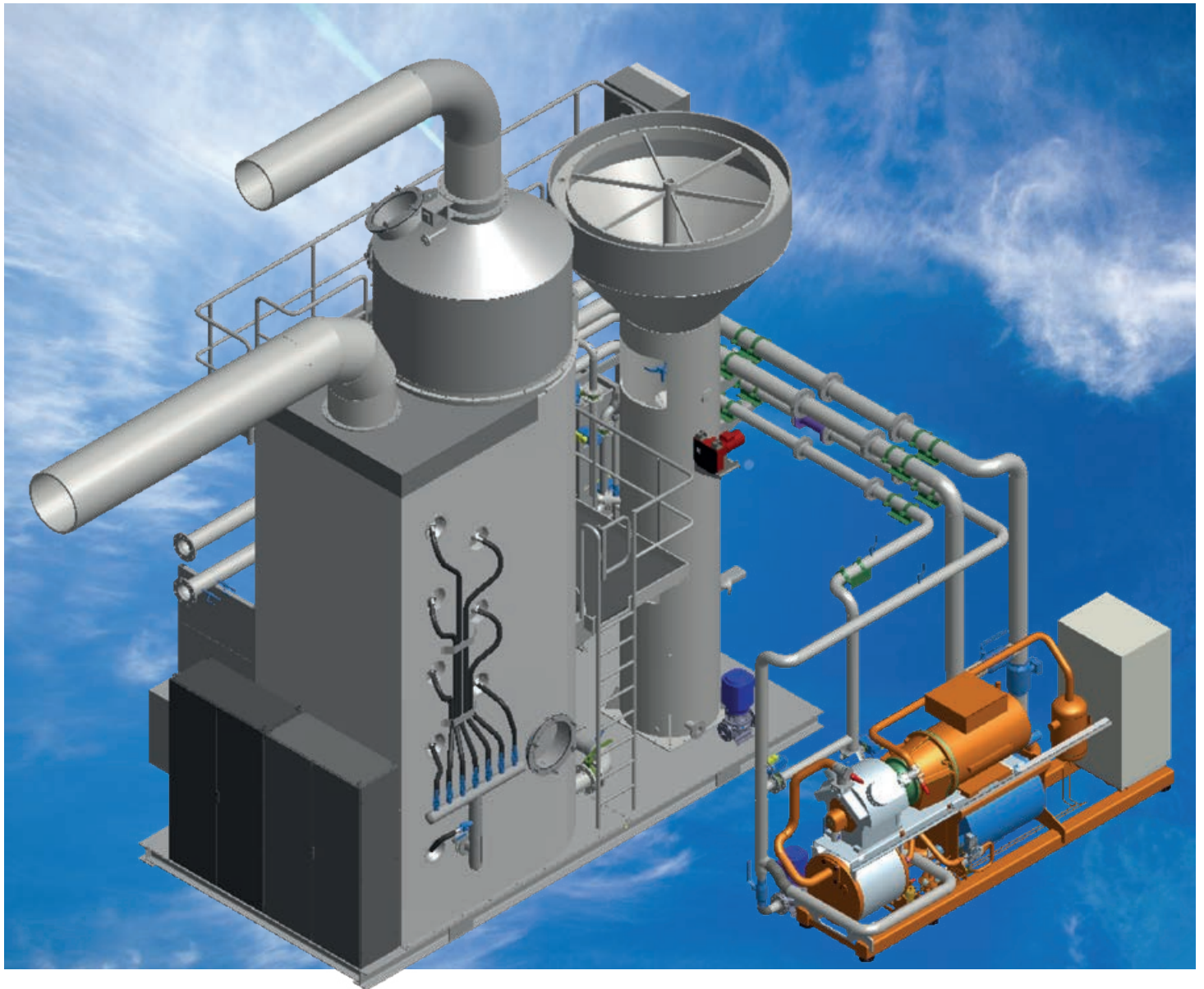




# CALIGO INDUSTRIA



*Système laveur-condenseur de fumée*  
**Caligo CSX**



CALIGO  
INDUSTRIA

## Nouvelles possibilités de récupération de chaleur

### Laveur-condenseur de fumée Caligo CS<sub>x</sub> HP

*Les émissions de fumée des centrales thermiques biomasses libèrent dans l'atmosphère des quantités massives d'énergie thermique indépendamment de l'efficacité énergétique de la technique de combustion. Les condenseurs de fumée traditionnels sont dépendants du niveau de température de retour du réseau de chaleur. Si la température de retour est élevée, la température du condenseur ne reste pas suffisamment au-dessous de la température de point de rosée de fumée. La condensation suffisante de fumée est une condition essentielle pour une récupération de chaleur efficace. Nous avons contourné ce problème en rajoutant une pompe à chaleur dans le processus de récupération de chaleur de laveur-condenseur. Comparée aux solutions traditionnelles, cette nouvelle méthode apporte d'importantes économies énergétiques annuelles.*

**C**aligo CSX représente une nouvelle génération du laveur-condenseur de fumée. Les caractéristiques exceptionnelles de récupération de chaleur de Caligo CSX sont basées sur la coopération thermodynamique de la zone de condensation de la pompe à chaleur et laveur-condenseur, pour obtenir la condensation optimale et le transfert de chaleur dans l'unité de condensation.

