

## Echangeurs instantanés ECS en inox annelés. par Ramses

La réalisation d'un échangeur instantané pour ECS est une solution retenue par plusieurs fabricants ainsi que par des auto constructeurs, principalement pour les installations en drain-back sur cuve a eau morte.

Si d'entrée de jeu, le cuivre est moins onéreux que l'inox, la réalisation de serpentins de faible dimension en cuivre de section respectable devient vite un casse tête.

Et quand je parle de respectable, je veux simplement parler d'un diamètre suffisant pour limiter les pertes en charge. En effet, une perte en charge «hors norme» dans le circuit ECS amène vite des perturbations importantes au niveau des points de soutirage souvent composés de robinets mélangeurs ou de robinets thermostatiques comme ceux qui équipent nos douches, baignoires, éviers de cuisine, .... Une perte en charge sur l'ECS modifie l'équilibre des pressions EC-EF et donc du mélange EC-EF, phénomène d'autant plus important lorsqu'un second point de tirage d'ECS est ouvert.

De plus, j'ai opté pour un échangeur à plat. Je ne m'étendrai pas trop en longueur sur les raisons de ce choix, mais il semble que ce type d'échangeur, accouplé a un «entonnoir» de reprise des eaux mortes refroidies, permet d'améliorer grandement la stabilité de la stratification. Ce sujet a été discuté dans un post à l'adresse : <http://forum.apper-solaire.org/viewtopic.php?p=40336#40336>

Suite à une annonce sur le forum APPER (merci Superplombier !), je suis maintenant «équipé» en inox annelé, C'est donc avec ces annelés que je vais réaliser mes échangeurs puisque les soucis de réalisation des courbures de petits diamètres «disparaissent».

Voici une doc «type» pour du tuyau annelé inox. J'ai «adapté» le tableau en y ajoutant, après quelques calculs, le volume d'eau et la surface d'échange par mètre de tuyau. Mes calculs valent ce qu'ils valent, mais semblent correctes à quelques % d'erreur près. Ne possédant que du DN12 et du DN25, je n'ai donc pas complété la surface d'échange pour le DN10, DN16 et DN20. Si d'aventure l'un de vous en possède, qu'il me contacte pour me communiquer le pas des ondulations, ça me permettra de compléter le tableau.

