

PULVERISATEURS ATOMISEURS ROTATIFS

microniser



UNE NOUVELLE APPROCHE DE L'HUMIDIFICATION

DOCUMENTATION TECHNIQUE : 8.1

Vangeel Electrical s.a.
Avenue de Philippeville, 187-189
6001 Charleroi

Tel : 00.32.71.36.03.55

Fax : 00.32.71.36.51.58

Email : info@microniser.com

Web site: www.microniser.com



1 microniser ou le concept de l'atomisation rotative.

Développée à l'origine pour la pulvérisation aérienne, la technologie de l'atomisation rotative permet d'optimiser l'application de pesticides et autres produits utilisés en agriculture et dans le domaine de la santé publique.

Les applications industrielles de cette technologie permettent de résoudre économiquement de nombreux problèmes environnementaux et de bien-être des gens...

2 Réponse pour l'environnement.

Ces dernières années, suite aux exigences toujours croissantes des défenseurs de l'environnement ainsi qu'à la volonté de réduire les coûts de consommation de produits chimiques et autres produits à très haute valeur, d'autres champs d'applications ont pu être identifiés, notamment dans le domaine industriel.

Pour répondre à ces nouveaux besoins, les atomiseurs rotatifs permettent d'optimiser l'application de tout produit (liquide ou solide en suspension) par pulvérisation.

C'est ainsi qu'aujourd'hui les têtes de pulvérisation et les atomiseurs de type *microniser* sont utilisés dans des domaines aussi variés que l'humidification, le refroidissement adiabatique, le contrôle des odeurs, l'abattage des poussières etc.....

L'atomiseur *microniser* permet une pulvérisation à basse pression (1-2 bars) tout en produisant des gouttelettes de taille identique. Le spectre des tailles se présente en effet de façon uniforme et étroite. Ainsi, contrairement aux pulvérisateurs classiques, la fraction des gouttelettes de taille trop importante ou trop faible est quasiment inexistante. Un important gaspillage financier, et parfois polluant voire toxique, du produit pulvérisé peut ainsi être évité...

La taille des gouttelettes est uniquement fonction de la vitesse de rotation de la tête de pulvérisation. Cette vitesse peut être facilement contrôlée, en fonction du produit et de l'application technique. En outre, une tête de pulvérisation *microniser* peut être équipée d'une assistance d'air qui assure une pénétration efficace et une couverture uniforme.

D'autre part, la gamme de débit est très étendue (0 à 120 litres/heure) et facilement modulable. Il est ainsi possible d'optimiser l'apport en eau dans l'air en fonction des besoins.

3 L'humidification : pourquoi, comment ?

3.1 Pourquoi humidifier ?

3.1.1 Contrôler l'humidité = économies.

Comme le montrent les différents cas de figures repris ci-dessous, contrôler les conditions physiques de l'air, et en particulier l'humidité, peut générer d'intéressantes économies, soit par l'augmentation de la productivité du personnel, soit par la diminution du taux de produits rejetés.

3.1.2 Réalisation d'un environnement agréable.

La sécheresse prolongée de l'air provoque des effets secondaires très gênants pour celui qui y est exposé : irritation des muqueuses, sécheresse de la peau, gêne respiratoire...

3.1.3 Elimination des décharges électrostatiques.

De plus, un air trop sec engendre la formation de charges électrostatiques toujours désagréables et parfois dangereuses (incendie).

A environ 20 % d'humidité relative, l'air est capable de retenir une charge statique de 35.000 volts. A environ 70 %, cette charge n'est plus que de 1.500 volts.

3.1.4 Refroidissement de l'air.

Une température agréable est un facteur déterminant dans la qualité de l'environnement du travail.

Dans de nombreux processus industriels, des températures difficilement supportables sont atteintes.

L'évaporation dans l'air d'eau pulvérisée permet à la fois l'humidification et le refroidissement de celui-ci. L'évaporation d'un litre d'eau sous une pression de 1 bar nécessite environ 2.400 kJ. Si 1 litre d'eau est évaporé par heure, cela représente $2.400 / 3.600 = 0.66$ kW. Cet exemple permet de mieux visualiser le potentiel de refroidissement contenu dans le principe du refroidissement adiabatique.

Le principe de l'atomiseur rotatif *microniser* permet d'humidifier l'air dans les locaux en hiver, et de refroidir ces mêmes locaux en été.

3.1.5 Eviter le séchage de stock ou matériel entreposé.

- La constance de l'humidité dans les imprimeries et usines de papier est un prérequis pour une production de qualité.
- Certaines productions à base de bois requièrent une humidité stable (tenue du bois ou accrochage de la peinture).
- Les fibres textiles sont plus cassantes dans un environnement trop sec.
- Les œuvres artistiques telles que des toiles se conservent beaucoup mieux dans un environnement contrôlé
- Le stockage des légumes en chambre froide demande une certaine constance de l'humidité si l'on désire minimiser les pertes.
- De nombreuses cultures en serres demandent un refroidissement et une humidification importants.

3.2 Comment humidifier ?

Le choix parmi différentes technologies d'humidification se pose lors de l'investissement dans un système d'air conditionné.

3.2.1 Les systèmes à vapeur

Les systèmes à vapeur consomment d'importantes quantités d'énergie électrique. De plus, un tel processus d'humidification provoque une augmentation de la température de l'air pas toujours désirable.

3.2.2 Les systèmes type « laveur »

Les systèmes types « laveur » ont comme principe de faire passer l'air à travers un rideau d'eau. L'air se charge d'humidité et se refroidit. L'énorme désavantage de ces systèmes est qu'il faut recycler l'eau de nombreuses fois. Dans ce processus il est difficile et coûteux de combattre la **prolifération bactérienne**, source de maladies pour les occupants du bâtiment.

Le lavage d'air peut se faire au moyen de :

- systèmes à pulvérisation d'eau classiques : des gicleurs à pression qui produisent des gouttes grossières dans le flux d'air.
- systèmes à ruissellement d'eau sur un media support (fils verticaux, nid d'abeilles,...).
Le débit d'eau est moindre que dans le cas de la pulvérisation classique mais l'encrassage et les travaux d'entretien sont plus conséquents.

3.2.3 Les systèmes à pulvérisation fine

En pulvérisant un fin brouillard d'eau, ceux-ci permettent à l'air d'absorber l'intégralité de celui-ci.

Le recyclage de l'eau n'est plus nécessaire... **l'élimination** des problèmes liés à la **prolifération bactérienne** est dès lors assurée ; tout surplus d'eau est systématiquement évacué...

Deux possibilités s'offrent pour créer cette finesse de pulvérisation :

- l'utilisation de gicleurs à air comprimé, avec toute la lourdeur que comprend ce type d'installation (nécessité d'un grand nombre de gicleurs, consommation d'air comprimé, coûts d'entretien...).
- l'utilisation d'*atomiseurs* rotatifs *microniser* dont le principe est de microniser l'eau au moyen de la force centrifuge uniquement. Ce principe, outre sa légèreté d'installation, consomme très peu d'énergie. Tous les avantages de ce système sont décrits au paragraphe 5 : "*microniser*, une nouvelle approche de l'humidification".

3.3 Exemple : approche théorique de l'humidification :

Dans un volume d'air extérieur se trouve toujours une certaine quantité d'eau, dépendant de la température de celui-ci et des conditions climatiques.

A l'intérieur, l'humidité relative d'un volume d'air dépend de la nature des matériaux présents (effet d'absorption), de la température de chauffage, du taux de renouvellement de l'air et de son origine (air extérieur ou recyclé).

Exemple dans un hangar de 40 x 25 x 6 m.

Conditions observées : 21 °C et 30 % HR.

Conditions désirées : 21 °C et 50 % HR.

L'air est complètement renouvelé 4 fois par heure.

Il y a par conséquent $40 \times 25 \times 6 = 6.000$ m³ d'air à humidifier.

Ce volume a une masse d'environ $6.000 \times 1,2 = 7.200$ kg

1 kg d'air à 21 °C et 30 % HR contient environ 5 g d'eau.

1 kg d'air à 21 °C et 50 % RH contient environ 8 g d'eau.

Il faut donc rajouter $(8 - 5) \times 7.200 = 21,6$ kg d'eau.

L'air étant renouvelé 4 fois par heure, 86,4 kg d'eau par heure sont nécessaires.

Cependant, l'évaporation de 1 l d'eau en une heure demande 0,66 kW à l'air.

