

# **WATERSTRIP**

## **PANNEAUX RAYONNANTS**

### **A EAU CHAUDE**

## **SOMMAIRE**

### **1.0 LES PANNEAUX RAYONNANTS «WATERSTRIP»**

#### **1.1 Le principe de fonctionnement**

#### **1.2 Aspects relatifs à la construction**

#### **1.3 La série WP**

#### **1.4 Gamme et caractéristiques techniques**

### **2.0 PROJET AVEC LES WATERSTRIP**

#### **2.1 Puissance thermique**

#### **2.2 Débit d'eau et pertes de charge**

#### **2.3 Longueurs maximales standard**

#### **2.4 Hauteur d'installation et entraxes**

#### **2.5 Exemples de compositions**

#### **2.6 Exemples d'installation**

### **3.0 RAFRAICHISSEMENT**

### **4.0 CERTIFICATION UNI ISO 9001 - 45001 - 14001**

## 1.0 LES PANNEAUX RAYONNANTS “WATERSTRIP”

### 1.1 LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

Les panneaux rayonnants Waterstrip sont utilisés afin de chauffer, par rayonnement, des grands environnements industriels ou civils.

Ces panneaux sont en mesure de satisfaire, de la meilleure façon, les exigences d'un fonctionnement silencieux et de mouvements d'air absents tout en chauffant sans problème les petits et grands environnements.

L'absence de mouvements d'air ainsi que la stratification réduite de la chaleur permettent de pouvoir compter sur un coût de gestion particulièrement favorable.

La qualité de fabrication et l'émissivité sont certifiées selon la norme européenne EN14037-1; la série WP, de plus, est le résultat d'une nouvelle technologie productive, brevetée, qui garantit un niveau de qualité du produit très élevé.

L'installation à panneaux rayonnants, en outre, peut être utilisée pendant l'été comme système de rafraîchissement, en utilisant de l'eau froide comme vecteur thermique.

### 1.2 ASPECTS RELATIFS A LA CONSTRUCTION

Les panneaux rayonnants sont constitués de toute une série de tubes fixés à un panneau en acier isolé au niveau de son côté supérieur. Une exécution soignée assure, même au bout de nombreuses années de fonctionnement, un parfait contact entre les canalisations et le panneau radiant et permet d'atteindre les plus hautes valeurs d'émission thermique. Afin de réduire la circulation de l'air et, par conséquent, les mouvements convectifs, des réflecteurs latéraux peuvent être ajoutés. En correspondance de la jonction entre les panneaux on prévoit l'application d'un couvre-joint. Sur le côté supérieur, avec un entre axe d'environ un mètre, se trouvent des traverses de raidissement utilisées également pour l'ancrage. Afin de récupérer le rayonnement vers le haut, l'application de panneaux en fibre minérale protégés par du papier en aluminium au niveau de leur côté supérieur est prévue. Les collecteurs sont à section carrée et sont fournis non soudés aux panneaux rayonnants pour une utilisation à eau chaude ou bien pour une utilisation à eau surchauffée.

La couleur standard disponible est le blanc RAL9010; des autres couleurs sont disponibles en option. Les panneaux Waterstrip peuvent aussi être utilisés avec la vapeur: dans ce cas là il faut utiliser des collecteurs spéciales.

#### Légende:

- 1 = Panneau façonné à gorges en tôle peinte
- 2 = Tubes de Ø 22 mm
- 3 = Traverse de renforcement
- 4 = Panneau isolant supérieur
- 5 = Réflecteur anticonvectif
- 6 = Collecteur à section carrée
- 7 = Couvre-joint

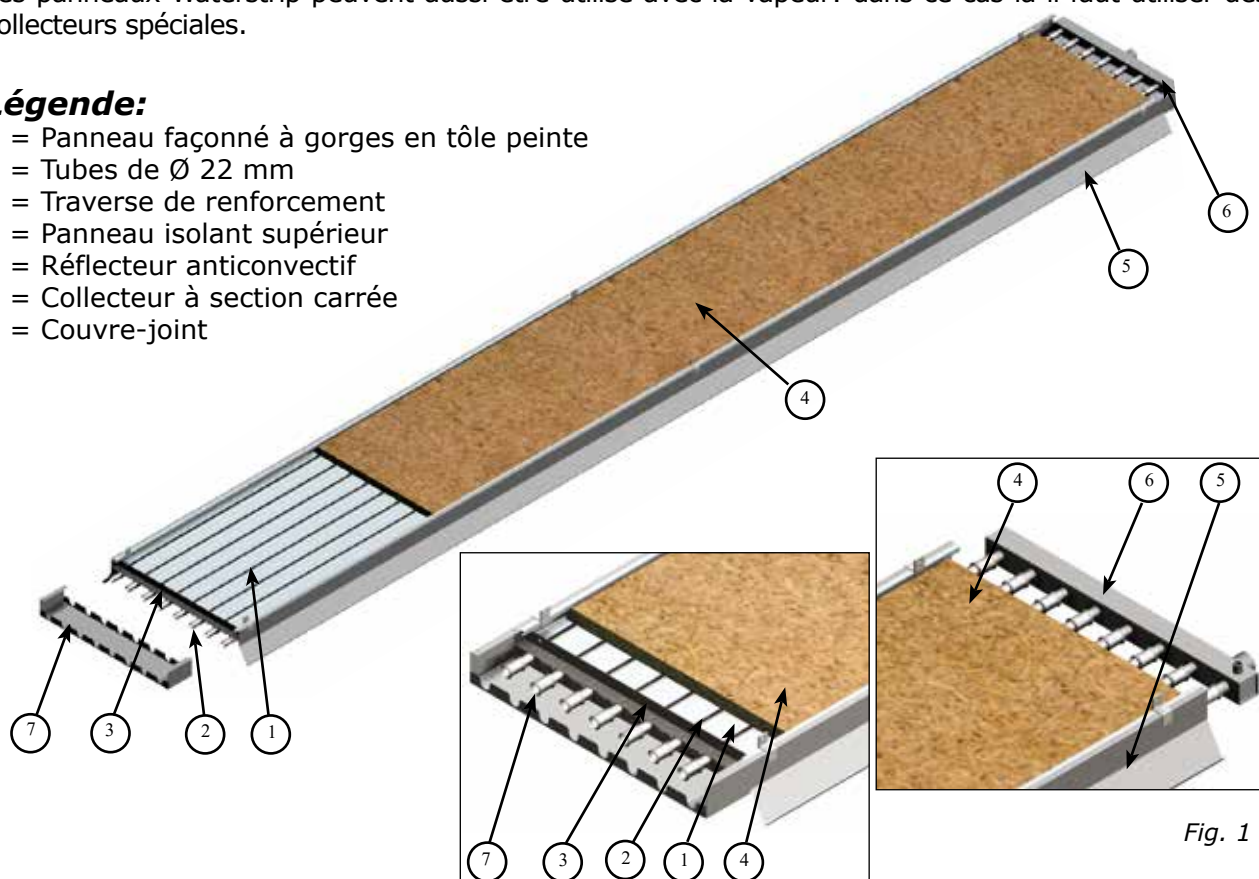


Fig. 1

## 1.3 La série WP

La série WP, breveté, se distingue par la flexibilité et la fiabilité consolidée des panneaux à eau chaude produits par Fraccaro. Les caractéristiques plus importantes sont:

- Tube en acier zingué de Ø22 mm, diamètre nominal selon les standards européens du «pressfitting»;
- Panneau radiant avec une double protection: tôle en acier zingué et verni;
- Structure autoportante;
- Flexibilité d'installation: possibilité d'accrochage aux traverses fixes (entraxe de 1,5 mètres) ou utiliser des crochets coulissants;
- Les nouveaux collecteurs asymétriques permettent une meilleure uniformité de la température du panneau.

## 1.4 GAMME ET DIMENSIONS SERIE WP

| Waterstrip - série WP                             |           | WP2-060 | WP2-090 | WP2-120 | WP3-030 | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120 |
|---------------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N° de tubes                                       |           | 4       | 6       | 8       | 3       | 4       | 6       | 9       | 12      |
| Diamètre externe des tubes                        | [mm]      | 22      |         |         | 22      |         |         |         |         |
| Entraxes des tubes                                | [mm]      | 150     |         |         | 100     |         |         |         |         |
| Débit d'eau                                       | [litri/m] | 1,21    | 1,81    | 2,41    | 0,91    | 1,21    | 1,81    | 2,72    | 3,62    |
| Poids du panneau sans eau 4 m                     | [Kg/pces] | 29,15   | 42,46   | 55,76   | 20,38   | 25,78   | 36,56   | 53,02   | 69,48   |
| Poids du panneau sans eau 6 m                     | [Kg/pces] | 44,28   | 64,53   | 84,76   | 30,92   | 39,11   | 55,46   | 80,43   | 105,42  |
| Poids du panneau avec eau 4 m                     | [Kg/pces] | 33,98   | 49,70   | 65,41   | 24,00   | 30,61   | 43,80   | 63,88   | 83,96   |
| Poids du panneau avec eau 6 m                     | [Kg/pces] | 51,52   | 75,39   | 99,24   | 36,35   | 46,35   | 66,32   | 96,72   | 127,14  |
| Distance maximale entre deux crochets coulissants | [mm]      | 3200    | 2200    | 1700    | 4800    | 3600    | 2500    | 1700    | 1300    |

