

Nom :

Prénom :

Date :

## Livret d'exercices

Thème	Rubrique	Sous-rubrique	Sous sous-rubrique
<b>Climatisation</b>			

## Sélection planchers rafraîchissants et poutres froides passives

Auteurs: Patrick Delpech, Etienne Hoonakker

<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/selection-planchers-plafonds-rafraichissants-poutres-froides-passives.htm>

### Principe d'utilisation du livret d'exercices

Ce livret vous permettra de rédiger vos réponses aux exercices du dossier d'Eformation Xpair.com. Vous alternerez ainsi lecture ou audition du dossier en ligne et rédaction dans le livret.

Pour chaque exercice, vous rédigerez votre réponse, puis vous en étudierez la correction en ligne avant de passer à l'exercice suivant.

Si vous ne savez pas traiter un exercice, vous pourrez directement en étudier la correction, mais aussi souvent que possible obligez-vous à une rédaction.

Notez qu'entre 2 exercices, il pourra être nécessaire d'étudier le cours. Pour vous en prévenir, vous trouverez parfois, dans le livret l'indication :

« Etudiez le cours en ligne avant de passer à l'exercice suivant » ou « Etudiez le cours en ligne avant de passer au § suivant ».

N'étudiez que les paragraphes et les exercices relatifs au niveau de difficulté égal ou inférieur à celui prévu pour votre formation.

- Niveau 3 : difficulté CAP
- Niveau 4 : difficulté Bac
- Niveau 5 : difficulté Bac+2

Puis, lorsque vous aurez terminé un dossier, vous pourrez vous évaluer en ligne par un test QCM dans lequel vous ne traiterez que les questions relatives aux thèmes que vous aurez étudiés.

Bon travail.  
Les auteurs.

**NB : Si vous détectez une coquille ou une erreur dans le présent livret ou dans le dossier en ligne, nous vous serons très reconnaissants de l'indiquer à Xpair sur la messagerie [mq@xpair.com](mailto:mq@xpair.com).**

## N°1 - Performances des planchers rafraîchissants – niv 5

*Etudiez le cours en ligne.*

Zone géographique de la France	Température d'eau minimale de départ
Zone côtière de la Manche, de la mer du Nord et de l'océan atlantique au nord de l'embouchure de la Loire, largeur 30 [km]	19 [°C]
Zone côtière de l'océan atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne, largeur 50 [km]	20 [°C]
Zone côtière de l'océan atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne, largeur 50 [km]	21 [°C]
Zone côtière méditerranéenne, largeur 50 [km]	22 [°C]

**Question Q1:** Pour quelles raisons les planchers rafraîchissants doivent-ils être alimentés avec de l'eau moins froide sur les côtes que dans l'intérieur du pays?

*Etudiez le cours en ligne avant de traiter l'exercice suivant.*

La température au sol d'un plancher rafraîchissant est proche de la température moyenne de l'eau en circulation, de 1 à 2 [°C] supérieure.

Régime de température	Température moyenne de l'eau	Ordre de grandeur de la température moyenne au sol (environ 1,5 [°C] supérieure)
18/21 [°C]	19,5 [°C]	21 [°C]
19/22 [°C]	20,5 [°C]	22 [°C]

**Question Q2:** Pour une température au sol de 21 [°C] et une température ambiante de 26 [°C] quelle est en [W/m<sup>2</sup>] la puissance d'un plancher rafraîchissant?

**Question Q3:** Estimez la puissance d'un plancher rafraîchissant installé en zone côtière méditerranéenne pour une température ambiante de 28 [°C].

La puissance de refroidissement des planchers « froids » est donc limitée. Au regard des 50 à 100 [W/m<sup>2</sup>] normalement nécessaires à la climatisation des logements et des bureaux, on ne parle donc pas de climatisation mais de rafraîchissement.