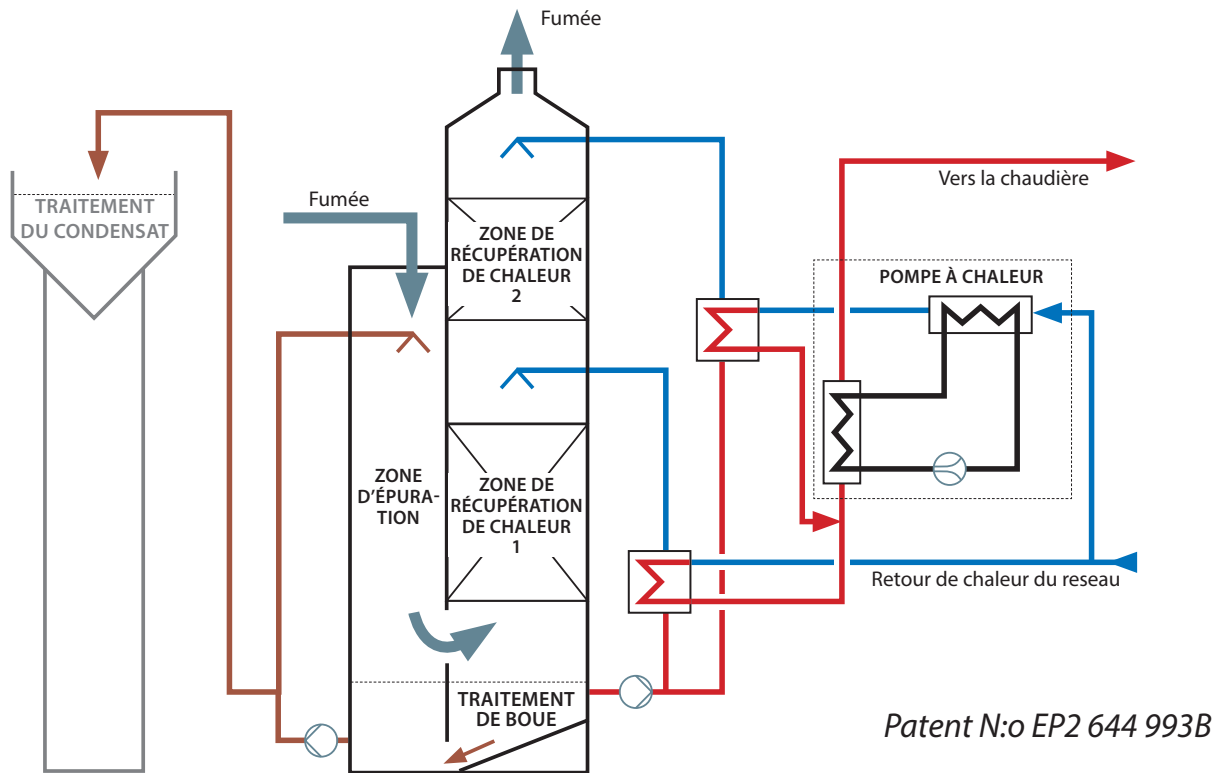
La température de retour du réseau de chaleur à distance n'a quasiment pas d'impact sur la capacité de récupération de chaleur de Caligo CSX. La pompe à chaleur régule d'une façon dynamique la température du circuit de condensation de l'épurateur afin que le circuit de condensation de l'unité de condensation reste dans chaque situation suffisamment au-dessous de la température de point de rosée de fumée. Ainsi, la condensation est fiable et la plage de température est toujours assez vaste.

Lors de la combustion du bois déchiquetée, dont l'humidité absolue est de 50%, et la température de retour du réseau de chaleur étant en même temps 60°C, la capacité de récupération de chaleur du Caligo CSX dépasse toujours les 20%. Dans des conditions similaires, la capacité de récupération de chaleur d'un laveur-condenseur traditionnel est d'environ 6%.



