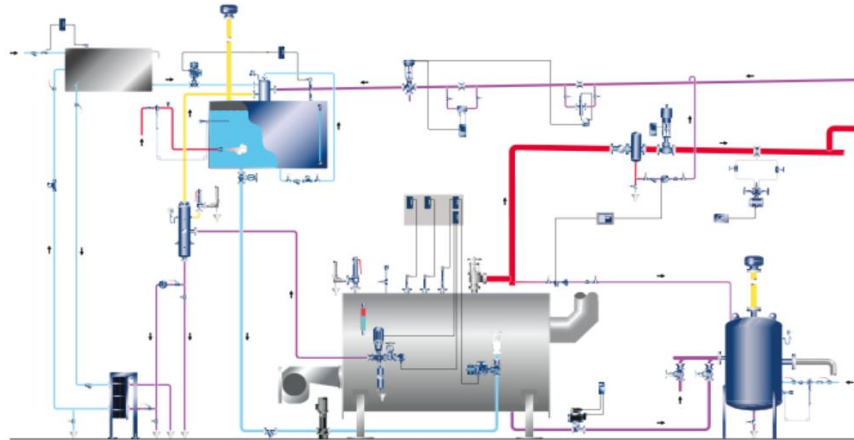
1) La vapeur, le fluide énergétique

Une chaudière vapeur moderne est facile à commander

De plus en plus, les utilisateurs d'énergie industrielle cherchent à **maximiser l'efficacité énergétique**, à **minimiser les coûts** de production et les frais généraux.

Dans les marchés compétitifs d'aujourd'hui, la **maîtrise des coûts** permet souvent d'obtenir un avantage important par rapport aux concurrents.

Les systèmes modernes permettent un fonctionnement optimal des installations d'autant plus s'ils sont **interfacés** et **centralisés**. Les pannes et les défauts peuvent être **anticipés** et réparés en **limitant les temps d'arrêt**.



1) La vapeur, le fluide énergétique

La vapeur est flexible



Non seulement la vapeur est un excellent **transporteur de chaleur**, elle est également **stérile**, et donc populaire pour l'utilisation de processus dans les **industries alimentaires, pharmaceutiques** et de **santé**. Elle est également largement utilisée dans les hôpitaux à des fins de stérilisation. Les industries dans lesquelles la vapeur est utilisée vont des **grandes usines** pétrolières et pétrochimiques aux **petites** buanderies locales. D'autres utilisations incluent la production de **papier, textiles, brassage, production alimentaire, le caoutchouc, le chauffage** et **l'humidification** des bâtiments. Beaucoup d'utilisateurs trouvent commode d'employer la vapeur comme le **même fluide** fonctionnant pour le chauffage et pour des applications de procédés. La vapeur est également intrinsèquement sûre, elle ne peut **pas causer d'étincelles** ou présenter **un risque d'incendie**. De nombreuses usines pétrochimiques utilisent des systèmes d'extinction d'incendie à vapeur. Elle est donc idéale pour une utilisation en **zones explosibles** ou en **atmosphère explosive**.

1) La vapeur, le fluide énergétique

Tableau de comparaison entre la vapeur saturée, l'eau chaude et les huiles thermiques

La vapeur saturée	L'eau chaude	Les huiles thermiques
Quantité d'énergie élevée. Chaleur latente env. 2100 kJ/kg	Quantité d'énergie modérée. Chaleur spécifique de 4,9 kJ/kg °C	Quantité d'énergie faible. Chaleur spécifique 1,7 / 2,93 kJ/kg °C
Peu coûteux et besoin de produits de traitement d'eau (Entartrage / Corrosion).	Peu coûteux et dosage chimique occasionnel selon les utilisations.	Coûteux et polluant.
Excellent coefficient de transfert thermique	Bon coefficient de transfert thermique	Faible coefficient de transfert thermique
Haute température = haute pression	Haute température = haute pression	Haute température sans haute pression
Pas besoin de pompes de circulation. Taille des tuyauterie + supports = petite.	Pompes de circulation nécessaires. Taille des tuyauteries + supports = grande	Pompes de circulation nécessaires. Taille des tuyauteries + supports = grande
Régulation par simple vanne 2 voies.	Plus complexe avec vanne 3 voies et différentiel de pression requis.	Plus complexe avec vanne 3 voies et différentiel de pression requis.
La maîtrise de la température est réalisée simplement par un détendeur.	La maîtrise de la température peut être complexe et peu modifiable.	La maîtrise de la température peut être complexe et peu modifiable.