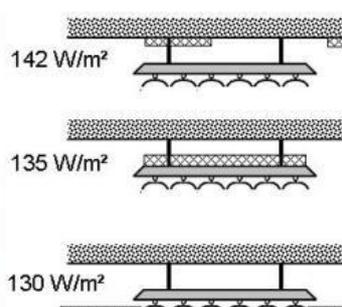
Notons enfin que la puissance d'un plancher chauffant est dite « **auto-régulante** ». En mode chauffage, cela veut dire que plus le local est froid plus le plancher est puissant et inversement.

**Question Q4:** Expliquez pour quelle raison la puissance d'un plancher rafraîchissant est dite « auto-régulante ».

## N°2 - Performances des plafonds rafraîchissants – niv 5

Etudiez le cours en ligne.

Zone géographique de la France	Température d'eau minimale de départ
Intérieur des terres	16 [°C]
Zone côtière de la Manche, de la mer du Nord et de l'océan atlantique au nord de l'embouchure de la Loire, largeur 30 [km]	17 [°C]
Zone côtière de l'océan atlantique au sud de l'embouchure de la Loire et au nord de l'embouchure de la Garonne, largeur 50 [km]	18 [°C]
Zone côtière de l'océan atlantique au sud de l'embouchure de la Garonne, largeur 50 [km]	19 [°C]
Zone côtière méditerranéenne, largeur 50 [km]	20 [°C]



**Question Q1:** En analysant les 3 schémas d'installation ci-dessus, expliquez pourquoi la puissance du plafond rafraîchissant diminue (en passant de 142 [W/m<sup>2</sup>] à 130 [W/m<sup>2</sup>]) selon son mode d'installation.

Evidemment, TROX indique dans quelles conditions de températures sont obtenues ces performances. Pour le modèle ci-dessus il précise :

#### Puissance selon la norme DIN 4715

Les systèmes de rafraîchissement proposés sont contrôlés selon la norme DIN 4715. La norme définit les méthodes de mesure et la disposition des charges thermiques. Les mesures ont été effectuées dans un laboratoire conçu à cet effet, en tenant compte d'une différence de 2K entre les températures entrée et sortie de l'eau et une différence de 10K entre la température ambiante et la température moyenne de l'eau.

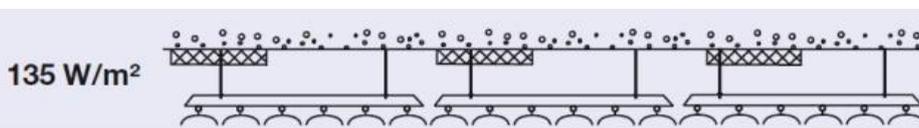
**Question Q2:** Qu'est-ce que les normes DIN?

**Question Q3:** Pour une température d'alimentation en eau de 16 [°C], pour quelle température intérieure les puissances indiquées par Trox sont-elles obtenues?

## N°3 - Performances des plafonds rafraîchissants (suite) – niv 5 à 6

*Etudiez le cours en ligne.*

*En estimation rapide, on peut admettre que la puissance du plafond varie proportionnellement à l'écart de température entre la température moyenne de l'eau et celle de l'ambiance.*



#### Puissance selon la norme DIN 4715

Les systèmes de rafraîchissement proposés sont contrôlés selon la norme DIN 4715. La norme définit les méthodes de mesure et la disposition des charges thermiques. Les mesures ont été effectuées dans un laboratoire conçu à cet effet, en tenant compte d'une différence de 2K entre les températures entrée et sortie de l'eau et une différence de 10K entre la température ambiante et la température moyenne de l'eau.

**Question Q1:** En considérant que la puissance du plafond varie proportionnellement à l'écart de température entre la température moyenne de l'eau et celle de l'ambiance, estimez en  $[W/m^2]$  la puissance d'un panneau annoncé ci-dessus de  $135 [W/m^2]$ , pour un régime d'eau de  $18/21 [^{\circ}C]$  et une ambiance à  $26 [^{\circ}C]$ .

