

**PANNEAUX RAYONNANTS
A EAU CHAUDE
VAPEUR
FLUIDE THERMIQUE**



NOTICE TECHNIQUE

- FICHES TECHNIQUES
- INSTALLATION
- ENTRETIEN

BLONDEAU
INDUSTRIAL HEATING

Fabrickstraat, 56 - 2547 Lint
Tel. 03/454.38.50 - Fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE I. SPECIFICATIONS TECHNIQUES

A. PRINCIPE DE CHAUFFAGE ET DE FONCTIONNEMENT	3
B. DESCRIPTIF & CARACTERISTIQUES DIMENSIONNELLES	4 - 8
C. CRITERES DE SELECTION & PUISSANCES	8 - 18
D. DISPOSITION DES PANNEAUX	18 - 24
E. DEBIT, VITESSE, PERTES DE CHARGES	24 - 35
F. REGULATION	35 - 37

CHAPITRE II. INSTALLATION

A. CONFORMITE	37
B. COLISSAGE	37
C. ASSEMBLAGE	37 - 44

CHAPITRE III. ACCESSOIRES

A. ACCESSOIRES DIVERS	45 - 47
-----------------------	---------

CHAPITRE 1 : SPECIFICATIONS TECHNIQUES

A. PRINCIPE DE CHAUFFAGE ET DE FONCTIONNEMENT

Tout objet à une température supérieure au zéro absolu émet de l'énergie sous forme de rayonnement électromagnétique.

Il se propage en ligne droite, peut être réfléchi et se transforme en chaleur au contact des corps.

Ce rayonnement est dit infrarouge lorsque les températures d'émission sont de l'ordre de quelques centaines de degrés.

N'échauffant pas l'air, il est donc particulièrement adapté pour :

* le chauffage des bâtiments :

- de grand volume,
- peu ou faiblement isolés,
- à renouvellements d'air importants.

* le chauffage intermittent ou par zones.

Les panneaux rayonnants ECOPAN constituent un système de chauffage indirect suspendu, raccordés sur une unité de production d'eau chaude, de vapeur ou de fluide thermique.

C'est un système de production et d'émission de chaleur par rayonnement infrarouge. Les panneaux émettent un rayonnement infrarouge dirigé vers les corps à chauffer.

Les panneaux sont constitués de plaques d'acier, dans lesquelles sont effectuées par estampage de précision, des rainures circulaires à distance modulaire.

Dans ces logements sont insérés des tubes de section de 1/2" ou 3/4" contenant le fluide caloporteur. De par son profil la plaque enveloppe 2/3 de la surface des tubes, ce qui assure une excellente transmission de chaleur des tuyaux au plaque rayonnantes.

Sur sa partie supérieure le panneau est isolé au moyen d'un matelas de laine de verre de 40 mm (densité 14 kg/m³) selon la directive 97/69/EC, couvert par une feuille d'aluminium.

Les panneaux radiants ECOPAN existent en différents modèles :

- avec entraxes entre les tuyaux de 150 mm, composé de 2 - 4 - 6 - 8 tuyaux de 1/2" ou 3/4"
- avec entraxes entre les tuyaux de 111 mm, composé de 4 - 6 - 8 - 10 tuyaux de 1/2" ou 3/4"

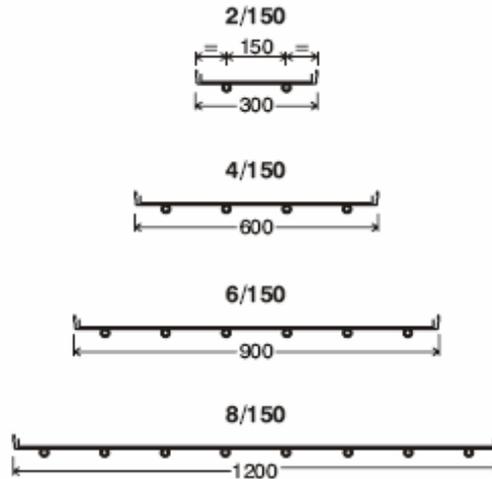
Les plaques d'acier ont une longueur de 2 m et sont assemblés en modules de 4 ou 6 m.