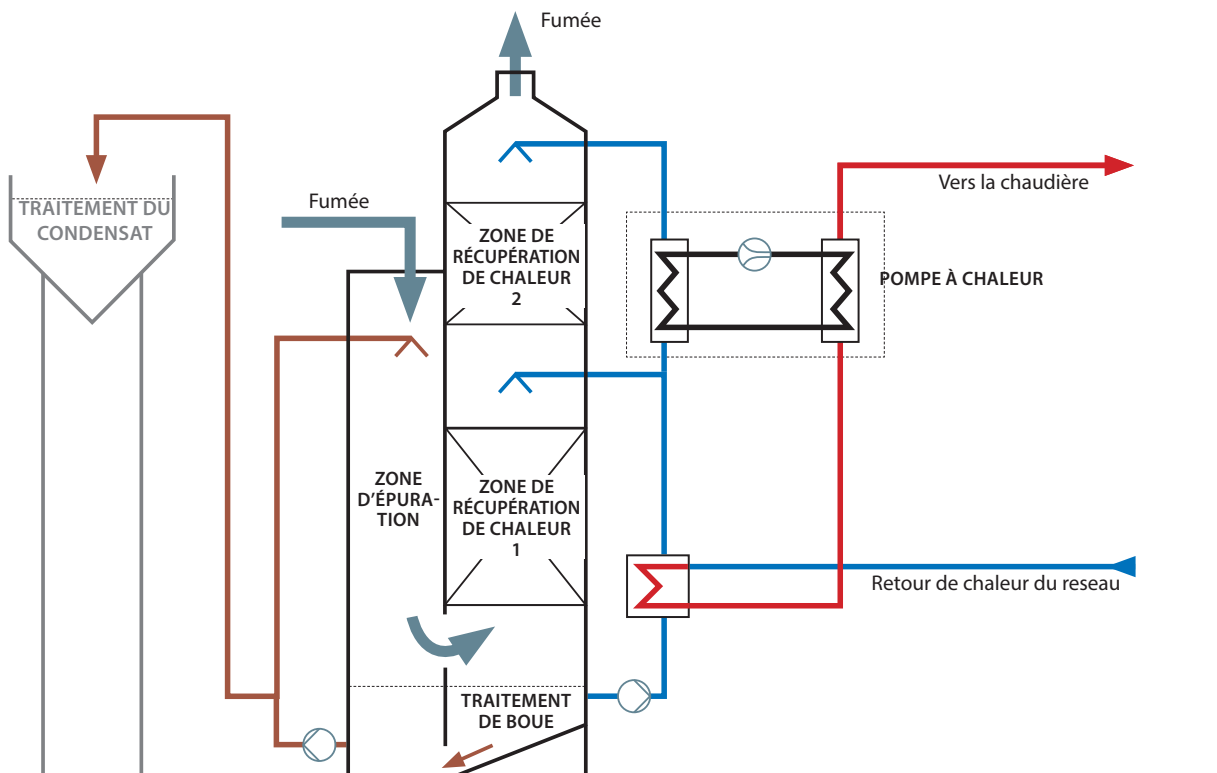
Caligo Option PHP

température retour de réseau de chaleur jusqu'à 65 °C



Caligo Option SHP

température retour de réseau de chaleur jusqu'à 80 °C







## Unité de pompe à chaleur

Caligo CSX utilise des solutions de pompe à chaleur dimensionnées et conçues spécifiquement pour les fonctions de la zone de condensation. Les parties principales de la pompe à chaleur, comme l'évaporateur, le condenseur et l'unité de compression, sont dimensionnées séparément en fonction de chaque laveur-condenseur fourni et intégrées dans la récupération de chaleur au moyen d'un raccordement breveté.

La commande et le réglage de la pompe à chaleur sont effectués par le système automatique de l'épurateur. La matière thermique principale de la pompe à chaleur est l'ammoniac pour garantir la capacité de réglage de la zone de fonctionnement et le bon rendement. La valeur COP<sub>h</sub> de l'unité de pompe à chaleur varie normalement entre 7 et 9.

L'efficacité énergétique est réalisée dans la récupération de chaleur de la pompe à chaleur de Caligo CSX. La chaleur n'est pas perdue dans le refroidissement du condensat obtenu par la pompe à chaleur étant donné qu'elle est transférée à l'écart de l'épurateur dans le circuit de chaleur à distance. De la même manière, la chaleur rejetée, produite par le moteur électrique et la mécanique de la pompe à chaleur, est transformée en énergie utile dans le circuit du réseau de chaleur.

## Filtrage de particules de fumée

Caligo CSX épure efficacement de fumée en éliminant les particules nocives et le dioxyde de soufre. Les fonctions de base de l'épurateur permettent d'éliminer la plupart des particules de plus de 2 µm de fumée, si la centrale utilise des phases de pré-filtrage appropriées.

Le système Caligo peut être fourni également avec une fonction d'épuration assistée en option. Grâce à cette fonction d'épuration assistée, le niveau de charge de particules de l'épurateur peut être augmenté jusqu'à 3 à 6 fois. Ainsi, selon le cas, le processus de la centrale peut être effectué sans l'électrofiltre. Normalement, l'électrofiltre doit être présent dans le processus de la centrale thermique pour éliminer des particules de taille inférieure à 2 µm.

## Deux options de connexion pour une pompe à chaleur puissante

En raison de la grande variété de conditions de terrain, Caligo a développé deux options puissantes pour connecter une pompe à chaleur avec le laveur-condenseur. Les deux applications utilisent deux zones de

condensation à l'intérieur de la tour de lavage de condensation. La zone inférieure est à condensation basique, et la zone supérieure est à condensation boostée avec l'effet de refroidissement de la pompe à chaleur.

Une option de connexion de pompe à chaleur parallèle que l'on appelle (PHP=parallel heat pump) est disponible pour des températures retour du réseau jusqu'à 65 degrés. Les zones inférieures et supérieures de condensation et des échangeurs de chaleur respectifs sont connectés en parallèle. L'application permet une meilleure récupération de chaleur avec la plus faible consommation d'électricité jamais connue sur le marché. En outre, l'option de connexion permet l'utilisation de la taille optimale des pompes à chaleur standard, ce qui assure une courte période de retour sur investissement du laveur-condenseur.

Une option de connexion de pompe à chaleur en série (SHP=serial heat pump) est disponible pour des températures de retour du réseau pouvant même atteindre 80 degrés. Les échangeurs de chaleur supérieure et inférieure des zones respectives de condensation sont connectés en série. Lorsque la température du flux de retour du réseau est bien en dessous du point de rosée des gaz de combustion, l'échangeur de chaleur inférieur contribue le plus à la récupération de chaleur. Toutefois, lorsque la température de l'écoulement de retour du réseau atteint des valeurs extrêmes telles que 65–80 degrés, la zone de condensation supérieure conjointement avec la pompe à chaleur est le seul moyen de récupérer la chaleur résiduelle des gaz de combustion. Les pompes à chaleur utilisées dans l'application sont spécifiquement conçues pour des plages de températures plus élevées.

## Traitement de boue assisté

Le traitement de boue assisté (HSC, High Solid Concentration) garantit le fonctionnement correct de laveur-condenseur dans les situations où la teneur en matières solides du condensat est élevée. La fonction HSC maintient les eaux d'épuration et de condensation en circulation permanente évitant ainsi le décrochage des matières solides et l'obstruction de l'épurateur. La fonction HSC est disponible en option.

## Élimination du dioxyde de soufre

Caligo CSX élimine presque entièrement le dioxyde de soufre de fumée. L'eau d'épuration acide est neutralisée par la lessive. La neutralisation est une fonction standard du Caligo CSX.

