

Contrôle de l'humidité dans l'industrie de l'imprimerie

Données techniques et comparaison des coûts



Système de nébulisation Nephos installé à la Tipografia Stazione de Locarno.

Données techniques

Les processus de production d'une imprimerie exigent un taux d'humidité constant. L'utilisation de grandes quantités de papier, associée à la chaleur générée par les presses et les systèmes de climatisation, rend l'air particulièrement sec. Il s'avère donc indispensable d'humidifier les locaux de façon adéquate et contrôlée.

Nephos a mis au point un système silencieux de nébulisation ultrafine de l'eau à haute pression qui assure une humidité constante et uniformément répartie, réduit l'électricité statique et abat les poussières, et cela sans mouiller ni propager de bactéries.

Caractéristiques et avantages

- Humidité constante et uniformément répartie grâce à des lignes fog de nébulisation modulaires pouvant être déplacées en toute flexibilité sur le site.
- Réduction de l'électricité statique et abattement des poussières en suspension.
- Obtention rapide du niveau d'humidité idéal même dans des situations instables ou après la remise en route du processus d'impression suite à une interruption prolongée.
- Le système ne mouille pas! La nébulisation ultrafine de l'eau, les buses dotées d'un dispositif anti-goutte et une installation adéquate empêchent la formation de gouttelettes d'eau.
- Les unités de pompage et les buses *nephos* sont silencieuses, à la différence des systèmes d'humidification à air comprimé et à atomisation d'eau.
- Aucun réchauffement des espaces de travail.
- Les buses *nephos* sont démontables et faciles à nettoyer.
- L'adoucissement de l'eau n'est requis qu'en cas de dureté élevée ou dans des environnements sensibles.
- Hygiène maximale! À chaque mise en route, un cycle automatique de purge des lignes fog de nébulisation assure le nettoyage des tuyaux, le renouvellement de l'eau, l'élimination des éventuelles stagnations et odeurs désagréables, empêchant ainsi la prolifération de bactéries.
- Consommation électrique environ 10 fois inférieure à celle d'un système à air comprimé et eau, et au moins 75 fois inférieure à celle d'un système à vapeur.
- Coûts de manutention limités.
- Nephos conçoit, construit et installe ses systèmes de nébulisation et assure le service après-vente.

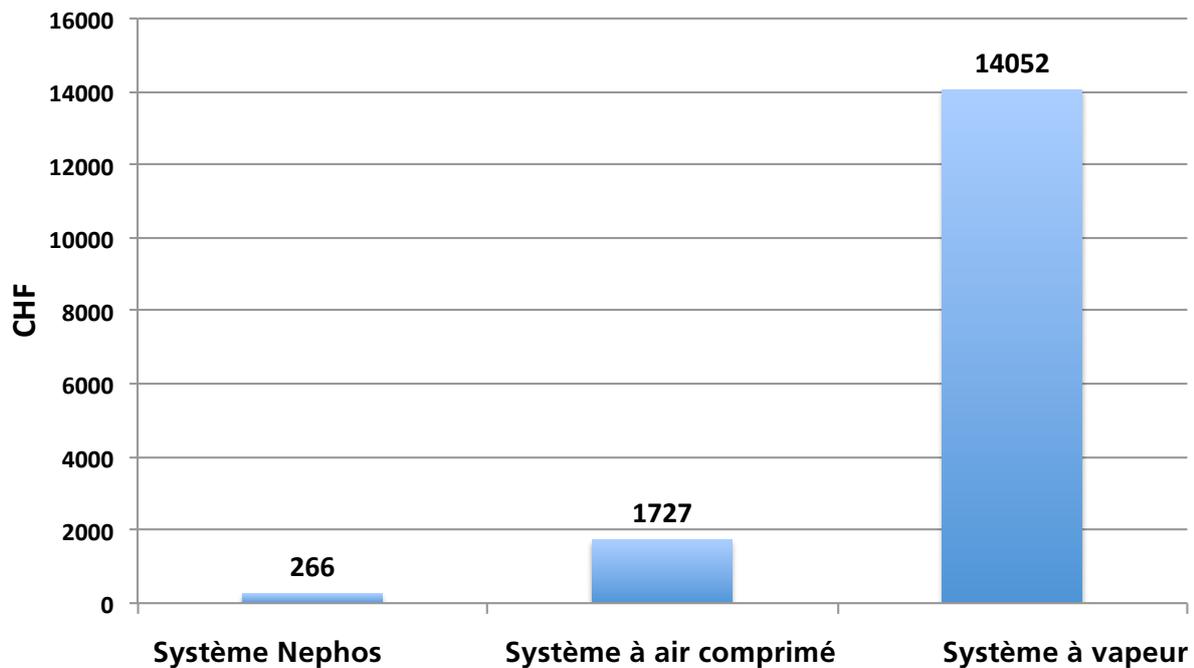
Comparaison des coûts

Les valeurs ont été mesurées auprès de la Tipografia Salvioni à Bellinzona. C'est là que Nephos a installé son premier système de contrôle de l'humidité dans l'industrie de l'imprimerie, au début de 2014.