Le fabricant peut bien sûr fournir un tableau d'évolution de puissance en fonction de l'écart de température entre la température moyenne de l'eau et celle de l'ambiance. Ainsi, quittons momentanément la documentation des panneaux Trox pour les panneaux Zhender ci-dessous :

	Nombre de tubes	Largeur (mm)	Modèle
	2	295	295/2
	3	445	445/3
	4	595	595/4
	5	745	745/5
	6	895	895/6
	7	1045	1045/7
	8	1195	1195/8

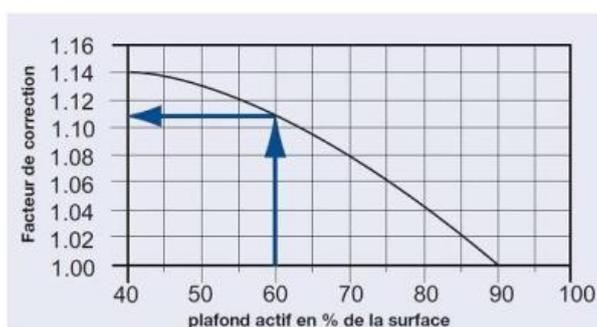
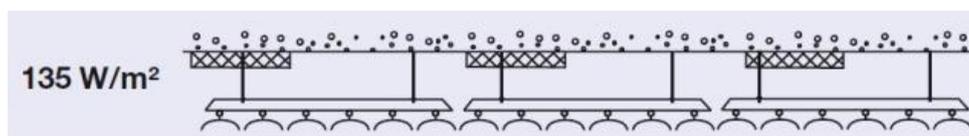
#### Rafrâichissement (puissances selon DIN 4715-1)

$\Delta t$ K	295/2 W/m	445/3 W/m	595/4 W/m	745/5 W/m	895/6 W/m	1045/7 W/m	1195/8 W/m
3	8	12	16	20	25	29	33
4	10	16	21	27	34	39	45
5	13	20	27	34	42	49	56
6	15	24	32	41	51	59	68
7	18	28	38	49	60	69	80
7,5	19	30	41	52	64	74	85
8	21	32	44	56	68	80	91
8,5	22	34	46	59	73	85	97
9	23	36	49	63	77	90	103

Remarque : notez que le fabricant ci-dessus indique la puissance de ses panneaux non en  $[W/m^2]$ , mais en  $[W/ml]$  (mètres linéaires).

**Question Q2:** Déterminez en [W/m] la puissance d'un élément de plafond rafraîchissant 895/6 Zhender ci-dessus en régime 19/23 [°C] dans un local à 25 [°C].  
Estimez sa puissance en régime 18/21 [°C] dans un local à 27 [°C] et comparez avec la valeur annoncée par le fabricant.

Enfin, pour en revenir à la documentation TROX, le fabricant nous indique que si les panneaux sont insérés dans un faux plafond en métal, il y a lieu de corriger les puissances en fonction du taux de couverture du plafond :