B. DESCRIPTIF

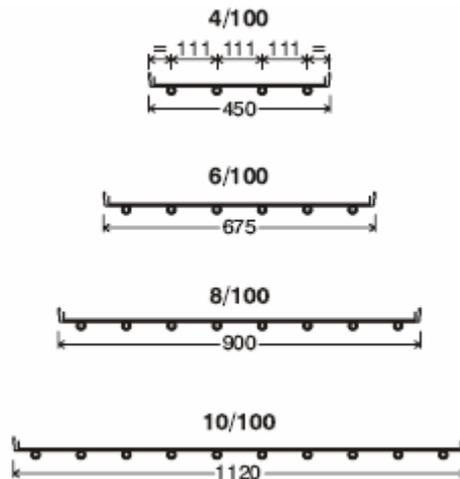
Les panneaux rayonnants ECOPAN sont construits afin de répondre aux normes CE, conformément à la norme EN 14037.

B.1. DESCRIPTION PANNEAUX

Panneaux avec entre-axe tubes 150 mm - dia. tuyaux dia. 1/2" ou 3/4"



Panneaux avec entre-axe tubes 111 mm - dia. tuyaux dia. 1/2" ou 3/4"



Sur demande ECOPAN peut fournir des panneaux composés de 3-5-7 tubes de dia. 1/2" ou 3/4", avec entre-axe de 150 mm, ainsi que des panneaux 5-7-9 composés de tubes dia. 1/2" ou 3/4", avec entre-axe de 111 mm

Tab. 1 - Types, dimensions, puissance, poids, contenu

Type	Entre axes tuyaux mm	Diam. extér. tuyaux mm	Puissance thermique nominale $\Delta T = 55 \text{ K}$ (*) W/m	Largeur totale L Mm	Distance des points de suspension mm	Poids à vide		Poids avec eau		Contenu en eau (**) dm ³ /m	
						Panneau (**) kg/m	Collect. kg	Panneau (**) kg/m	Collect. kg		
2/150 ½"	150	21,3	180	300	270	4,7 5,4	1,1	5,23 5,84	1,8	0,53 0,44	
4/150 ½"	150	21,3	309	600	570	8,7 10,1	2,0	9,75 10,98	3,3	1,05 0,88	
6/150 ½"	150	21,3	431	900	870	12,7 14,9	2,9	14,28 16,21	4,8	1,58 1,31	
8/150 1/2"	150	21,3	554	1200	1170	16,8 19,7	3,8	18,90 21,45	6,3	2,10 1,75	
2/150 ¾"	150	26,9	190	300	270	5,1 6,1	1,1	6,00 6,88	1,8	0,90 0,78	
4/150 ¾"	150	26,9	318	600	570	9,7 11,6	2,0	11,50 13,16	3,3	1,80 1,56	
6/150 ¾"	150	26,9	449	900	870	14,3 17,1	2,9	16,99 19,45	4,8	2,69 2,35	
8/150 ¾"	150	26,9	581	1200	1170	18,9 22,6	3,8	22,49 25,73	6,3	3,59 3,13	
4/100 ½"	111	21,3	278	450	420	7,6 9,1	1,5	8,65 9,98	2,5	1,05 0,88	
6/100 ½"	111	21,3	413	675	650	11,0 13,1	2,1	12,58 14,41	3,6	1,58 1,31	
8/100 ½"	111	21,3	516	900	870	14,5 17,4	2,8	16,60 19,15	4,7	2,10 1,75	
10/100 1/2"	111	21,3	616	1120	1090	18,0 21,8	3,5	20,63 23,99	5,8	2,63 2,19	
4/100 ¾"	111	26,9	279	450	420	8,7 10,5	1,5	10,50 12,06	2,5	1,80 1,56	
6/100 ¾"	111	26,9	415	75	650	12,6 15,3	2,1	15,29 17,65	3,6	2,69 2,35	
8/100 ¾"	111	26,9	534	900	870	16,7 20,4	2,8	20,29 23,53	4,7	3,59 3,13	
10/100 ¾"	111	26,9	650	1120	1090	20,9 25,5	3,5	25,39 29,41	5,8	4,49 3,91	
Pann. HORS STANDARD	3/150 ½"	150	21,3	240	450	420	6,7 7,8	1,5	7,49 8,46	2,5	0,79 0,66
	5/150 ½"	150	21,3	370	750	720	10,8 12,6	2,4	12,11 13,69	4,1	1,31 1,09
	7/150 ½"	150	21,3	492	1.050	1.020	14,9 17,4	3,4	16,74 18,93	5,7	1,84 1,53
	5/100 ½"	111	21,3	347	565	535	9,30 11,1	1,8	10,61 12,19	3,1	1,31 1,09
	7/100 ½"	111	21,3	466	790	760	12,8 15,3	2,5	14,64 16,83	4,2	1,84 1,53
	9/100 ½"	111	21,3	566	1.010	980	16,3 19,6	3,2	18,67 21,57	5,3	2,37 1,97