## Caligo CSX – Données techniques

### Matériaux de la structure

- ▶ Tour d'épuration : Acier Super Duplex
- ▶ Tour de condensation : Acier Super Duplex
- ▶ Traitement du condensat : WTX, acier EN1.4404
- ▶ Échelles et main-courantes : acier EN1.4301 (inox)
- ▶ Passarelle d'entretien : acier EN1.4301 (inox)
- ▶ Socle : acier S355 (peint)

### Automatisation

- ▶ Logique : Siemens S7 (incl. salle de commande d'ordinateurs et affichage local)
- ▶ Réglage et commande : Programme Caligo SW v.2.03
- ▶ Quantité I/O : env. 120
- ▶ Transfert de données : Profibus

### Traitement du condensat

- ▶ WTXB (voir la brochure séparée)

### Pompe à chaleur

- ▶ Série HeatPac, fabricant : Johnson Controls

### Raccords

- ▶ Chaleur du reseau : raccords à brides x 2 DN150–DN250
- ▶ Conduits de fumée : raccords à brides x 3 DN500–DN1200
- ▶ Alimentation électrique : laveur-condenseur 10 à 50 kW, pompe à chaleur 50 à 250 kW
- ▶ Air comprimé : air instrumental 6 bar (g)
- ▶ Eau brute : raccord à brides DN32
- ▶ Alimentation lessive : raccord à tubes 8 à 12 mm
- ▶ Condensat sortant : DN40–DN65
- ▶ Boue sortante : DN40–DN50

## Caligo CSX – Disponible en option

### Modules

- ▶ SB – Ensachage et séchage des boues
- ▶ CC – Refroidissement des condensats
- ▶ ES – Lavage amélioré
- ▶ CEP – System ESP de Caligo
- ▶ Source de NaOH avec bassin de sécurité

### Services de connexion sur site

- ▶ Canaux des fumées entre la chaudière et laveur ainsi qu'entre laveur et cheminée
- ▶ Connection des amortisseurs de fumées au cas où le positionnement de Caligo n'est pas appliquée
- ▶ Tuyauterie du réseau de chaleur au laveur ainsi qu'entre le laveur et la chaudière
- ▶ Câblage électrique entre laveur et les cabinets électriques de la pompe à chaleur (2 pcs)
- ▶ Conduits pour les boues entre le laveur et le système de récupération
- ▶ Câblage entre le système d'automatisation du laveur et le système d'automatisation de la centrale
- ▶ Conduits du réseau de chaleur entre la pompe à chaleur et le laveur
- ▶ Câblage électrique entre laveur et la pompe à chaleur

### Infrastructure

- ▶ Bâtiments couvrants
- ▶ Climatisation et système de chauffage de secours
- ▶ Douche d'urgence
- ▶ Solution containerisée pour la pompe à chaleur
- ▶ Installation d'une cheminée AISI 316
- ▶ Connexion d'une ligne internet fixe pour le support à distance





## Traitement du condensat

Caligo CSX est toujours fourni équipé d'une unité de traitement du condensat Caligo WTXB (voir la brochure technique séparée). L'unité de traitement du condensat est intégrée dans la mécanique du laveur-condenseur et dirigée par la automatisation du laveur-condenseur.

## Traitement de boue

La boue formée dans laveur-condenseur est éliminée automatiquement soit dans le traitement de boue de la centrale soit dans l'unité de traitement postérieur et de stockage de boue, livrée en option avec laveur-condenseur. L'unité de traitement postérieur et de stockage est disponible sous la forme d'un grand système d'ensachage et les bacs de filtrage. Lors du traitement ultérieur, la teneur en eau de la boue sera diminuée grâce à un filtrage mécanique pour augmenter la teneur en matières solides de la boue stockée à plus de 50%. Cette augmentation de la teneur en matières solides facilite le traitement ultérieur et le transport de la boue.

## Dimensions principales

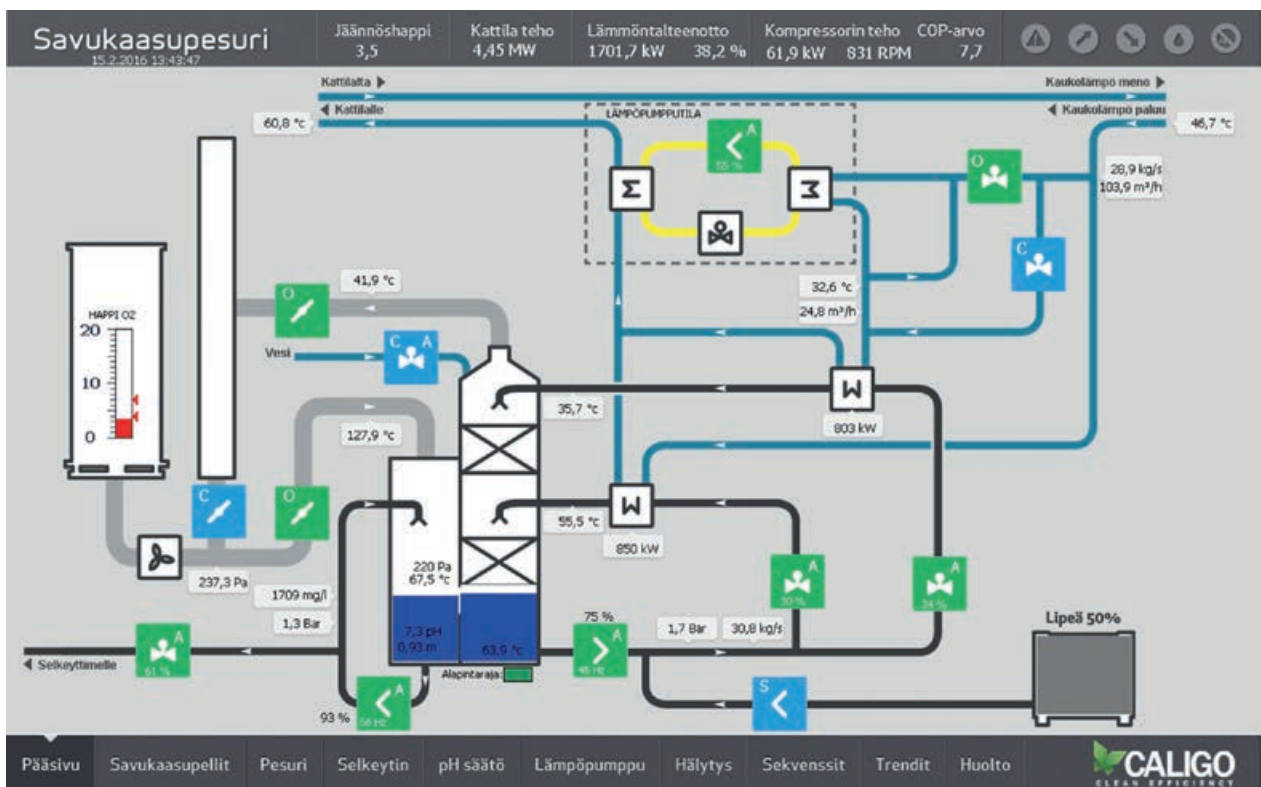
Module laveur-condenseur (CSX)	Longueur (mm)	Largueur (mm)	Hauteur nette (mm)	Poids net (t)
pour chaudière de 4 MW	6000	3000	6000	8,0
pour chaudière de 6 MW	6000	3500	7500	12,0
pour chaudière de 12 MW	9000	4000	8000	20,0
pour chaudière de 20 MW	11000	5000	8500	28,0