Tab. 1

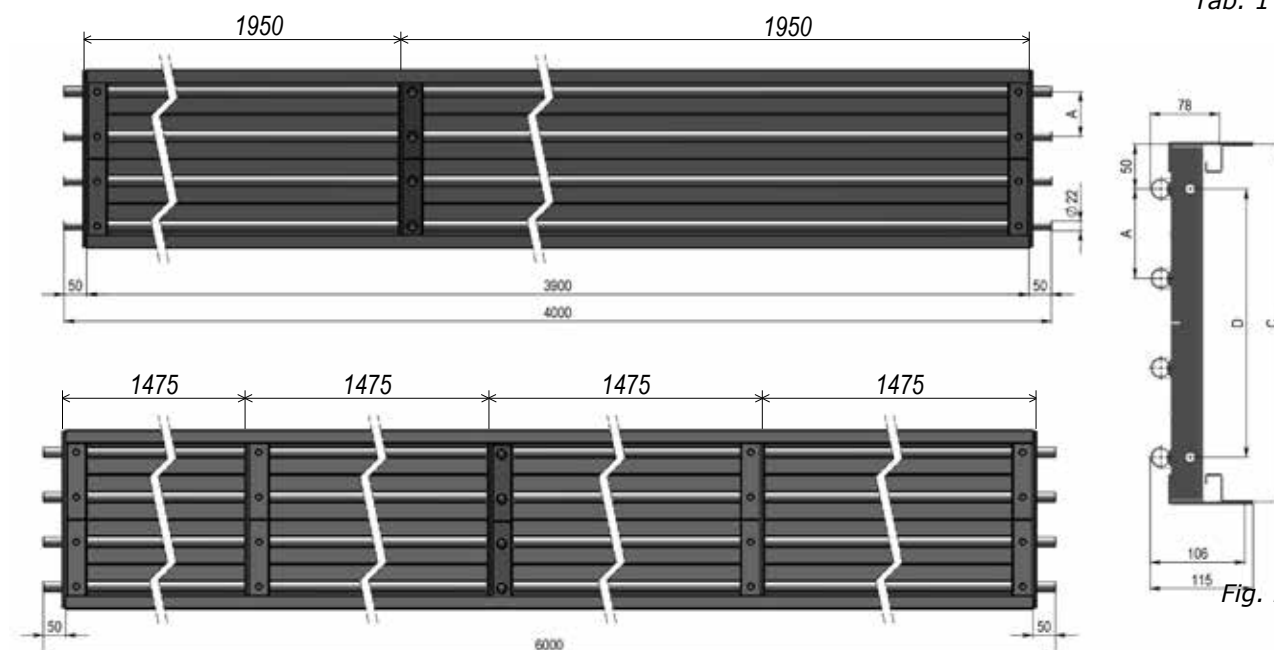


Fig. 2

| Dimensions [mm]                      | Position | WP2-060 | WP2-090 | WP2-120  | WP3-030 | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120  |
|--------------------------------------|----------|---------|---------|----------|---------|---------|---------|---------|----------|
| Entraxe des tubes                    | [A]      | 150     |         |          | 100     |         |         |         |          |
| Largeur du panneau                   | [B]      | 550     | 850     | 1150     | 300     | 400     | 600     | 900     | 1200     |
| Entraxes des accrochages coulissants | [C]      |         |         |          |         |         |         |         |          |
| Entraxe des trous d'accrochage       | [D]      | 450     | 750     | 750-1050 | 200     | 300     | 500     | 800     | 400-1100 |

Tab. 2

# RADIANT SOLUTIONS

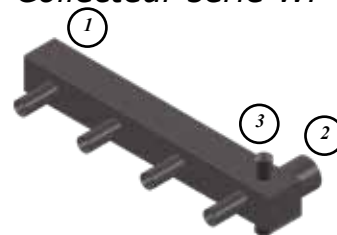
## Collecteurs

| Dimensions du collecteur                                 |          | série WP |
|----------------------------------------------------------|----------|----------|
| Dimensions du collecteur à section carrée                | [mm]     | 50x50    |
| Diamètre externe des tubes pour le manchon à presser     | [mm]     | 22       |
| Embout d'alimentation du collecteur (filetage extérieur) | [pouces] | 1" 1/4   |
| Embout d'échappement ou d'évent d'air (filetage interne) | [pouces] | 3/8"     |

Tab. 3

## Collecteur série WP

Fig. 3



### Légende:

1. Collecteur à section carrée
2. Alimentation de 1"1/4
3. Event 3/8"

## Assemblage des panneaux rayonnants et du collecteur

L'assemblage entre les panneaux rayonnants WATERSTRIP ou entre le panneau et le collecteur est réalisé à l'aide de raccord à presser.

Avec le raccord à presser de type presfitting, une étanchéité faite dans les règles de l'art peut être garantie. Ces raccords sont utilisés puisque le tube employé dans les panneaux rayonnants, de diamètre Ø 22 mm, respecte exactement les caractéristiques dimensionnelles définies par les plus grands producteurs de presfitting. Les panneaux standard peuvent être utilisés jusqu'à une température de 120°C avec des pressions de service jusqu'à 6 Bar. Sur demande, c'est possible avoir une version spécial pour travailler à 16 Bar avec une température de 180°C. Les pressfitting peuvent être utilisés jusqu'à 16 Bar avec une température maximum de 95°C, ou à 4,5 Bar absolue avec une température maximum de 148°C. Si nécessaire on peut joindre les tubes par soudure.

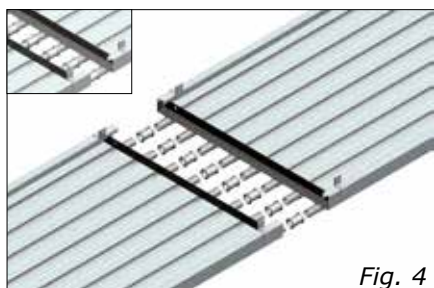


Fig. 4

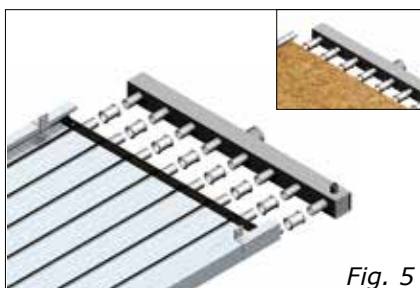


Fig. 5

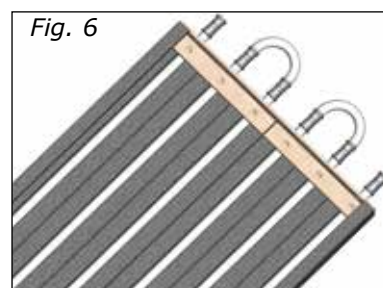


Fig. 6

## Modalité d'accrochage des panneaux rayonnants

La fixation des panneaux rayonnants Waterstrip aux structures portantes des couvertures des hangars peut être effectuée de deux façons, décrites par les dessins suivants.



Fig. 7

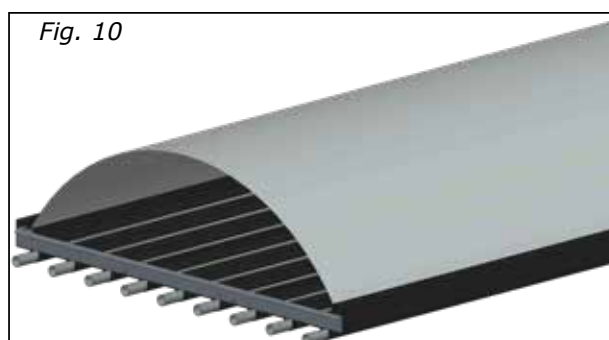
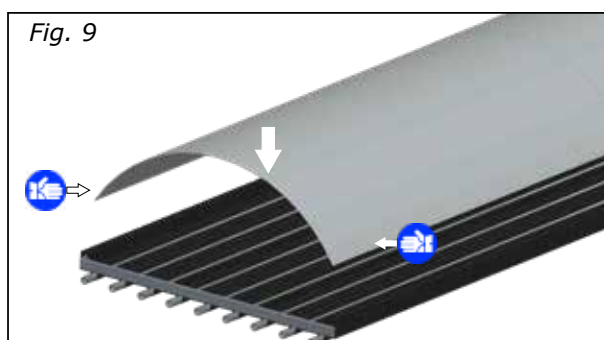


Fig. 8

L'accrochage peut être effectué en utilisant les deux trous situés aux extrémité des traverses de renforcement (voir position et entraxes à la section «dimensions du panneau rayonnant»). Dans les trous sont insérés des crochets auxquels est fixée la chaîne à ancrer à la structure portante du hangar, au moyen de chevilles (structures en béton armé) ou bien en utilisant des traverses en acier. Dans le cas où les traverses ne pourraient pas être utilisées comme point d'attache, lorsqu'il existe, par exemple, des contraintes particulières liées au type de couverture, des accrochages coulissants peuvent alors être utilisés (accessoires fournis par FRACCARO S.r.l. sur demande). Ces derniers permettent de fixer le panneau à n'importe quel endroit où se trouve l'accrochage à la couverture.

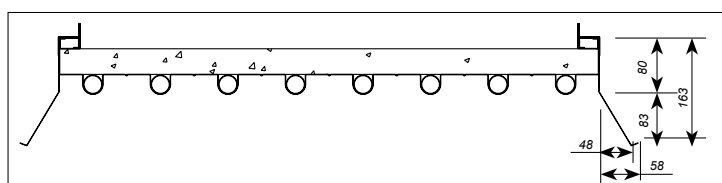
### Plaque de protection antiballon

Pour installation dans les salles de sport ou dans les gymnases est possible avoir en option une plaque de protection antiballon à installer sur la partie supérieure du panneaux.



### Réflecteurs latéraux

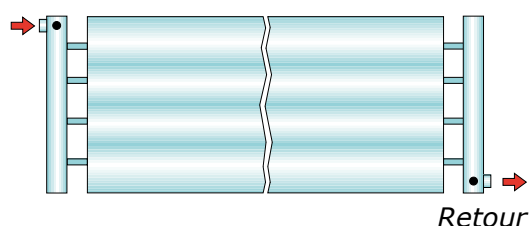
Les panneaux rayonnants diffusent de la chaleur en partie par rayonnement (partie la plus importante) et en partie par convection (partie la plus réduite). Dans certaines conditions particulières telles que des endroits de hauteur élevée ou bien en présence de mouvements d'air sensibles, la partie d'énergie transmise par convection pourrait augmenter en faisant diminuer l'efficacité radiante et, par conséquent, en influant négativement sur le caractère économique de gestion de l'installation. Pour résoudre ce problème, des réflecteurs latéraux (accessoires) peuvent être utilisés puisqu'ils créent une barrière aux flux d'air et réduisent l'effet convectif.