Afin d'atteindre l'objectif de température, il y a donc lieu de réchauffer l'air par une puissance de $86,4 \times 0,66 = 57$ kW.

Humidifier en caisson de ventilation ou en ambiance directe ?

Dans un réseau de ventilation existant, il est naturel d'insérer une batterie d'humidification.

Ce type d'application est décrit au paragraphe 5 : "*microniser* : une nouvelle approche de l'humidification".

Dans de nombreux sites industriels, un tel système de ventilation n'existe pas ou n'a pas été prévu. Si la disposition des lieux et la hauteur de plafond (5 à 6 mètres) le permettent, il est possible de pulvériser un fin brouillard d'eau directement en ambiance grâce au modèle d'atomiseur équipé d'une assistance d'air.

Davantage d'informations quant à ce type d'application peuvent être trouvées dans le paragraphe 5 concernant le refroidissement adiabatique.

4 microniser : un nouveau concept d'humidification en caisson de traitement d'air.

Il est de notoriété publique que la productivité de certains secteurs est grandement améliorée si les machines et les hommes travaillent dans des locaux dont les conditions de température et d'hygrométrie sont optimisées. A titre d'exemple, tant dans les locaux industriels que dans les bureaux, une température comprise entre 18 et 22 °C et une humidité relative comprise entre 40 et 60 % HR sont idéales.

Encore faut-il que les systèmes de conditionnement d'air qui permettent de contrôler ces 2 paramètres physiques le fassent dans des conditions d'hygiène satisfaisantes. Des conduits de distribution d'air mal entretenus (poussières), un système d'humidification obsolète,... peuvent être à l'origine de troubles et de maladies très coûteuses pour l'entreprise.

C'est pourquoi la société *microniser* a développé et commercialisé un tout nouveau concept intégré ou autonome pour une humidification plus saine de l'air en caisson de traitement d'air.

Ce système est destiné à être installé en lieu et place des systèmes d'humidification à recyclage d'eau (type laveurs et médias à ruissellement) ou à atomisation d'eau par pression.

4.1 Principe de fonctionnement.

Un « atomiseur rotatif » - comprenez une cage cylindrique grillagée tournant à haute vitesse - est chargé de fractionner l'eau et de la pulvériser en de très fines gouttelettes de l'ordre de 20 µm de diamètre, et ce au moyen de la force centrifuge. La tête de pulvérisation est entraînée en rotation à 11.600 tr/min environ par un moteur spécifique de 200 W.

Contrairement à de nombreux autres systèmes, il n'est donc pas fait usage de pression, d'air comprimé ou de petits orifices sujets à bouchage.

Ce brouillard d'eau est ensuite emporté et absorbé par le flux d'air traversant le caisson d'humidification. Grâce à la finesse des gouttes produites, il n'est plus nécessaire de recycler l'eau comme dans la plupart des systèmes d'humidification conventionnels. L'alimentation en eau se fait naturellement avec la pression du réseau de distribution d'eau, sans pompe.

Élément fondamental, grâce à l'atomiseur *microniser*, le caisson d'humidification reste propre, sans prolifération bactérienne. L'eau pulvérisée et évaporée est donc toujours de bonne composition, et contribue ainsi grandement au conditionnement d'un air de qualité !

4.2 Avantages du concept.

- Simplicité et rapidité d'installation ;
- Fonctionnement à l'eau claire ou traitée si souhaité;
- Aucune eau stagnante évitant ainsi les problèmes liés aux systèmes à recyclage d'eau :
 - . Pollution bactérienne de l'air (légionellose),
 - . Coûts importants des traitements algicides,
 - . Entretien coûteux ;
- Consommation électrique totale très faible : 200 à 300 W ;
- Pas d'air comprimé ;
- Frais d'entretien réduits au minimum ; au paragraphe 5.14, un tableau reprend les résultats d'une étude montrant clairement les moindres frais de gestion d'une installation *microniser*.
- Régulation du débit d'eau pulvérisée en mode "proportionnel" ou en mode "tout ou rien" ;
- Option de kits complets avec mannequin d'alimentation en eau et coffret électrique de commande et contrôle ;
- Option d'injection de produits actifs désodorisants ou/et décontaminant.

4.3 Caractéristiques générales.

- Débit d'eau maximum : 150 l/h
- Débit de croisière maxi conseillé en CTA : 100 l/h
- Vitesse de rotation : 11.800 tr/mn
- Moteur d'entraînement : IP55 de 200 W
- Tension électrique d'alimentation : 220V/1/50 Hz
- Entraînement : directement sur l'axe du moteur, alimenté par un variateur de fréquence.
- Pression d'eau à la tête : 1 à 2 bars
- Diamètre moyen des particules d'eau : 20 à 30 microns
- Dimensions : H = 145 mm / L = 210 mm / l = 110 mm
- Poids : 3.9 kg.
- Intensité maximale : 2 A

4.4 Caisson d'humidification.

L'atomiseur microniser s'installe dans un caisson vide de la centrale de traitement d'air.

Ce caisson « type laveur » doit être étanche à l'eau, avoir une double peau, un bac de récupération d'eau avec une pente suffisante pour assurer l'écoulement et un siphon à clapet (balle de ping-pong), une porte d'accès, éventuellement un hublot et de l'éclairage.

Le siphon d'évacuation doit être relié à l'égout. Cette disposition évite la stagnation éventuelle d'eau et donc tout risque de pollution bactérienne et de génération d'algues.

La longueur minimum du caisson d'humidification, pour obtenir une absorption significative du brouillard d'eau à 2,5 m/sec, est de l'ordre de 1.000 mm. La longueur conseillée de ce caisson, pour obtenir une meilleure absorption du brouillard d'eau, est de l'ordre de 1.500 mm,

- moins de 1.000 mm. le rendement de l'échange air-eau chute rapidement. Il n'est pas impossible d'installer un système *microniser*, mais il faut s'attendre à un ruissellement plus important.
- environ 1.000 mm. peut-être considéré comme un minimum,
- environ 1.500 mm. est la longueur minimum conseillée,

- au-delà de 1.800 mm (longueur optimale), l'échange air-eau s'améliore encore mais le rendement marginal est plus limité, rendant éventuellement coûteux d'augmenter les dimensions du caisson par rapport au gain de rendement.

La tête de pulvérisation doit être centrée dans l'axe du caisson le plus en amont possible par rapport au flux d'air. Si deux têtes de pulvérisation sont installées en parallèle, elles doivent être réparties sur l'axe horizontal de façon à limiter le chevauchement de leurs cônes de diffusion d'eau respectifs et éviter qu'ils frappent les parois du caisson.

Le socle de la tête de pulvérisation est fixé sur un support rigide solidaire du caisson. Un amortisseur de vibration est prévu entre le socle de la tête de pulvérisation et le support. Cet amortisseur est à placer sous le moteur.

La tête de pulvérisation s'installe derrière la batterie de chauffe dans le sens du flux d'air, le moteur en amont et la tête de pulvérisation en aval.