Les dimensions principales sont indicatives.

Module de pompe à chaleur (HP)	Longueur (mm)	Largueur (mm)	Hauteur nette (mm)	Poids sec (t)
HeatPac 104	3050	1000	2000	2,6
HeatPac 106	3750	1000	2000	3,3
HeatPac 108	4050	1000	2000	4,0

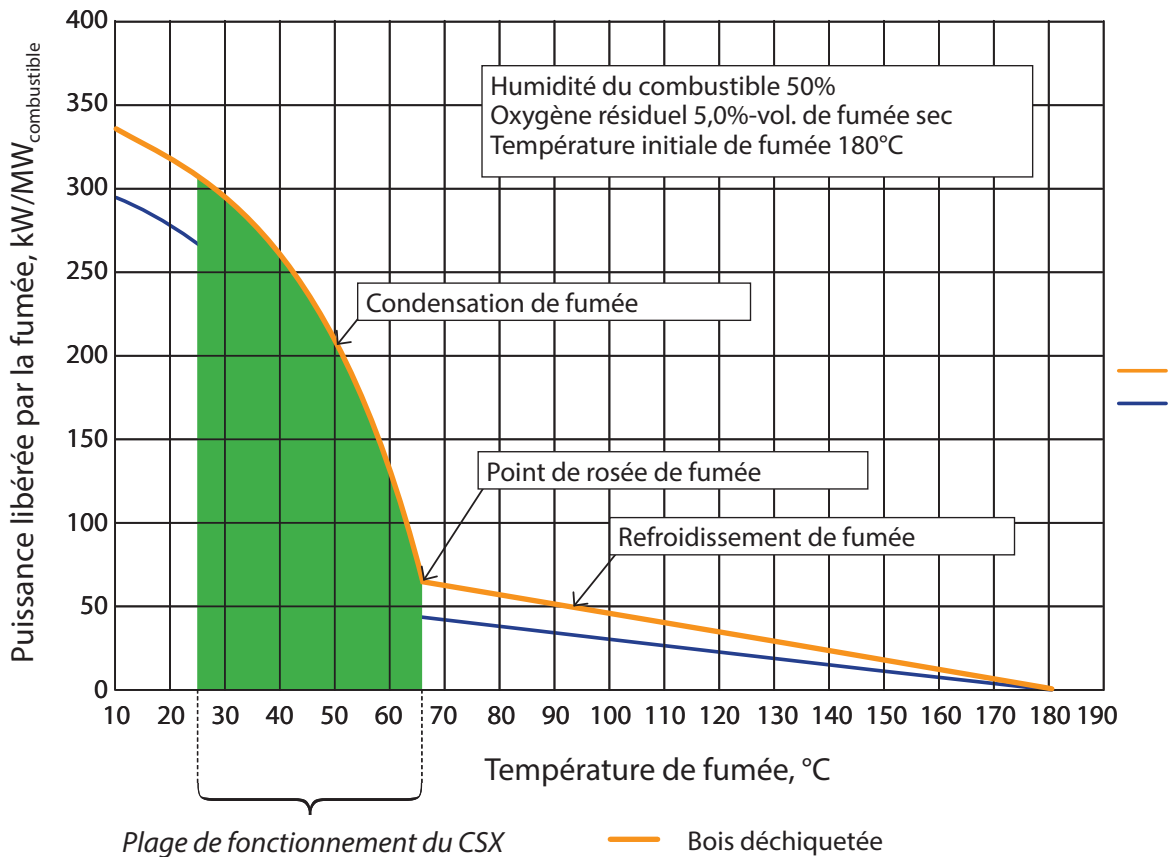
Les dimensions principales sont indicatives.