### Collecteurs et connections

Alimentation de type B

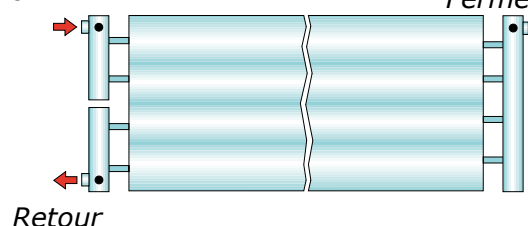
Envoi



Alimentation de type D (**NO WP3 - 030**)

Envoi

Fermeture



Alimentation de type C

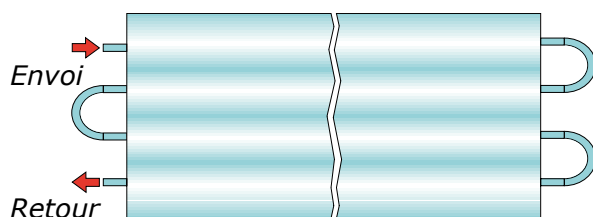


Fig. 12

# RADIANT SOLUTIONS

## 2.0 PROJET AVEC LES PANNEAUX RAYONNANTS

### 2.1 EMISSION THERMIQUE

série WP - émissions thermiques des panneaux par mètre linéaire

|                   | Série WP2, entraxe 150 mm |         |         | Série WP3, entraxe 100 |         |         |         |         |
|-------------------|---------------------------|---------|---------|------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                   | WP2-060                   | WP2-090 | WP2-120 | WP3-030                | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120 |
| $\Delta T_m$ [°K] | W/m                       | W/m     | W/m     | W/m                    | W/m     | W/m     | W/m     | W/m     |
| 30                | 170                       | 249     | 340     | 105                    | 140     | 208     | 312     | 402     |
| 32                | 184                       | 269     | 366     | 113                    | 150     | 224     | 336     | 434     |
| 34                | 197                       | 289     | 393     | 121                    | 161     | 240     | 360     | 466     |
| 36                | 211                       | 309     | 420     | 129                    | 172     | 256     | 384     | 498     |
| 38                | 225                       | 329     | 447     | 138                    | 183     | 273     | 409     | 531     |
| 40                | 239                       | 349     | 475     | 146                    | 194     | 289     | 434     | 565     |
| 42                | 253                       | 370     | 503     | 155                    | 206     | 306     | 459     | 598     |
| 44                | 267                       | 391     | 531     | 163                    | 217     | 323     | 484     | 632     |
| 46                | 281                       | 412     | 559     | 172                    | 228     | 340     | 510     | 666     |
| 48                | 295                       | 433     | 587     | 180                    | 240     | 357     | 535     | 700     |
| 50                | 310                       | 454     | 616     | 189                    | 251     | 374     | 561     | 735     |
| 52                | 324                       | 476     | 644     | 198                    | 263     | 391     | 587     | 770     |
| 54                | 339                       | 497     | 673     | 206                    | 274     | 409     | 613     | 805     |
| 56                | 353                       | 519     | 702     | 215                    | 286     | 426     | 639     | 840     |
| 58                | 368                       | 541     | 732     | 224                    | 298     | 444     | 666     | 876     |
| 60                | 383                       | 563     | 761     | 233                    | 310     | 461     | 692     | 912     |
| 62                | 398                       | 585     | 790     | 242                    | 322     | 479     | 719     | 948     |
| 64                | 413                       | 608     | 820     | 251                    | 334     | 497     | 745     | 984     |
| 66                | 428                       | 630     | 850     | 260                    | 346     | 515     | 772     | 1021    |
| 68                | 443                       | 653     | 880     | 269                    | 358     | 533     | 799     | 1057    |
| 70                | 459                       | 675     | 910     | 278                    | 370     | 551     | 826     | 1094    |
| 72                | 474                       | 698     | 941     | 287                    | 382     | 569     | 854     | 1131    |
| 74                | 490                       | 721     | 971     | 297                    | 394     | 587     | 881     | 1168    |
| 76                | 505                       | 744     | 1002    | 306                    | 407     | 606     | 908     | 1206    |
| 78                | 521                       | 767     | 1032    | 315                    | 419     | 624     | 936     | 1243    |
| 80                | 536                       | 790     | 1063    | 324                    | 431     | 642     | 964     | 1281    |
| 82                | 552                       | 813     | 1094    | 334                    | 444     | 661     | 992     | 1319    |
| 84                | 568                       | 837     | 1125    | 343                    | 456     | 680     | 1019    | 1357    |
| 86                | 583                       | 860     | 1156    | 353                    | 469     | 698     | 1047    | 1396    |
| 88                | 599                       | 884     | 1188    | 362                    | 482     | 717     | 1075    | 1434    |
| 90                | 615                       | 908     | 1219    | 372                    | 494     | 736     | 1104    | 1473    |

Tab. 4

#### ACCESSOIRES:

- accessoires de montage et suspension comme chaînes, crochets, tiges, etc., etc.
- isolation avec panneau thermo isolant coupé à la taille du panneau.

## série WP - émissions thermique d'une couple de collecteurs

|                   | Série WP2, entraxe 150 mm |            |            | Série WP3, entraxe 100 |            |            |            |            |
|-------------------|---------------------------|------------|------------|------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                   | WP2-060                   | WP2-090    | WP2-120    | WP3-030                | WP3-040    | WP3-060    | WP3-090    | WP3-120    |
| $\Delta T_m$ [°K] | W                         | W          | W          | W                      | W          | W          | W          | W          |
| 30                | 97                        | 146        | 183        | 40                     | 64         | 95         | 153        | 198        |
| 32                | 105                       | 158        | 198        | 44                     | 69         | 103        | 165        | 214        |
| 34                | 113                       | 170        | 213        | 47                     | 74         | 111        | 177        | 231        |
| 36                | 122                       | 182        | 228        | 50                     | 80         | 119        | 190        | 248        |
| 38                | 130                       | 195        | 244        | 54                     | 85         | 127        | 203        | 265        |
| 40                | 139                       | 207        | 260        | 57                     | 91         | 135        | 215        | 282        |
| 42                | 147                       | 220        | 276        | 60                     | 96         | 144        | 228        | 299        |
| 44                | 156                       | 233        | 292        | 64                     | 102        | 152        | 241        | 317        |
| 46                | 165                       | 246        | 308        | 67                     | 107        | 160        | 254        | 335        |
| 48                | 174                       | 259        | 325        | 71                     | 113        | 169        | 268        | 353        |
| 50                | 183                       | 272        | 342        | 74                     | 119        | 178        | 281        | 371        |
| 52                | 192                       | 286        | 358        | 78                     | 125        | 186        | 294        | 389        |
| <b>54</b>         | <b>202</b>                | <b>299</b> | <b>375</b> | <b>81</b>              | <b>131</b> | <b>195</b> | <b>308</b> | <b>408</b> |
| 56                | 211                       | 313        | 392        | 85                     | 136        | 204        | 321        | 427        |
| 58                | 220                       | 327        | 410        | 89                     | 142        | 213        | 335        | 445        |
| 60                | 230                       | 341        | 427        | 92                     | 148        | 222        | 349        | 464        |
| 62                | 239                       | 355        | 444        | 96                     | 154        | 231        | 363        | 484        |
| 64                | 249                       | 369        | 462        | 100                    | 161        | 240        | 377        | 503        |
| 66                | 259                       | 383        | 480        | 103                    | 167        | 249        | 391        | 522        |
| 68                | 268                       | 397        | 498        | 107                    | 173        | 258        | 405        | 542        |
| 70                | 278                       | 412        | 516        | 111                    | 179        | 268        | 419        | 561        |
| 72                | 288                       | 426        | 534        | 115                    | 185        | 277        | 433        | 581        |
| 74                | 298                       | 441        | 552        | 119                    | 192        | 287        | 448        | 601        |
| 76                | 308                       | 455        | 570        | 122                    | 198        | 296        | 462        | 621        |
| 78                | 318                       | 470        | 589        | 126                    | 204        | 306        | 477        | 642        |
| 80                | 329                       | 485        | 607        | 130                    | 211        | 315        | 491        | 662        |
| 82                | 339                       | 500        | 626        | 134                    | 217        | 325        | 506        | 682        |
| 84                | 349                       | 515        | 645        | 138                    | 224        | 334        | 521        | 703        |
| 86                | 360                       | 530        | 663        | 142                    | 230        | 344        | 535        | 723        |
| 88                | 370                       | 545        | 682        | 146                    | 237        | 354        | 550        | 744        |
| 90                | 380                       | 560        | 701        | 150                    | 243        | 364        | 565        | 765        |

Tab. 5

### Exemple de calcul des puissances thermiques

Selon la norme EN 14037-1, l'émission thermique doit être calculé par la formule:  $Q=K(\Delta t_m)^n$  ( $Q=W/m$ ). Pour les collecteurs on utilise la même formule; on obtient la puissance ( $Q=W$ ) pour chaque collecteur.