### **Tube flexible annelé pour fluides chauffage et solaire WATERWAY®**

<http://www.waterwaygmbh.de/fr/tube-annele-.html>

Ondulation parallèle

Inox 316L

Soudure en continu

Acier Inoxydable Nuance d'inox, Qualité V4A (1.4404) 316 L

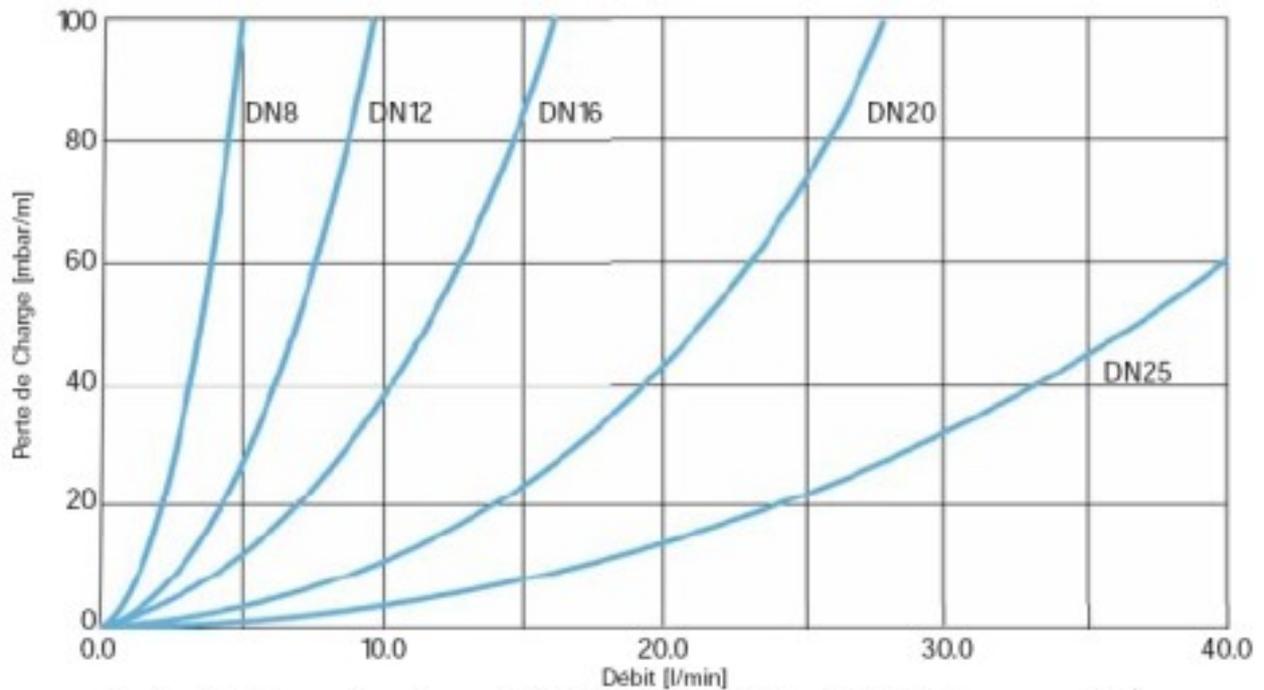
Plage de t° -100°C à 350°C

Conductibilité de chaleur à 20°C : 15 W/mK

Température moyenne : 20°C 500J/KgK

N - R(")	Diam int	Diam ext	Rayon de Courbure Statique	Pression Maxi Service	Pression Max Epreuve	Poids au mètre	Ep Parois	Volume au mètre	Surface d'échange
	(mm)	(mm)	(mm)	(bar)	(bar)	(g)	(mm)	(l)	(dm <sup>2</sup> )
10-R3/8"	10,4	13,5	18	10	100	110	0,3	0,101	
12-R1/2"	12,6	16	20	10	90	160	0,3	0,145	6,5
16-R3/4"	15,6	20,2	25	10	70	190	0,3	0,240	
20-R1"	20,1	25,5	30	10	60	290	0,3	0,397	
25-R1 1/4"	27	31,7	35	10	50	330	0,3	0,644	14,6

L'abaque des pertes en charge donné par le fabricant ne spécifie malheureusement pas pour quel type de liquide et à quelle température ces courbes sont données. Après recoupement, il semblerait que ça corresponde à de l'eau à 80°C, mais sans plus de certitude !



La théorie c'est beau, mais comme me le faisait remarquer Pierre AMET dans le post dont les références sont reprises ci-dessus, il serait bon de comparer un peu la théorie avec ce que font les professionnels.

Je me suis donc intéressé aux ballons professionnels et particulièrement au «Sanicube» de Rotex. Ce choix ne se veut pas «promotionnel», mais ce ballon répond aux attentes de ses utilisateurs, c'est en tout cas ce qu'on peut en retenir à la lecture de ce forum.

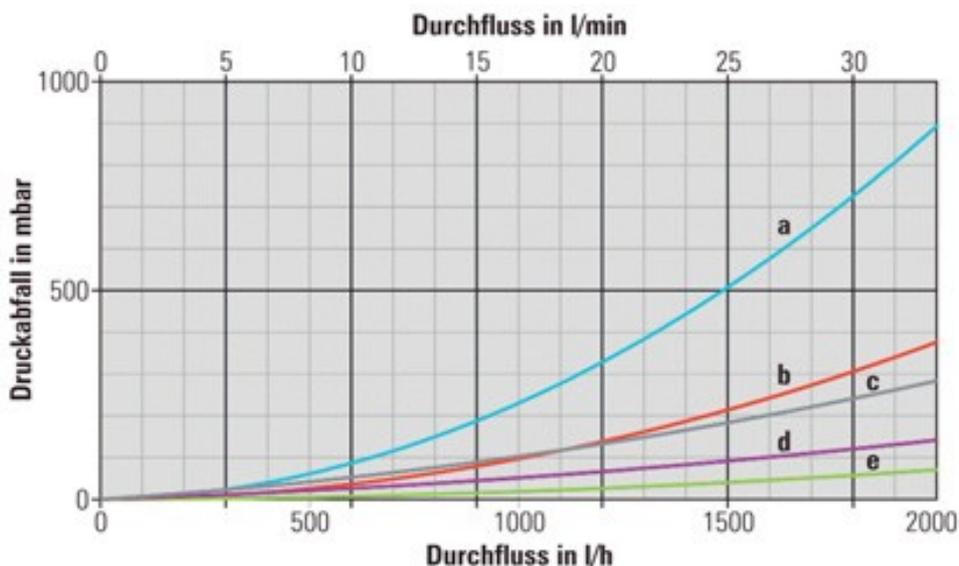
Dans la gamme proposée, certains ballons sont équipés d'un échangeur inox pour l'ECS. On retrouve pas mal de renseignements dans la doc fournie par le fabricant que vous pouvez retrouver à l'adresse :