## Interface d'utilisation



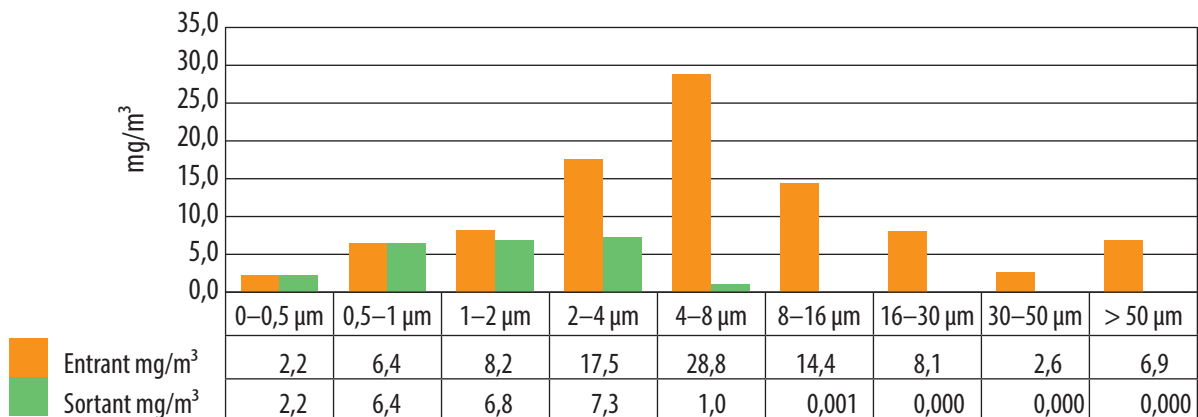
## Énergie libérée par la fumée

L'énergie libérée par la fumée ( $\text{kW}/\text{MW}_{\text{combustible}}$ ) en fonction de la température.



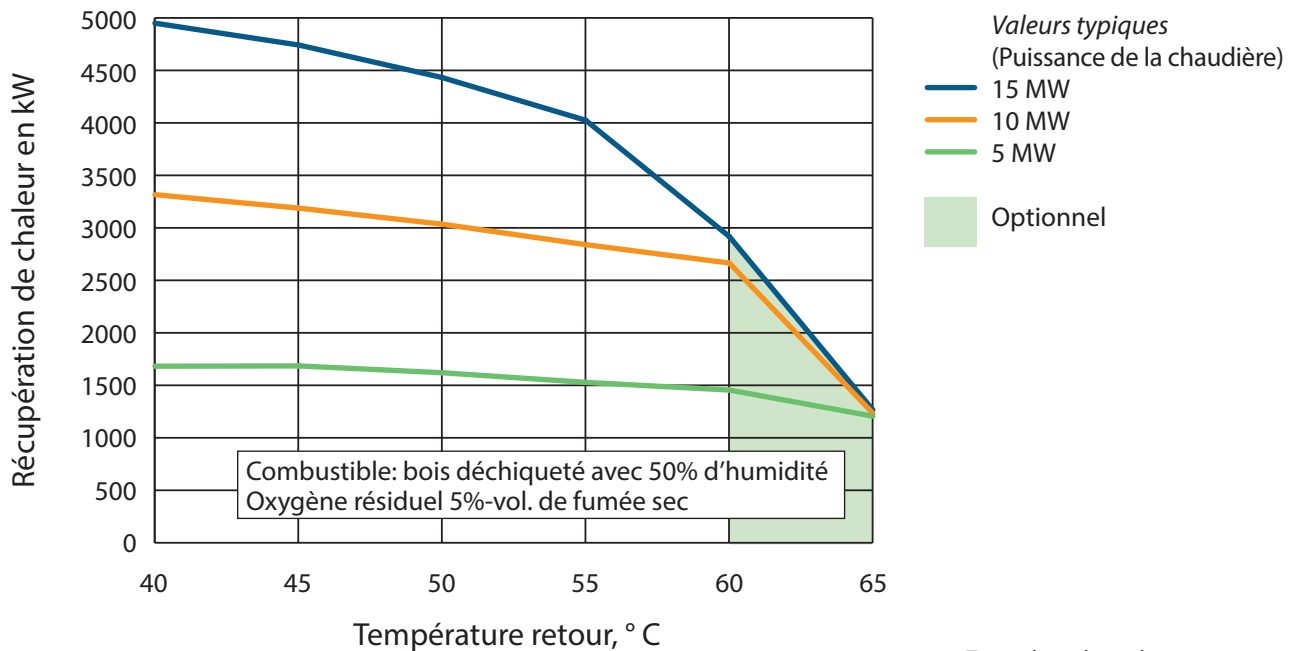
## Teneur en particules de fumée

La teneur en particules de fumée entrant et sortant selon la taille de particules dans la phase d'épuration



