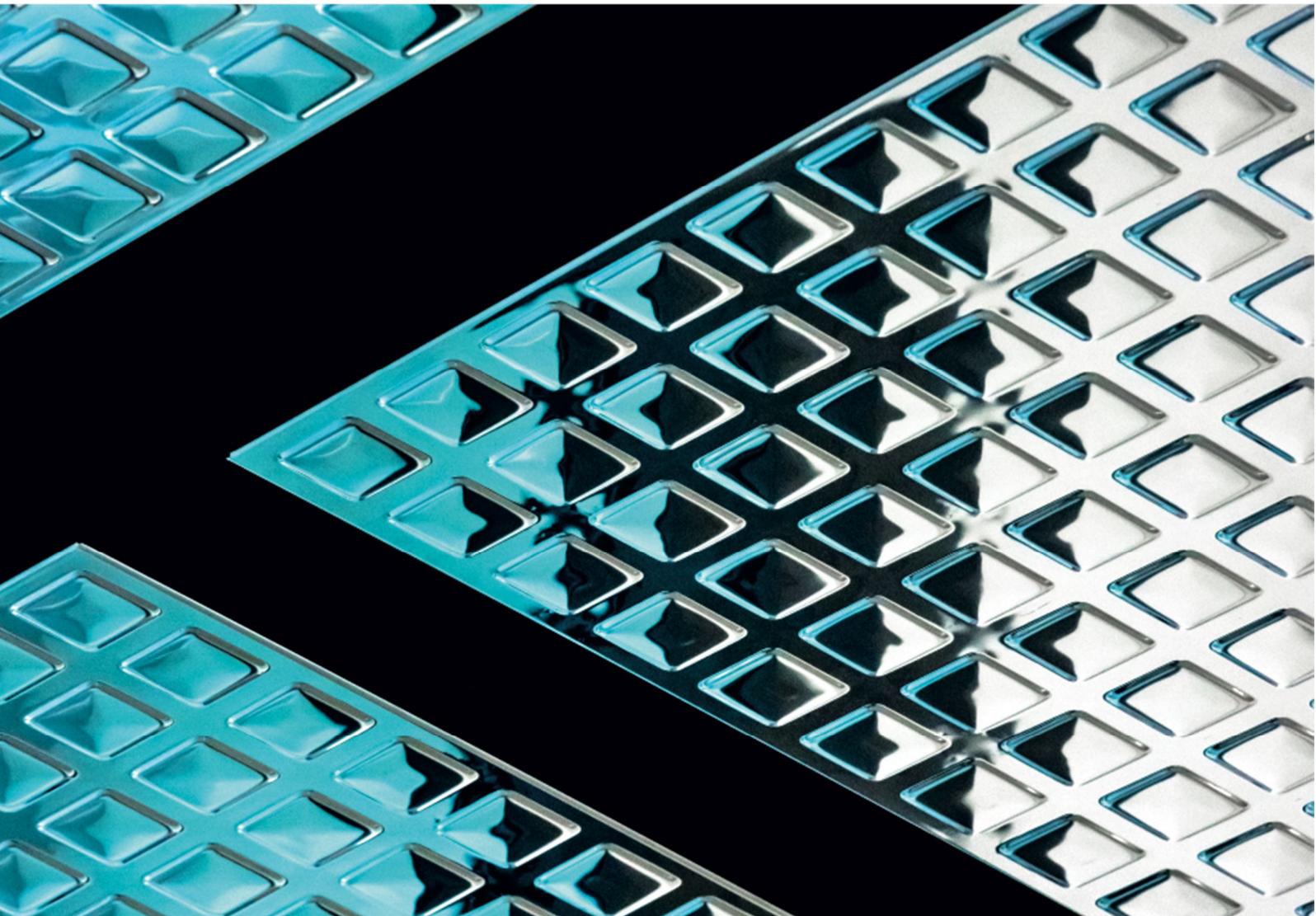




L'ÉCHANGEUR PLAN KIGO

DOCUMENTATION TECHNIQUE



1	Design	4
2	Solutions Kigo	4
3	Matières	4
3.1	Matières pour applications standards	4
3.2	Matières pour applications spécifiques	4
4	Formats et dimensions	5
4.1	Formats standards	5
4.2	Formats sur mesure	5
4.3	Poids et contenance	5
5	Caractéristiques hydrauliques de l'échangeur	6
6	Pertes de charge des groupes d'échangeurs Kigo	7
7	Raccordement hydraulique	8
7.1	Raccords rapides et flexibles métalliques	8
7.2	Le dernier « mètre » est important	10
8	Raccordement des groupes à la distribution	10
8.1	Hauteur statique importante	10
8.2	Distribution à deux tubes	10
8.3	Distribution à quatre tubes	10
9	Régulation de la puissance	12
9.1	Mode chauffage	12
9.2	Mode rafraîchissement	12
9.3	Equilibrage	12
9.4	Réglage par zones	14
10	Précautions de mise en œuvre	15
10.1	Rinçage des conduites	15
10.2	Remplissage selon les directives SICC BT102-01	15
10.3	Purge des échangeurs	15
10.4	Qualité de l'eau du circuit	15



1 Design

Le cœur des solutions KIGO est constitué par un échangeur plan au design original et aux performances inégalées. Cet échangeur se compose de deux tôles minces en acier inoxydable embouties suivant des motifs carrés répétitifs. Les emboutis des deux faces sont décalés obliquement d'un demi pas, une

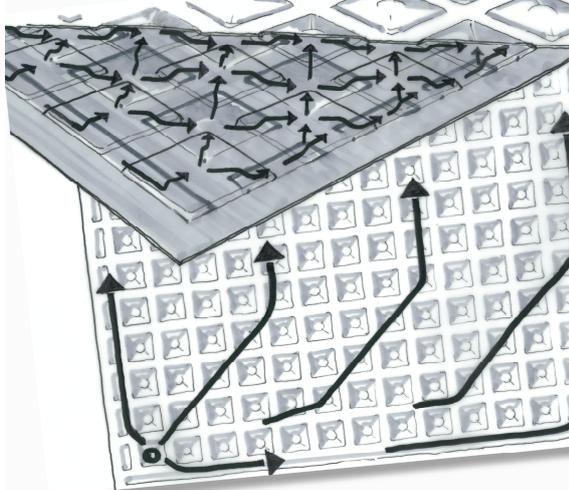


Fig. 1 - Concept de l'échangeur

disposition qui permet le passage du liquide caloporteur et assure un flux uniformément réparti dans l'échangeur. Les deux tôles sont soudées de façon régulière entre les motifs (soudage par points) et à leur périphérie (moletage). Chaque échangeur est testé après fabrication en usine une fois à une pression de 6.0 bar d'air comprimé, pour **une pression maximale garantie de service de 3 bar.**

Grâce à sa géométrie spécifique, 95% du fluide est en contact avec la surface d'échange, ce qui assure un coefficient de transfert thermique très élevé et des pertes de charge hydrauliques faibles. En conséquence la distribution de température est homogène sur toute la surface.