$\Delta t_m$  est la différence entre la température moyenne de l'eau et la température ambiante (exemple: température d'entrée de l'eau:  $t_e=80^\circ\text{C}$ ; température de sortie de l'eau:  $t_s=70^\circ\text{C}$ , température moyenne:  $t_m=(t_e+t_s)/2=75^\circ\text{C}$ ; avec une température ambiante  $t_a=19^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_m=(t_m-t_a)=56^\circ\text{C}$ . En considérant  $\Delta t_m=56^\circ\text{C}$  on calcule les puissances suivantes:

| MODELE  | Puissance nominale | MODELE  | Puissance nominale |
|---------|--------------------|---------|--------------------|
|         |                    | WP3-030 | 215                |
|         |                    | WP3-040 | 286                |
| WP2-060 | 353                | WP3-060 | 426                |
| WP2-090 | 519                | WP3-090 | 639                |
| WP2-120 | 702                | WP3-120 | 840                |

Tab. 6

Dans le tableau précédent on trouve les valeurs de Q déjà calculés; les valeurs de k et n sont ci-après indiquées:

| PANNEAUX<br>RAYONNANTS | Série WP2, entraxe 150 mm |         |         | Série WP3, entraxe 100 mm |         |         |         |         |
|------------------------|---------------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
|                        | WP2-060                   | WP2-090 | WP2-120 | WP3-030                   | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120 |
| k                      | 3,206                     | 4,546   | 6,525   | 2,091                     | 2,781   | 4,140   | 6,210   | 7,205   |
| n                      | 1,168                     | 1,177   | 1,162   | 1,151                     | 1,151   | 1,151   | 1,151   | 1,182   |
| COLLECTEURS            | Série WP2, entraxe 150 mm |         |         | Série WP3, entraxe 100 mm |         |         |         |         |
|                        | WP2-060                   | WP2-090 | WP2-120 | WP3-030                   | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120 |
| k                      | 1,409                     | 2,242   | 2,841   | 0,709                     | 1,013   | 1,501   | 2,670   | 2,997   |
| n                      | 1,244                     | 1,227   | 1,224   | 1,190                     | 1,218   | 1,220   | 1,190   | 1,232   |

Tab. 7

### Pourcentage d'émission radiante et d'émission convective

Ci-après on trouve les pourcentages d'émission radiante et convective des Waterstrip en fonction de l'inclinaison du panneau.

| Inclinaison du<br>panneau | WP2-060                  |                            | WP2-090                  |                            | WP2-120                  |                            |                          |                            |                          |                            |
|---------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|
|                           | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] |                          |                            |                          |                            |
| 0°                        | 65%                      | 35%                        | 60%                      | 40%                        | 71%                      | 29%                        |                          |                            |                          |                            |
| 15°                       | 60%                      | 40%                        | 55%                      | 45%                        | 66%                      | 34%                        |                          |                            |                          |                            |
| 30°                       | 55%                      | 45%                        | 50%                      | 50%                        | 61%                      | 39%                        |                          |                            |                          |                            |
| 45°                       | 50%                      | 50%                        | 45%                      | 55%                        | 56%                      | 44%                        |                          |                            |                          |                            |
| 60°                       | 45%                      | 55%                        | 40%                      | 60%                        | 51%                      | 49%                        |                          |                            |                          |                            |
| 90°                       | 35%                      | 65%                        | 20%                      | 80%                        | 41%                      | 59%                        |                          |                            |                          |                            |
| Inclinaison du<br>panneau | WP3-030                  |                            | WP3-040                  |                            | WP3-060                  |                            | WP3-090                  |                            | WP3-120                  |                            |
|                           | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] | Emission<br>radiante [%] | Emission<br>convective [%] |
| 0°                        | 45%                      | 55%                        | 55%                      | 45%                        | 66%                      | 34%                        | 70%                      | 30%                        | 72%                      | 28%                        |
| 15°                       | 40%                      | 60%                        | 50%                      | 50%                        | 61%                      | 39%                        | 65%                      | 35%                        | 67%                      | 33%                        |
| 30°                       | 35%                      | 65%                        | 45%                      | 55%                        | 56%                      | 44%                        | 60%                      | 40%                        | 62%                      | 38%                        |
| 45°                       | 30%                      | 70%                        | 40%                      | 60%                        | 51%                      | 49%                        | 55%                      | 45%                        | 57%                      | 43%                        |
| 60°                       | 25%                      | 75%                        | 35%                      | 65%                        | 46%                      | 54%                        | 50%                      | 50%                        | 52%                      | 48%                        |
| 90°                       | 15%                      | 85%                        | 25%                      | 75%                        | 36%                      | 64%                        | 40%                      | 60%                        | 42%                      | 58%                        |

Tab. 8

## 2.2 DEBIT D'EAU ET PERTES DE CHARGE

Dans le tableau suivant on trouve les pertes de charge de tous les modèles. Pour calculer la perte de charge des collecteurs, ajouter une valeur égale à 5% des pertes de charge totales des panneaux. Il est conseillé de ne pas dépasser les débits maximaux indiqués, car ils impliquent une vitesse du fluide supérieure à 2 m / s qui est la limite à ne pas dépasser pour ne pas risquer de bruit élevé et l'érosion rapide dans les tuyaux. Eviter aussi d'aller en dessous du débit minimum pour maintenir le mouvement turbulent du fluide: si le fluide est trop lent, le rendement est réduit d'environ 20%.

|                 | Alimentation de type B |                    |                    |         |         |         | Alimentation de type C |                    |                    |         |         |         | Alimentation de type D |                    |         |         |         |  |
|-----------------|------------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|------------------------|--------------------|--------------------|---------|---------|---------|------------------------|--------------------|---------|---------|---------|--|
| modèle          | WP3-030                | WP2-060<br>WP3-040 | WP2-090<br>WP3-060 | WP2-120 | WP3-090 | WP3-120 | WP3-030                | WP2-060<br>WP3-040 | WP2-090<br>WP3-060 | WP2-120 | WP3-090 | WP3-120 | WP2-060<br>WP3-040     | WP2-090<br>WP3-060 | WP2-120 | WP3-090 | WP3-120 |  |
| n° tubes        | 3                      | 4                  | 6                  | 8       | 9       | 12      | 3                      | 4                  | 6                  | 8       | 9       | 12      | 4                      | 6                  | 8       | 9       | 12      |  |
| débit [l/h]     | Perte de charge [Pa/m] |                    |                    |         |         |         | Perte de charge [Pa/m] |                    |                    |         |         |         | Perte de charge [Pa/m] |                    |         |         |         |  |
| débit max [l/h] | 200                    | 260                | 400                | 540     | 620     | 820     | 65                     | 65                 | 65                 | 65      | 65      | 65      | 130                    | 200                | 270     | 310     | 410     |  |
| débit min [l/h] | 6000                   | 8000               | 12000              | 16000   | 18000   | 24000   | 2000                   | 2000               | 2000               | 2000    | 2000    | 2000    | 4000                   | 6000               | 8000    | 8000    | 12000   |  |
| 65              |                        |                    |                    |         |         |         | 15,8                   | 21,0               | 31,5               | 42,0    | 47,3    | 63,1    |                        |                    |         |         |         |  |
| 90              |                        |                    |                    |         |         |         | 28,0                   | 37,3               | 55,9               | 74,6    | 83,9    | 112     |                        |                    |         |         |         |  |
| 110             |                        |                    |                    |         |         |         | 39,8                   | 53,1               | 79,6               | 106     | 119     | 159     |                        |                    |         |         |         |  |
| 140             |                        |                    |                    |         |         |         | 60,8                   | 81,1               | 122                | 162     | 183     | 243     | 12,0                   |                    |         |         |         |  |
| 170             |                        |                    |                    |         |         |         | 85,6                   | 114                | 171                | 228     | 257     | 343     | 16,9                   |                    |         |         |         |  |
| 200             | 5,5                    |                    |                    |         |         |         | 114                    | 152                | 228                | 304     | 342     | 456     | 22,4                   | 11,0               |         |         |         |  |
| 225             | 6,8                    |                    |                    |         |         |         | 140                    | 187                | 280                | 374     | 421     | 561     | 27,6                   | 13,9               |         |         |         |  |
| 250             | 8,1                    | 4,9                |                    |         |         |         | 169                    | 225                | 338                | 450     | 506     | 675     | 33,2                   | 16,3               | 9,8     |         |         |  |
| 275             | 9,6                    | 5,8                |                    |         |         |         | 200                    | 266                | 399                | 532     | 599     | 799     | 39,3                   | 19,3               | 11,6    |         |         |  |
| 300             | 11,2                   | 6,8                |                    |         |         |         | 233                    | 310                | 465                | 621     | 698     | 931     | 45,8                   | 22,4               | 13,5    |         |         |  |
| 350             | 14,7                   | 8,9                |                    |         |         |         | 305                    | 407                | 610                | 814     | 916     | 1221    | 60,1                   | 29,4               | 17,7    | 9,5     |         |  |
| 400             | 18,6                   | 11,2               | 5,5                |         |         |         | 386                    | 515                | 772                | 1030    | 1158    | 1544    | 76,0                   | 37,2               | 22,4    | 12,0    | 11,0    |  |
| 450             | 22,9                   | 13,8               | 6,8                |         |         |         | 475                    | 633                | 950                | 1267    | 1425    | 1900    | 93                     | 45,8               | 27,6    | 14,8    | 13,5    |  |
| 500             | 27,6                   | 16,6               | 8,1                | 4,9     |         |         | 572                    | 762                | 1144               | 1525    | 1715    | 2287    | 113                    | 55,1               | 33,2    | 17,8    | 16,3    |  |
| 550             | 32,6                   | 19,6               | 9,6                | 5,8     |         |         | 676                    | 902                | 1352               | 1803    | 2029    | 2705    | 133                    | 65,2               | 39,3    | 21,0    | 19,3    |  |
| 600             | 38,0                   | 22,9               | 11,2               | 6,8     | 5,5     |         | 788                    | 1051               | 1576               | 2102    | 2364    | 3153    | 155                    | 76,0               | 45,8    | 24,5    | 22,4    |  |
| 650             | 43,7                   | 26,4               | 12,9               | 7,8     | 6,3     |         | 907                    | 1210               | 1815               | 2420    | 2722    | 3629    | 179                    | 87                 | 52,7    | 28,2    | 25,8    |  |
| 700             | 49,8                   | 30,0               | 14,7               | 8,9     | 7,2     |         | 1034                   | 1378               | 2068               | 2757    | 3101    | 4135    | 203                    | 100                | 60,1    | 32,1    | 29,4    |  |
| 750             | 56,3                   | 33,9               | 16,6               | 10,0    | 8,1     | 4,9     | 1167                   | 1556               | 2334               | 3113    | 3502    | 4669    | 230                    | 113                | 67,8    | 36,3    | 33,2    |  |
| 800             | 63,0                   | 38,0               | 18,6               | 11,2    | 9,1     | 5,5     | 1308                   | 1744               | 2615               | 3487    | 3923    | 5231    | 257                    | 126                | 76,0    | 40,6    | 37,2    |  |
| 900             | 77,6                   | 46,7               | 22,9               | 13,8    | 11,2    | 6,8     | 1609                   | 2145               | 3218               | 4290    | 4827    | 6435    | 317                    | 155                | 93      | 50,0    | 45,8    |  |
| 1000            | 93                     | 56,3               | 27,6               | 16,6    | 13,5    | 8,1     | 1937                   | 2582               | 3873               | 5164    | 5810    | 7747    | 381                    | 187                | 113     | 60,1    | 55,1    |  |
| 1100            | 110                    | 66,6               | 32,6               | 19,6    | 16,0    | 9,6     | 2290                   | 3054               | 4581               | 6108    | 6871    | 9161    | 451                    | 221                | 133     | 71,1    | 65,2    |  |
| 1200            | 129                    | 77,6               | 38,0               | 22,9    | 18,6    | 11,2    | 2669                   | 3559               | 5339               | 7118    | 8008    | 10677   | 525                    | 257                | 155     | 82,9    | 76,0    |  |
| 1400            | 169                    | 102                | 49,8               | 30,0    | 24,4    | 14,7    | 3501                   | 4668               | 7003               | 9337    | 10504   | 14005   | 689                    | 338                | 203     | 108,7   | 100     |  |
| 1600            | 214                    | 129                | 63,0               | 38,0    | 30,9    | 18,6    | 4429                   | 5905               | 8858               | 11811   | 13287   | 17716   | 872                    | 427                | 257     | 137,6   | 126     |  |
| 1800            | 263                    | 158                | 77,6               | 46,7    | 38,0    | 22,9    | 5449                   | 7266               | 10898              | 14531   | 16347   | 21797   | 1073                   | 525                | 317     | 169,2   | 155     |  |
| 2000            | 316                    | 191                | 93                 | 56,3    | 45,7    | 27,6    | 6559                   | 8746               | 13119              | 17492   | 19678   | 26237   | 1291                   | 632                | 381     | 203,7   | 187     |  |