SCHEMA DE PRINCIPE

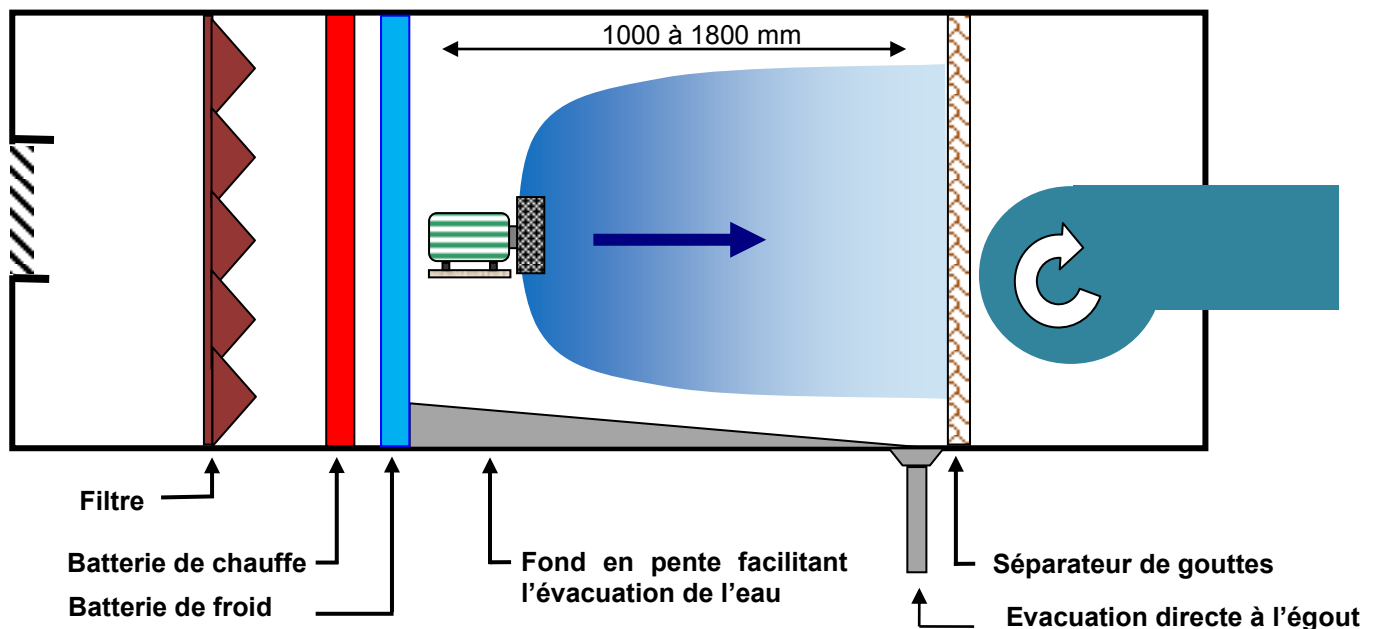


Schéma d'installation d'un atomiseur *microniser* dans un groupe de traitement d'air de 1000 x 1000 mm de section (9.000 m³/h)

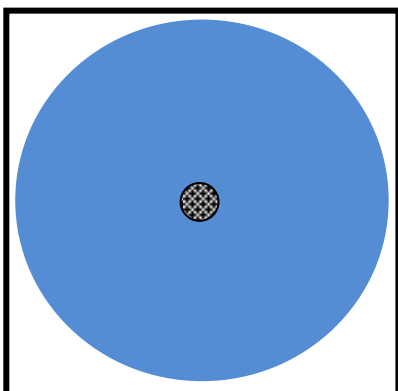
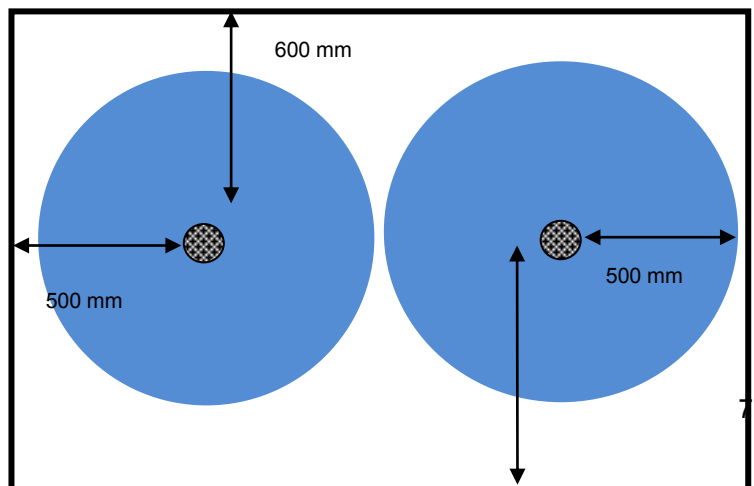


Schéma d'installation de deux atomiseurs *microniser* dans un groupe de traitement d'air de 1700 x 1400 mm de section (20.000 m³/h)



4.5 Remarques concernant le cycle d'humidification

Un cycle d'humidification classique consiste à préchauffer l'air frais jusqu'à une température de 25 °C, suivi d'une humidification (adiabatique) où l'on atteint en sortie pratiquement le point de rosée. Ensuite vient la post-chauffe, opération au cours de laquelle sont ajustées la température et l'humidité relative de sortie du groupe.

Concernant ce cycle classique, on a observé que, pour atteindre le point de rosée, l'air devient tellement saturé en eau que sa tendance à en absorber davantage diminue drastiquement. Autrement dit, son efficacité à absorber l'eau devient tellement faible qu'il y a lieu de mettre l'air en contact avec beaucoup plus d'eau que nécessaire. Ceci explique le principe des systèmes à ruissellement pour lesquels **il faut recycler l'eau un grand nombre de fois**, avec les conséquences bactériennes de sinistre réputation.

Avec *microniser* et ses gouttelettes extrêmement fines, l'air peut absorber, selon les conditions, la grande majorité et jusqu'à la quasi-totalité de l'eau qui lui est fournie, et ce pour atteindre environ 60 à 70 % HR.

Comme précédemment avec les bacs laveurs, il est également possible d'atteindre les 90-95 % HR, mais toujours au prix d'une diminution importante du coefficient d'absorption de l'eau par l'air, et donc d'un ruissellement plus important qu'il faudra évacuer. Même dans ce cas, *microniser* garde de nombreux avantages par rapport aux systèmes de bac laveurs (installation, maintenance, moins de ruissellement, ...).

Pour tirer tout l'avantage de l'utilisation d'un atomiseur *microniser*, il y a lieu de modifier quelque peu le cycle d'humidification comme suit :

- davantage de préchauffe,
- une juste injection d'eau correspondant au débit requis par l'air,
- une diminution voire même une absence totale de post-chauffe.

De plus, pour obtenir un échange air-eau largement supérieur à 50 %, un temps de contact suffisant est nécessaire entre l'eau et l'air. La longueur du caisson et la vitesse de l'air sont des paramètres déterminants.

Le cas idéal consiste en une vitesse d'air relativement faible (± 1.5 à 2.5 m/s), la distance nécessaire se réduisant alors à environ 1 m - 1.50 m. Une vitesse d'air faible permet mieux au cône de diffusion de l'atomiseur de s'ouvrir et de se répandre dans le caisson.

Illustrons ceci par un exemple (voir diagramme psychrométrique ci-après) :

Te = -10°C / HRe = 95 % / Ts = 21 °C / HRs = 50 %

Cycle classique :

Pe = -10°C, 95 %
 P1 = 26 °C, 7 % (préchauffe)
 P2 = 11°C, 95 % (humidification classique)
 P3 = Ps = 21 °C, 50 % (post-chauffe)

Cycle *microniser* :

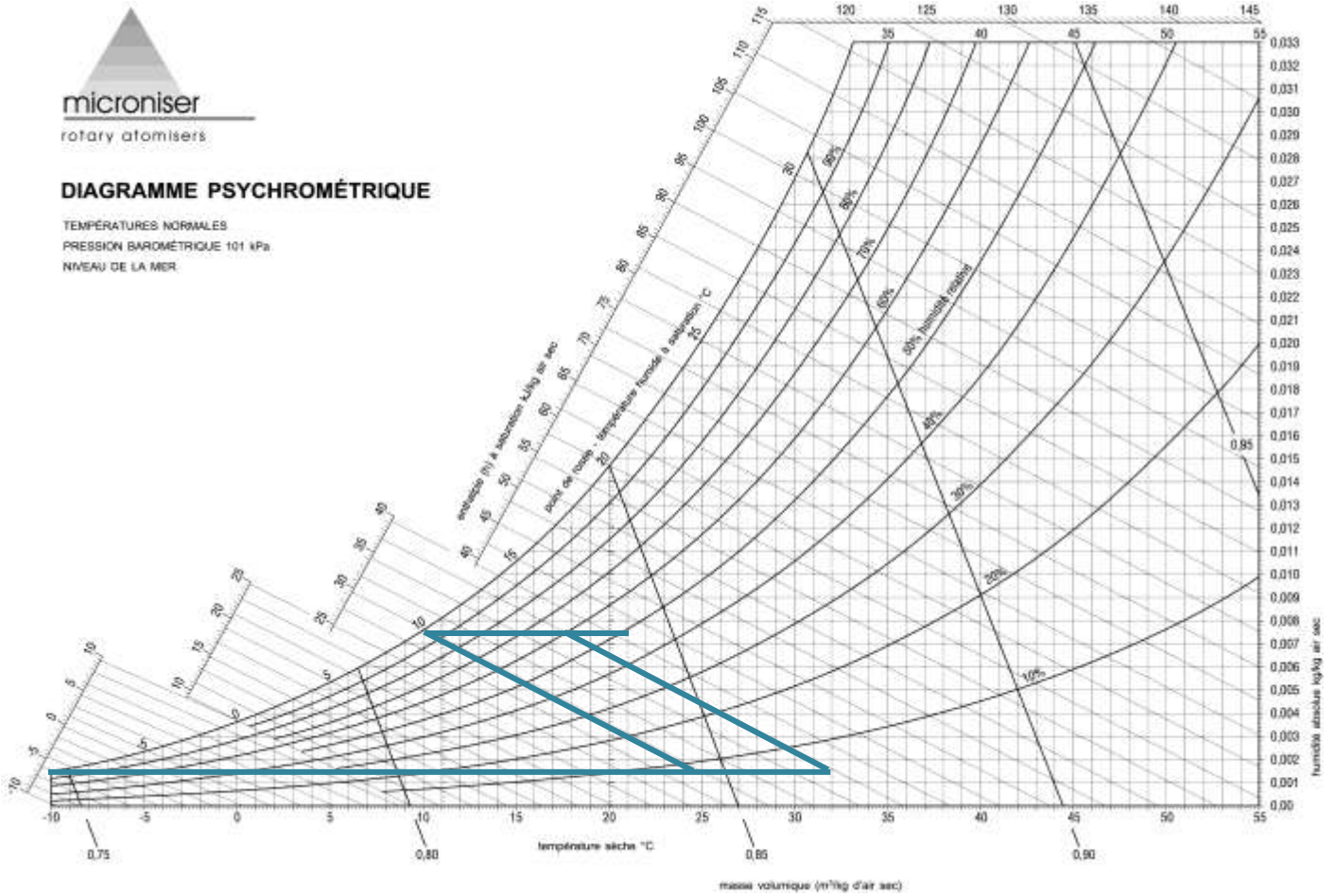
Pe = -10 °C
 P1 = 36 °C, 4 % (chauffe)
 P2 = Ps = 21 °C, 50 % (humidification *microniser*)