2 Solutions Kigo

L'échangeur plan est notamment utilisé dans les différentes solutions Kigo :

Kigo Standard : l'échangeur est intégré dans un cadre en acier zingué ou en acier inoxydable. Ce cadre assure à la fois une finition soignée, apporte la rigidité nécessaire et permet la suspension du panneau sous forme d'îlot. Un thermolaquage de couleur RAL ou NCS est appliqué.

Kigo Flex : l'échangeur est simplement peint sur les deux faces et garde ainsi sa souplesse exceptionnelle. Il est ensuite glissé dans le plénum, sur la sous-construction, d'un faux-plafond métallique. L'échangeur est invisible et active les bacs métalliques et dans une moindre mesure la dalle de plafond.

Kigo Zen : le traitement de l'échangeur est le même que la solution Flex. La seule différence est qu'il est ensuite intégré dans le vide d'un faux-plafond minéral en plaques de plâtre ou de ciment.

Pour les données de puissance ou le montage, se reporter aux différentes documentations techniques spécifiques à chaque solution Kigo.

3 Matières

3.1 Matières pour applications standards

L'échangeur Kigo standard est fabriqué en acier inoxydable ferritique 1.4509, les embouchures de raccordement en acier inoxydable austénitique 1.4301.

3.2 Matières pour applications spécifiques

Pour des applications particulières, l'échangeur peut être réalisé en acier inoxydable austénitique 1.4301 (V2A) ceci pour des raisons d'hygiène (applications alimentaires) ou techniques (amagnétique).

4 Formats et dimensions

4.1 Formats standards

La largeur **B** standard des échangeurs Kigo est de 860mm, imposée par la dimension des bobines de tôle d'acier inoxydable utilisée à la production.

La longueur **L** est en revanche adaptable aux besoins. La longueur maximale est de 2960 mm et la longueur standard est de 2360 mm. Des longueurs inférieures sont possibles par pas de 60 mm. (par exemple 2300, 2240,...).

L'épaisseur de l'échangeur n'est que de 5 mm ce qui lui donne une grande souplesse. L'épaisseur maximale **H**, au droit des embouchures de raccordement de l'échangeur KIGO, est de 37 mm.

4.2 Formats sur mesure

Sur demande et pour des commandes importantes (supérieures à 500 m²) il est possible de fabriquer des échangeurs d'une largeur **B** inférieure à 860mm (800, 740, 680 ou 620 mm). Attention cependant au délai d livraison qui peut être sensiblement plus long !

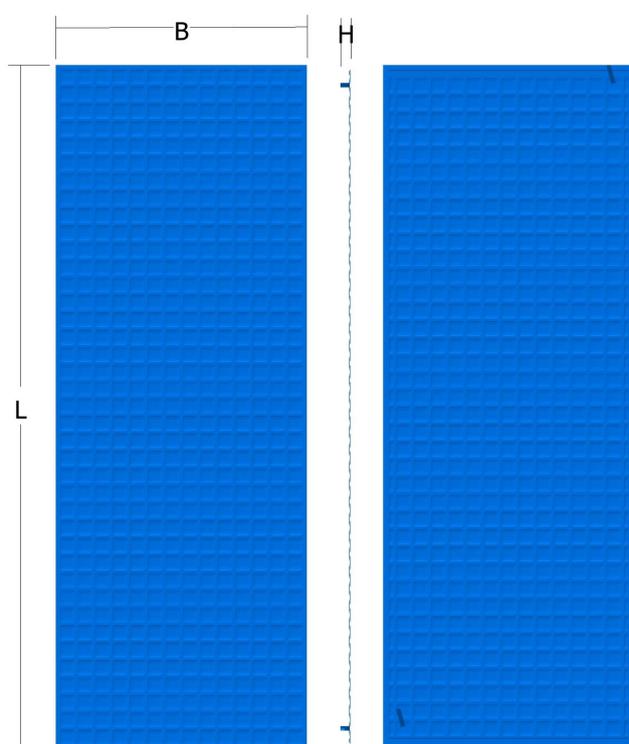


Fig. 2 – L'échangeur Kigo et ses dimensions principales

		SURFACE DES ECHANGEURS KIGO [m ²]				
		LARGEUR B [mm]				
		860 ^{1/}	800 ^{2/}	740 ^{2/}	680 ^{2/}	620 ^{2/}
LONGUEUR L [mm]	2960	2.55	2.37	2.19	2.01	1.84
	2360^{1/}	2.03	1.89	1.75	1.60	1.46
	2300	1.98	1.84	1.70	1.56	1.43
	2240	1.93	1.79	1.66	1.52	1.39
	2180	1.87	1.74	1.61	1.48	1.35
	2120	1.82	1.70	1.57	1.44	1.31
	2060	1.77	1.65	1.52	1.40	1.28
	2000	1.72	1.60	1.48	1.36	1.24
	1940	1.67	1.55	1.44	1.32	1.20
	1880	1.62	1.50	1.39	1.28	1.17
	1820	1.57	1.46	1.35	1.24	1.13
1760	1.51	1.41	1.30	1.20	1.09	

^{1/} Format standard
^{2/} Largeur uniquement sur demande !

4.3 Poids et contenance

Le poids à vide de l'échangeur est de 10 kg/m² et sa contenance est de 2.6 l/m².

L'échangeur standard de 2.03 m² (L 2360 x B 860 mm) pèse ainsi 20 kg à vide et 25.2 kg en service.