Tab. 9

### Pertes de charge par m linéaire AVEC ALIMENTATION DE TYPE B

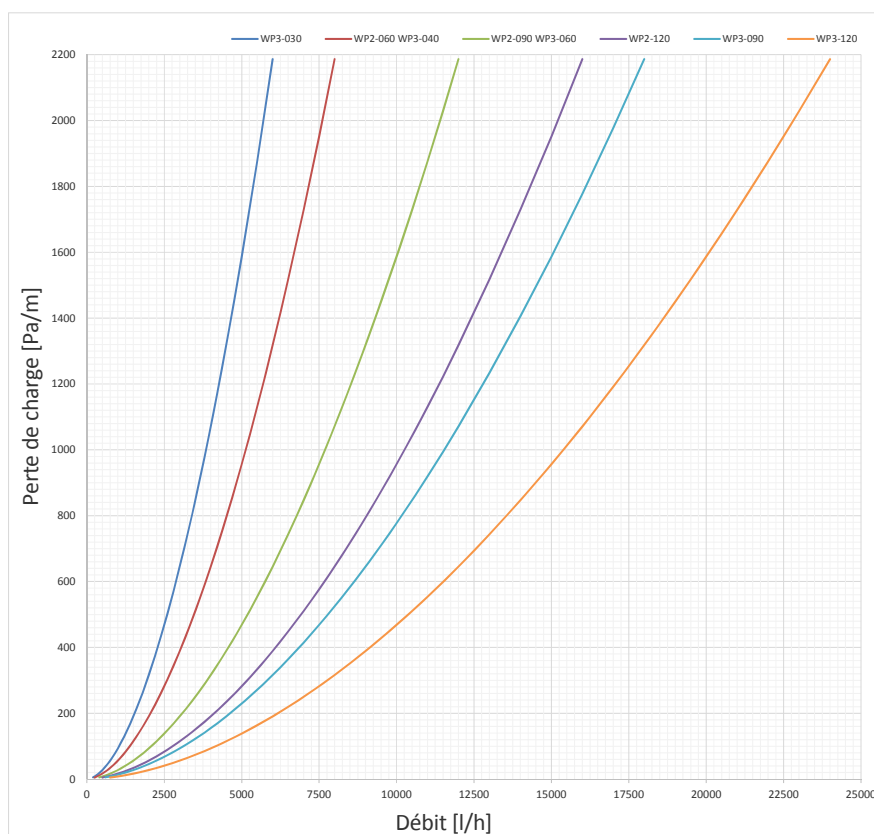
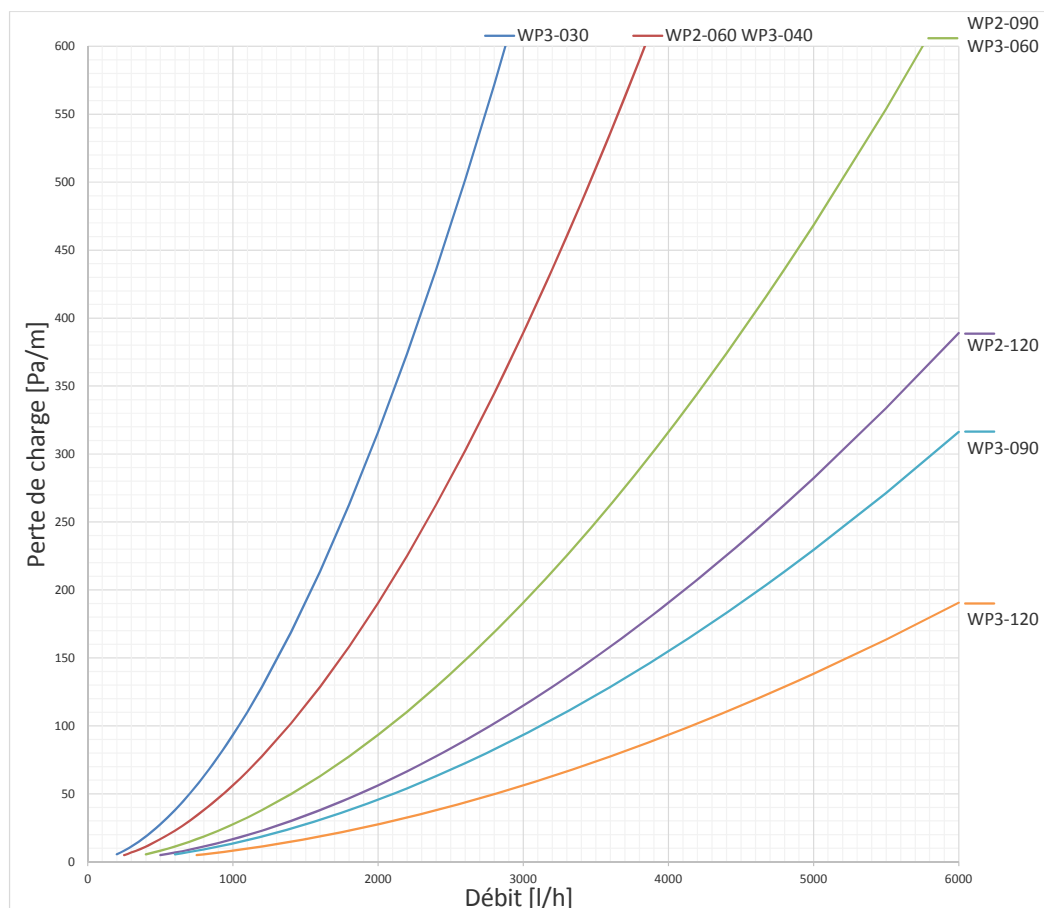


Fig. 13

Détail des pertes de charge par m linéaire avec alimentation type B.



