

La Rpf

N° 1046
JUN 2016
www.larpf.fr

LA REVUE PRATIQUE DU FROID ET DU CONDITIONNEMENT D'AIR



Dossier

ÉCHANGEURS : DES SOLUTIONS POUR RÉDUIRE LA CHARGE EN FLUIDE

P.27

TECHNIQUE F-Gas oblige, condenseurs et évaporateurs deviennent moins gourmands en fluides frigorigènes grâce à différentes technologies qui tendent à devenir des standards.

POINT DE VUE

« Il faut proposer des solutions globales »

P.20

CHRISTOPHE HURDEBOURCO
DIRIGEANT DE CHRIS MULTI SERVICES



8%

Progression des ventes de matériels de grandes cuisines au premier trimestre

P.08

ACTUALITÉS

ICS Cool Energy s'implante en France

P.13

FOCUS

Lennox clarifie sa politique des marques en Europe

P.22

LE POINT SUR

Le séparateur d'huile

P.46

RÉALISATION

Un fluide « vert » pour les petits pots Blédina

P.41

AGROALIMENTAIRE Implantée par MCI, la nouvelle installation de l'usine de Brive-la-Gaillarde met en œuvre le frigoporteur Greenway de Climalife.



ISSN N° 1959-4747

Dossier

28 MICROCANNAUX VERSUS MINICANNAUX

30 LE MINICHANNEL, OBJET DE CONSTANTES AMÉLIORATIONS

33 LA TECHNOLOGIE MICROOX SE PERFECTIONNE

34 « LES MICROCANNAUX SONT COMPATIBLES AVEC TOUT TYPE DE FLUIDE »

36 BTN SA FAIT DU SUR-MESURE UNE SPÉCIALITÉ

37 COMMENT UN FABRICANT S'ADAPTE AUX ÉVOLUTIONS DE FLUIDES ?

38 Fiche pratique DES FICHES POUR LA MAÎTRISE DE L'AFFINAGE DES FROMAGES

41 Réalisation UN FLUIDE «VERT» POUR LES PETITS POTS BLÉDINA

44 Matériels UNITÉ DE CONDENSATION POUR APPLICATION BASSE TEMPÉRATURE

46 Le point sur LE SÉPARATEUR D'HUILE

48 Panel VANNES DE RÉGULATION

ÉCHANGEURS Multiapplications, multifluides, compacts, légers... les échangeurs de chaleur s'adaptent tout en privilégiant la performance.

DES SOLUTIONS POUR RÉDUIRE LA CHARGE EN FLUIDE

Qu'ils soient à microcanaux ou à minicanaux, les échangeurs font toujours l'objet d'intenses recherches et n'ont de cesse d'être optimisés. D'ores et déjà compatibles avec les HFO comme le R 1234ze ou encore le propane pour les hydrocarbures, les échangeurs à microcanaux sont encore très étudiés dans les laboratoires de R & D. Leur architecture est notamment encore sur le point d'être améliorée pour des raisons de pressions trop élevées dans le cas d'applications transcritiques... Les minicanaux, de leur côté, ont également subi des tests qui ont donné lieu à une nouvelle géométrie de batterie, issue de la technologie cuivre/aluminium. Cette géométrie satisfait désormais la contrainte de l'échange thermique à haute efficacité et à faible charge... Quoi qu'il en soit, chacune des deux technologies présente des avantages certains méritant d'être étudiés... ●●●



Les laboratoires des constructeurs focalisent leurs recherches sur les performances des équipements.

LE MINICHANNEL, OBJET DE CONSTANTES AMÉLIORATIONS

LU-VE La famille de condenseurs Nanogiant est le fruit d'un développement virtuel validé par l'expérience. Le fabricant fait ici le point sur les recherches entreprises ces dernières années.

Les contraintes environnementales du domaine de la réfrigération et de la climatisation ont, dans un premier temps, porté sur les fluides, au regard de la couche d'ozone, et, dans un deuxième temps, sur la réduction de l'effet de serre, suivant l'approche du TEWI (combinaisons des émissions directes et indirectes). De plus, dans certains pays sont apparues des taxes et des limitations de charges en fluide. Il est donc devenu nécessaire de trouver une solution.

Afin d'apporter une réponse spécifique et adaptée au secteur d'activité de la réfrigération et de la climatisation, Lu-Ve a mené ces dernières années, des recherches dans différentes directions, dans le but d'analyser toutes les alternatives. Finalement, une nouvelle géométrie de batterie, issue de la technologie cuivre/aluminium a été développée.