Afin d'éviter une préchauffe trop importante, un cas intermédiaire est envisageable :

Pe = -10 °C, 95 %
 P1 = 34 °C, 5 % (préchauffe)
 P2 = 19 °C, 55 % (humidification *microniser*)
 P3 = Ps = 21 °C, 48 % ou 22°C, 45 % HR (petite post-chauffe ou post-chauffe induite)

Ce dernier schéma est également valable pour les halls de foires, les édifices de bureaux et les usines où les sources de chaleur telles qu'écrans d'ordinateurs, machines, éclairages etc.... réchauffent l'air de toute manière et constituent pour ainsi dire une post-chauffe induite.

4.5.1 Diagramme psychrométrique



4.6 Alimentation en eau.

4.6.1 Principe.

Le système fonctionne à l'eau de ville adoucie ou non, éventuellement déminéralisée si les spécificités du site le nécessitent : hôpitaux, salles blanches, musées, ...etc.

Etant donné que l'eau est éjectée par l'atomiseur exclusivement sous forme liquide (pas d'évaporation sur la cage elle-même), il n'y a aucun risque de bouchage du tamis de l'atomiseur même avec de l'eau de ville.

Une eau particulièrement dure (de l'ordre de 30 à 40° F) peut, comme avec tout système, provoquer un dépôt de calcaire à l'intérieur de la cellule d'humidification, le séparateur de gouttes et l'atomiseur lui-même. L'utilisation d'une eau adoucie (5 à 7° F) permet d'atténuer ce phénomène.

Dans un souci de précaution, nous conseillons de traiter l'intérieur de la cellule d'humidification avec une peinture époxy ; les parois en aval de l'atomiseur sont ainsi protégées efficacement.

En ce qui concerne la problématique de la propagation éventuelle de résidus secs dans les gaines, 2 approches sont possibles : l'une plus économique, l'autre plus hygiénique et efficace.

La première consiste en la pose d'un filtre en tricot métallique en inox juste devant le séparateur de gouttes. Ce tricot métallique (aussi appelé "filtre à graisse") piège efficacement une grande partie des sels et autres minéraux contenus dans l'eau. Il doit être facilement démontable et, par exemple deux ou trois fois par an, soufflé ou passé au "Karcher" (nettoyeur à eau chaude). L'adjonction d'un filtre G4 remplaçable, en aval du séparateur de gouttes, peut encore améliorer la qualité de l'air.

La seconde, ou solution idéale, consiste en la déminéralisation de l'eau (par nano-filtration ou osmose inverse). Cette solution est parfaite sur le plan de l'entretien mais plus onéreuse, à l'installation, que la précédente. Dans la mesure du possible, nous conseillons le choix d'un séparateur de gouttes du genre «nid d'abeille en fibre de verre» voire de type "drop stop".

Nous sommes à votre disposition pour vous fournir toute information à ce sujet.

Le raccordement à l'eau, au niveau de la tête de pulvérisation, doit être réalisé en tuyauterie souple de diamètre 10 mm.

Lorsque deux atomiseurs ou plus sont installés en parallèle, un raccord de réglage, un débitmètre et un raccordement en eau par atomiseur sont nécessaires pour éviter une distribution irrégulière de l'eau entre les têtes.

4.6.2 Coffret d'alimentation en eau.

Une alimentation en eau type comprend les éléments suivants :

- 1 clapet anti-retour et 1 vanne d'isolement.
- 1 filtre à cloche transparente.
- 1 réducteur de pression.
- 1 manomètre aval.
- 1 ensemble de trois électrovannes magnétiques TOR 2 voies 24 V AC de niveaux de débit différents (permettant ainsi les 7 étages de pulvérisation) et équilibrées par deux collecteurs de distribution.
- ou 1 électrovanne magnétique TOR 2 voies 24 V AC.
- 1 vanne-purge.
- 1 collecteur réglable (permettant d'ajuster le débit pulvérisé).
- 1 débitmètre par atomiseur visualisant le débit pulvérisé.
- entrée en ½ pouce, sortie : 1 tuyau PVC renforcé Tricoclair 10 mm. par atomiseur.

Ces éléments peuvent être livrés prémontés dans un coffret autonome ou être montés en apparent à l'extérieur du caisson.

Dans le cas d'un système tout ou rien, une électrovanne TOR remplace les 3 électrovannes magnétiques et le régulateur PI.

4.7 Fonctionnement de l'équipement électrique et de régulation.

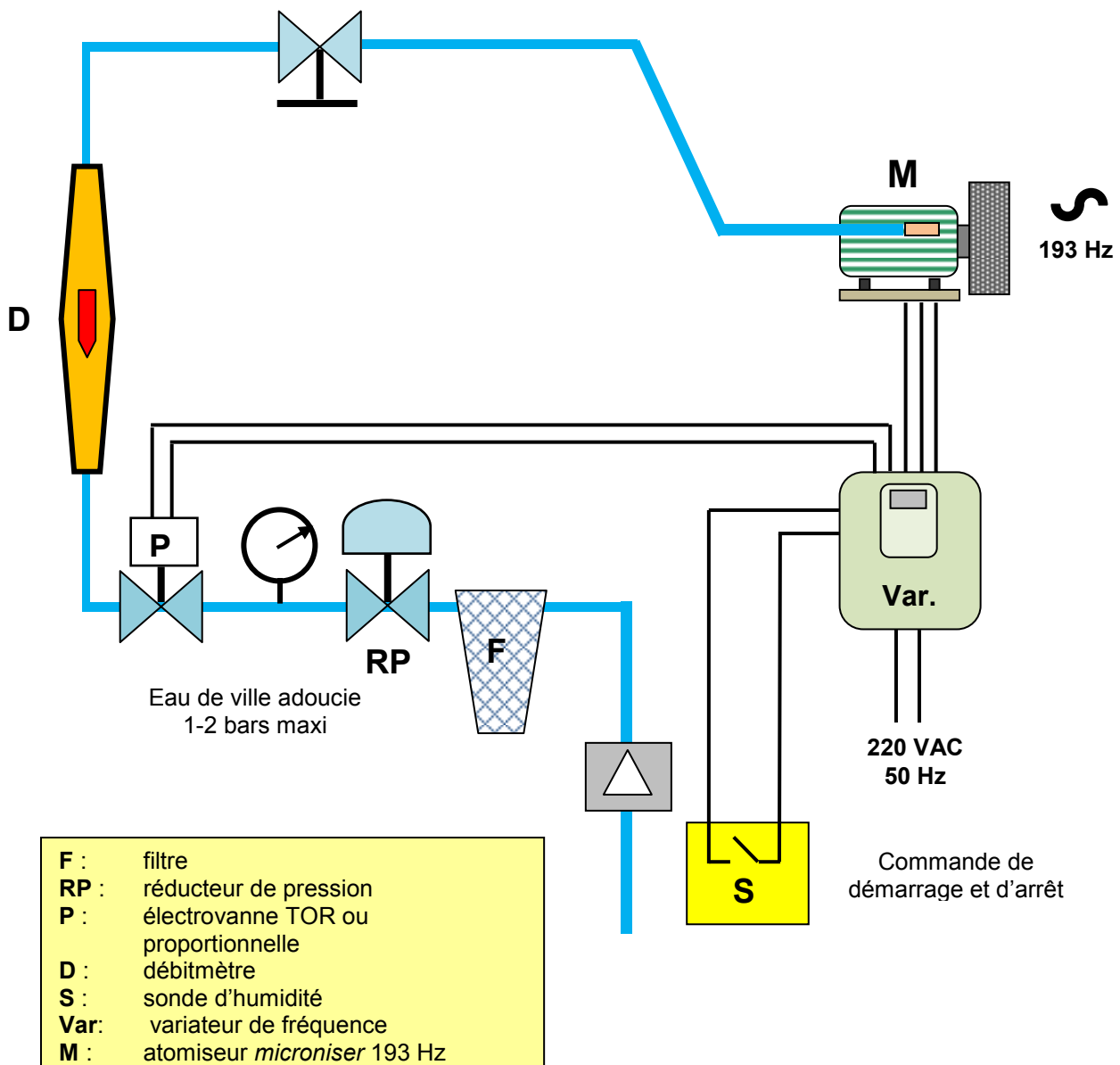
4.7.1 Avertissement.