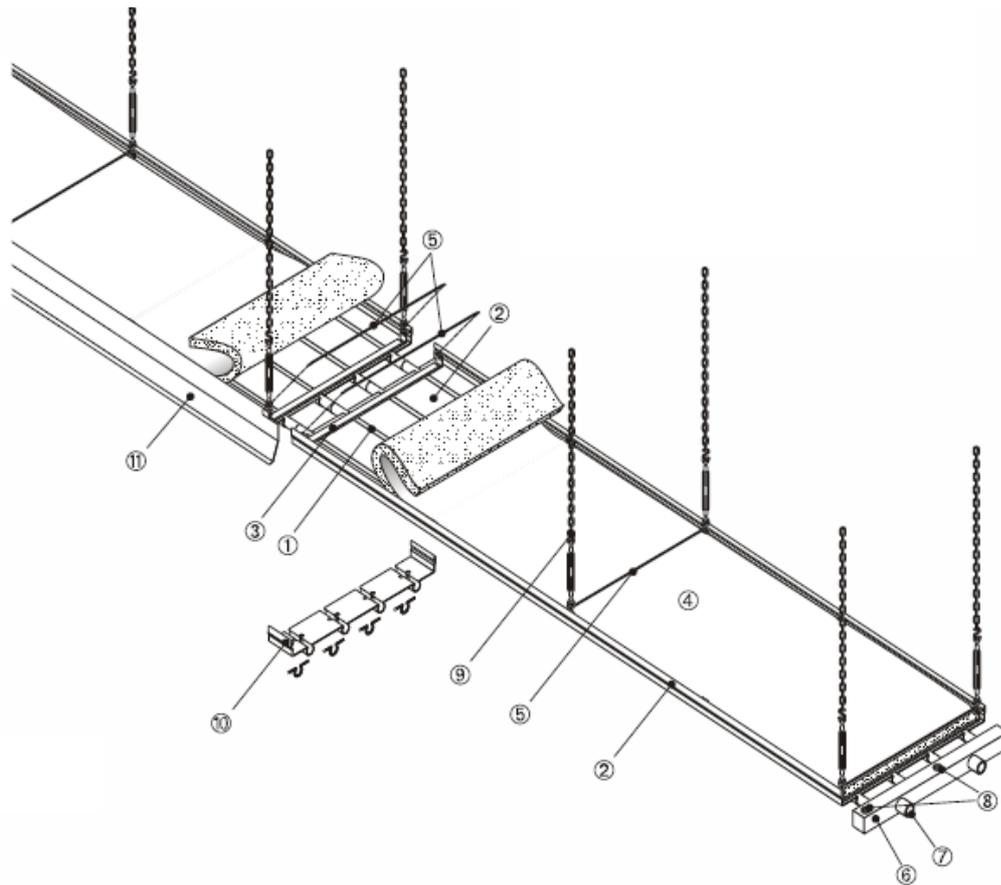
(*) Puissance thermique nominale suivant EN14037 - basés sur tests effectués au laboratoire HLK de l'Université de Stuttgart
 Cette puissance est relative à $\Delta T = 55 \text{ K}$, ou le ΔT est le différence entre la température moyenne du fluide et de la température ambiante