Nouvelle géométrie

Pour satisfaire la contrainte de l'échange thermique à haute efficacité et à faible charge, Lu-Ve a développé la nouvelle géométrie Minichannel (voir figure 1). Elle est très compacte et atteint une haute densité de puissance sur surface ailetée. Les ailettes à effet de turbulences, combinées aux tubes à rainures internes induisant un rapport de surface interne supérieur à 1,8, répondent aux exigences d'efficacité puissance/volume.

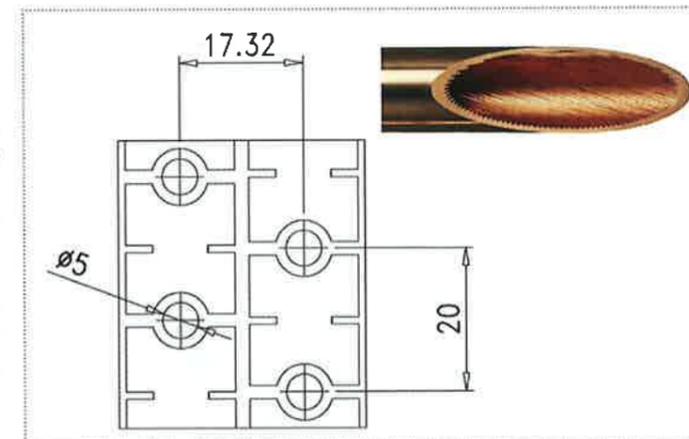


Figure 1 - géométrie échangeur MINICHANNEL

Utilisation du logiciel CFD

Un logiciel CFD est très utile en matière d'échange de chaleur. Désormais, les progrès de l'informatique et des modélisations numériques, toujours plus performants et flexibles, ainsi que de meilleures compétences des chercheurs et ingénieurs du secteur CFD, rendent possible et rentable l'activation de nouvelles stratégies

pour le développement d'échangeurs de chaleur (voir figure 2). L'approche suivie par Lu-Ve, décrite dans ce document se base sur une utilisation massive de simulations numériques. Le but étant de découvrir les détails du mouvement des fluides afin de mieux comprendre - en se basant sur les principes de dynamique des fluides -, leur performance calorifique et des pertes

de pression.

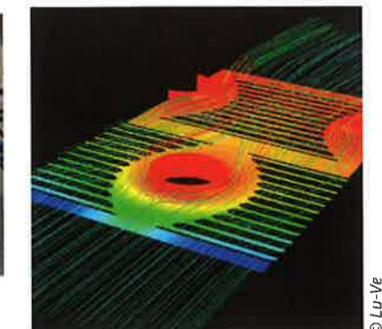
L'utilisation de la CFD est combinée à une approche expérimentale globale. Dans ce contexte, chacune des deux approches donne une contribution fondamentale :

- La première afin d'aider les ingénieurs en fournissant une analyse rapide et attentive du champ de flux pour choisir la meilleure forme d'ailette.

- La seconde pour mesurer les performances générales de la batterie et confirmer les calculs numériques. Plus de 30 configurations différentes d'ailettes ont été examinées. Une série de calculs en 2D, combinée aux expériences en tunnel d'essai, a été effectuée à plusieurs vitesses d'air et pas d'ailettes. Ceci afin de comparer, pour chaque configuration, les tendances numériques et expérimentales. Ces calculs ont ainsi fourni de précieuses informations pour calibrer les instruments de calculs, mais aussi sur l'influence de la forme de l'ailette et sur les performances de transfert de chaleur.



Figure 2 - simulation CFD de l'écoulement de l'air



Les résultats des recherches mettent en lumière de nouvelles possibilités offertes par le processus d'optimisation de la forme des ailettes et démontrent combien cette caractéristique est importante pour améliorer les performances globales de la batterie. Ce qui confirme que la CFD peut soutenir efficacement le projet innovant des échangeurs de chaleur.

Expérimentation et calibrage du logiciel

Les essais de puissance thermique ont nécessité une importante activité expérimentale. En effet, de nombreux tests ont été réalisés en chambre calorimétrique pour définir les performances dans les conditions de fonctionnement les plus variées possible (par exemple à différentes vitesses d'air frontales, vitesse de masse du fluide interne, température de condensation de l'air en entrée de batterie d'échange). Tous ces essais ont servi à calibrer le code de calcul pour pouvoir, à l'avenir, estimer avec aussi peu d'incertitude que possible les performances

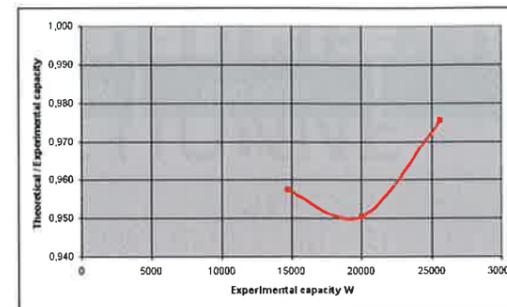


Figure 3 - écart entre puissance mesurée et calculée

de chaque modèle d'aérocondenseur de géométrie Minichannel, dans les conditions de fonctionnement les plus variées.