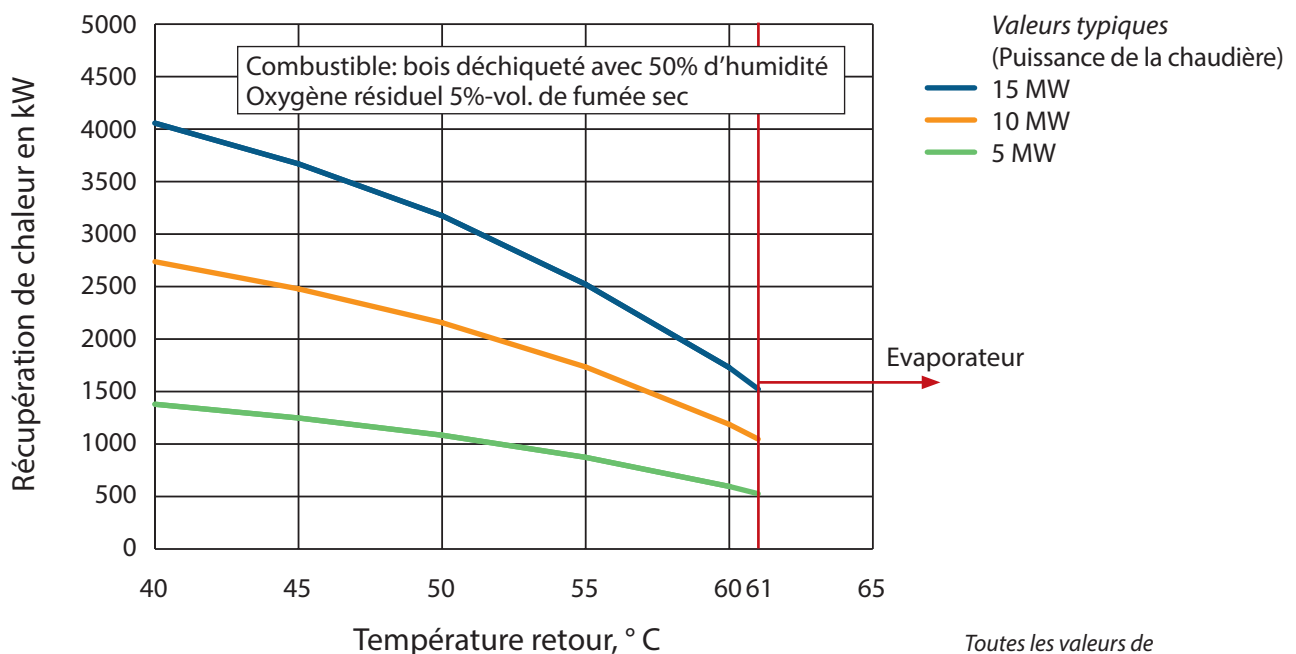


## Récupération de chaleur Modèle PHP



Toutes les valeurs de performance sont indicatives.

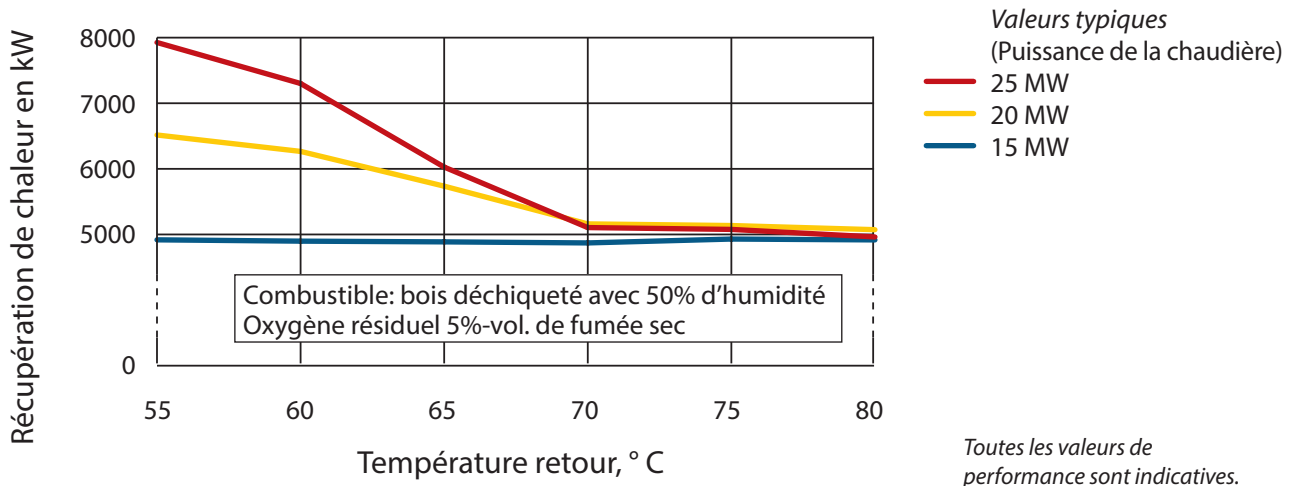
## Récupération de chaleur par laveur-condenseur



Toutes les valeurs de performance sont indicatives.



## Récupération de chaleur de model SHP



## Consommation d'électricité

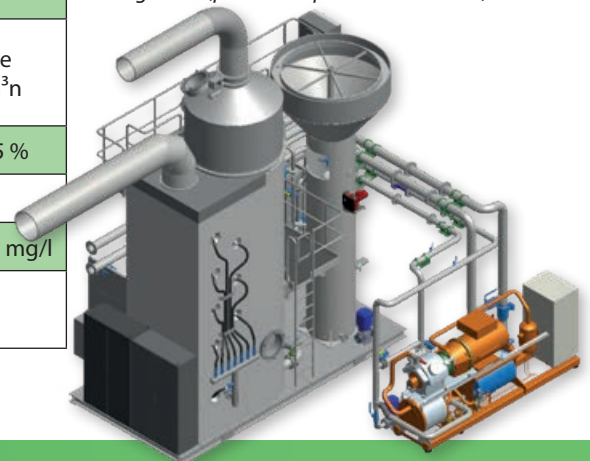
Puissance de la chaudière	Température de retour du réseau chaleur	Utilisation typique	Puissance de la chaudière	Température de retour du réseau chaleur	Utilisation typique
modèle Caligo SHP 15 MW	basse	650 kW	modèle Caligo PHP 10 MW	basse	140 kW
	haute	1150 kW		haute	240 kW
modèle Caligo SHP 20 MW	basse	700 kW	modèle Caligo PHP 15 MW	basse	180 kW
	haute	1150 kW		haute	240 kW
modèle Caligo SHP 25 MW	basse	750 kW			
	haute	1150 kW			

Consommation typique d'électricité pour le modèle basic Caligo <30 kW. Avec des performances optimisées de récupération de chaleur. Toutes les valeurs PHP et SHP avec modèle spécifique des applications de pompes à chaleur.