Occupant un espace de 2600 m³, cette imprimerie est dotée d'un important parc de machines. Le maintien d'une humidité de l'air constante de 50% nécessite l'utilisation de **83'000 litres** d'eau de réseau par an en moyenne, pour une consommation d'électricité de **0.86 MWh**.

La comparaison porte sur les coûts d'exploitation (eau + électricité) de trois solutions de contrôle de l'humidité:^a

- Système Nephos de nébulisation de l'eau à haute pression
- Système à air comprimé et à atomisation d'eau
- Système à vapeur



Les coûts d'exploitation moyens du système Nephos s'élèvent à **266 CHF/an**. Ils s'avèrent nettement inférieurs à ceux des autres solutions couramment employées, comme les systèmes à air comprimé et eau (**1'727 CHF/an**) et les systèmes à vapeur (**14'052 CHF/an**).

Le coût de l'eau est indépendant du système d'humidification employé. Il s'élève à environ **100 CHF**, en supposant un prix unitaire de 1.20 CHF/m³ pour 83 m³.^b

^a Les humidificateurs centrifuges, jugés inadaptés à un usage en imprimerie, n'ont pas été pris en compte.

^b Prix indicatif pour particuliers et entreprises, Aziende Industriali di Lugano (AIL) SA, 2016.

Calcul des coûts d'électricité du système Nephos

Une buse *nephos* nécessite 10 Wh pour nébuliser 1 litre d'eau.^c
 Les coûts d'électricité basés sur un tarif de 0.20 CHF/kWh s'élèvent à:^d

$$83'000 \text{ l} \cdot 0.010 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} \cdot 0.2 \frac{\text{CHF}}{\text{kWh}} = 166 \text{ CHF}$$

Calcul des coûts d'électricité d'un système à air comprimé et à atomisation d'eau

Le principe repose sur l'atomisation de l'eau par expansion de l'air préalablement comprimé à 10 bar. En général, il faut compter 0.8 m³ d'air comprimé pour chaque litre d'eau.^e
 En supposant une compression adiabatique idéale dans des conditions standard (25°C, 1 atm), l'énergie nécessaire pour atomiser 83 m³ d'eau s'élève à:

$$E = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) \cdot m = 2.2 \cdot 10^7 \text{ kJ} = 6.1 \text{ MWh}$$

k	indice adiabatique de l'air	= 1.4
R	constante universelle des gaz parfaits	= 8.314 J/mol · K
T1	température initiale	= 25°C
p1	pression initiale	= 1 bar
p2	pression finale	= 10 bar

Où m représente les moles d'air à comprimer:

$$m = 83'000 \text{ l}_{\text{eau}} \cdot 800 \frac{\text{l}_{\text{air}}}{\text{l}_{\text{eau}}} \cdot \frac{d}{M} = 2.71 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

d	densité de l'air à 25°C, 1 atm:	= 1.184 g/l
M	masse molaire de l'air	= 28.96 g/mol

En supposant un tarif horaire de 0.20 CHF/kWh pour l'électricité^f et une efficacité moyenne de 0.75 pour le compresseur, les coûts d'exploitation de ce genre de système correspondent à:

$$\frac{6'100 \text{ kWh}}{0.75} \cdot 0.2 \frac{\text{CHF}}{\text{kWh}} = 1'627 \text{ CHF}$$

^c Consommation avérée, mesurée lors de l'utilisation de systèmes Nephos dotés de buses de type *nephos-2-100*.

^d Tarif indicatif fourni par Swissgrid, 2016.

^e Valeur indicative.

^f Valeur indicative.

Calcul des coûts d'électricité d'un système à vapeur

Le système utilise des résistances pour chauffer l'eau jusqu'à l'amener à évaporation. De l'énergie est donc nécessaire pour porter l'eau à la température d'ébullition et l'évaporer.

L'enthalpie d'évaporation de l'eau à 100°C et à 1 atm correspond à 40.7 kJ/mol, soit 627.5 kWh/m³, tandis qu'il faut 1.16 kWh pour élever de 1°C la température de 1 m³ d'eau.⁹ Transformer en vapeur 83 m³ d'eau à une température ambiante de 25°C nécessite donc:

$$83 \text{ m}^3 \cdot 1.16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot 75^\circ\text{C} + 83 \text{ m}^3 \cdot 627.5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} = 59.3 \text{ MWh}$$

En supposant une efficacité moyenne type de 0.85 pour un chauffe-eau, le coût annuel total correspond à:^h

$$\frac{59'300}{0.85} \text{ kWh} \cdot \frac{0.2 \text{ CHF}}{\text{kWh}} = 13'952 \text{ CHF}$$

⁹ Il faut 1 kcal pour élever de 1°C la température d'un gramme d'eau. En changeant les unités de mesure, il faut donc 1.16 kWh pour augmenter de 1°C la température de 1 m³ d'eau.

^h Valeur indicative.