

**Rapport de contrôle
sur la détermination de l'entraînement de gouttelettes
d'eau au refroidisseur hybride avec humidification à
eau**

(Compte rendu résumé)

N° GS 3 – 00 014 08

DMT GmbH & Co. KG

Gebäude Sicherheit

**Produktprüfung
Kälte/Luftqualität**

Am Technologiepark 1
D-45307 Essen

Téléphone 0201 172-1304
Téléfax 0201 172-1606

E-mail: sabrina.schroeder@dm.de
<http://www.dmt.de>

Directoire:
Heinz-Gerd Körner (Président)
Jörg Becks

Président du conseil de surveillance
Dr. Guido Rettig

Registre de commerce:
Amtsgericht Essen, HRA 9091 (KG)
Amtsgericht Essen, HRB 20420
(GmbH)

Essen, 29/08/2008

DMT GmbH



(Dr. Gringel)



(Dr. Renschen)

Objectif : Contrôle, respectivement détermination de l'entraînement de gouttelettes d'eau sur un refroidisseur hybride avec humidification d'eau.

Donneur d'ordre : Jäggi/Güntner (Schweiz) AG
Industriestraße 23
CH-4632 Trimbach/Schweiz

Interlocuteur : Monsieur Dierks

Interlocuteur chez DMT: Monsieur Dr. Renschen
Monsieur Lewandowski

Rapport N°: GS 3-N° 00 014 08

La publication du rapport d'essai et de ses extraits est interdite. Le rapport ne peut être utilisé que pour le dispositif contrôlé.

1. Données du problème

La société Jäggi/Güntner AG a chargé DMT GmbH & Co. KG de la réalisation d'un contrôle d'un refroidisseur hybride avec humidification d'eau. L'objectif du contrôle technique était la détermination d'un entraînement éventuel de gouttelettes d'eau aux conditions de fonctionnement nominal (vitesse d'air sur les échangeurs de 1,8 m/s).

2. Description de l'échantillon

Pour les mesures un canal de dimensions intérieur 60 cm x 60 cm x 60 cm (dimensions extérieures 68 cm x 68,5 cm x 68) était mis à disposition. Dans ce canal était incorporée une batterie (échangeur de chaleur) d'un refroidisseur sec hybride qui correspondait, tant du point de vue de la construction que du point de vue des conditions de ventilation et d'humidification, aux refroidisseurs hybrides standards. Pour le principe d'humidification de la batterie, un canal d'alimentation d'eau approprié, identique à ceux des refroidisseurs hybrides, avec une tôle collecteur, était mis à disposition.

3. Banc d'essai

Pour la détermination univoque d'un entraînement éventuel de gouttelette d'eau d'un refroidisseur hybride fonctionnant avec humidification à eau, l'échantillon est intégré adéquatement dans le banc d'essai de DMT pour le contrôle des filtres HEPA conformément à la norme DIN EN 1822. Le banc d'essai conformément à la norme DIN EN 1822-5 est équipé d'un pré filtre F8 et d'un filtre terminal H14. Le canal entièrement en acier inoxydable est fabriqué étanche à l'air. L'échantillon à tester est donc traversé par une très faible concentration de particules. Ceci est une condition préalable pour pouvoir différencier exactement les aérosols de l'air (poussière de fond) d'un entraînement éventuel très insignifiant de gouttelettes d'eau de l'humidification du refroidisseur. L'échantillon était irrigué, par le biais d'une pompe de circulation, d'une quantité d'eau tempérée (155 l/min). A cette fin, l'eau était chauffée à une température d'entrée appropriée au moyen d'une résistance électrique plongé dans une bache tampon d'un volume d'environ 2 m³. Les températures d'entrée et de sortie de l'eau de refroidissement étaient enregistrées à l'aide de sondes de température.

Pour l'humidification, le refroidisseur est alimenté avec de l'eau par un bac collecteur, au moyen d'une pompe à immersion, conformément à la méthode d'humidification spécifiée de l'usine. La quantité appropriée d'eau d'humidification était déterminée par un compteur d'eau.

4. Réalisation du contrôle

Pour la détermination d'un entrainement éventuel de gouttelettes d'eau, le refroidisseur était contrôlé à plusieurs reprises. La mesure des aérosols était réalisée au moyen d'un spectromètre de particules (Fa. PALAS, Welas série 2000, type de capteur 2300) mesurant les nombres de particules ainsi que les tailles de particules. Pour le contrôle, les variables d'essai sont:

Variables	Valeur
Vitesse d'approche [m/s]	1,8 Fonctionnement standard
Débit volume [m ³ /h]	2333 Fonctionnement standard
Refroidisseur hybride	32°C
Quantité d'eau d'humidification	12 l/min

Pendant les essais, les paramètres suivants étaient mesurés sur le banc d'essai:

- Perte de charge hydraulique de l'échangeur (Manomètre Betz)
- Nombres de particules avant et après le refroidisseur (sur une plage de 0,3 à 17 µm; tailles de particules distinguées en 8 classes). Les mesures ont été effectuées du côté du refoulement, sur la section libre de l'échangeur (9 points de mesure, voir schéma 1).
- Humidités atmosphériques et températures avant et après le refroidisseur (Testo)
- les températures d'entrée et de sortie de l'eau de refroidissement (Enregistreur KWT)

Schéma 1 Trame d'échantillonnage sur la section libre du registre

H1R3	H1R2	H1R1
H2R3	H2R2	H2R1
H3R3	H3R2	H3R1

Légende: H=Hauteur et R=Rang

5. Résultats de contrôle

Toutes les valeurs mesurées ont été enregistré au procès-verbal (consignées) et les données analysées ont été résumé. Les conditions ambiantes du local (« Fonctionnement ») enregistrées sur tous les séries de mesures ont eu un minimum de température de 19,0 °C et un maximum de 23,5 °C et une humidité relative minimale de 23,4 % et maximale de 43,3 %.

Pour le contrôle de l'efficacité du pré-filtre pour la mesure du registre, la charge de l'air intérieur du laboratoire de contrôle du centre technique était évaluée à plusieurs reprises. Les valeurs indiquent de fortes fluctuations à cause de la forte variation journalière (variation relative de 75% pour la concentration totale des particules). La majorité des particules se trouve dans la plage inférieure à 1 µm. En raison de la performance de filtration du filtre HEPA, le nombre de particules mesuré après l'échangeur de chaleur est très fortement diminué. Afin de tenir compte des fortes fluctuations des particules de fond, les mesures sont réalisées sur plusieurs jours en alternant sur une même journée le mode de fonctionnement sec et humide.

Le nombre de particules de 5 séries de mesure aux 9 points de mesure après le refroidisseur hybride ont été mesurés et cumulés avec le spectromètre de particules sur une période de 5 minutes. Pour une analyse statistique exacte, s'il y a une différence entre le nombre de particules d'une plage des tailles de particules durant le fonctionnement du refroidisseur avec ou sans humidification, le Student t-test est appliqué.

La distribution t est utilisée pour le contrôle des hypothèses pour un petit nombre d'échantillonnages, comme c'est le cas ici où il y a des valeurs mesurées insignifiantes pour chaque plage de tailles de particules. Une condition préalable pour ce contrôle est que les données ont la même distribution statistique. Cela est effectivement le cas ici. Avec l'outil d'analyse statistique pour le « t-test à deux contrôles sélectifs », le contrôle est exécuté avec l'égalité des valeurs attendue des variables aléatoires de chaque contrôle sélectif. Le calcul est basé sur la supposition que les variances des populations fondamentaux soient égaux ce qui est le cas.

Les résultats sont résumés sur la table suivante. Les valeurs du T-Test en dessous de 0,05 montre une grande différence de deux paires de valeurs, à une probabilité de 95% respectivement un niveau de signification de 95%.

A l'exception des mesure pour la taille $\leq 0,277 \mu\text{m}$, aucune différence notable n'est décelable pour tous les tailles de mesure de particules avec ou sans humidification. C'est-à-dire que pour ce contrôle aucun entraînement de gouttelettes d'eau n'était décelable durant le fonctionnement régulier du refroidisseur (v : 1,8 m/s respectivement 2334 m³/h).

**Valeurs caractéristiques et résultats du T-Test du contrôle du refroidisseur hybride
sous les conditions de fonctionnement avec ou sans humidification (v : 1,8 m/s
respectivement 2334 m³/h)**

Plage de tailles de particules [μm]	0,369	0,492	0,656	0,875	1,167
Total sans humidification	1602	1715	767	440	249
Moyenne sans humidification	35,6	38,1	17,0	9,8	5,5
Déviati on standard s. H.	12,2	17,5	11,1	10,1	6,6
Total avec humidification	1682	1612	838	543	306
Moyenne avec humidification	37,4	35,8	18,6	12,1	6,8
Déviati on standard a. H.	13,1	18,7	15,4	16,5	13,4
T-test	0,54	0,51	0,35	0,27	0,45
Plage de tailles de particules [μm]	1,556	2,075	2,767	3,69	Somme
Total sans humidification	232	209	144	102	6216
Moyenne sans humidification	5,2	4,6	3,2	2,3	138,1
Déviati on standard s. H.	9,7	8,4	5,9	5,0	74,4
Total avec humidification	304	287	248	198	7006
Moyenne avec humidification	6,8	6,4	5,5	4,4	155,7
Déviati on standard a. H.	13,2	14,8	15,0	11,9	132,3
T-test	0,54	0,51	0,35	0,27	0,45

En résumé il peut être fixé que, dans le cadre de ces contrôles optimisés sur la détermination d'aérosol, aucun entraînement de gouttelettes d'eau n'a été mis en évidence sous les conditions de fonctionnement.



(Dr. Renschen)