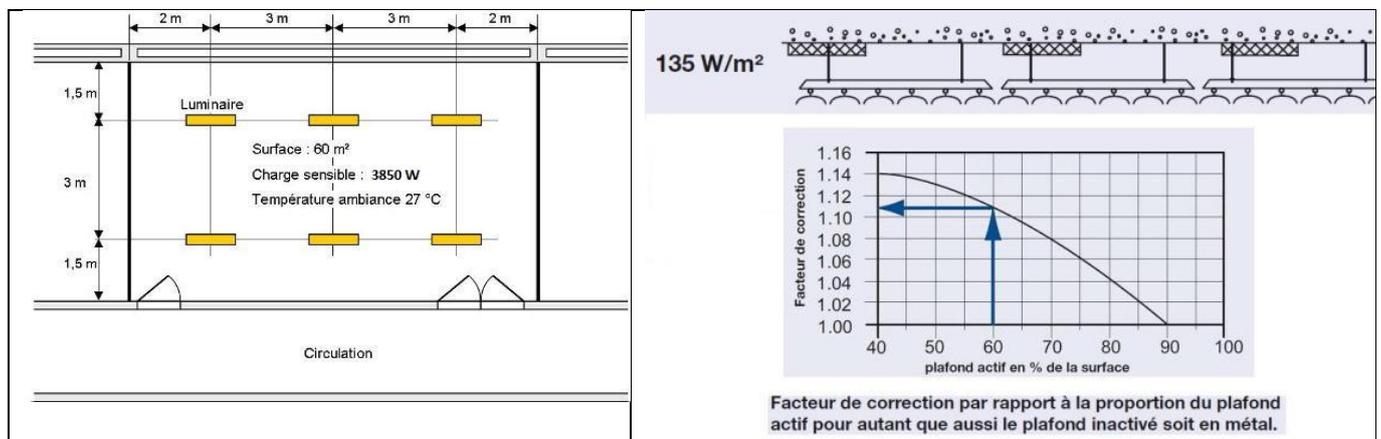
Facteur de correction par rapport à la proportion du plafond actif pour autant que aussi le plafond inactivé soit en métal.

Source Trox

**Question Q3:** Vous avez noté ci-dessus que les coefficients de correction à appliquer aux puissances des poutres indiquées en [W/m<sup>2</sup>] sont supérieures à 1, si la surface de plafond n'est pas couverte à 100%. On peut être surpris de voir ainsi la puissance en [W/m<sup>2</sup>] des émetteurs augmenter. Expliquez cette apparente contradiction.

## N°4 - Mini projet plafond rafraîchissant – niv 5 à 6

Etudiez le cours en ligne.



**Question Q1:** Pour le local de 60 [m<sup>2</sup>] ci-dessus, la puissance à fournir par le plafond rafraîchissant sera de 3850 [W].

Le plafond sera alimenté en régime 16/18 [°C].

Pour une température ambiante de 27 [°C], les panneaux fonctionneront selon les conditions de la norme et leur puissance peut en première lecture être estimée de 135 [W/m<sup>2</sup>].