(**) Ligne supérieur : tube électro-soudé
 Ligne inférieure : tube sans soudures

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabriekstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

B.2. PANNEAUX



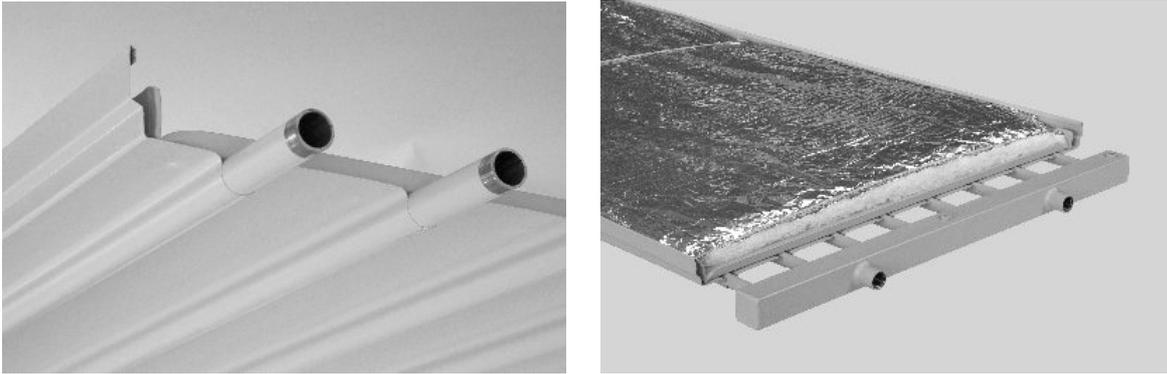
n°	DESCRIPTION	REMARQUES
1	Tubes acier	Dia. ½" ou ¾"
2	Panneaux acier	D'une seule pièce, y compris rebords latéraux
3	Supports	Renforcement (rigidité) et suspension
4	Isolation	Matelas isolant en laine de verre
5		Fixation du matelas isolant
6	Collecteur	
7	Connections	Filet intérieur 1' ou 5/4"
8	Raccord	Dia. 3/8" - pour évent ou purge
9	Suspension	Non compris dans la fourniture
10	Plaque de recouvrement	Fournies avec clips de fixation
11	Tôles latérales	Afin d'éviter la convection (en option)

Pression de fonctionnement maximale : 6 bar

Les supports de suspension des panneaux rayonnants sont conçus pour supporter - sans se briser - un poids supérieure à 5 x le poids des panneaux eau incluse.
Le panneau est capable de supporter - sans déformation - une charge égale à 3 x son propre poids, eau incluse.

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 



B.3. Dimensions longitudinales des modules de base (mm)