5 Caractéristiques hydrauliques de l'échangeur

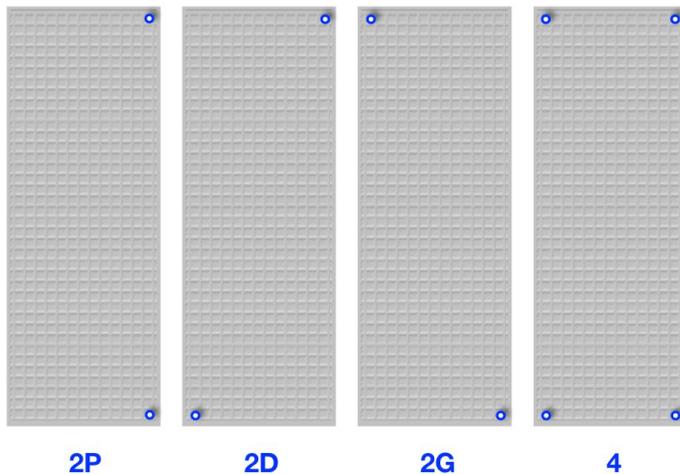


Fig. 3 – Dispositions possibles des embouchures

L'échangeur dispose de 2 ou 4 embouchures, de diamètre \varnothing 15 mm mâle, pour son raccordement hydraulique. Leur disposition doit être précisée à la commande. Le panneau standard est fabriqué avec 2 embouchures parallèles (2P).

Les caractéristiques hydrauliques de l'échangeur plan Kigo sont exceptionnelles. La section de passage standard pour le fluide caloporteur est de l'ordre de 2'200 mm² avec une faible vitesse d'écoulement. Le coefficient d'échange de chaleur interne est donc relativement bas mais est largement

compensé par la surface qui est irriguée à 95% par le fluide et la faible épaisseur de paroi de 0.6 mm. La perte de charge de l'échangeur Kigo est de ce fait extrêmement faible comme le montre le graphique ci-dessous. La perte de charge des raccords flexibles standards est également indiquée et représente une partie importante de la perte de charge d'un îlot.

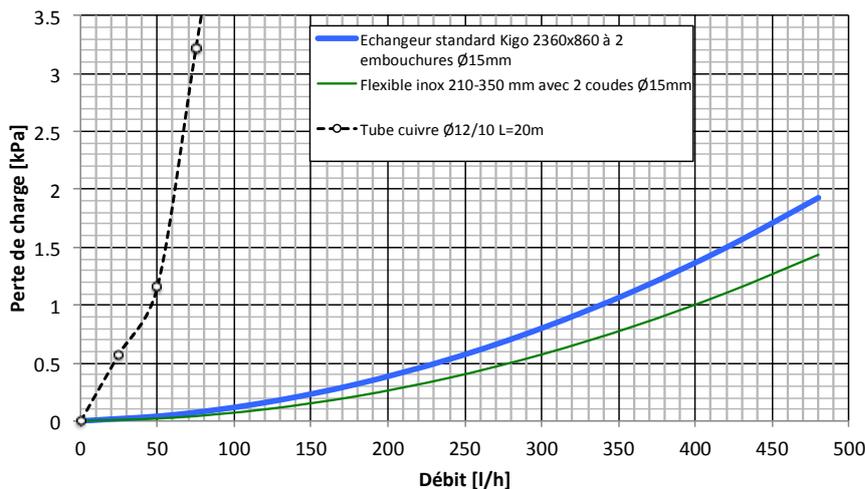


Fig. 4 – Perte de charge de l'échangeur Kigo

Les échangeurs concurrents traditionnels, basés sur le principe du serpentin de cuivre de \varnothing 12/10 mm avec écartement de 15 cm en moyenne, affichent une puissance d'environ 80 W/m² sous un régime de fonctionnement de 16-19/26°C. Comme la surface d'échange entre tube et panneau est très petite il est indispensable que le coefficient d'échange interne du tube soit

maximal. Cela impose un débit minimum de 70 l/h pour atteindre un régime turbulent. La surface minimale sous ces conditions est de 3 m² nécessitant donc environ 20 mètres de tube cuivre et une perte de charge de 2.9 kPa soit 36 fois plus que celle de l'échangeur Kigo de 2 m² sous des conditions de température identiques mais avec son débit minimum de 80 l/h et une puissance spécifique de 126 W/m².

L'énergie électrique consommée par les pompes de circulation, directement proportionnelle à la perte de charge, sera donc également 36 fois plus importante pour un panneau de 3 m² de ce type que pour un panneau standard Kigo de 2 m².

La grande perte de charge des panneaux à serpentin limite donc la possibilité de les raccorder en série et complique leur raccordement à la distribution entre conduites principales et îlots.

A perte de charge identique, le débit dans l'échangeur Kigo peut être 7 fois plus important, autorisant le raccordement de plusieurs échangeurs en série, pour former des groupes, et simplifiant drastiquement le réseau de distribution.

6 Pertes de charge des groupes d'échangeurs Kigo

Un débit spécifique de 35 l/h/m² correspond à un régime typique en rafraîchissement de 16-19/26°C, celui de 25 l/h/m² plutôt à un régime en chauffage de 35-30/20°C et celui de 45 l/h/m² à un régime de 45-40/20°C par exemple (Kigo standard en îlot).

Les tableaux ci-dessous indiquent la perte de charge de groupes d'échangeurs standard de 2360 x 860 mm, raccordés en série, avec deux et quatre embouchures de Ø 15 mm pour différents débits spécifiques admissibles. Les accessoires de raccordement tels que vannes à bille, raccords rapides et flexibles induisent la partie la plus importante des pertes de charge, qui sont aussi comprises dans les valeurs indiquées. Pour les panneaux de dimensions inférieures les valeurs ci-dessous sont applicables directement.