Le moteur entraînant la tête de pulvérisation *microniser* est alimenté par un variateur de fréquence préprogrammé et fourni d'origine. Le raccordement de celui-ci est des plus aisés...

Un petit écran digital en façade avant du variateur permet entre autres de visualiser la fréquence du courant générée, ainsi que la vitesse de rotation du moteur.

Dans le cadre de l'humidification, cette fréquence doit être de 193 Hz. Le moteur ayant été spécialement bobiné pour tourner à cette fréquence, tout écart significatif de cette valeur pourrait entraîner sa détérioration.

Principe de branchement d'une tête *microniser*



4.7.2 Principe de base du système de régulation.

Un capteur mesure en permanence l'humidité relative ambiante (par exemple à l'extraction). Lorsque celle-ci descend sous sa valeur de consigne, l'hygrostat enclenche le variateur de fréquence et la tête de micronisation. Cette dernière atteint sa vitesse de croisière (environ 11.800 t/m) en 10 secondes. Le variateur enclenche un relais lorsqu'il y a dépassement des 80 % de la vitesse nominale. Ce relais, faisant dès lors fonction de relais temporisé, commande l'ouverture de l'électrovanne qui assure l'alimentation en eau de la tête. Une vanne à pointeau permet d'ajuster le débit au moment de la mise en route.

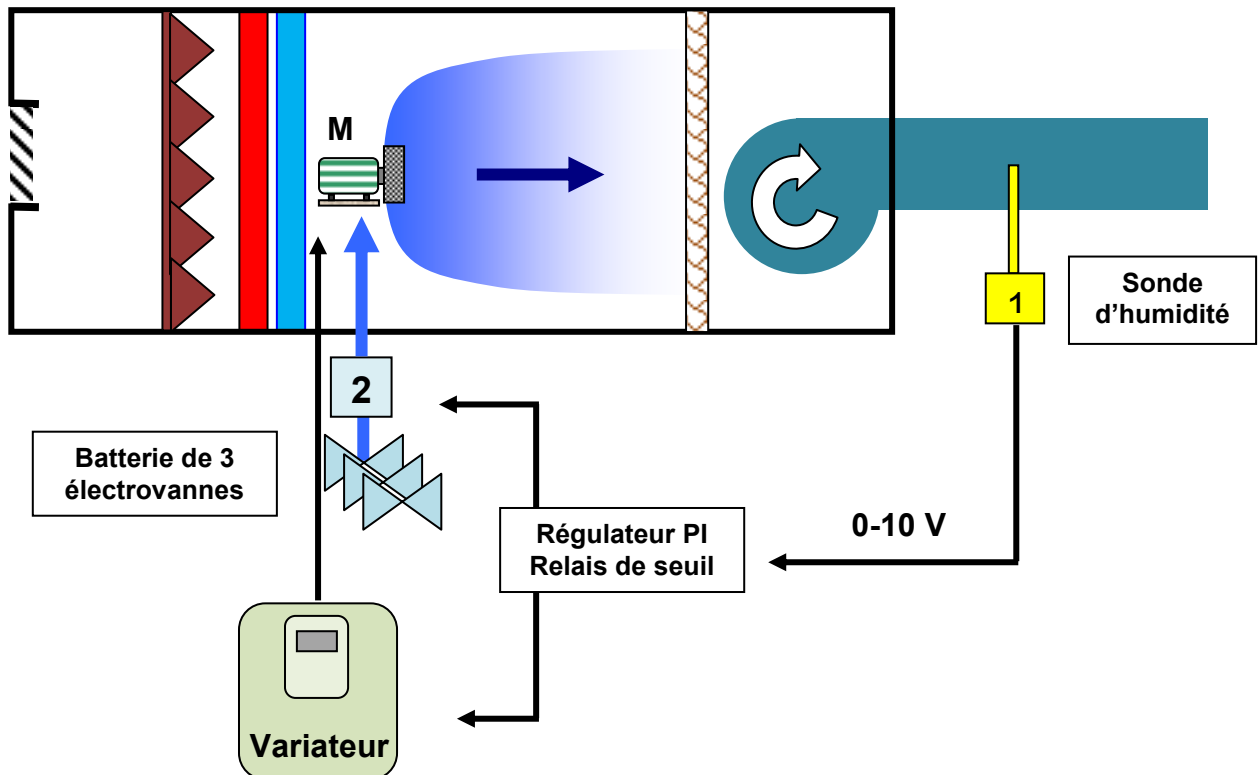
Lorsque la valeur de consigne en HR est atteinte, le régulateur déclenche le variateur qui lui-même déclenche immédiatement le relais commandant l'électrovanne. Ainsi, l'ordre d'arrêt de l'humidification entraîne la coupure immédiate de l'alimentation en eau et donc de la pulvérisation ; la tête de micronisation, alors en roue libre, s'arrête.

Ce principe permet d'éviter tout gouttage lors du démarrage et de l'arrêt du système.

Deux types de régulation sont envisageables suivant le degré de précision du taux d'humidité requis : "tout ou rien" ou "proportionnelle".

La régulation "proportionnelle" a l'avantage d'injecter dans le système la quantité exacte d'eau nécessaire pour atteindre la consigne d'humidité relative de l'air recherchée en limitant au maximum la consommation en eau... En outre elle permet d'éviter les pics d'humidité ou de sécheresse inhérent au système « tout ou rien ».