[http://fr.rotex.de/fileadmin/prospekte/fr/Prospekte-Produkte/Sanicube\\_doc\\_com\\_franz\\_web.pdf](http://fr.rotex.de/fileadmin/prospekte/fr/Prospekte-Produkte/Sanicube_doc_com_franz_web.pdf)

Cette documentation donne quelques informations concernant l'échangeur ECS :

Réchauffage de l'eau sanitaire			
Contenance en eau	litres	19	24,5
Surface de l'échangeur ECS	m <sup>2</sup>	4,1	5,5
Puissance calorifique spécifique moyenne	W/K	1820	2470

Malheureusement, nous n'avons aucune info concernant la section de l'échangeur et sa longueur. Mais en «grattant» un peu on peut lire sur l'un des abaques fournis que 2 courbes représentent les pertes en charge d'un échangeur ECS de 28 et 38mètres.



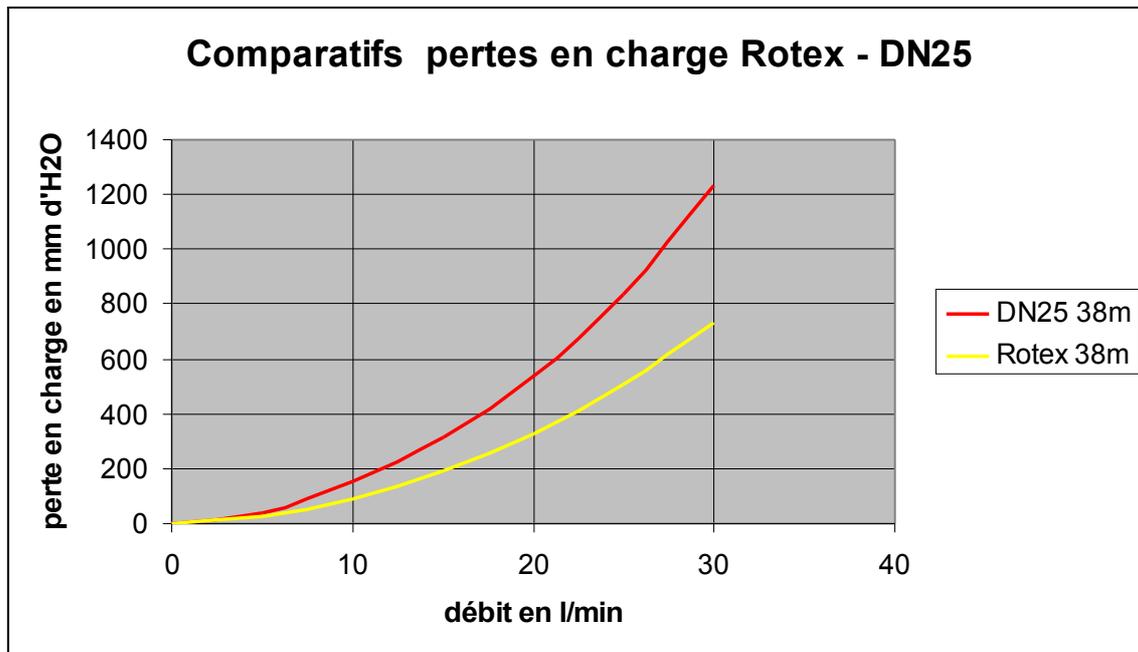
a) Echangeur eau potable (38 m)

c) Echangeur eau potable (28 m)