Panneau à 2 embouchures : Perte de charge totale (+/-5%) du groupe [kPa]							
Nombre de panneaux en série [pce]	Débit spécifique [l/h/m ²]						
	15	25	35	45	55	65	75
2	^{1/}	0.5	0.8	1.3	1.8	2.4	3.1
3	0.6	1.4	2.4	3.8	5.4	7.3	9.6
4	1.2	2.9	5.3	8.4	12.1	16.5	21.7
5	2.2	5.4	9.9	15.7	22.8	31.3	2/
6	3.6	8.9	16.5	26.4			
7	5.5	13.7	25.6				
8	7.9	20.0					
9	11.0	27.9					
10	14.7						
11	19.2						
12	24.5						

Panneau à 4 embouchures : Perte de charge totale (+/-5%) du groupe [kPa]							
Nombre de panneaux en série [pce]	Débit spécifique [l/h/m ²]						
	15	25	35	45	55	65	75
2	^{1/}	0.2	0.4	0.6	0.8	1.1	1.4
3	0.3	0.6	1.0	1.6	2.3	3.2	4.1
4	0.5	1.2	2.1	3.3	4.8	6.6	8.6
5	0.8	2.0	3.6	5.8	8.4	11.6	15.2
6	1.3	3.1	5.7	9.2	13.4	18.5	24.3
7	1.8	4.5	8.5	13.6	20.0	27.6	2/
8	2.5	6.4	11.9	19.3	28.3		
9	3.4	8.6	16.2	26.2			
10	4.4	11.3	21.3				
11	5.6	14.5	27.4				
12	7.0	18.2					

1/ débit insuffisant

2/ débit supérieur à 500 l/h pas admissible pour les flexibles de raccordement (risque de vibrations et de résonance)

Attention : les pertes de charge des éventuelles vannes d'équilibrage ne sont pas comprises dans les valeurs ci-dessus.

7 Raccordement hydraulique

Une configuration typique de raccordement qui permet de minimiser les longueurs de conduites à installer consiste à créer par exemple des groupes de 2,4 ou 6 échangeurs raccordés en série et formant un « U ». Cette topologie permet un raccordement depuis une extrémité du groupe et offre en même temps une répartition optimale des températures.

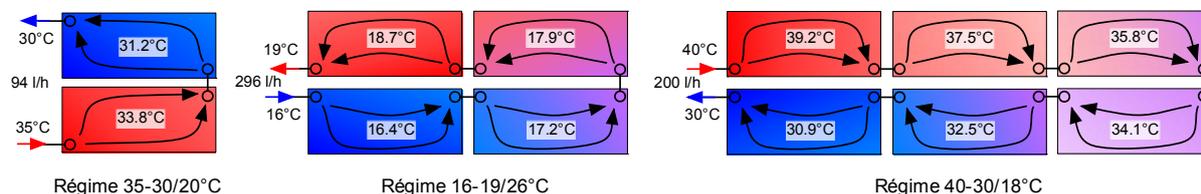


Fig. 5 – La création de groupes en « U » simplifie le raccordement hydraulique et assure une répartition homogène des températures

D'autres topologies de raccordement sont illustrées à la page précédente.

7.1 Raccords rapides et flexibles métalliques

Le raccordement des échangeurs Kigo entre eux ainsi qu'aux conduites de distribution se fait par le biais de raccords flexibles et étirables en acier inoxydable avec des raccords rapides aux extrémités.

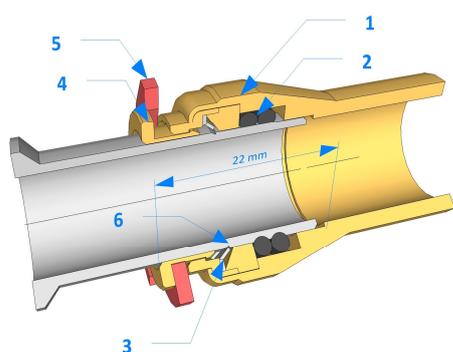


Fig. 6 - Design du raccord rapide

Ce type de raccord entièrement métallique garantit un montage rapide et une étanchéité de 100% à la diffusion d'oxygène.

Les raccords rapides, femelles Ø 15 mm, comprennent un corps en laiton (1) à l'intérieur duquel l'étanchéité avec les embouchures mâles Ø 15 mm, ou les tubulures des flexibles Ø 15 mm, est assurée par deux joints toriques O-Ring (2) et une bague de retenue (3) qui s'appuie sur la rainure (6) du raccord mâle Ø 15 mm. Une bague (4) maintenue par un clip de blocage amovible (5), permet le démontage du raccord. La profondeur d'emboîtement de 22 mm est indiquée à l'aide d'une rainure spécifique.