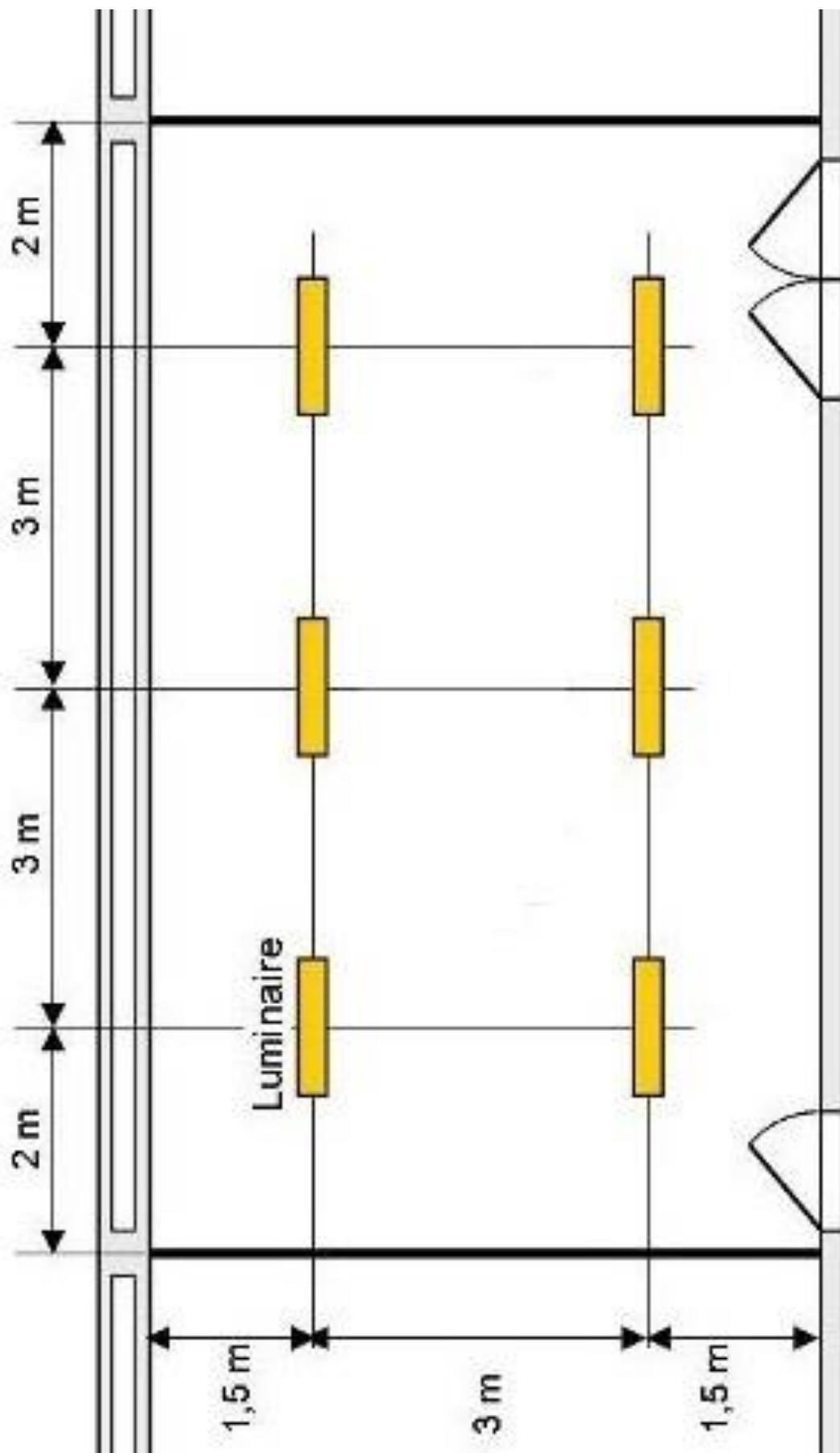
En tenant compte du % de plafond qui sera équipé de panneaux rafraîchissants, déterminez le nombre de panneaux de 3000 x 750 [mm] nécessaires.

Etudiez le cours en ligne avant de traiter l'exercice suivant.

**Question Q2:** Implantez les panneaux dans le local et dessinez un exemple de distribution hydraulique.

Le nombre de panneau en série sera limité à 4 éléments.

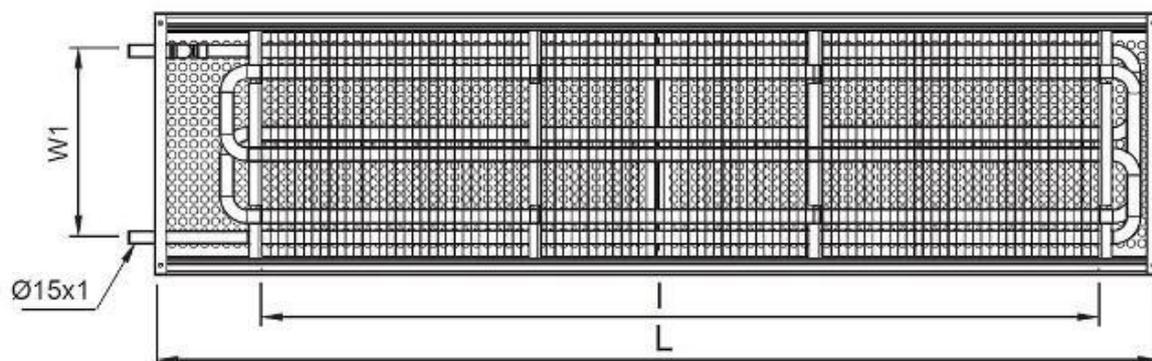
On ne déplacera pas les luminaires.