Échangeurs à tube optimisé

La collaboration toujours très étroite avec les fabricants de tubes micro-ailettes a amené Lu-Ve à définir une typologie de tubes très performants pour les condenseurs à air. Les essais de performance du tube seul ont été réalisés directement par le fournisseur qui a produit toutes les informations d'échange thermique et de pertes de charges

à différentes valeurs du nombre de Reynolds et Prandtl. Ces caractéristiques nous ont permis de définir la puissance thermique échangée dans les conditions du test. Les erreurs entre donnée expérimentale et donnée de calcul sont indiquées dans le graphique ci-dessus. Comme l'on s'en doute, les écarts sont vraiment très faibles.

La même comparaison a été faite sur les pertes de charge interne (fluide de test R 407A) : la figure montre les erreurs entre donnée expérimentale et donnée de calcul.

La valeur des pertes de charge tient

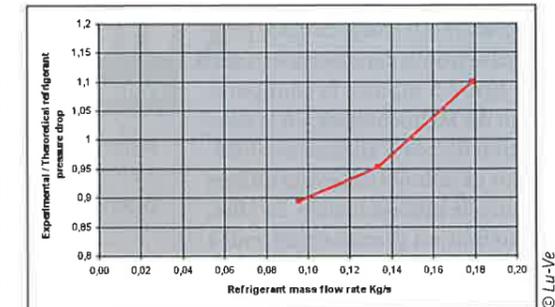


Figure 4 - écart des pertes de charges internes entre mesure et calcul

compte des collecteurs d'entrée et de sortie, afin de calibrer aussi ces composants, essentiels pour la définition de l'appareil lui-même. La masse de données expérimentales a permis de calibrer au mieux le programme de calcul ; cet instrument précieux, utilisé en bureau d'études et au service commercial, est le cœur stratégique de l'entreprise, car il recueille toute l'expérience thermodynamique du groupe Lu-Ve. Évaluer les performances de nos appareils dans des valeurs de 3 % (puissance thermique) nous permet d'offrir à nos clients des performances précises et adaptées à leur besoin. C'est aussi un outil pertinent pour le développement de nouveaux produits par le bureau d'études Lu-Ve.

Encrassement des ailettes à profil spécialisé

L'encrassement des condenseurs est un facteur important pour le rendement du cycle en réfrigération. De récentes études internationales montrent que le dépôt de « poussière (diamètre 0,01 à 100 μm) » est assez indépendant du pas d'ailettes. C'est le débit d'air et donc la vitesse qui sont prépondérants dans le poids des particules déposées. À la vitesse constante de 2 m/s, la variation de dépôts de poussière sur des échangeurs de pas de 1,6 mm, 2,1 mm et 3,2 mm est similaire à +/- 5 %.

À l'inverse, plus forte est la vitesse, plus important est le dépôt de particules (en particulier celle de tailles de 1 à 50 μm).

D'autres études réalisées suivant des méthodes expérimentales et analytiques sophistiquées utilisant des poudres standards Ashrae, démontrent que l'encrassement d'un échangeur à microcanal, avec un écartement de 1,3 mm et 135 g de poussière, présente

la même baisse de performances en termes de coefficient d'échange thermique et de pertes de charge, par rapport à un échangeur traditionnel, à pas 2,0 mm avec 400 g de poudre. Cette baisse de performance est essentiellement liée à la variation importante du débit d'air, dû aux pertes de charge, engendré par l'encrassement.

La solution à microcanaux entraîne donc une baisse des performances beaucoup plus forte, et par conséquent une augmentation (facteur 3) des interventions de maintenance (400/135).

L'utilisation de la variation de vitesse sur l'ensemble des ventilateurs, est un facteur primordial sur le rendement de l'échange, en effet la vitesse moyenne de l'air est très largement inférieure dans le temps, et génère moins d'encrassement comparé aux régulations étagées qui fonctionnent à vitesse maximale par étage de ventilateur.

Comparaison des échangeurs de chaleur

Du fait de sa construction mécanique, le Microchannel à configuration à flux parallèle doit avoir des collecteurs, de diamètre au moins suffisants pour permettre au profilé aluminium d'entrer dans le collecteur lui-même.