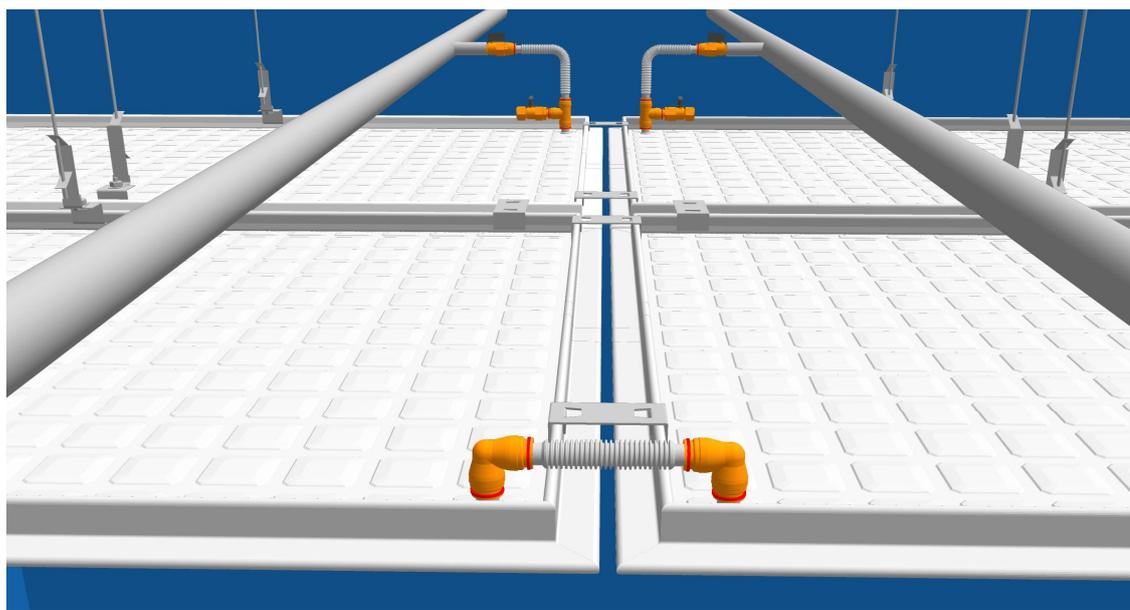
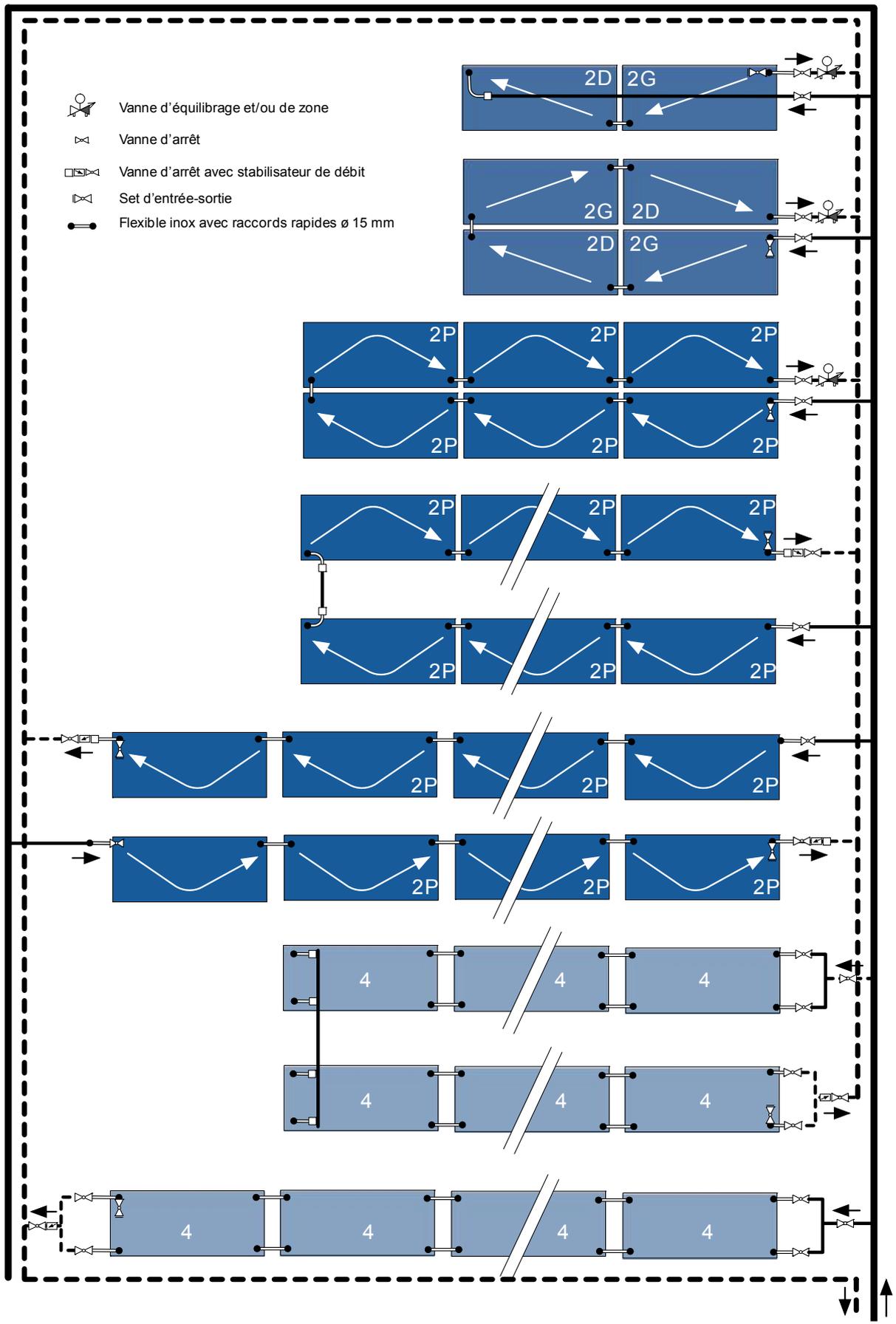


Fig. 7 – Raccordement hydraulique d'un îlot de panneaux climatiques (Kigo standard) avec les raccords rapides et les flexibles métalliques



7.2 Le dernier « mètre » est important

Le raccordement des groupes aux conduites de distribution se fait à l'aide de raccords flexibles et étirables en acier inoxydable. Ceux-ci ne supportent pas certains modes de pose qui engendrent des contraintes non tolérables pour eux. En outre comme la tubulure lisse du flexible doit pouvoir être introduite dans le raccord rapide il faut que la géométrie de raccordement le permette.

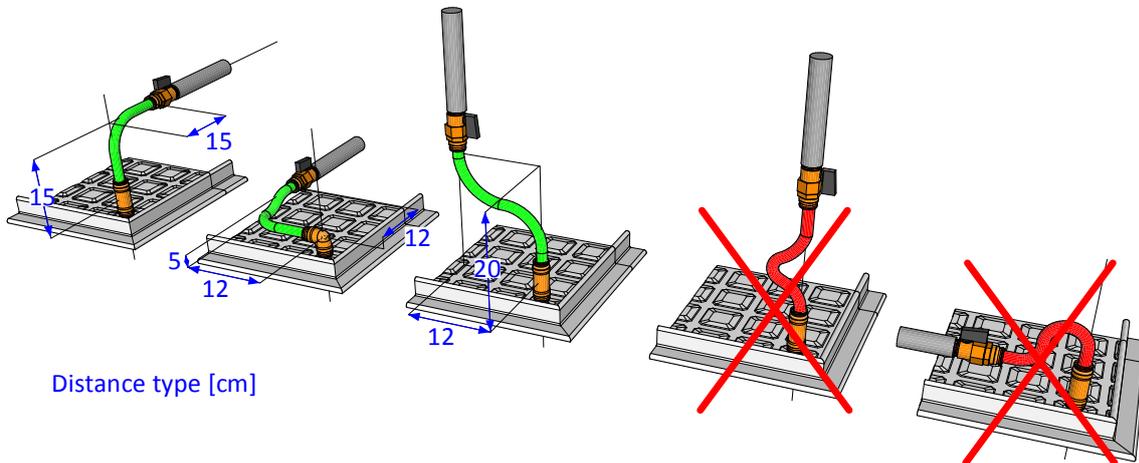


Fig. 8 – Flexibles de raccordement : en vert les géométries de raccordement adaptées et en rouge celles à exclure.