### Pertes de charge par m linéaire AVEC ALIMENTATION DE TYPE C

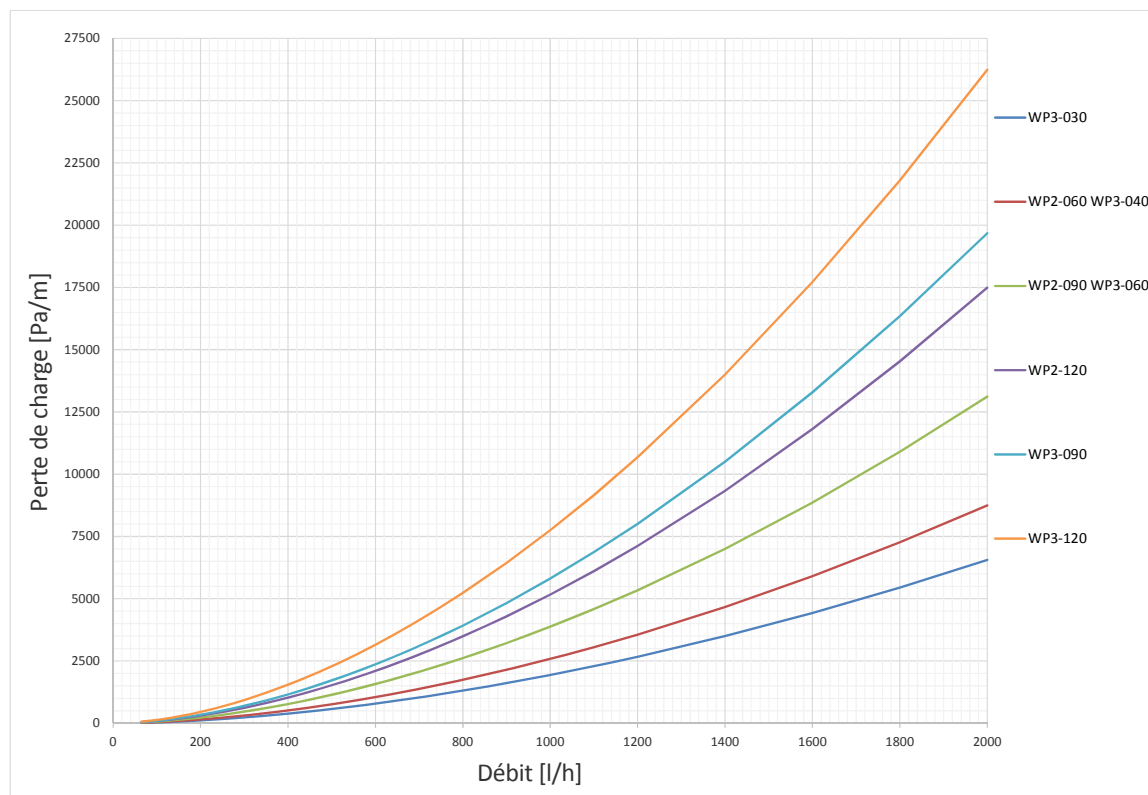


Fig. 14

### Pertes de charge par m linéaire AVEC ALIMENTATION DE TYPE D

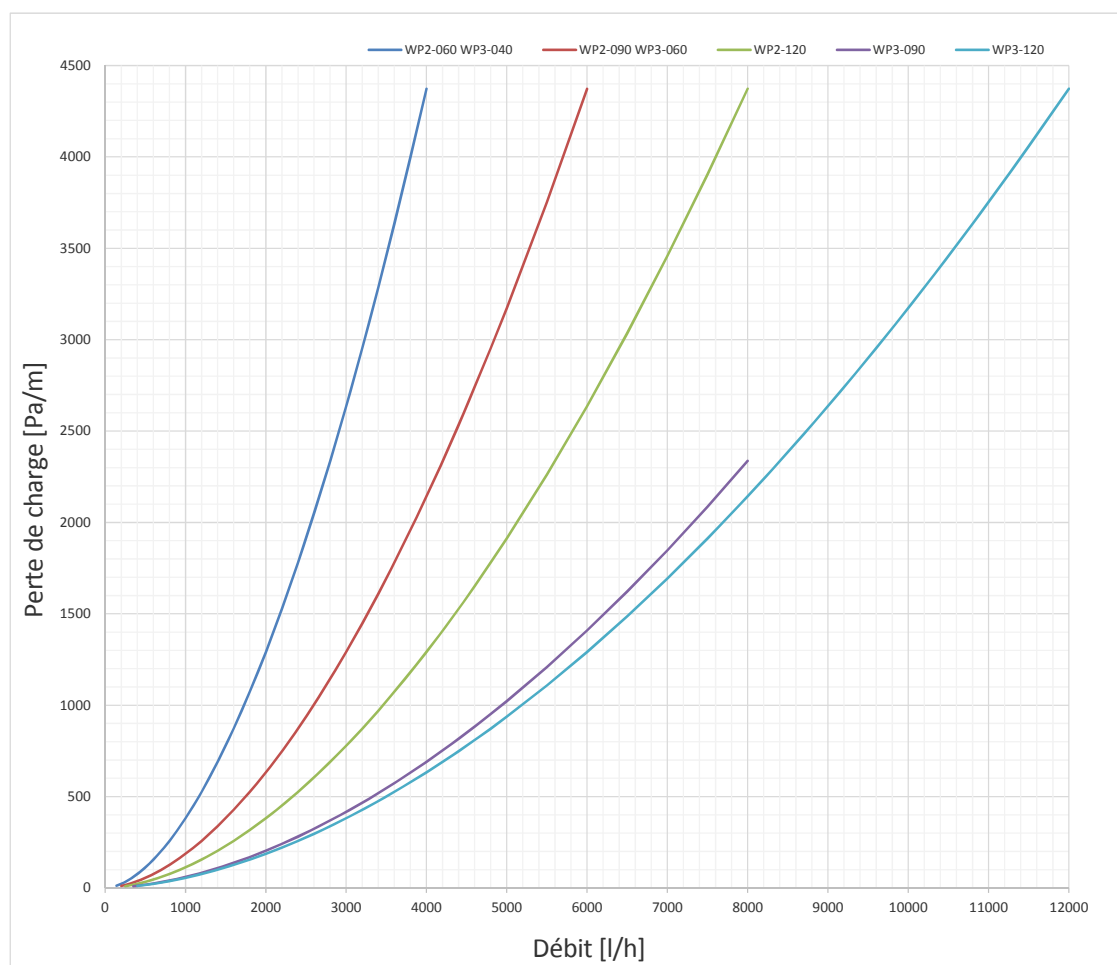


Fig. 15

## 2.3 LONGUEUR MAXIMALE STANDARD

### *Longueur maximale pour alimentation type C*

| Modèles                                  | WP2-060 | WP2-090 | WP2-120 | WP3-030 | WP3-040 | WP3-060 | WP3-090 | WP3-120 |
|------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| N° de tubes                              | 4       | 6       | 8       | 3       | 4       | 6       | 9       | 12      |
| Entraxe des tubes [mm]                   | 150     |         |         | 100     |         |         |         |         |
| Longueur maximale pour chaque ligne [mt] | 28      | 20      | 14      | 36      | 28      | 20      | 18      | 14      |

Tab. 10

### *Longueur maximale pour alimentation type B type D*

On calcule la longueur maximale standard ( $L_{\max, \text{std}}$ ) avec les paramètres suivants:

- la différence de température entre l'entrée et la sortie de l'eau  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$ . C'est une différence de température qui implique une faible différence de rendement entre la section initiale (plus chaude) et le dernier tronçon.

On peut utiliser des différences de température plus importantes, en conséquence la partie terminale de la ligne (plus froide) aura un rendement inférieur.

- température d'entrée de l'eau  $t_i = 77^\circ\text{C}$  et température ambiante  $t_a = 18^\circ\text{C}$ . Ainsi, la température de sortie  $t_u = 67^\circ\text{C}$ , température moyenne de l'eau  $t_m = 72^\circ\text{C}$ , différence de température entre les panneaux et l'ambient  $\Delta T_m = 72 - 18 = 54^\circ\text{C}$ .

Dans les tableaux on voit, en fonction de la longueur maximale, le débit minimum pour assurer le  $\Delta T = 10^\circ\text{C}$  pour chaque modèle et la perte de charge correspondante pour l'ensemble de la ligne de cette longueur.

Dans le cas où les conditions de conception impliquent différents  $\Delta T$  et  $\Delta T_m$ , la longueur maximale peut être obtenue en utilisant la formule  $L_{\max} = L_{\max, \text{std}} * (F2/F1)$ , en utilisant les facteurs de correction F1 et F2 obtenues dans les tableaux appropriés.

### Facteurs de correction F1 et F2

Avec les facteurs de correction F1 et F2 on vérifie la bonne longueur maximale, les nouvelles pertes de charge sont recalculés conformément au tableau 9.

| $\Delta T_m [^{\circ}\text{C}]$ | F1   |
|---------------------------------|------|
| 30                              | 0,5  |
| 40                              | 0,71 |
| 50                              | 0,92 |
| 54                              | 1    |
| 60                              | 1,13 |
| 70                              | 1,33 |

| $\Delta T [^{\circ}\text{C}]$ | F2  |
|-------------------------------|-----|
| 5                             | 0,5 |
| 10                            | 1   |
| 15                            | 1,5 |
| 20                            | 2   |
| 25                            | 2,5 |
| 30                            | 3   |

$$L_{\max} = L_{\max, \text{std}} * (F2/F1)$$

Tab. 11

Pour panneaux WP3-090, on a de tab. 12 en conditions nominales: longueur maximal 52 m, débit 2700 l/h, perte de charge 3,38 kPa.

Si la ligne est alimentée avec de l'eau à 75,5 °C, avec  $\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$  ( $t_u = 60,5^{\circ}\text{C}$ ), on a  $t_m = 68^{\circ}\text{C}$  et (toujours avec  $t_a = 18^{\circ}\text{C}$ )  $\Delta T_m = 50$ , donc: F1= 0,92 et F2= 1,5. La longueur maximale est donc de:  $52 * 1,5 / 0,92 = 84$  mètres.

Dans le tableau 5, on voit qu'avec  $\Delta t_m$  50 le panneau a un rendement de 561 W/m, la ligne fait alors  $561 * 84 = 47,124$  kW.

Pour cette puissance, avec  $\Delta t$  de  $15^{\circ}\text{C}$ , le débit est de 2700 l/h, pour la longueur maximale de 84 mètres la perte de charge sera de 5,46 kPa.

**Longueur maximale pour alimentation type B et D** $\Delta T = 10^{\circ}\text{C}$        $\Delta T_m = 54^{\circ}\text{C}$ 

| Longueur max. | WP3-060   | WP3-090 | WP3-120 |
|---------------|-----------|---------|---------|
| (m)           | Débit l/h |         |         |
| 6             | 400       | 600     | 800     |
| 8             | 600       | 900     | 1200    |
| 12            | 800       | 1200    | 1600    |
| 14            | 1000      | 1500    | 2000    |
| 16            | 1200      | 1800    | 2400    |
| 20            | 1400      | 2100    | 2800    |
| 22            | 1600      | 2400    | 3200    |
| 26            | 1800      | 2700    | 3600    |
| 28            | 2000      | 3000    | 4000    |
| 30            | 2200      | 3300    | 4400    |
| 34            | 2400      | 3600    | 4800    |
| 36            | 2600      | 3900    | 5200    |
| 40            | 2800      | 4200    | 5600    |
| 42            | 3000      | 4500    | 6000    |
| 44            | 3200      | 4800    | 6400    |
| 48            | 3400      | 5100    | 6800    |

| Longueur max. | WP2-090   |
|---------------|-----------|
| (m)           | Débit l/h |
| 4             | 400       |
| 6             | 600       |
| 10            | 800       |
| 12            | 1000      |
| 14            | 1200      |
| 16            | 1400      |
| 18            | 1600      |
| 20            | 1800      |
| 24            | 2000      |
| 26            | 2200      |
| 28            | 2400      |
| 30            | 2600      |
| 32            | 2800      |
| 34            | 3000      |
| 36            | 3200      |
| 38            | 3400      |

| Longueur max. | WP2-060   | WP2-120 |
|---------------|-----------|---------|
| (m)           | Débit l/h |         |
| 5             | 300       | 600     |
| 6             | 400       | 800     |
| 8             | 500       | 1000    |
| 10            | 600       | 1200    |
| 12            | 700       | 1400    |
| 14            | 800       | 1600    |
| 14            | 900       | 1800    |
| 16            | 1000      | 2000    |
| 18            | 1100      | 2200    |
| 20            | 1200      | 2400    |
| 22            | 1300      | 2600    |
| 24            | 1400      | 2800    |
| 26            | 1500      | 3000    |
| 26            | 1600      | 3200    |
| 28            | 1700      | 3400    |
| 30            | 1800      | 3600    |
| 32            | 1900      | 3800    |
| 34            | 2000      | 4000    |
| 36            | 2100      | 4200    |
| 36            | 2200      | 4400    |

| Longueur max. | WP3-040   |
|---------------|-----------|
| (m)           | Débit l/h |
| 6             | 300       |
| 8             | 400       |
| 10            | 500       |
| 12            | 600       |
| 14            | 700       |
| 16            | 800       |
| 18            | 900       |
| 20            | 1000      |
| 22            | 1100      |
| 24            | 1200      |
| 26            | 1300      |
| 28            | 1400      |
| 30            | 1500      |
| 32            | 1600      |
| 36            | 1700      |
| 38            | 1800      |
| 40            | 1900      |
| 42            | 2000      |
| 44            | 2100      |
| 46            | 2200      |

Tab. 12

## 2.3 HAUTEUR D'INSTALLATION ET ENTRAXES

Les calculs de la puissance thermique à installer dans une chaudière et les calculs des débit d'eau doivent être effectués SANS considérer les coefficients de réduction.