1) La vapeur, le fluide énergétique

Tableau de comparaison entre la vapeur saturée, l'eau chaude et les huiles thermiques

La vapeur saturée	L'eau chaude	Les huiles thermiques
Purgeurs de condensat sont requis.	Besoin uniquement de purgeurs d'air.	Besoin uniquement de purgeurs d'air.
Le condensat est récupérable facilement.	Pas de condensat généré.	Pas de condensat généré.
Présence de vapeur de revaporisation.	Pas de vapeur de revaporisation.	Pas de vapeur de revaporisation.
Déconcentration de chaudière requise.	Pas de nécessité de déconcentration.	Pas de nécessité de déconcentration.
Raccordement simple selon PS / TS	Raccordement taraudé, soudé ou à brides	Emboîtements requis selon les contraintes
Aucun risque d'incendie.	Aucun risque d'incendie.	Risque d'incendie souvent élevé.
Système très flexible.	Système peu flexible.	Système très peu flexible.

1) La vapeur, le fluide énergétique

Les bénéfices de la vapeur – en résumé

Les bénéfices inhérents :

- ✓ L'eau est facilement disponible
- ✓ L'eau ne coûte pas cher
- ✓ La vapeur est propre et pure
- ✓ La vapeur est sûre
- ✓ La vapeur a un haut pouvoir calorifique
- ✓ La vapeur est facile à réguler
- ✓ La relation pression / température est constante
- ✓ Pas de gradient de température dans l'échangeur

Les applications :

- ✓ La vapeur a des multiples applications
- ✓ Stérilisation et humidification
- ✓ Chauffage de bâtiment ou d'eau chaude process
- ✓ Utilisation dans de nombreuses industries.

Les bénéfices de l'installation :

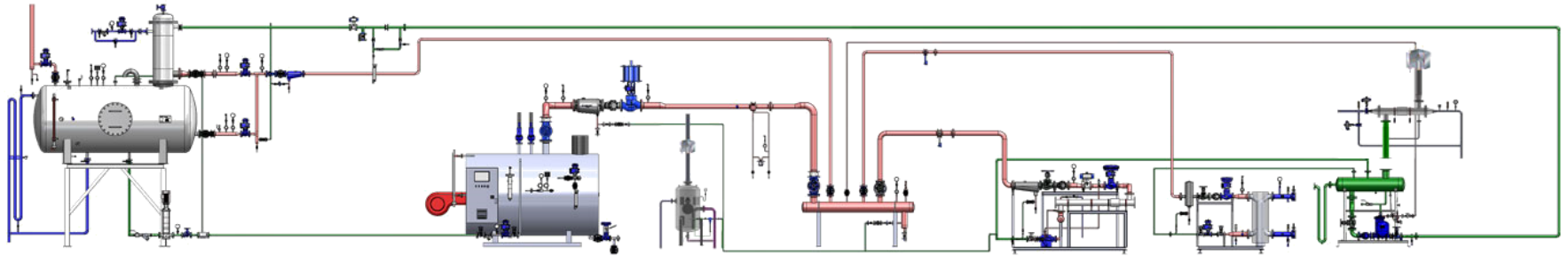
- ✓ Tuyauteries petites et moins de poids à supporter
- ✓ Pas de pompes, pas d'équilibrage
- ✓ Vannes 2 voies – plus simple et moins cher à installer
- ✓ Coûts de maintenance faibles
- ✓ Maintenance facile à réaliser
- ✓ Chaudières compactes modernes et automatiques
- ✓ Grande flexibilité de fonctionnement
- ✓ Modification des installations aisées

Les facteurs environnementaux :

- ✓ L'efficacité des rendements des chaudières de vapeur
- ✓ Récupération du condensat et des énergies perdues
- ✓ La vapeur peut être mesurée et contrôlée
- ✓ La vapeur est respectueuse de l'environnement

2) La boucle vapeur - condensat

De la production de vapeur à sa consommation et de la récupération du condensat ...