Une conduite trop proche et dans le même axe que l'embouchure du panneau n'est pas une bonne idée ! Il est préférable de décaler la conduite dans le plan de quelques centimètres dans une ou deux directions selon le cas et de l'éloigner verticalement de l'embouchure également de quelques centimètres selon les valeurs indicatives ci-dessus, valables pour le flexible standard étirable de 210 à 350 mm.

8 Raccordement des groupes à la distribution

8.1 Hauteur statique importante

Le principe de raccordement hydraulique dépend premièrement de la configuration du bâtiment à traiter. Si le nombre d'étages engendre une pression statique importante pouvant conduire à dépasser la **pression maximale admissible de 3.0 bar des panneaux climatiques** il faudra prévoir des groupes de séparation avec échangeur de chaleur par étage ou groupe d'étages de manière à fractionner cette hauteur pour diminuer la pression statique par secteur.



8.2 Distribution à deux tubes

Une distribution à deux tubes permet de couvrir la majeure partie des applications courantes :

- Besoins uniquement en chauffage
- Besoins uniquement en rafraîchissement
- Besoins alternativement en chauffage puis en rafraîchissement (Change-over)

L'ensemble de la distribution et des régulations de zones est simplement commuté d'un mode à l'autre (change-over).

8.3 Distribution à quatre tubes

En revanche si d'une zone à l'autre il existe des besoins simultanés en chauffage et en rafraîchissement, il faudra mettre en place une distribution à quatre tubes. Chaque zone raccordée à cette dernière peut ainsi individuellement accéder soit au chauffage soit au rafraîchissement.