4.7.3 Schéma hydraulique du circuit de régulation proportionnel :



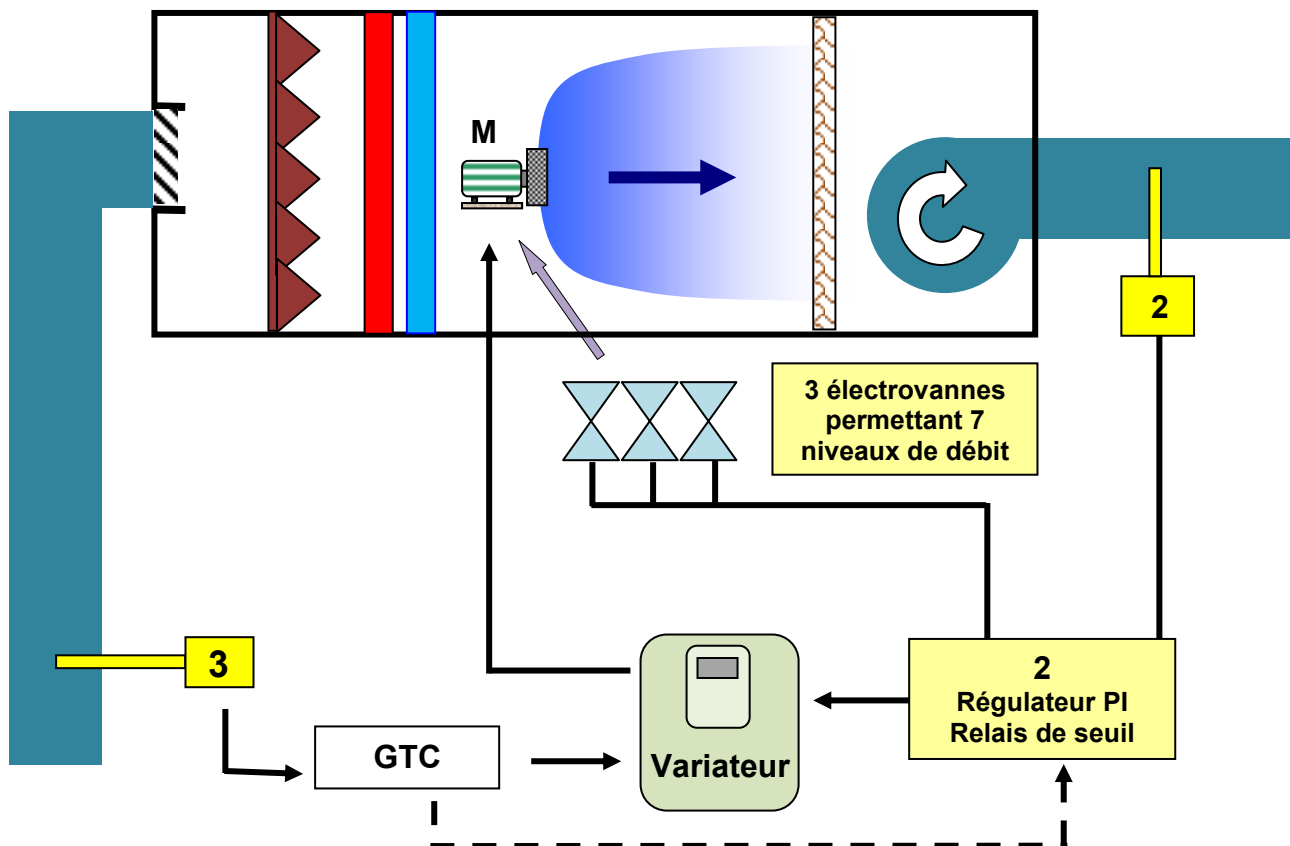
4.7.4 Régulation modulante (7 étages de débit).

En fonction des informations reçues par la sonde d'humidité absolue située dans la gaine de pulsion (1), le régulateur PI (2) pilote les 3 vannes magnétiques de l'armoire d'alimentation en eau. Celles-ci s'ouvrent de façon alternée et permettent de réguler avec précision l'humidité absolue (en poids d'eau par volume d'air) générée en gaine de soufflage. Ce montage permet d'ajuster la pulvérisation d'eau en 7 étages par rapport à la demande. Lorsque celle-ci devient trop faible ou nulle, afin d'éviter que l'atomiseur ne tourne à vide (usage inutile), un relais de seuil situé dans le régulateur donne l'ordre à un relais temporisé d'arrêter les électrovannes instantanément et le variateur de fréquence après un délai de temps réglable.

Au cas où une GTC pilote le système de régulation de température et d'humidité, trois cas de figure peuvent se présenter :

1. La GTC ne pilote pas le système d'humidification. La régulation de ce dernier reste entièrement autonome comme dans le cas précédent. Nous prévoyons juste un report d'information de l'HA vers la GTC ainsi qu'un report d'alarme en cas de défaut.
2. La GTC pilote le système d'humidification. Dans ce cas, un contact "sec" ou "signal de libération" de la GTC met en route le système d'humidification. Le régulateur PI (2) garde sa fonction et ouvre alternativement les 3 électrovannes afin d'atteindre la consigne en gaine de soufflage. Le signal 0 – 10 V correspond à un taux d'H.A. demandé au soufflage. Eventuellement, la consigne au soufflage peut être modifiée à distance par la GTC.
3. Une troisième solution "mixte" est envisageable : la GTC, reliée à un hygrostat en gaine de reprise (3), pilote entièrement le système d'humidification. Le régulateur PI est alors remplacé par une simple électrovanne proportionnelle qui s'ouvre et se ferme en fonction d'un signal 0-10 V aveugle reçu de la GTC. Nous déconseillons cette solution qui, bien qu'économique, n'est en fait qu'un système T.O.R. étant donné le temps de réaction trop long entre la pulvérisation et le résultat en gaine de reprise.

Dans tous les cas, des contacts libres de potentiel permettent un report des signaux d'alarme vers la GTC. Le schéma ci dessous représente la solution n° 2.



4.7.5 Coffret d'alimentation électrique.

Une alimentation électrique type, dans le cas d'une régulation à 7 étages, comprend :

- 1 sectionneur général cadenassable.
- 3 témoins de mise sous tension, de marche et de panne.
- 1 arrêt d'urgence « coup de poing ».
- 1 interrupteur marche-arrêt.
- 1 alimentation 24 V AC pour le circuit de commande.
- 2 disjoncteurs bipolaires (protection des circuits de commande et de puissance).
- 3 contacteurs modulaires 16A 24V (pour le circuit de commande).
- 1 régulateur Sauter Novaflex pilotant les 3 vannes magnétiques de l'armoire d'alimentation en eau. Celles-ci s'ouvrent de façon alternée et permettent de réguler avec précision l'humidité absolue (en poids d'eau par volume d'air) générée en gaine de soufflage.
- 2 borniers libres de potentiel (pour liaison avec la GTC) servant à recevoir le signal de libération du système par la GTC ainsi qu'un éventuel report d'alarme.
- 1 variateur de fréquence ABB + filtre HF.
- 1 relais temporisé (uniquement sur les armoires TOR).
- 1 compteur horaire (entretien).
- Alimentation en 220 V mono avec terre indépendante.

Ces éléments sont fournis câblés et montés dans une armoire électrique IP55 ou peuvent être raccordés par le client dans ses propres armoires.

4.8 Installation.

L'atomiseur doit être monté dans une position correcte, en fonction des caractéristiques dimensionnelles du caisson et en respectant le cône de diffusion de l'eau. Toutes les précautions doivent être prises pour positionner la tête *microniser* en dehors des zones d'accès et à l'abri de tout risque de dommages.

En particulier, il y a lieu de veiller à :

- la bonne étanchéité des raccords électriques et hydrauliques (eau)
- le bon positionnement des amortisseurs de vibration (sous le moteur)
- l'horizontalité de l'axe du moteur.

L'amenée d'air à la tête de pulvérisation ne doit pas être obstruée afin d'éviter de modifier les caractéristiques des gouttelettes et la qualité du brouillard d'eau.

Procédure de montage :

1. fixer l'ensemble moteur-tête de pulvérisation / support antivibratoire sur un support rigide (tel que rail transversal)
2. raccorder la tuyauterie souple d'alimentation en eau à la tête, et la fixer avec des accessoires adaptés.
S'ASSURER DE L'ETANCHEITE DU RACCORDEMENT EAU !
3. raccorder l'alimentation électrique aux bornes du moteur d'entraînement.
Contrôler que les bornes sont correctement connectées. Raccorder la terre.
S'ASSURER DE L'ETANCHEITE DU RACCORDEMENT ELECTRIQUE !
4. fixation des armoires hydraulique (eau) et électrique au mur.
Si les armoires sont positionnées l'une au-dessus de l'autre, l'armoire électrique doit être placée au-dessus de l'armoire "eau".
5. raccordement alimentation armoires-réseau et armoires-moteur.

4.9 Mise en service.

4.9.1 Asservissement

La mise en rotation de la tête doit se faire sans eau afin de limiter le couple de démarrage.
Voir Equipement Electrique.

4.9.2 Sens de rotation

Contrôler le sens de rotation de la tête. Voir flèche.

4.9.3 Contrôle du débit d'eau

Eviter de dépasser les caractéristiques limites de la tête, à savoir :

- 2 bars de pression à la tête (1 bar conseillé).
- 150 l/h d'eau (100 l/h conseillé).

De plus, il est nécessaire de limiter le débit d'eau à la quantité souhaitée pour obtenir l'humidité relative recherchée

Un débitmètre (par exemple à flotteur) doit être installé pour étalonner le débit maxi correspondant aux spécifications du site.