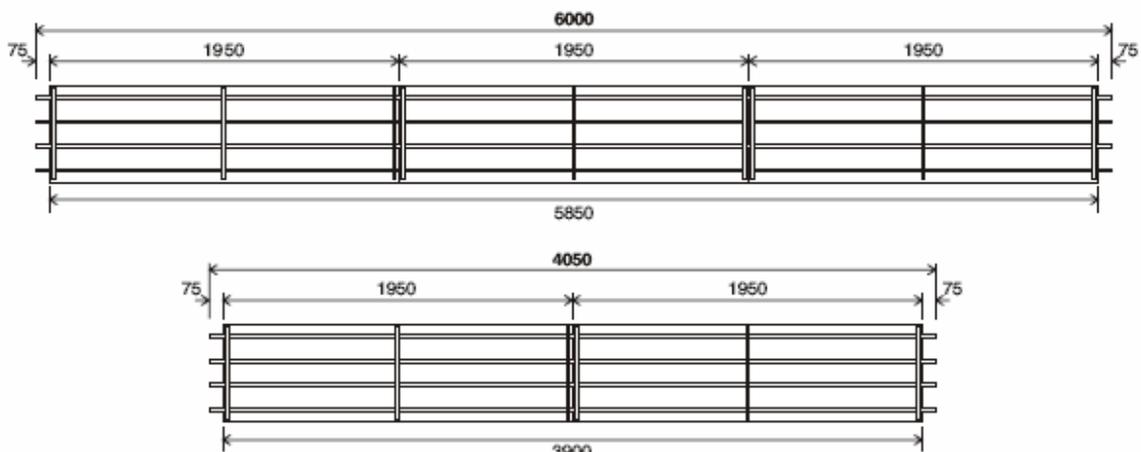


Fig. 1 Longueur des panneaux

B.4. Dimensions entre-axes des supports de suspension

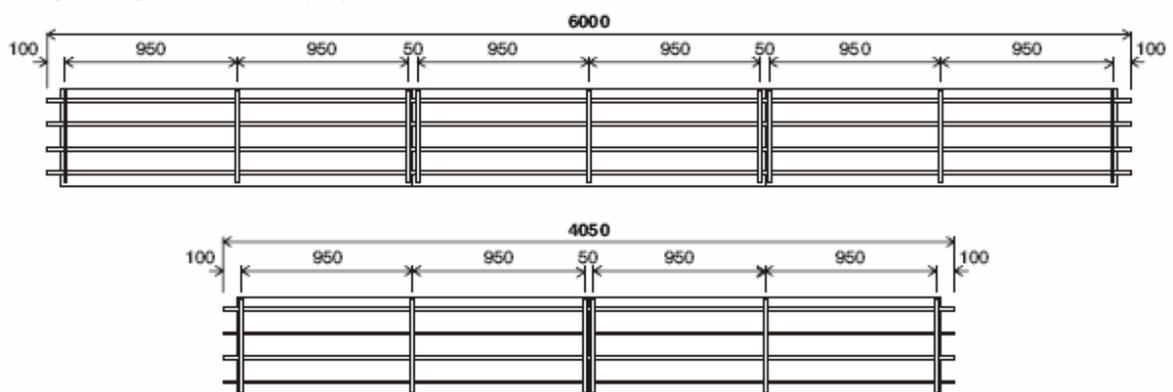


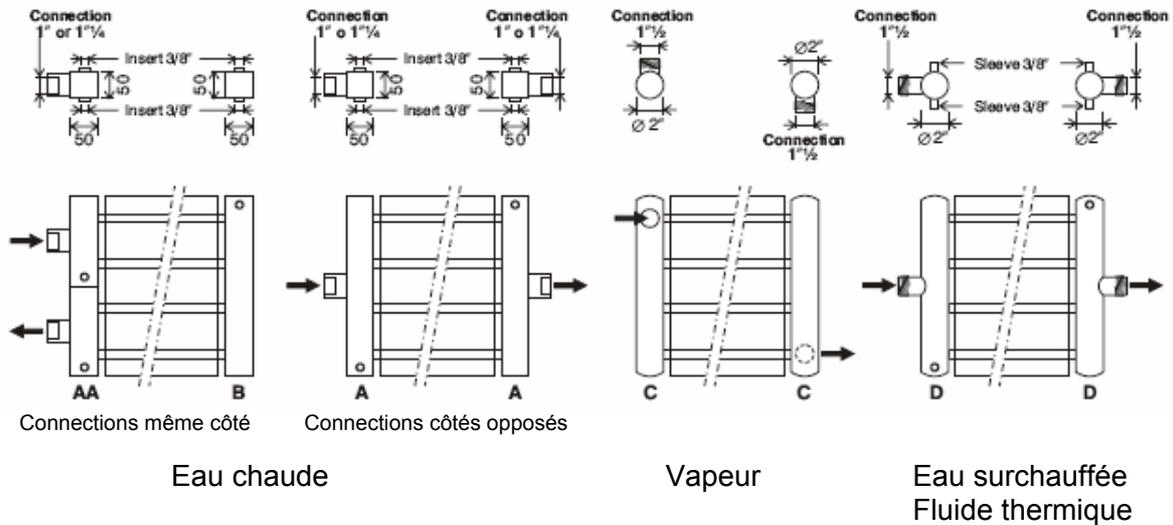
Fig. 2 Distance entre supports

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

B.5. Collecteurs - Exécution AA, B, A,C,D (mm)



