



**BOLDROCCHI T.E.**  
**TECNOLOGIE EVAPORATIVE**

## **Contrôle de la fumée blanche /Hybride**

### **LA FUMEE BLANCHE INVERNALE DANS LES TOURS DE REFROIDISSEMENT**

Le principe de fonctionnement des équipements pour le refroidissement évaporatif de l'eau est connu; le fluide qui doit être refroidi (eau) est mis en contact étroit avec un important flux d'air. Une partie de l'eau évapore et est absorbée par l'air. A la sortie de la tour l'air est bien plus chaud, plus humide et a un point de rosée plus élevé. Surtout pendant la période hivernale quand la température à l'extérieur s'abaisse, dès que le flux d'air chaud et saturé d'humidité entre en contact avec l'atmosphère externe il se refroidit brusquement; quand la température du flux descend au dessous du point de rosée une partie de l'air contenu dans la condensation donne lieu à ce phénomène visuel caractéristique qui est le panache de vapeur; les gouttes les plus lourdes précipitent au sol et provoquent une fine pluie.

### **COMMENT ON PEUT LE CONTROLER**

L'explication succincte sur la formation du phénomène (bien que modeste et incomplète) a été nécessaire pour pouvoir mieux illustrer les principes guide du système de contrôle que nous proposons .

En première instance nous avons pris en considération un système de post-réchauffement de la fumée blanche , obtenu en installant un échangeur eau/air monté sur la cheminée de sortie de la fumée blanche; le fluide réchauffant aurait été l'eau à refroidir évidemment utilisée avant le refroidissement.

L'échangeur placé sur la cheminée de sortie cause une perte de charge côté air constante et contraint les ventilateurs à une consommation plus élevée en énergie même l'été quand théoriquement ce ne devrait pas être le cas. Il devrait donc nécessairement avoir une superficie totale contenue (2 au maximum 4 rangs).

Les problèmes sont de différente nature et nous essayerons de les expliquer de façon synthétique.

- a) Même en hiver avec l'air à 0° C, la température de la fumée blanche est comprise entre la température d'entrée de l'eau et celle de sortie (voir le tracé des courbes de saturation sur le diagramme). L'apport de chaleur qui est cédée à la fumée blanche est modeste et par conséquent l'augmentation de la température est elle aussi modeste et ne se s'écarter pas beaucoup de la courbe de saturation. Le seul effet réel est l'opposition physique à la sortie de la fumée blanche qui est moins dense et qui est dispersée plus facilement par l'atmosphère.
- b) Comment se comporter avec l'échangeur? Si on fait en sorte que l'eau reste à l'intérieur même si les pompes sont arrêtées, on s'expose aux risques de ruptures causées par le gel (le temps de congélation de l'eau dans les tuyaux de l'échangeur est très inférieur à celui de l'eau dans le reste de l'installation y compris dans les tuyauteries principales). Si l'on opte pour la vidange de l'échangeur à chaque arrêt, on favorise l'entrée d'oxygène et il faut considérer le risque de corrosion; un échangeur en acier inoxydable serait la solution parfaite mais bien trop onéreuse.

Nous avons donc opté pour une solution différente. Partant du principe que durant les saisons froides la quantité de chaleur nécessaire à la dissipation de la chaleur est inférieure, nous avons mis au point le système suivant:

- en pénalisant en hiver les ventilateurs qui de toute façon fonctionneraient toujours à 100% nous abaissons la température de rosée de la fumée blanche en convoyant une certaine quantité d'air de l'extérieur.
- en abaissant la température de rosée on réduit d'environ 50% la différence de température entre l'air externe et la fumée blanche et on augmente le temps de refroidissement de cette dernière.

Une bonne partie de la condensation due au brusque refroidissement de la fumée blanche est produite à l'intérieur de la chambre d'expansion qui est partie intégrante de la tour.

Le besoin d'air externe est d'autant plus élevé que la température externe est basse, c'est à dire dans les conditions où le besoin pour la tour est le moins élevé. L'entrée d'air externe est contrôlé par des vannes à servocommande.

En pratique le système peut être appliqué avantageusement sur les équipements de refroidissement évaporatif du type à tirage forcé, avec ventilateur en aspiration.

La chambre d'expansion est installée si possible entre le système de distribution de l'eau et les séparateurs de gouttes ou bien entre les séparateurs et les ventilateurs ; elle est dotée de vannes à servocommande.

Pendant les mois d'été les vannes restent fermées et exclues du système ; en hiver un thermostat proportionnel qui contrôle la température de l'eau commandera l'ouverture des vannes; si elles sont totalement ouvertes, il commandera si nécessaire l'arrêt des ventilateurs.

Certainement le système peut être complété par des échangeurs eau/air placés sur les vannes.

Dans ce cas la différence de température entre l'eau à refroidir et l'air extérieur est plus grande et par conséquent on aura les avantages suivants:

- a) augmentation de la température de la fumée blanche, pour un même point de rosée (éloignement de la courbe de saturation);
- b) évacuation à sec de chaleur qui donc ne devra pas être dissipée par évaporation.
- c) malheureusement les problèmes dus au gel et à la corrosion mentionnés ci-dessus restent sans solution.

## **LE PHENOMENE DE LA FUMEE BLANCHE HIVERNALE DANS LES TOURS DE REFROIDISSEMENT**

Comme tous les operateurs du secteur savent les équipements servant à la récupération thermique de l'eau' de refroidissement industriel, appelées aussi tours de refroidissement ou tours aéro-réfrigérantes permettent, à un cout raisonnable, de refroidir même des volumes d'eau considérables grâce à l'évaporation d'un faible pourcentage (en général 2-3 %) de cette même eau .

L'évaporation est favorisée par un considérable volume d'air, mû par des ventilateurs, en général montés au sommet des tours qui entre en contact étroit avec l'eau à refroidir. Le flux d'air à la sortie des ventilateurs est normalement plus chaud et beaucoup plus humide que l'atmosphère environnante . Certains paysages sont désormais caractérisés par le folklorique mais inoffensif panache d'air saturé qui sort des tours de refroidissement qui servent les installations industrielles. Le phénomène est, répétons-le absolument inoffensif, mais alors qu'en été il ne pose que des problèmes marginaux, pendant la saison froide il peut devenir cause de litige avec les habitants du voisinage qui voient leurs immeubles continuellement agressés par l'humidité ou bien leurs cours rendues glissantes et gelées et avec les autorités responsables de la circulation routière, dans les cas où le phénomène intéresse aussi les voies de communication et plus récemment les autorités responsables du respect de l'environnement qui toujours plus souvent ont tendance à considérer négativement l'impact du phénomène sur le territoire. La question que le Bureau Technique de Boldrocchi T.E. s'est posée est s'il est possible à des coûts acceptables, d'éliminer ou au moins de réduire le phénomène fastidieux de la fumée blanche hivernale sur les tours de refroidissement. La réponse est aujourd'hui, en substance positive. Réduire de manière drastique le phénomène est possible et il est relativement peu coûteux soit en termes d'investissement qu'en coût d'exercice.

Le dispositif original qui permet un contrôle partiel sur la fumée blanche hivernale est basé sur des principes connus, il ne prévoit aucun blocage à la sortie des ventilateurs (qui serait dommageable pour la tour pendant les mois d'été ) et il ne consomme pas plus d'énergie que celle normalement dépensée pour un fonctionnement normal Malheureusement il ne peut être appliqué que rarement sur les tours existantes, alors qu'il peut déjà être demandé sur toutes les tours que Boldrocchi T.E. construit.