## Autres valeurs de rendement

Définition de rendement	Modèle	Valeur garantie
La teneur en particules après laveur-condenseur, quand la teneur des particules entrantes est au maximum de 150 mg/m <sup>3</sup> n *	CS15/5	Moins de 50 mg/m <sup>3</sup> n
La teneur en particules après laveur-condenseur, quand la teneur des particules entrantes est au maximum de 300 mg/m <sup>3</sup> n *	CS30/5	Moins de 50 mg/m <sup>3</sup> n
Efficacité de séparation de dioxyde de soufre	Tous les modèles	Plus de 95 %
pH du condensat sortant	Tous les modèles	6...10
Teneur en matières solides du condensat sortant	Tous les modèles	Moins de 10 mg/l
Utilisation de l'eau brute pendant la période normale de travail	Tous les modèles	0 m <sup>3</sup> /h

\* Attention ! Afin que la valeur de capacité de filtrage soit garantie, la distribution de taille des particules entrantes dans laveur-condenseur de fumée doit être conforme à la norme SMS 2027 Diagram 4 (pour les copeaux et la tourbe).





## Produits



Caligo CSXBWT



Caligo CSXHPXWT



Caligo CSWTX

### *Caligo CSXBWT*

#### *– Laveur-condenseur de base*

Ceci est notre unité de base. Elle comprend le filtrage des particules des fumées et du  $SO_2$ , une zone de récupération de chaleur ainsi que le traitement du condensat et des boues.

### *Caligo CSXHPXWT – Laveur-condenseur avec connexion de pompe à chaleur*

Cette unité est recommandée si le laveur-condenseur de base est suffisante pour les besoins actuels, mais les températures de retour de chauffage urbain peuvent augmenter à l'avenir, par exemple lorsque les clients industriels sont ajoutés au réseau. Le laveur-condenseur possède un espace réservé à une seconde zone de récupération de la chaleur et le connecteur de pompe à chaleur (ne comprend pas la pompe à chaleur).

### *Caligo CSXHPXWT*

#### *– Laveur-condenseur avec pompe à chaleur*

Le modèle Caligo CSXHPXWT est livré avec une pompe à chaleur raccordée. Le connecteur de pompe à chaleur brevetée assure une récupération maximale de la chaleur, même lorsque les températures de chauffage urbain de retour sont élevées. Dans de tels cas, la récupération de la chaleur d'un laveur-condenseur de base se bloque. Cette solution permet d'économiser encore plus de 30% des coûts de combustible annuels.

### *Caligo CSWTX*

#### *– L'unité de traitement des condensats*

L'unité de traitement des condensats peut également être livrée comme une unité séparée. Il gère le traitement des condensats, de filtrage et de séparation des boues de la manière totalement indépendante. Le condensat traité peut être introduit dans la fuite des eaux usées.



## Références choisies

### Caligo laveur-condenseur avec pompe à chaleur

*Herrfors Oy, Ylivieska 2019*

- 31 MW CHP – Chaleur et électricité combinées
- Récupération de chaleur: >30% (planifiée) PHP-connexion

*Dalkia, Joué-lès-Tours, France 2018*

- 9,5 MW installation de chauffage à bois déchiqueté
- Caligo SHP laveur-condenser avec deux PACs:
- Récupération de chaleur: 20–25%

*Paimion Lämpökeskus, Paimio 2017*

- 9 MW installation de chauffage à bois déchiqueté
- Récupération de chaleur: 27%, PHP-connexion

*Alajärven Lämpö Oy, Alajärvi 2016*

- 9 MW installation de chauffage à bois déchiqueté
- Récupération de chaleur: 35%, PHP-connexion

### Caligo laveur-condenseur avec connexion de pompe à chaleur, sans PAC

*Nivalan Kaukolämpö Oy, Nivala 2017*

- 25 MW installation de chauffage à bois déchiqueté
- Récupération de chaleur: 20%

### Caligo laveur-condenseur de base, récupération de chaleur: 20–25%

*Flo Energie – scierie Piveteau Bois, Sainte-Florence, France 2019*

- 15 MW installation de chauffage à bois déchiqueté

*Keitele Energy Oy, scierie Keitele 2019*

- 18 MW installation de chauffage à bois déchiqueté

*Keitele Timber Oy, scierie Alajärvi 2019*

- 16 MW installation de chauffage à bois déchiqueté

*Pudasjärven Lämpö Oy, Pudasjärvi 2018*

- 8 MW installation de chauffage à bois déchiqueté

*Lempäälän Energia Oy, Lempäälä 2018*

- 7,5 MW installation de chauffage à bois déchiqueté

### Caligo laveur-condenseur piccolo:

*Pöytyän Lämpökeskus Oy, Riihikoski 2017*

- 2,5 MW installation de chauffage à bois déchiqueté
- Récupération de chaleur: 15%





## Propreté et efficacité énergétique

Nous développons et fournissons des solutions de produits et de systèmes pour l'épuration de fumée dans les filières énergétiques et de transformation ainsi que dans la récupération de chaleur résiduelle.

Toutes les solutions Caligo sont fournies en unités fonctionnelles prêtes à utiliser. Elles ont été testées dans le processus de fabrication. En plus, la conception commerciale des solutions Caligo est très développée. Les projets coûteux d'installation sur place ne sont plus nécessaires.

Nos bureaux sont situés à Turku et à Jyväskylä (Finlande). N'hésitez pas à nous contacter pour nous présenter vos projets. Nous trouverons dans notre gamme de produits la solution la mieux adaptée à votre situation.



### Caligo Industria Oy

Itäinen Rantakatu 72, 20810 Turku, Finlande  
Ylistönmäentie 33C, 40500 Jyväskylä, Finlande

Oskari Salovaara  
Directeur général  
+358 50 452 8208

[oskari.salovaara@caligoindustria.com](mailto:oskari.salovaara@caligoindustria.com)

Mika Nummila  
Directeur de la technologie  
+358 50 530 8311

[mika.nummila@caligoindustria.com](mailto:mika.nummila@caligoindustria.com)

[www.caligoindustria.com](http://www.caligoindustria.com)