Le débit d'eau doit être constant et non intermittent, afin de ne pas détériorer la qualité du brouillard d'eau.

Nous vous rappelons que le coefficient d'absorption de l'eau par l'air évolue en fonction de la température de préchauffe, du temps de contact entre l'eau et l'air (distance d'échange, vitesse de l'air) et du type de séparateur de gouttes retenu.

4.10 Maintenance des atomiseurs *microniser*.

Comme toute machine tournante, dans le cadre d'une utilisation normale, les atomiseurs *microniser* doivent subir un entretien préventif régulier.

Les opérations de maintenance et les frais d'entretien sont réduits au minimum. Chaque année, après la saison d'humidification, il est nécessaire de procéder à un contrôle général du système.

Les variateurs de fréquence sont équipés d'un compteur horaire ; le temps de fonctionnement est dès lors facilement contrôlable.

Toutes les 3000 heures ou au moins une fois par an avant la saison d'humidification.

Contrôle général, nettoyage de la tête de pulvérisation et changement des 2 roulements à billes et du joint d'étanchéité.

Nous vous conseillons de faire réaliser cette opération par un atelier spécialisé ou par le constructeur.

Dans ce dernier cas, vous pouvez nous faire parvenir, via votre installateur, l'(les) atomiseur(s) *microniser* (moteur + tête) en prenant la précaution de ne forcer ni la tête ni son tamis.

La prestation en usine comprend :

- démontage du moteur et de la tête de la pulvérisation,
- vérifications mécaniques et électriques à savoir :
 - contrôle du diamètre des portées de roulements,
 - contrôle d'alésages (emplacement des roulements dans les flasques),
- nettoyage du moteur et de la tête de pulvérisation,
- application d'un vernis d'isolation sur le bobinage et l'intérieur des flasques,
- fourniture et mise en place des nouveaux roulements et des joints d'étanchéité,
- contrôle de l'équilibrage,
- remontage de l'ensemble moteur – atomiseur et mise en peinture finale,
- essais en rotation et rédaction d'un protocole détaillé d'essais,
- le tout réalisé selon la norme ISO 9002 et dans le parfait respect des instructions du constructeur.

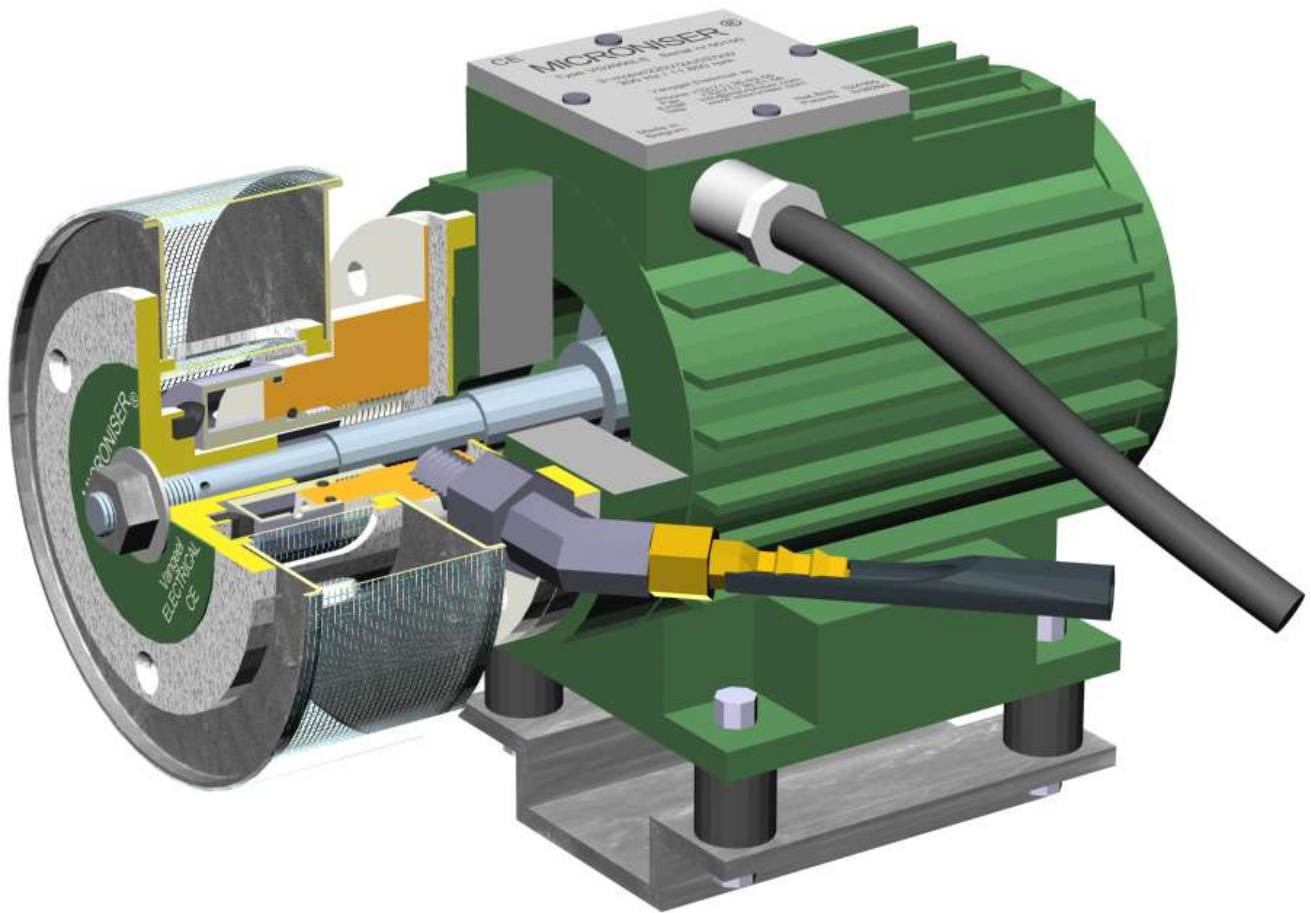
Sur demande, une proposition de contrat de maintenance peut être établie. Ce contrat couvre les frais de déplacement, de dépose et repose sur site ainsi que l'entretien des atomiseurs en atelier.

4.11 Sécurité.

L'atomiseur rotatif *microniser* est destiné à être installé dans des sites industriels ou caissons, à l'abri de tout choc et de tout contact direct. Outre les règles de sécurité habituelles, il y a lieu de préciser les points suivants :

- il ne peut servir à pulvériser des produits inflammables et n'est pas prévu pour être installé dans des atmosphères explosives ;
- l'utilisateur est tenu de vérifier que l'atomiseur est bien adapté à son application et qu'il est installé en conformité avec les exigences légales et propres au site ;
- l'utilisateur est responsable de la séquence et de la bonne qualité de l'entretien de l'installation.

4.12 Vue éclatée de l'atomiseur.



4.13 Comparaison des performances et des coûts de gestion.

Tableau de comparaison des performances

Procédé	Facilité d'installation	Entretien	% HR Max	Recyclage de l'eau	Auxiliaires (pompes ou compresseur)	Espace nécessaire	Risque de bouchage	Facilité de manipulation/remplacement	Débit d'eau variable
Laveur	Simple	Très Lourd	85	oui	Pompe	grand	oui	non	non
Vapeur	Simple (sauf centrale)	Très Coûteux	95	Non	Sans	petit	non	oui	oui
Air comprimé	Difficile	Mensuel	80	Non	Compresseur	grand	non	non	non
Media ruisselant	Difficile	Très Lourd	85	oui	Pompe	petit	oui	oui	oui
Atomisation rotative	Très simple	Aisé 3000 h	80	Non	Sans	grand	non	oui	oui

4.13.1 Comparaison générale

L'humidification de l'air en caisson de traitement d'air par le procédé *microniser* est de loin le plus économique !

Par rapport aux procédés communément utilisés, seul le laveur d'air pourrait, en apparence du moins, concurrencer le système *microniser*... En apparence seulement car si on tient compte des coûts d'entretien la différence s'affirme aisément, et si en plus on tient compte du risque de développement bactérien (inchiffrable), l'alternative disparaît !

4.13.2 Par rapport à la vapeur : économies !

Par rapport à la vapeur, le procédé *microniser* offre l'énorme avantage de ne consommer que très peu d'énergie tout en offrant une garantie d'hygiène presque équivalente.