Afin d'obtenir une distribution uniforme et homogène du rayonnement dans la zone à chauffer, la distance maximale entre les panneaux de deux lignes thermiques ne doit pas être supérieure à la valeur de la hauteur d'installation:  $E_{max} \leq 1,5 \div 2 \times H$ .

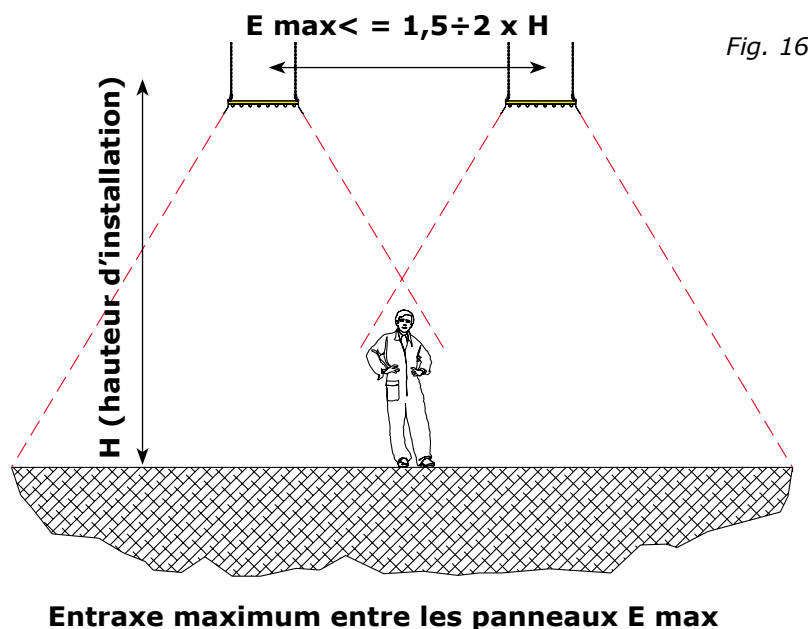


Fig. 16

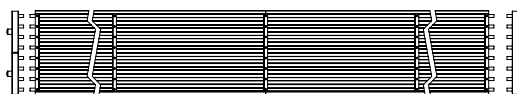
*Hauteur minimum d'installation conseillée:*

| Température<br>moyenne de<br>l'eau [°C] | Hauteur minimum d'installation |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                         | WP2-060                        | WP2-090 | WP3-040 | WP3-030 | WP3-060 | WP3-090 |
| 60                                      | 3,10                           | 3,10    | 3,10    | 3,20    | 3,20    | 3,30    |
| 70                                      | 3,20                           | 3,20    | 3,20    | 3,30    | 3,30    | 3,40    |
| 80                                      | 3,30                           | 3,30    | 3,30    | 3,50    | 3,40    | 3,60    |
| 90                                      | 3,50                           | 3,40    | 3,40    | 3,70    | 3,70    | 3,90    |
| 100                                     | 3,70                           | 3,50    | 3,50    | 4,00    | 3,90    | 4,20    |
| 110                                     | 4,00                           | 3,60    | 3,60    | 4,20    | 4,30    | 4,40    |

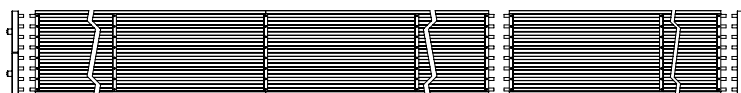
Tab. 13

## 2.4 EXEMPLES DE COMPOSITIONS WATERSTRIP

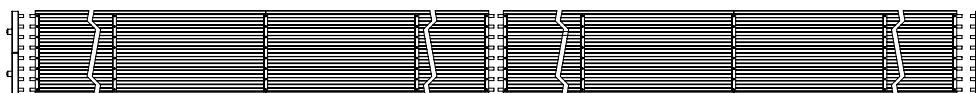
Quelques exemples de compositions des panneaux rayonnants WATERSTRIP sont mentionnés ci-dessous.



Pièce de 6 m



Pièce de 6 m + pièce de 4 m = ligne de 10 m



Pièce de 6 m + pièce de 6 m = ligne de 12 m

Fig. 17

### Longueur des lignes

En utilisant les modules standard de 4 m et 6 m, on peut composer des lignes de toutes longueurs, multiples entiers de 2 m. Ci-après les compositions en longueur possibles:

| Longueur de la ligne de panneaux |   |   |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |
|----------------------------------|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| m                                | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 | 28 | 30 | 32 | 34 | 36 | 38 | 40 | 42 | 44 | 46 | 48 | 50 |
| Panneau de 4 m                   | 1 |   | 2 | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  | 1  |    | 2  |
| Panneau de 6 m                   |   | 1 |   | 1  | 2  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  | 4  | 3  | 4  | 5  | 4  | 5  | 6  | 5  | 6  | 7  | 6  | 7  | 8  | 7  |

Tab. 14

## 2.5 EXEMPLES D'INSTALLATION

Alimentation de type D

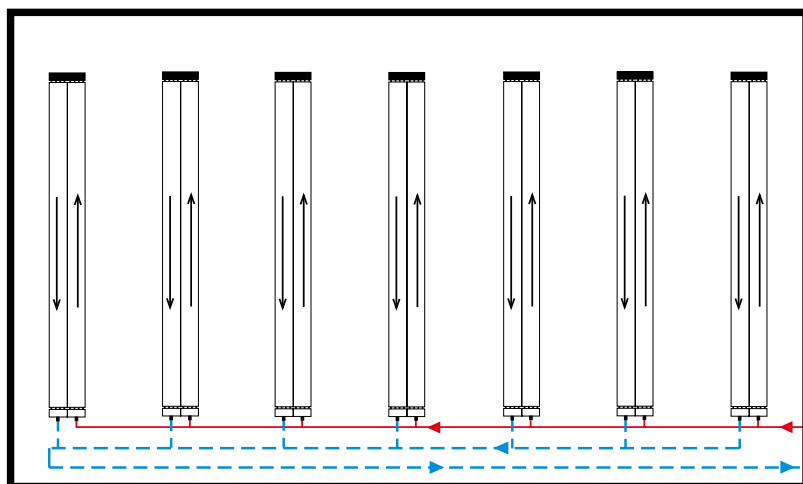


Fig. 18

Alimentation de type B

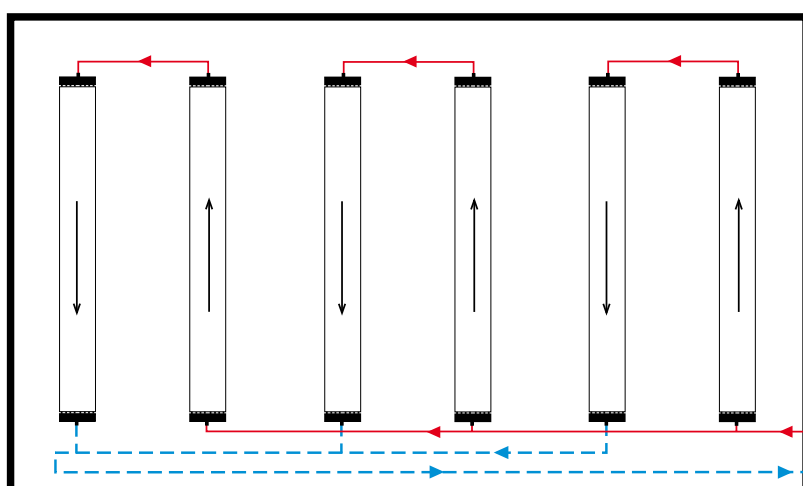


Fig. 19

Alimentation de type D

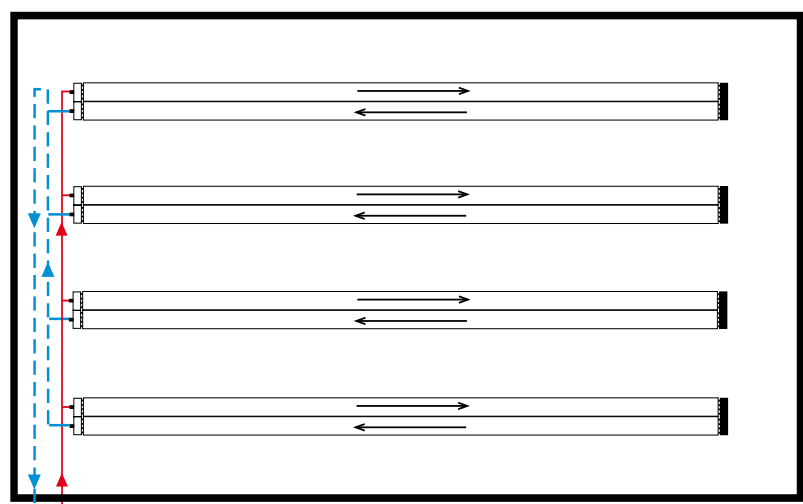


Fig. 20

# RADIANT SOLUTIONS

## Thermorégulation et équilibrage du circuit hydraulique

Dans le but d'optimiser le rendement de l'installation de chauffage, on conseille une régulation du circuit qui permette un débit d'eau constante et homogène dans les panneaux. A ce but là, on peut utiliser des vannes modulantes à trois voies sur le circuit d'alimentation de l'eau chaude.