Selon nos recherches, le profilé aluminium de 30 mm de profondeur semblerait être un bon compromis pour obtenir du condenseur une performance correcte. Il est donc nécessaire d'avoir un collecteur avec un diamètre minimum de 38 mm. C'est l'une des raisons pour laquelle la technologie Microchannel à un

volume interne plus important que nécessaire et la charge de fluide principal se trouve dans les collecteurs. La figure 5 montre la configuration du Microchannel, où la définition du pas d'ailettes est différente de celle normalement utilisée pour une batterie ailetée. En effet, la définition géométrique tend à considérer le pas d'ailettes comme la distance entre deux éléments répétitifs, dans notre exemple les 2 «ondes» (ex. : pas d'ailettes = 2,6 mm). En réalité, la distance effective entre les deux ailettes est la moitié (1,3 mm sur la photo), une valeur beaucoup plus faible que celle utilisée actuellement par le marché pour un condenseur à air (c'est-à-dire entre 2 et 2,5 mm).

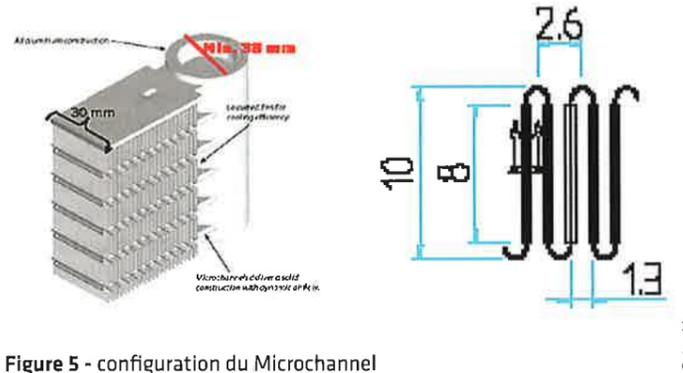


Figure 5 - configuration du Microchannel

Comparaison de trois possibilités de condenseurs à air

| Condenseurs | SHVN 19/0 | Minichannel 5 mm | Microchannel |
|--------------------------------|-----------|------------------|---------------------|
| Puissance kW | 19,6 | 20,2 | 19,5 |
| Diamètre tube mm | 9,52 | 5 | microchannel 30 x 2 |
| Volume tubes dm ³ | 5,15 | 2,04 | 1,9 |
| Volume collecteurs mm | 0,36 | 0,36 | 0,91 |
| Volume interne total échangeur | 5,51 | 2,41 | 2,81 |
| Diamètre collecteur mm | 22 | 22 | 38 |
| Ecart % | 1 | 0,436 | 0,509 |
| Ecart % | | 1 | 1,167 |

Comparaison du volume interne

Le tableau ci-dessus compare trois possibilités de condenseurs à air, avec des puissances similaires, mêmes area frontale et même nombre de ventilateurs (2 x diamètre 350 mm 4 pôles). Pour mieux souligner «l'évolution» du volume interne dans les 3 configurations, on indique séparément le volume interne des tubes (ou profils extrudés pour le Microchannel) et des

collecteurs. Le résultat de cette comparaison montre clairement que, en utilisant la technologie la plus moderne, il est possible de réduire fortement la charge de fluide. En plus, grâce au plus petit diamètre des collecteurs, on a un avantage pour la nouvelle technologie Minichannel par rapport au Microchannel (16,7 % de réduction supplémentaire dans ce cas).

LA RÉDACTION AVEC LU-VE

Protection des échangeurs par Nanocoating

Lu-ve a développé avec certains constructeurs un nouveau revêtement des ailettes, issues des nanotechnologies. Cette protection consiste à rendre l'ailette antistatique afin de repousser les poussières. Ce Nanocoating évite les pertes de puissances liées à l'encrassement et constitue une bonne prévention à la corrosion. Ce traitement est particulièrement adapté aux surfaces sèches des condenseurs, et est une option de la nouvelle gamme de condenseurs LMC de la famille Nanogiant. Finalement, la technologie des Minichannel répond aux exigences de la diversité des installations en réfrigération. La technologie des tubes cuivre et aluminium est une solution éprouvée et fiable. Les réponses aux problèmes de corrosion sont connues. La multitude de possibilités de réponses aux puissances par la variation du nombre de rangs et des écartements d'ailettes offre une très vaste gamme de réponses aux besoins des installateurs. Le volume interne des condenseurs équipés de la technologie des Minichannel est très faible. Il s'agit de l'une des réponses économique aux futures contraintes des taxes sur les fluides.