Après un petit calcul de volume sur base des mesures prises sur les DN12 et DN25 en ma possession, le DN25 a un volume de +/- 0,644litre par mètre, soit 18litres pour le serpentín de 28mètres et 24,5litres pour celui de 38mètres.  $18 \leftrightarrow 19$  et  $24,5 \leftrightarrow 24,5$ , ça tient donc la route pour penser que l'échangeur du Rotex est réalisé en DN25. Un second petit calcul au niveau de la surface du DN25 me donne 14,6dm<sup>2</sup> par mètre, soit 409dm<sup>2</sup> ou 4,09 m<sup>2</sup> pour le serpentín de 28mètres et 555dm<sup>2</sup> ou 5,55m<sup>2</sup> pour celui de 38mètres. Voilà donc un second calcul qui confirme bien que l'échangeur dans le Sanicube Rotex est en inox annelé DN25.

Sur base de cette info, on peut donc avoir une idée plus précise de la surface nécessaire pour réaliser un échangeur en inox annelé. Pour faire le comparatif avec un échangeur cuivre, on remarque qu'au niveau surface d'échange nécessaire, il y a un peu de différence entre le cuivre et l'inox. En fait, le tuyau annelé inox modifie assez bien le régime d'écoulement au point de le faire passer du régime laminaire au régime turbulent, augmentant l'échange et compensant ainsi quelque peu la plus faible conductivité de l'inox par rapport au cuivre.

Par contre, si on analyse avec attention l'abaque fournit par Rotex, on peut constater que les pertes en charge de leurs échangeurs semblent faibles, voir très faibles et donc assez optimistes ... ! Argument de vente ... ? J'ai repris l'abaque Rotex et fait une simulation sur base de l'abaque en DN25 pour comparer visuellement la chose !



On a clairement la confirmation de «l'optimisme» de Rotex en ce qui concerne les pertes en charge de leurs échangeurs.

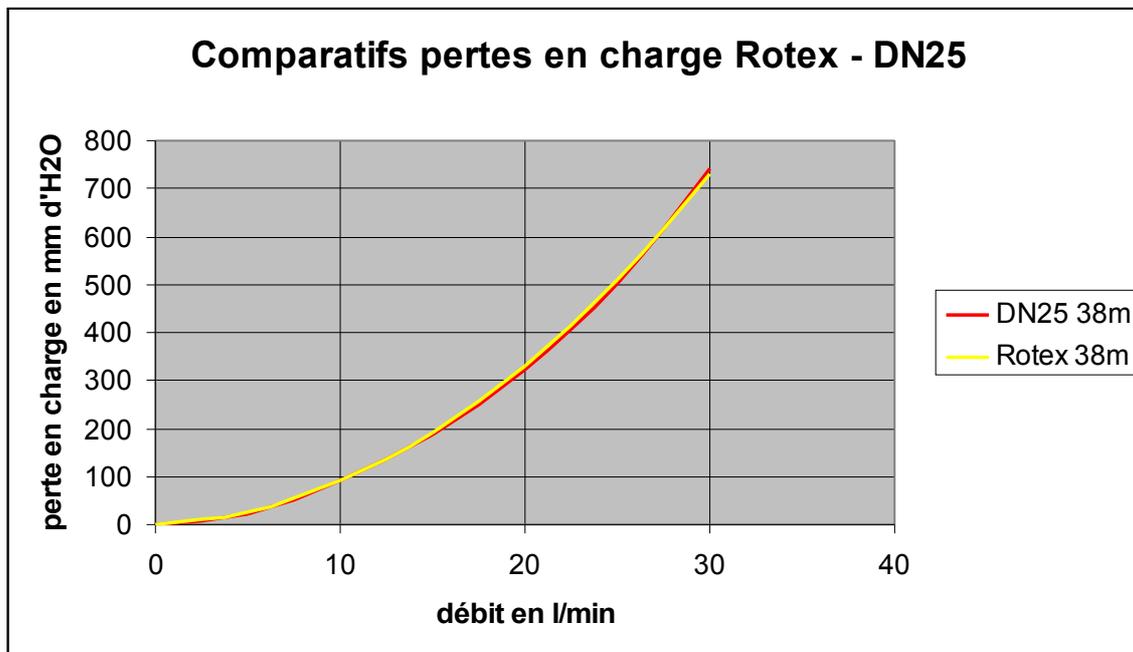
Mais, ... est-ce vraiment de l'optimisme ?