On peut réaliser un simple circuit hydraulique équilibré, respectant les débits du projet original, au moyen du circuit de retour de l'eau à «trois tubes». Pour des installations plus compliquées ou pour le chauffage à zones, il faut mieux utiliser des vannes stabilisatrices sur le circuit de retour de chaque ligne de panneaux.

On obtient la meilleure régulation de la température en utilisant une ou plus sondes «à bulbe noir».

Ci-après on trouve des schémas d'installation équilibrés à une ou plus zones.

### Installation avec une sonde supplémentaire de température installée à l'extérieure et la régulation de la température de l'eau à l'entrée

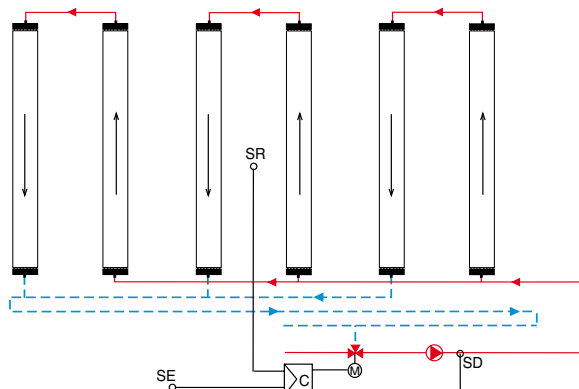


Fig. 21

#### Légende:

- CP: Contrôleur principal
- CZ: Contrôleur de zone
- M: Vanne à trois voies motorisée
- SD: Sonde de température de l'eau à l'entrée
- SE: Sonde de température installée à l'extérieure
- SR: Sonde de température ambiante
- A: Allée
- R: Retour

## Chauffage à zones

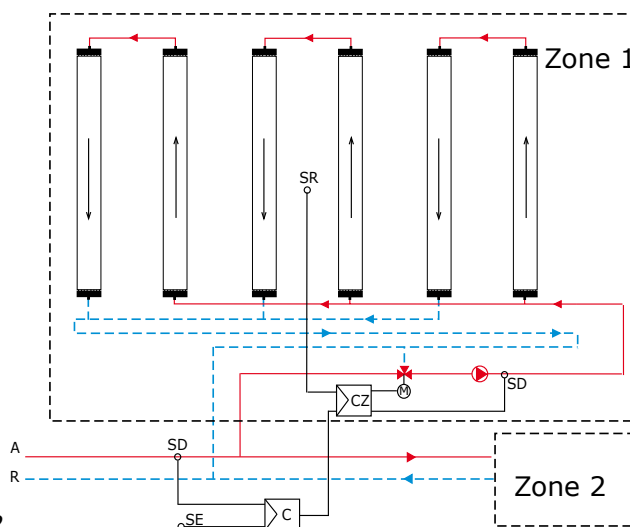


Fig. 22

### Installation avec des vannes stabilisatrices de débit

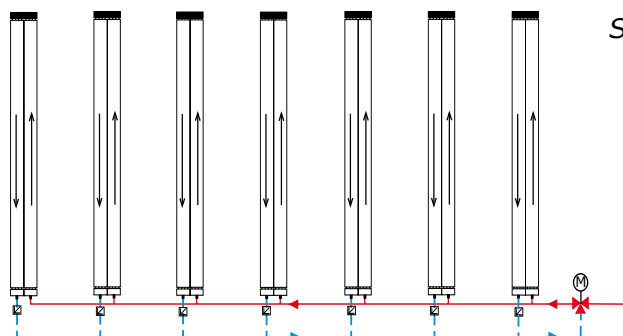


Fig. 23

Sonde de température et thermostat on/off



Fig. 24

### 3.0 RAFRAICHISSEMENT

Un système de chauffage WATERSTRIP peut être utilisé pendant l'été pour améliorer le confort thermique dans l'usine où il est installé. L'utilisation des panneaux WATERSTRIP, dimensionnés aussi comme système de rafraîchissement, permette de récupérer très rapidement l'investissement pour système de chauffage.

Le rafraîchissement par rayonnement, comparé aux systèmes traditionnels de traitement d'air, présente des avantages importants:

- Egal confort avec une température de l'air plus élevée;
- Silence;
- Pas de mouvement d'air (et de poussière);
- Salubrité;
- Coût d'installation limité;
- Consommation électrique très basse.

Pareillement au chauffage, on épargne énergie grâce au refroidissement des surfaces par rayonnement, sans traiter des grands volumes d'air. Le confort s'exprime par la température opérante :  $T_{op} = (T_a + T_p)/2$ . En considérant un système de traitement d'air on peut obtenir une température  $T_{op}$  de 25 degrés avec une température de l'air  $T_a = 23^\circ\text{C}$  et une température des parois  $T_p = 27^\circ\text{C}$ . En appliquant un système WATERSTRIP on obtient le même résultat avec  $T_a = 27^\circ\text{C}$  et  $T_p = 23^\circ\text{C}$ .

Une supérieure température de l'air permette une épargne importante soit dans la puissance de l'installation, soit dans la consommation d'énergie. Le coût d'exploitation est très bas puisque le système à panneaux rayonnants ne faut qu'une entretien très limitée et peu de puissance électrique.

On obtient les meilleurs résultats en ajoutant un système de déshumidification: en effet, pour éliminer la possibilité de condensation de l'humidité dans l'air, il faut éviter que la température de la surface du panneau soit inférieure à la « température de rosée ».

Pour recevoir plus d'information au sujet des modalités de projet de l'installation de rafraîchissement, nous vous invitons à contacter nos bureaux commerciaux.

**Climatisation traditionnelle à air**

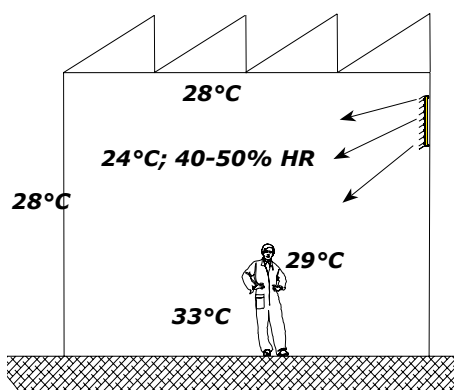


Fig. 25

Condition de gêne à cause de la différence de température et le mouvement d'air

**Climatisation par rayonnement**

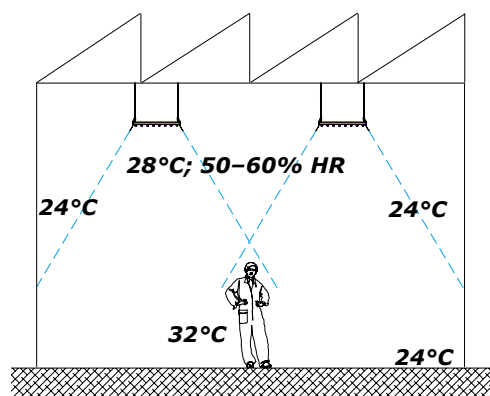
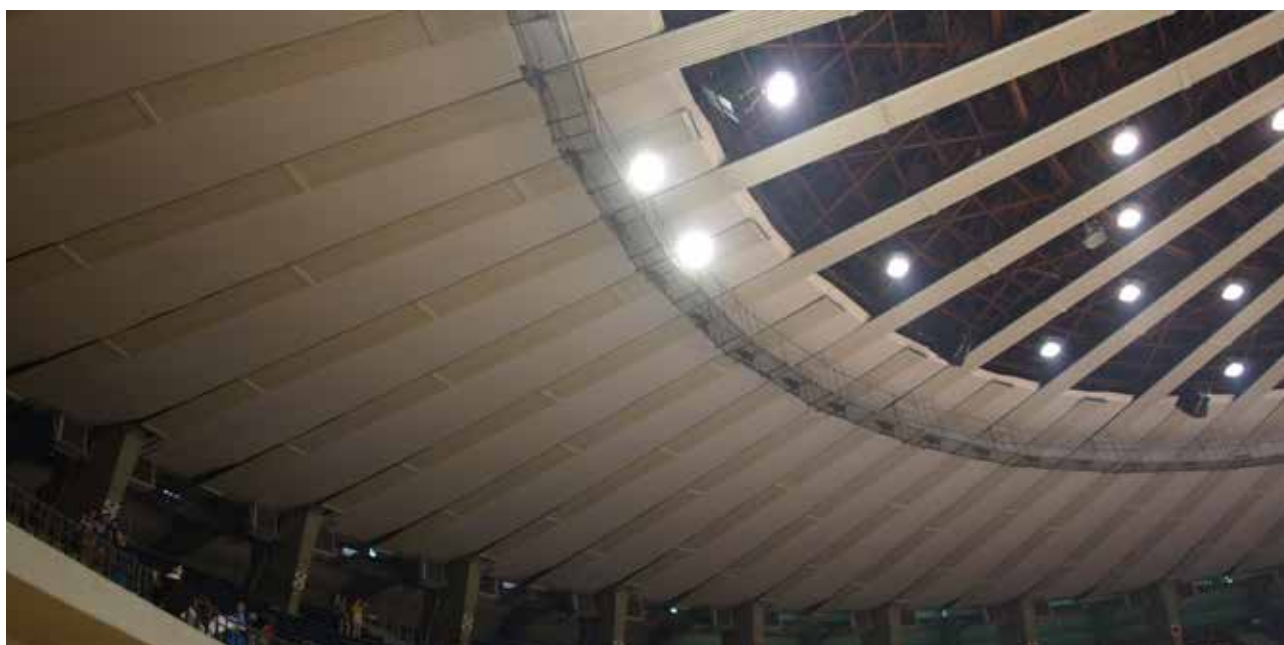


Fig. 26

La température superficielle du corps est homogène (situation de confort).



**RADIANT SOLUTIONS**