L'investissement en un système vapeur est du même ordre de grandeur que pour le procédé *microniser*, mais la consommation en énergie et entretien est très rapidement en faveur du procédé *microniser*. L'avantage du système vapeur est qu'il peut souvent être placé à posteriori, en aval du groupe de pulsion, car il ne requiert que peu de place.

La vapeur doit être vue comme un procédé différent de *microniser* dans son application : placement en un autre endroit dans le groupe de pulsion et apport de chaleur non désiré.

4.13.3 Par rapport au procédé à ruissellement : économies !

Les systèmes fonctionnant par ruissellement d'eau sur un média support font courir un grand risque de prolifération bactérienne au caisson d'humidification. Combattre cette prolifération bactérienne exige une surveillance régulière, une maintenance intensive et l'utilisation de bactéricide et/ou de lampe UV.

De plus, en cas de présence de poussières dans l'air (de papier par exemple), celles-ci ont tôt fait de colmater le système, ce qui réduit les performances d'humidification du laveur de manière drastique.

Dans tous les cas, l'entretien des médias à ruissellement s'avère une opération difficile, et ce d'autant plus que le média est épais (difficulté de nettoyer le centre du média encrassé). Dans certains cas, il y a lieu d'utiliser des solutions acides, ce qui pose toujours des problèmes de manipulation.

Ces problèmes de colmatage, d'entretien et prolifération bactérienne sont totalement absents avec le procédé *microniser*.

4.14 Tableau de comparaison des coûts de gestion

Le tableau qui suit reprend les résultats d'une étude réalisée par un installateur français sur un site en fonctionnement en comparant 4 systèmes : vapeur, laveur, atomiseur à air comprimé et procédé *microniser*. Le système *microniser* est de loin le plus économique.

	Vapeur (résistances)	Laveur	Atomiseur à air comprimé	Atomiser microniser
Eau traitée				
Débit m ³ /An	125	1000	125	250
Coût	306,25 €	2 450 €	306,25 €	612,50 €
Electricité				
kW/An	93 750	17 000	300	600
Coût	11 625 €	2 108 €	37,2 €	74,4 €
Air comprimé	0	0	70000	0
Débit Nm ³ /An	0 €	0 €	1750 €	0 €
Pièces de rechange €/AN	1000 €	500 €	500 €	350 €*
M.O./An	16	65	16	6
Coût €	560 €	2 275 €	560 €	210 €
Total	13 491 €	7 333 €	3 154 €	1 247 €

Base de calcul : Débit d'eau maxi. : 125 lt/h
 Quantité d'eau absorbée : 62,5 lt/h
 Coefficient d'absorption moyen : 50 %
 Fonctionnement : 2.000 h/an
 Eau traitée : 2,45 € / m³ Valeur moy. 2007
 Air comprimé : 0,025 € / Nm³ Valeur moy. 2007
 Electricité : 0,124 € / kWh Valeur moy. 2007
 * : sur base d'un contrat annuel d'entretien omnium.

Voici un autre tableau reprenant une étude, belge celle-là. Elle se base sur les résultats suivants :

- Un système à vapeur consomme 7,5 kWh par heure pour produire 10 kg de vapeur.
- Une buse atomiseuse à air comprimé consomme 2 m³/h d'air comprimé pour produire 10 kg de brouillard.
- L'atomiseur rotatif *microniser* consomme 250 W pour produire de 10 à 100 kg de brouillard.
- Le coût de l'énergie est le suivant : 0,1 € le kW et 0,1 € le m³ d'air comprimé.
- L'étude est basée sur une utilisation à raison de 1.800 h/an.

	Vapeur 10 kg	Vapeur 50 kg	Air compr. 10 kg	Air compr. 50 kg	microniser 10 kg	microniser 50 kg
Electricité						
kWh/an	13.500	67.500	-	-	450	450
Soit un coût en €	1.350	6.750	-	-	45	45
Air comprimé						
Débit Nm ³ /an	-	-	3.600	18.000	-	-
Soit un coût en €	-	-	360	1.800	-	-

Cette étude ne tient pas compte du fait que, le *microniser* et l'air comprimé étant adiabatiques, ils entraînent un surcoût en chauffage que l'on peut estimer au ¼ du coût en électricité de la vapeur. L'économie en énergie reste malgré tout substantielle.

5 L'humidification directe et le refroidissement adiabatique.

L'atomiseur *microniser* peut être équipé d'un ventilateur permettant de pulvériser, directement dans l'ambiance, le fin brouillard d'eau. Sa portée est fonction de la puissance du ventilateur associé.

Cette version permet d'humidifier de grands volumes qui ne disposent pas de réseau de gaines.

Un accessoire permet de donner un mouvement alternatif de va-et-vient au système de micronisation, et de couvrir ainsi un angle réglable jusqu'à environ 120°.

« Adiabatique » signifie « sans échange de chaleur avec l'extérieur ».

L'évaporation dans l'air d'eau pulvérisée permet à la fois l'humidification et le refroidissement de celui-ci. En effet, l'énergie nécessaire à l'évaporation d'un litre d'eau est prise directement dans l'air ambiant.

Ainsi, l'évaporation d'un litre d'eau sous une pression de 1 bar nécessite environ 2.400 kJ. Si 1 litre d'eau est évaporé par heure, cela représente $2.400 / 3.600 = 0.66$ kW. Cet exemple permet de mieux visualiser le potentiel de refroidissement contenu dans le principe du refroidissement adiabatique.

En utilisant l'appareil à sa capacité de pulvérisation moyenne optimale (jusqu'à 50 l/hr) dans de l'air très sec (moins de 50 % d'humidité relative), on génère un refroidissement jusqu'à 33 KW, et ce pour une consommation énergétique de moins de 500 W !

TABLE DES MATIERES

1	MICRONISER OU LE CONCEPT DE L'ATOMISATION ROTATIVE.....	2
2	RÉPONSE POUR L'ENVIRONNEMENT.....	2
3	L'HUMIDIFICATION : POURQUOI, COMMENT ?.....	2
3.1	Pourquoi humidifier ?.....	2
3.1.1	Contrôler l'humidité = économies.....	2
3.1.2	Réalisation d'un environnement agréable.....	2
3.1.3	Elimination des décharges électrostatiques.....	3
3.1.4	Refroidissement de l'air.....	3
3.1.5	Eviter le séchage de stock ou matériel entreposé.....	3
3.2	Comment humidifier ?.....	3
3.2.1	Les systèmes à vapeur.....	3
3.2.2	Les systèmes type « laveur ».....	4
3.2.3	Les systèmes à pulvérisation fine.....	4
3.3	Exemple : approche théorique de l'humidification :.....	4
4	HUMIDIFIER EN CAISSON DE VENTILATION OU EN AMBIANCE DIRECTE ?.....	5
5	MICRONISER : UN NOUVEAU CONCEPT D'HUMIDIFICATION EN CAISSON DE TRAITEMENT D'AIR.....	5
5.1	Principe de fonctionnement.....	5
5.2	Avantages du concept.....	6
5.3	Caractéristiques générales.....	6
5.4	Caisson d'humidification.....	6
5.5	Remarques concernant le cycle d'humidification.....	8
5.5.1	Diagramme psychrométrique.....	9
5.6	Alimentation en eau.....	10
5.6.1	Principe.....	10
5.6.2	Coffret d'alimentation en eau.....	10
5.7	Fonctionnement de l'équipement électrique et de régulation.....	11
5.7.1	Avertissement.....	11
5.7.2	Principe de base du système de régulation.....	12
5.7.3	Schéma hydraulique du circuit de régulation proportionnel.....	12
5.7.4	Régulation modulante (7 étages de débit).....	13
5.7.5	Coffret d'alimentation électrique.....	14
5.8	Installation.....	14
5.9	Mise en service.....	15



5.9.1	Asservissement.....	15
5.9.2	Sens de rotation.....	15
5.9.3	Contrôle du débit d'eau.....	15
5.10	Maintenance des atomiseurs <i>microniser</i>.	16
5.11	Sécurité.	16
5.12	Vue éclatée de l'atomiseur.	17
5.13	Comparaison des performances et des coûts de gestion.	18
5.13.1	Comparaison générale.....	18
5.13.2	Par rapport à la vapeur : économies !.....	18
6	L'HUMIDIFICATION DIRECTE ET LE REFROIDISSEMENT ADIABATIQUE.	20