Préparation de l'eau ... à la chaudière et ses équipements ... au barillet de distribution de vapeur ... au relevage de condensat ...

Stockage et conditionnement d'eau d'alimentation

- 1 Bâche alimentaire
- 2 Tête de désaérag
- 3 Injection de vapeur et régulation de température
- 4 Régulation de niveau
- 5 Système de recirculation
- 6 Purgeur d'air et casse-vide

Alimentation et régulation du niveau d'eau de chaudière

- 7 Vanne de régulation d'eau d'alimentation
- 8 Alarmes de niveau d'eau
- 9 Clapet de retenue d'eau d'alimentation

Également disponible :
Régulation de niveau d'alimentation d'eau "Tout ou Rien"

Système de déconcentration automatique

- 10 Système de déconcentration automatique
- 11 Refroidisseur d'échantillon

Également disponibles :
Systèmes de déconcentration pour chaudières à production instantanée et autres

Récupération de chaleur de la purge de déconcentration

- 12 Vase de revaporisation
- 13 Échangeur de chaleur pour purge résiduelle et pompe de recirculation

Vanne d'extraction de fond et ballon de refroidissement des purges

- 14 Vanne d'extraction de fond
- 15 Manifold d'entrée
- 16 Clapet de retenue et robinet d'isolement
- 17 Ballon de refroidissement des purges
- 18 Régulation d'eau de refroidissement
- 19 Événement antigouttelettes

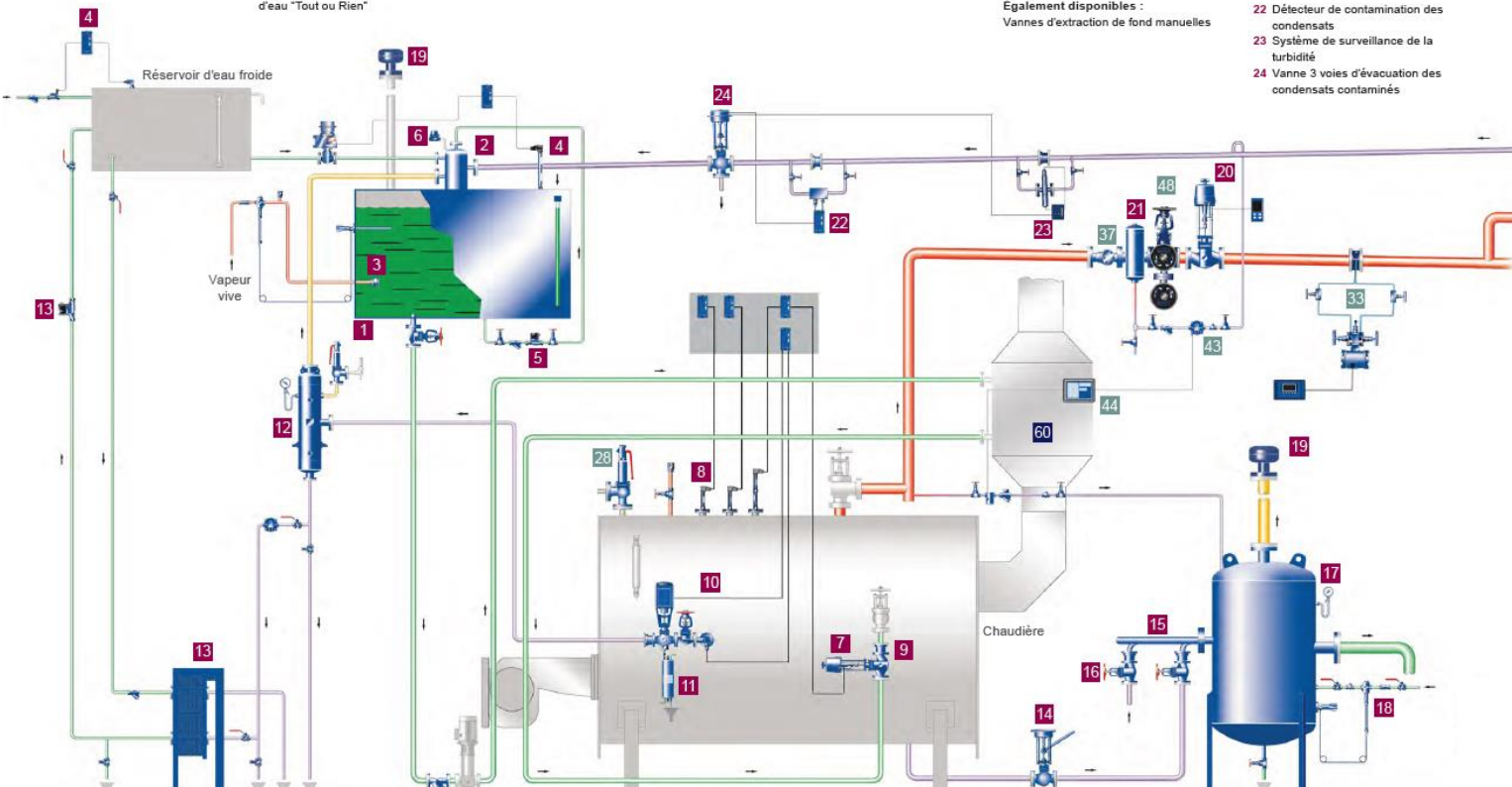
Également disponibles :
Vannes d'extraction de fond manuelles