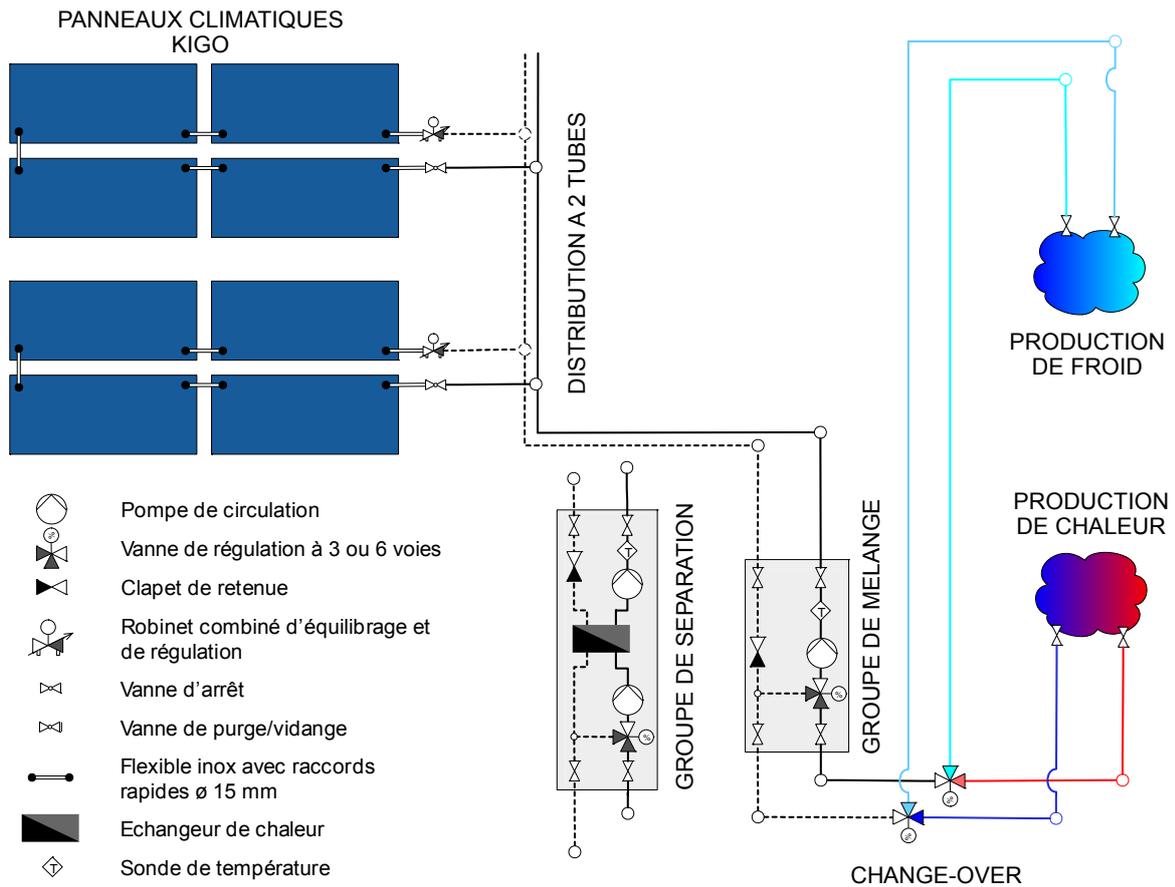


Fig. 9 – Distribution à deux tubes – schéma de principe

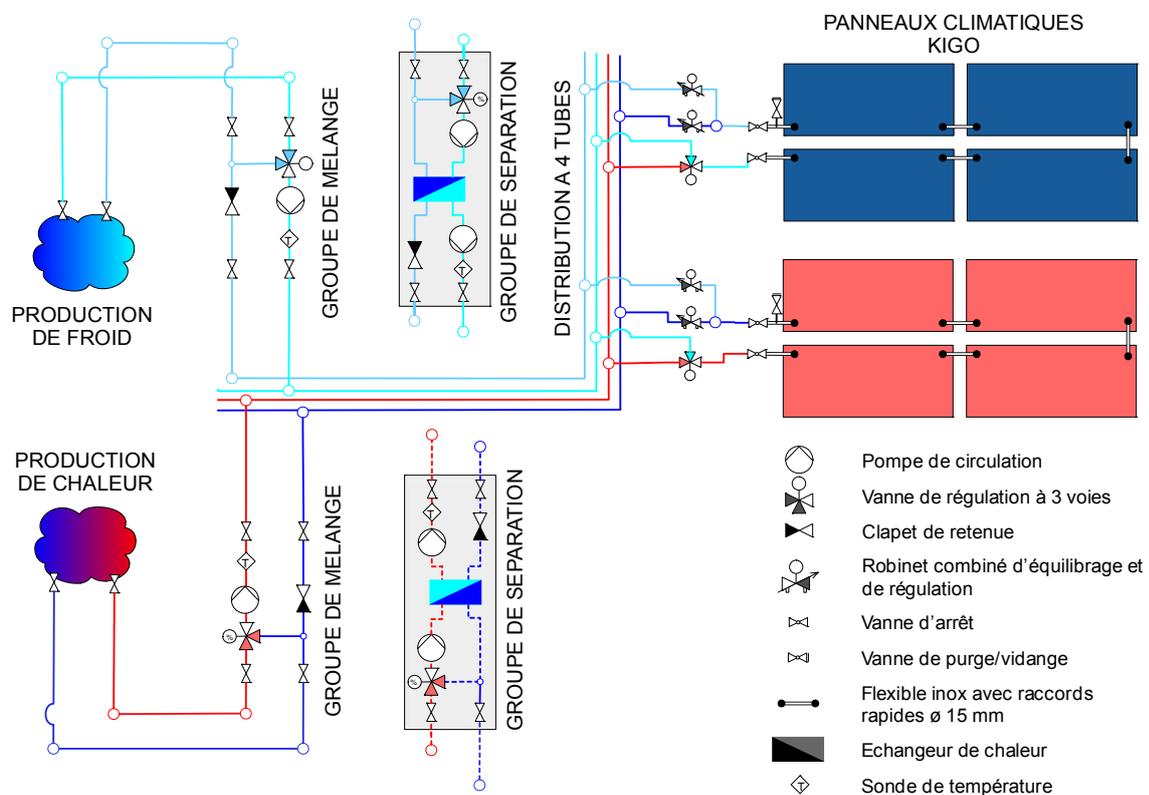


Fig. 10 – Distribution à quatre tubes – schéma de principe

9 Régulation de la puissance

Le groupe de distribution des panneaux climatiques doit régler la température de départ de manière à l'ajuster au besoin qui dépend principalement des conditions climatiques extérieures.

9.1 Mode chauffage

Pour le mode chauffage la température de départ est réglée en fonction de la température extérieure selon une courbe de chauffe classique.

Ce système peut être complété au besoin par une sonde d'ambiance permettant de corriger légèrement la courbe en fonction d'influences externes comme des apports solaires passifs importants ou des cas particuliers d'exploitation des locaux. Ce concept est tout à fait suffisant pour les installations de chauffage de tout type d'espaces.

9.2 Mode rafraîchissement

La température peut être fixe (débit variable) ou bien être modulée en fonction de la température extérieure, ce qui améliore le rendement de la production de froid. Dans les deux cas il est nécessaire de prévoir une surveillance du point de rosée, typiquement par le biais d'un détecteur placé sur la conduite d'alimentation dans une ou plusieurs zones représentatives. Si un risque de condensation apparaît soit la température de départ est rehaussée jusqu'à ce que le risque ait disparu soit, selon le type de traitement d'air neuf présent dans le bâtiment, un assèchement plus important de l'air de renouvellement peut être réalisé jusqu'à disparition du risque.

9.3 Equilibrage

L'équilibrage hydraulique entre les différentes zones mais également entre les îlots de panneaux climatiques est essentiel pour un fonctionnement correct des installations.

Son objectif est double :

- Répartir le débit global disponible équitablement entre les zones lorsque la demande est maximale.
- Fournir le débit nominal aux différents îlots de panneaux climatiques quel que soit leur position dans le réseau de distribution.

La répartition du débit entre zones est généralement gérée par des vannes d'équilibrage de type statique.



Fig. 11 – Stabilisateur de débit (Caleffi)

Une autre solution consiste à installer des stabilisateurs de débit disposant d'une « cartouche » permettant le réglage d'un débit fixe pour autant qu'une pression différentielle minimale soit disponible (15 kPa).

Dans les espaces modulables de type « open space » une solution élégante pour le réglage du débit îlots consiste à mettre en place des vannes d'équilibrage dynamique et de régulation.



Fig. 12 – Vannes d'équilibrage dynamiqués (Oventrop et Danfoss)

Ce type de vanne peut offrir avec un seul composant à installer les fonctions suivantes :

- pré réglage d'un débit constant de manière dynamique même si les conditions hydrauliques changent
- régulation tout ou rien ou progressive (à l'aide du servomoteur optionnel)
- mesure du débit réel (avec un appareil grâce aux prises optionnelles)
- vanne d'arrêt (selon le modèle de vanne)
- vanne de remplissage ou vidange de l'îlot (selon le modèle de vanne)