Circulation

## N°5 - Performances des poutres froides passives – niv 5 à 6

Etudiez le cours en ligne.



W	CH	h	W1	I	L
315	75	40	225	1000 – 4800	I + 200
465	75	40	375	1000 – 4800	I + 200
615	75	40	525	1000 – 4800	I + 200
315	100	30	225	1000 – 4800	I + 200
465	100	30	375	1000 – 4800	I + 200
615	100	30	525	1000 – 4800	I + 200

	Pw(W/m)							
	$\Delta T$ (°C)							
	6	7	8	8,5	9	9,5	10	11
CPA-75-315	86	107	131	144	157	170	183	212
CPA-75-465	136	170	207	228	248	269	290	335
CPA-75-615	180	226	276	294	312	349	386	446
CPA-100-315	102	126	153	167	181	196	209	242
CPA-100-465	168	208	252	276	300	323	345	400
CPA-100-615	214	266	322	352	382	411	440	510

Pour un débit de 0,08 [l/s]

**Question Q1:** Compte tenu de votre connaissance des plafonds froids, en fonction de quel  $\Delta T$  le fabricant indique-t-il la puissance de ses poutres froides?

Etudiez le cours en ligne avant de traiter l'exercice suivant.

**Question Q2:** En utilisant la documentation Halton ci-dessus, déterminez la puissance d'une poutre de 2000 [mm], largeur 465 [mm], épaisseur batterie 100 [mm].

Données :

- Température du local : 25 [°C]
- Régime de température d'eau 14/18 [°C]

**Question Q3:** Quelle est la puissance d'une poutre Halton de 3000 [mm], largeur 615 [mm], épaisseur batterie 75 [mm] ?

Données :

- Température du local : 27 [°C]
- Régime de température d'eau 15/18 [°C]

*Remarque : notez dans la documentation ci-dessus que les puissances indiquées par le fabricant ne sont pas proportionnelles au  $\Delta T$ , ce qui est normal lorsque l'émetteur présente une part importante de convection naturelle.*

*L'évolution est alors du type :*

$$P = k \times \Delta T^{1,3}$$

*Avec P : puissance en [W]*

*k : coefficient de proportionnalité en [W/°C]*

*$\Delta T$  : écart de température entre l'émetteur et l'air en [°C]*

**Question Q4:** Déterminez en [W/m] la puissance d'une poutre Halton CPA-100-315 ci-dessus en régime 16/20 [°C] dans un local à 25 [°C].

En utilisant la formule  $P = k \times \Delta T^{1,3}$ , estimez sa puissance en régime 15/19 [°C] dans un local à 27 [°C] et comparez avec la valeur annoncée par le fabricant.

## N°6 - Les pièges d'une documentation technique – niv 5 à 6

**Etudiez le cours en ligne.**

*Aucune documentation technique ne se ressemble.*

*Lorsque dans l' Eformation Xpair.com nous étudions tel ou tel exemplaire, le but n'est pas de se familiariser avec un modèle mais de développer notre capacité d'analyse technique.*

*Toutes ces études s'effectuent « en manuel » car avant d'utiliser sans risque un logiciel de sélection une forte expérience manuelle est indispensable.*

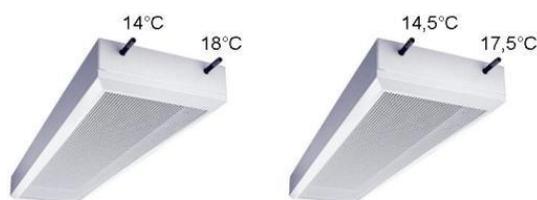
*Le fabricant de la poutre étudiée précise que les puissances indiquées dans sa documentation ont été mesurées (ou calculées) pour des débits de 0,08 [l/s] (pour un mètre de poutre) et fournit des coefficients de correction pour des débits inférieurs :*

**Facteur de correction du débit d'eau :**

qmv (kg/s)	kc
0.015	0.79
0.02	0.83
0.025	0.86
0.03	0.88
0.035	0.91
0.04	0.92
0.045	0.94
0.05	0.96
0.055	0.97
0.06	0.98
0.08	1.00

**Question Q1:** Expliquez pourquoi en 1<sup>ère</sup> approche les 2 poutres froides de même modèle ci-dessous, situées dans des locaux de même température ambiante, sont de même puissance alors que leurs régimes de température sont différents.