Mise en service

- 20 Système de mise en service progressif (si autorisé par réglementation)
- 21 Séparateur de vapeur

Surveillance des condensats

- 22 Détecteur de contamination des condensats
- 23 Système de surveillance de la turbidité
- 24 Vanne 3 voies d'évacuation des condensats contaminés



Régulation de pression

- 25 Régulation de pression pneumatique
- 26 Détendeur de pression à action directe
- 27 Détendeur de pression à action pilotée
- 28 Soupape de sûreté

Régulation de température

- 29 Régulation autonome
- 30 Régulation de température pneumatique
- 31 Vannes de sécurité de limite haute
- 32 Régulation de température électrique

Échangeurs de chaleur

- 56 Échangeur à tubes ondulés
- 57 Échangeur à plaques et calandre

Mesure de débit

- 33 Débitmètre général de l'installation et débitmètre aux points d'utilisation

Purgeurs

- 34 Thermodynamique
- 35 A flotteur fermé

Égalemeat disponible :
 Thermostatique à pression équilibrée
 Bimétallique
 A flotteur inversé ouvert

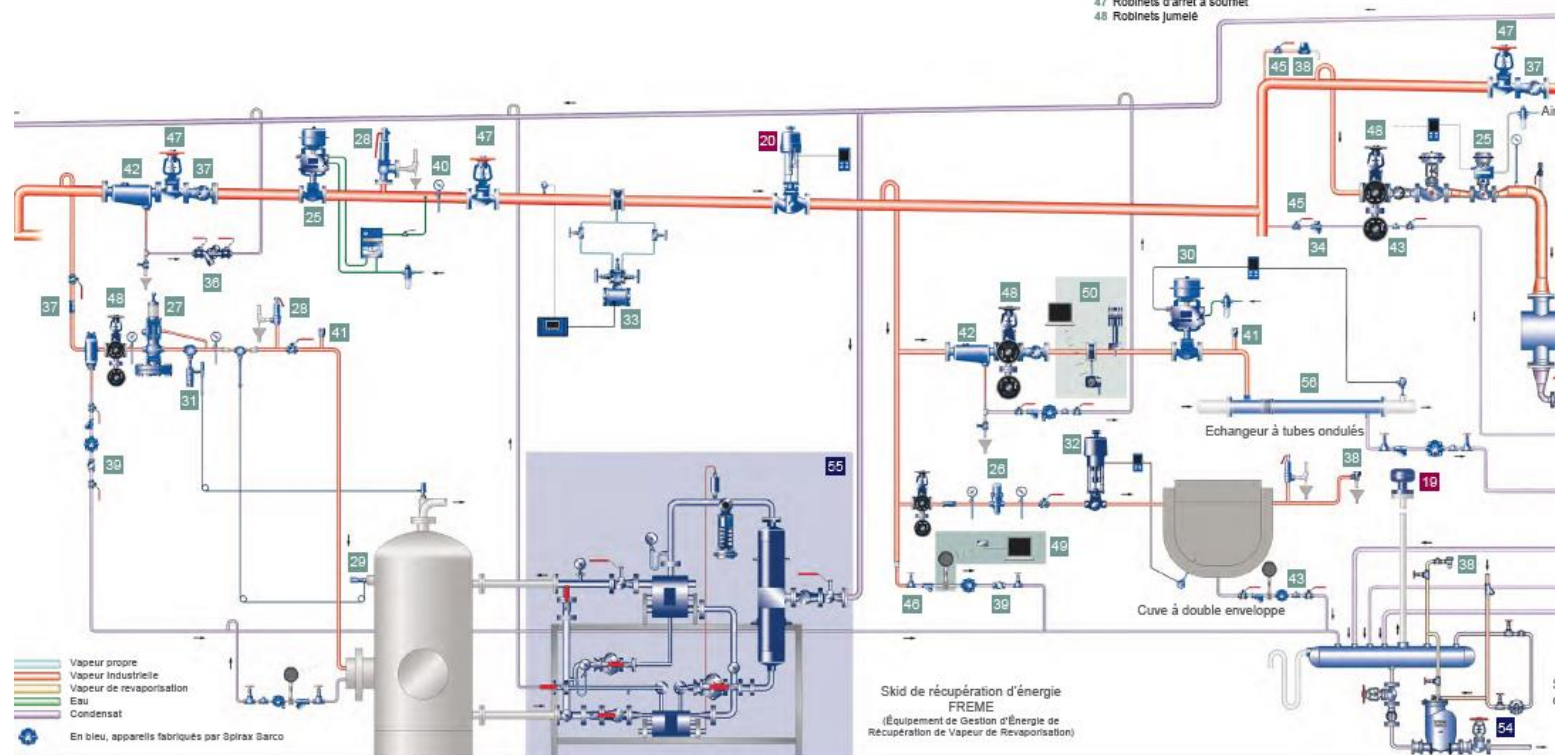
- 36 Poste de purge compact

Accessoires de tuyauterie

- 37 Filtres
- 38 Eliminateurs d'air
- 39 Contrôleurs de circulation
- 40 Manomètres
- 41 Casse-vide
- 42 Séparateurs
- 43 Clapets de retenue
- 44 Purgeurs détecteurs de fuite
- 45 Robinets à tournant sphérique manuelle ou par actionneur
- 46 Robinets d'arrêt
- 47 Robinets d'arrêt à soufflet
- 48 Robinets jumelés

Communication sans fils

- 49 Système de surveillance sans fil des purgeurs de condensat
- 50 Débitmètre avec communication sans fil HART™ pour vapeur saturée



Skid de récupération d'énergie
 FREME
 (Équipement de Gestion d'Énergie de Récupération de Vapeur de Revaporisation)

Humidification vapeur

51 Humidificateurs à injection de vapeur

Egalement disponible : -
Humidificateurs de vapeur autonome

Vapeur pure/propre

52 Générateur de vapeur propre

La plupart des produits représentés sont également disponibles pour des applications de vapeur pure ou propre dans les industries biotechnologiques, pharmaceutiques et alimentaires.

Récupération de la vapeur de revaporisation

53 Les vases de revaporisation sont utilisés pour convertir le condensat en vapeur de revaporisation utilisable.
- Utilisée ici sur le premier étage d'une batterie de réchauffage d'air.