#### Débit d'eau chaude en fonction du soutirage

- Température ballon 60 °C
- Température de soutirage 40 °C
- Puissance chaudière 20 kW
- Température eau froide 10 °C

A la lecture de cette précision accompagnant l'abaque, on peut penser que Rotex a «intégré» le fait que pour sortir de l'ECS à 40°C, on mélangeait l'ECS issue de l'échangeur avec de l'EFS !

Faisons une petite simulation : au départ d'un ballon à 60°C avec de l'EFS à 10°C, pour obtenir un débit de 20l/min d'ECS à 40°C il faut 12l d'EC à 60°C et 8l d'EF à 10°C. Ceci nous donne un débit «réel» dans l'échangeur de 12l/min, soit 60% des 20l/min ! Redessinons donc les courbes en ramenant à 60% les valeurs du DN25 et comparons !



Tiens, tiens, tiens ... voila que les courbes des pertes en charge de l'échangeur DN25 et de l'échangeur Rotex se superposent « pil-poil » ! L'hypothèse posée semble donc tenir la route.

### **Conclusions**

Les bases de dimensionnement d'un échangeur ECS en inox annelé de DN25 dans des cuves auto construites et pour une utilisation « normale » en maison uni familiale peuvent sans problème être « calquées » sur le Rotex maintenant que nous avons le « complément » d'information sur la section : diamètre DN25 soit 5,5m<sup>2</sup> de surface pour garder une perte en charge raisonnable de l'échangeur soit 38m de DN25.

### **Oui mais j'ai pas de DN25 !!!**

Ben oui, je n'ai que peu de DN25 et je le réserve à la réalisation de l'échangeur chauffage. Par contre, j'ai du DN12 en suffisance en rouleaux de 50 mètres.

Un débit maximum de 20L/min donne pour 38m de DN25 une perte en charge de 540mm d'H<sub>2</sub>O pour une surface d'échange de 5,55m<sup>2</sup>. Pour obtenir la même surface d'échange en DN12, il faut une longueur de 85m. Sachant que plus la section sera faible et plus l'échange sera bon on peut franchement diminuer cette longueur de 10% soit un échangeur de +/- 75m en DN12.

Mais la perte en charge de 75m de DN12 à 20L/min est ... hors abaque ! Pour garder la surface d'échange et obtenir une perte en charge « raisonnable », réalisons une mise en parallèle !

- 2 x 37m en parallèle donne un débit de moitié soit 10l/min par tuyau => 4070mm d'H<sub>2</sub>O en parallèle soit 4070/2=2035 mm d'H<sub>2</sub>O. Comparé au 540mm d'H<sub>2</sub>O du DN25, on est loin du compte !
- 3 x 25m en parallèle donne un débit du tiers soit 6,6l/min par tuyau => 1050mm d'H<sub>2</sub>O en parallèle soit 1050/3=350 mm d'H<sub>2</sub>O. Comparé au 540mm d'H<sub>2</sub>O du DN25, y a pas photo c'est tout bon ! En plus, ça tombe bien, les rouleaux font 50m ! reste la vitesse de l'eau dans le DN12 pour confirmer.

Pour un débit de 20l/min dans un DN25 on a une vitesse de 0,58m/s et dans un DN12 au tiers de 20l/min, 6.6l/min, on a une vitesse de 0.88m/s ! On reste sous le m/s, c'est tout bon.