9.4 Réglage par zones

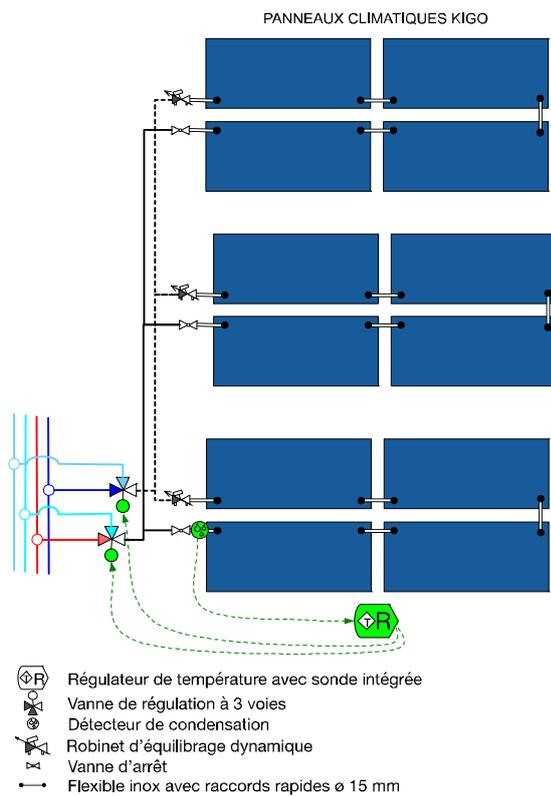


Fig. 13 – Réglage d'une zone comprenant plusieurs groupes

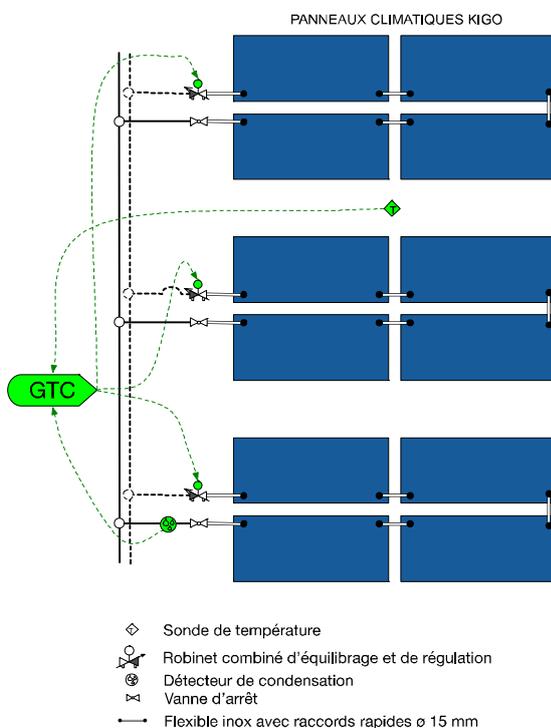


Fig. 14 – Réglage « modulaire » par îlot

Lorsqu'une gestion de différentes zones est nécessaire en raison de niveaux de température variés ou à cause de besoins très différents par exemple, il est nécessaire de mettre en place un réglage spécifique par zone.

Le système le plus simple est le régulateur d'ambiance, avec commutation de chauffage à rafraîchissement (inversion), agissant sur une ou plusieurs vannes de zone. Si la température du réseau de distribution est modulée en fonction de la température extérieure, le thermostat n'interviendra que lors de situations particulières ou si la courbe de modulation n'est pas idéale. Certains régulateurs disposent directement d'une entrée pour le détecteur de condensation.

Pour les grands bureaux de type « open space », dans lesquelles une subdivision de la surface peut évoluer au cours du temps, et pour lesquels une gestion technique centralisée (GTC) est souvent mise en place, la solution la plus modulaire consiste à équiper chaque îlot de panneaux climatiques de vannes combinées d'équilibrage et de régulation et à placer une sonde de température ambiante dans chaque zone. La GTC agit ainsi en parallèle sur l'ensemble des vannes d'une zone en fonction de la température mesurée. En cas de modification des zones il suffit de déplacer ou ajouter une sonde d'ambiance et de réaffecter les vannes aux nouvelles zones sans devoir intervenir sur la distribution. Quant à la surveillance du risque de condensation la mise en place de quelques détecteurs répartis sur l'ensemble de la surface est généralement suffisante.

10 Précautions de mise en œuvre

10.1 Rinçage des conduites

Les panneaux climatiques sont en acier inoxydable. Ce type d'acier ne supporte pas la présence de métaux ferreux qui peuvent le contaminer et engendrer une corrosion. Les restes de meulage des conduites en acier noir par exemple sont potentiellement un danger pour l'acier inoxydable. Il est donc indispensable de prévoir dans le réseau de distribution les armatures nécessaires à un rinçage soigneux des conduites avant la phase de remplissage définitive et avant la mise en place des flexibles de raccordement et l'ouverture des vannes des îlots de panneaux climatiques.

10.2 Remplissage selon les directives SICC BT102-01

La qualité de l'eau de remplissage, ainsi que de celle d'appoint, doit correspondre aux recommandations établies par la Société suisse des ingénieurs en technique du bâtiment (SICC). Les valeurs indiquées ci-dessous proviennent de la directive SICC BT102-01 :

Dés.	Désignation	Consigne	Unité	Dés.	Désignation	Consigne	Unité
GH	Dureté totale	< 10 *	mg/l CaCO ₃	LF	Conductivité	< 100	μS/cm
GH	Dureté totale	< 1.0 *	°f	pH	Valeur du pH	6.0 à 8.5	-

- L'eau de remplissage et l'eau d'appoint doivent être déminéralisées.

En cas de doute sur la qualité de l'eau disponible il est impératif de s'adresser à un spécialiste avant de remplir l'installation.

10.3 Purge des échangeurs

Il est impossible de purger un panneau climatique comme on le ferait avec un simple radiateur. Le principe de purge du panneau Kigo consiste toujours à lui soumettre un débit beaucoup plus important que le débit nominal de manière à ce que l'air prisonnier à l'intérieur de sa géométrie particulière soit entraîné puis chassé dans la conduite de retour. Attention cependant à maintenir la pression maximale à une valeur inférieure à 3 bar lors de cette opération.

Pour simplifier la procédure de remplissage et de mise en service des panneaux il est donc important de prévoir des bouteilles de purge largement dimensionnées, sur les points hauts de la distribution, et de les équiper de purgeurs automatiques pendant cette phase.

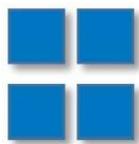
La présence d'air dans les échangeurs diminue leur performance, peut engendrer des bruits et augmente le risque de corrosion.

10.4 Qualité de l'eau du circuit

La qualité de l'eau du circuit, après quelques semaines d'exploitation puis lors d'un contrôle annuel, devrait respecter les valeurs indiquées ci-dessous qui proviennent de la directive SICC BT102-01 :

Dés.	Désignation	Consigne	Unité	Dés.	Désignation	Consigne	Unité
GH	Dureté totale	< 50	mg/l CaCO ₃	SO ₄ ²⁻	Sulfates	< 50	mg/l
GH	Dureté totale	< 5.0	°f	O ₂	Oxygène	< 0.1	mg/l
LF	Conductivité	< 200	μS/cm	Fe	Fer dissous	< 0.5	mg/l
pH	Valeur du pH	8.2 à 10	-	TOC	Teneur totale en carbone organique	< 30	mg/l
Cl	Chlorures	< 30	mg/l				

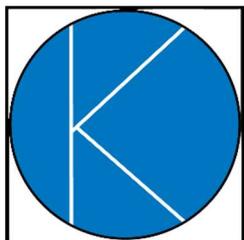
En cas d'écart il est impératif de s'adresser à un spécialiste pour établir la manière de corriger la qualité de l'eau.



Contact :

KIGO
Energie Solaire SA
ZI Ile Falcon
Rue des Sablons 8
Case postale 353
CH-3960 Sierre

Tél.: +41 27 451 13 20
Fax: +41 27 451 13 29
Info@kigo-swiss.com
www.kigo-swiss.com



by ENERGIE SOLAIRE SA

KIGO®