Récupération des condensats

54 Combinaison de purgeur-pompe et de pompe à fluide auxiliaire pour évacuation et retour de condensat (non électrique).

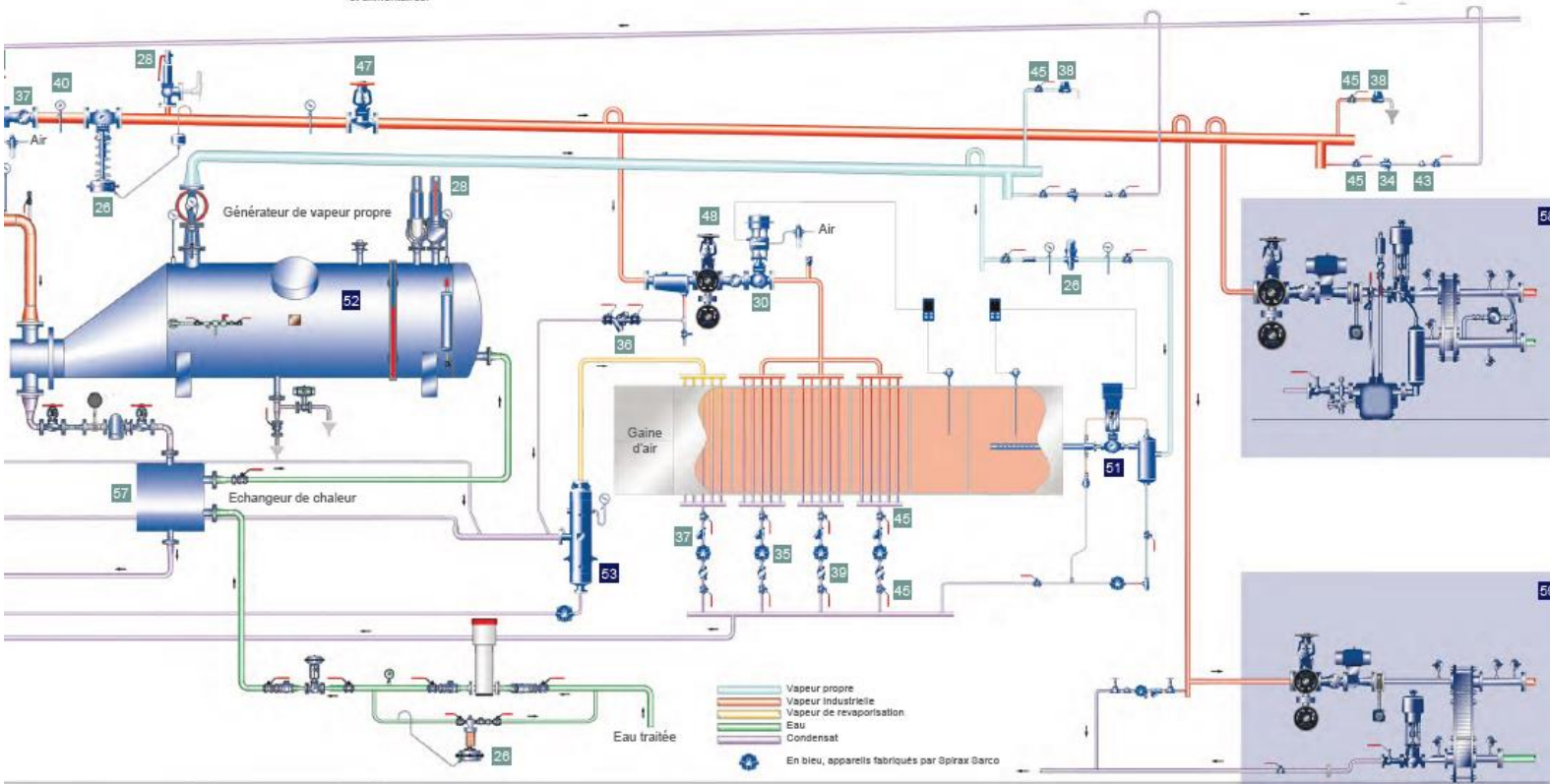
Solutions d'échange thermique

58 Solution compacte de transfert thermique pour production instantanée d'eau chaude process ou ECS
59 Solution compacte de transfert thermique pour application chauffage