C. CRITERES DE SELECTION

C.1. Lignes directrices pour un choix correcte

La gamme de panneaux rayonnants ECOPAN comprend 22 différents modèles :

- à **entre-axes de 111 mm**
7 types avec tuyaux diamètre $\frac{1}{2}"$ et 4 avec tuyaux $\frac{3}{4}"$
- à **entre-axes de 150 mm**
7 types avec tuyaux diamètre $\frac{1}{2}"$ et 4 avec tuyaux $\frac{3}{4}"$

Chaque type peut être fourni équipé de tuyaux électro-soudés ou de tuyaux sans soudures.

Cette gamme étendue de modèles offre au prescripteur un large choix de possibilités.

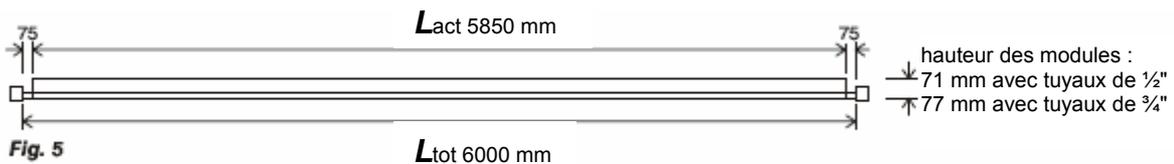
Le tableau 2 donne un critère de sélection en fonction du type, du diamètre et de l'entre-axes des tubes des différents panneaux.

Critère de sélection	Tuyaux dia 1/2" entre-axe :		Tuyaux dia 3/4" entre-axe :	
	111 mm	150 mm	111 mm	150 mm
Panneaux rayonnants courts : Jusqu'à 40 m avec connections du même côté, 80 m avec connections de côtés opposés	•	•		
Panneaux rayonnants de grandes longueurs : + de 40 m avec connections du même côté ou 80 m avec connections de côtés opposés			•	•
Locaux de grande hauteur	•		•	
Plafond bas ($h < 3,5$ m)		•		•
Débit d'eau par tuyau de 250 à 500 l/h	•	•		
Débit d'eau par tuyau de 500 à 1.000 l/h			•	•
Eau jusqu'à 120°C	Tuyaux électro-soudés			
Vapeur	Tubes sans soudures ou à caractéristiques équivalentes			
Eau surchauffée				
Huile thermique				

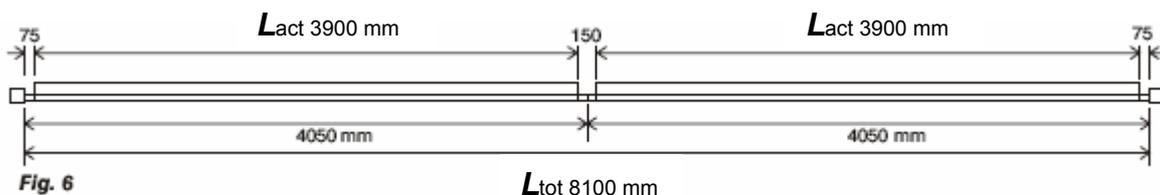
C.2. Longueurs actives

La norme EN 14037 définit comme 'longueur active' la partie du panneau avec une section identique, excluant les collecteurs et les plaques de recouvrement.

Un panneau ECOPAN de 6 m a une longueur active (L_{act}) de 5,85 m



Un panneau ECOPAN de 8 m, formés de 2 modules identiques d'une longueur de 4,05 m, a une longueur active (L_{act}) de 7,8 m



SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Un panneau ECOPAN de 12 m, formés de 2 modules identiques d'une longueur de 6 m, a une longueur active (L_{act}) de 11,70 m

Un panneau ECOPAN de 14 m, formés de 2 modules identiques d'une longueur de 4,05 m et de 1 module de 6 m, a une longueur active (L_{act}) de 13,65 m.