Quel est le rapport de leurs débits d'irrigation respectifs ?



Mais dans la documentation étudiée les puissances sont indiquées pour un débit d'irrigation qui est en fait très élevé et l'approximation devient insuffisante.

**Question Q2:** Pour un débit d'irrigation de 0,08 [l/s] le fabricant indique :

	Pw(W/m)							
	$\Delta T$ (°C)							
	6	7	8	8,5	9	9,5	10	11
CPA-75-315	86	107	131	144	157	170	183	212
CPA-75-465	136	170	207	228	248	269	290	335
CPA-75-615	180	226	276	294	312	349	386	446
CPA-100-315	102	126	153	167	181	196	209	242
CPA-100-465	168	208	252	276	300	323	345	400
CPA-100-615	214	266	322	352	382	411	440	510

Etudions une poutre CPA de 465 [mm] de largeur, équipée d'une batterie de 100 [mm] d'épaisseur, installée dans un local à 25 [°C] et dont la température moyenne de l'eau d'irrigation est de 16 [°C]. Pour le débit de 0,08 [l/s] correspondant à la puissance indiquée, quel est le régime du circuit d'eau de refroidissement ?

**Question Q3 :** Pour un débit d'irrigation de 0,08 [l/s] le fabricant indique :

	Pw(W/m)							
	$\Delta T$ (°C)							
	6	7	8	8,5	9	9,5	10	11
CPA-75-315	86	107	131	144	157	170	183	212
CPA-75-465	136	170	207	228	248	269	290	335
CPA-75-615	180	226	276	294	312	349	386	446
CPA-100-315	102	126	153	167	181	196	209	242
CPA-100-465	168	208	252	276	300	323	345	400
CPA-100-615	214	266	322	352	382	411	440	510

Etudions une poutre CPA de 465 [mm] de largeur, équipée d'une batterie de 100 [mm] d'épaisseur, installée dans un local à 25 [°C] et dont la température moyenne de l'eau d'irrigation est de 16 [°C]. Pour le débit de 0,08 [l/s] correspondant à la puissance indiquée, quel est le régime du circuit d'eau de refroidissement ?

**Question Q4:** On cherche une poutre à même de fournir 280 [W/m] pour climatiser un local à 25 [°C] avec un régime d'eau de 14/18 [°C] (soit un  $\Delta T$  air-eau de 9 [°C]). Une poutre de 465 [mm] de largeur, équipée d'une batterie de 100 [mm] d'épaisseur semble convenir avec une puissance indiquée de 300 [W/m] pour un  $\Delta T$  de 9 [°C].

Vérifier la validité de ce choix en tenant compte de la correction à appliquer en fonction du débit.

**Question Q5:** On cherche une poutre à même de fournir 280 [W/m] pour climatiser un local à 25 [°C] avec un régime d'eau de 14/18 [°C] (soit un  $\Delta T$  air-eau de 9 [°C]).

Vérifiez si une poutre de 615 [mm] de largeur, équipée d'une batterie de 100 [mm] d'épaisseur peut convenir.

**Après avoir étudié en ligne ce dossier, évaluez-vous par un test.**

<http://formation.xpair.com/essentiel-genie-climatique/lire/selection-planchers-plafonds-rafraichissants-poutres-froides-passives.htm>

Résultat Test 1	/10
Résultat éventuel Test 2	/10
Résultat éventuel Test 3	/10