Economie d'énergie

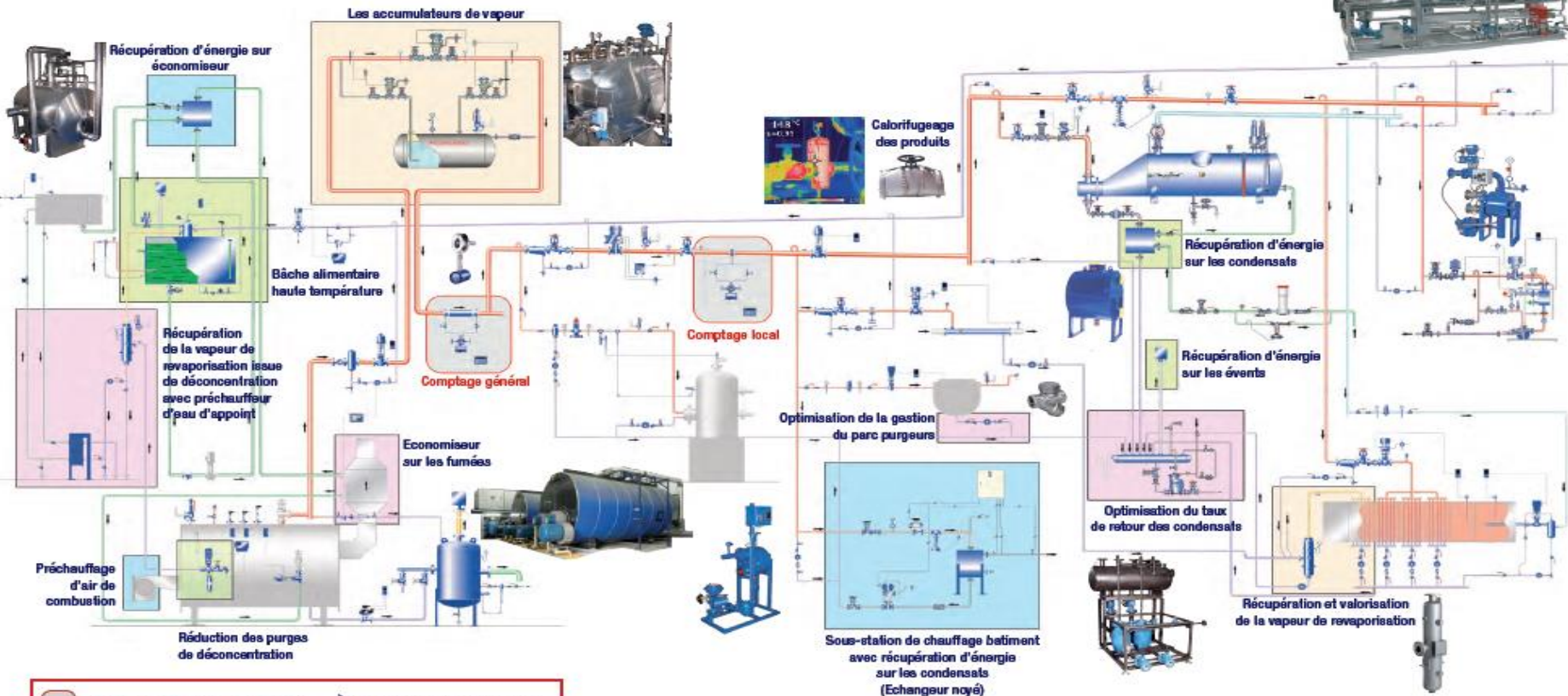
55 Système de récupération d'énergie
60 Economiseur sur les fumées

Solution Spirax Sarco sur les gaz encrassants :
- Echangeur de récupération à tubes de transfert



Spirax Sarco, votre fournisseur de solutions d'économies d'énergies clef en main

Spirax Sarco, en tant que fabricant-intégrateur, vous accompagne depuis l'audit de vos réseaux jusqu'à l'installation du matériel sur site en passant par l'étude et la fourniture de matériel.



	Pré-requis pour évaluation économie) Les principales sources d'économies d'énergies sur la boucle vapeur
	Sources potentielle d'économie d'énergie	

Merci de votre attention