Les exemples ci-avant démontrent que entre la longueur totale des panneaux et la longueur active, il y a une différence de +/- 3% (ceci en opposition à la différence moyenne de +/- 5% rencontrés chez d'autres panneaux disponibles sur le marché)

Lors de la conception des panneaux, une attention particulière a été prêtée à cet aspect afin de réduire cette différence au minimum.

Pour cette raison également, la plaque de recouvrement de 15 cm insérée et recouvrant la transition entre 2 modules possède un profil identique à la tôle principale et ainsi rayonne également. Des tests en laboratoire démontrent que ces plaques ont des performances identiques à la partie active des panneaux.

C.3. Emissions thermiques

Les tests basés sur la norme Européenne EN 14037 ont été réalisés et certifiés par le laboratoire HLK de l'université de Stuttgart (D).

Les émissions thermiques des panneaux radiants ECOPAN sont reprises dans les tableaux 3 et 4 (p. 11 et 12).

Les tableaux 5 et 6 (p13 et 14) mentionnent les émissions d'un paire de collecteur pour les différents modèles de panneaux

Les tableaux donnent les valeurs des puissances thermiques basés sur la différence (Δt) entre la température moyenne du fluide (t_m) et de la température ambiante (t_a).

Les émissions certifiées le sont pour la partie active des panneaux.

Tab. 3 Puissance thermique au mètre courant conforme à la norme EN14037
Panneaux rayonnants ECOPAN - tuyaux de 1/2"

Type	4/100	5/100 (**)	6/100	7/100 (**)	8/100	9/100 (**)	10/100	2/150	3/150 (**)	4/150	5/150 (**)	6/150	7/150 (**)	8/150
Entre-axes tuy. mm	111	111	111	111	111	111	111	150	150	150	150	150	150	150
Largeur mm	450	565	675	790	900	1010	1120	300	450	600	750	900	1050	1200
No. de tuyaux - Ø	4-1/2"	5-1/2"	6-1/2"	7-1/2"	8-1/2"	9-1/2"	10-1/2"	2-1/2"	3-1/2"	4-1/2"	5-1/2"	6-1/2"	7-1/2"	8-1/2"
$\Delta T = t_m - t_a$ (*) K	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m	W/m
20	84	105	125	141	156	171	186	55	75	95	114	132	151	170
22	94	118	140	158	175	191	208	61	84	106	127	148	169	190
24	104	130	156	175	194	212	231	68	93	117	141	164	187	210
26	115	143	171	192	213	233	254	75	102	129	154	180	205	231
28	125	156	186	210	232	255	277	81	111	140	168	196	224	251
30	136	170	202	228	252	276	300	88	120	152	182	212	243	273
32	146	183	218	246	272	298	324	95	130	164	197	229	262	294
34	157	197	234	264	292	320	348	102	139	176	211	246	281	316
36	168	210	251	282	313	343	373	109	149	188	226	263	300	337
38	179	224	267	301	333	365	398	117	159	201	240	280	320	359
40	191	238	284	320	354	388	423	124	168	213	255	297	339	382
42	202	252	301	339	375	411	448	131	178	225	270	315	359	404
44	213	267	318	358	396	435	473	138	188	238	285	332	379	427
46	225	281	335	377	418	458	499	146	198	251	300	350	400	449
48	236	295	352	397	439	482	524	153	208	263	316	368	420	472
50	248	310	369	416	461	506	551	161	219	276	331	386	441	495
52	260	325	387	436	483	530	577	169	229	289	347	404	461	519
54	272	340	404	456	505	554	603	176	239	302	362	422	482	542
ΔT_s standard	278	347	413	466	516	566	616	180	244	309	370	431	492	554
55	284	354	422	476	527	578	630	184	250	315	378	440	503	566
56	284	354	422	476	527	578	630	184	250	315	378	440	503	566
58	296	369	440	496	549	603	656	192	260	328	394	459	524	589
60	308	385	458	516	572	628	683	199	271	342	410	477	545	613
62	320	400	476	536	594	652	710	207	281	355	426	496	566	637
64	332	415	494	557	617	677	738	215	292	368	442	515	588	661
66	345	430	512	577	640	702	765	223	303	382	458	534	609	685
68	357	446	531	598	663	728	793	231	313	395	474	552	631	710
70	369	461	549	619	686	753	820	239	324	409	490	572	653	734
72	382	477	568	640	709	779	848	247	335	423	507	591	675	759
74	395	493	586	661	733	804	876	255	346	436	523	610	697	783
76	407	508	605	682	756	830	904	263	357	450	540	629	719	808
78	420	524	624	703	780	856	933	271	368	464	556	648	741	833
80	433	540	643	725	803	882	961	280	379	478	573	668	763	858
82	446	556	662	746	827	908	990	288	390	492	590	687	785	883
84	458	572	681	768	851	935	1018	296	401	506	606	707	808	908
86	471	588	700	789	875	961	1047	304	412	520	623	727	830	934
88	484	604	719	811	899	987	1076	313	424	534	640	747	853	959
90	497	621	738	833	923	1014	1105	321	435	548	657	766	876	985
92	510	637	758	855	948	1041	1134	330	446	563	674	786	898	1010
94	524	653	777	877	972	1068	1164	338	458	577	692	806	921	1036
96	537	670	797	899	997	1095	1193	346	469	591	709	826	944	1062
98	550	686	816	921	1021	1122	1222	355	481	606	726	847	967	1088
100	563	703	836	943	1046	1149	1252	363	492	620	743	867	990	1114
102	577	719	856	965	1071	1176	1282	372	504	635	761	887	1013	1140
104	590	736	875	988	1095	1203	1312	381	515	649	778	907	1037	1166
106	604	753	895	1010	1120	1231	1342	389	527	664	796	928	1060	1192
108	617	770	915	1033	1145	1258	1372	398	538	678	813	948	1083	1219
110	631	786	935	1055	1171	1286	1402	407	550	693	831	969	1107	1245
112	644	803	955	1078	1196	1314	1432	415	562	708	848	989	1130	1272
114	658	820	975	1101	1221	1342	1462	424	574	722	866	1010	1154	1298
116	672	837	996	1124	1246	1369	1493	433	585	737	884	1031	1178	1325
118	685	854	1016	1146	1272	1397	1524	441	597	752	902	1052	1202	1352
120	699	872	1036	1169	1297	1426	1554	450	609	767	920	1072	1225	1379

(*) ΔT = différence entre la température moyenne du fluide et de la température ambiante - (**) hors standard

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabriekstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Tab. 4 Puissance thermique au mètre courant conforme à la norme EN14037
Panneaux rayonnants ECOPAN - tuyaux de 3/4"

Type		4/100	6/100	8/100	10/100	2/150	4/150	6/150	8/150
Entre-axes tuyaux	mm	111	111	111	111	150	150	150	150
Largeur	mm	450	675	900	1120	300	600	900	1200
No. de tuyaux - Ø		4-3/4"	6-3/4"	8-3/4"	10-3/4"	2-3/4"	4-3/4"	6-3/4"	8-3/4"
$\Delta T = t_m - t_a$ (*)	K	W/m							
20	84	126	161	196	58	97	137	176	
22	94	141	181	219	65	108	153	197	
24	105	156	200	243	72	120	169	219	
26	115	171	220	267	79	132	186	240	
28	126	187	240	292	86	144	203	262	
30	136	203	261	317	93	156	220	284	
32	147	219	281	342	100	168	237	307	
34	158	235	302	367	108	181	255	330	
36	169	252	323	393	115	193	273	353	
38	180	268	345	419	123	206	291	376	
40	192	285	366	446	131	219	309	399	
42	203	302	388	472	138	231	327	423	
44	215	319	410	499	146	245	346	447	
46	226	336	432	526	154	258	364	471	
48	238	353	454	553	162	271	383	495	
50	250	370	477	581	170	284	402	519	
52	261	388	499	608	178	298	421	544	
54	273	406	522	636	186	311	440	568	
ΔT_s standard	55	279	415	534	650	190	318	449	581
	56	285	423	545	664	194	325	459	593
	58	298	441	568	692	202	338	478	618
	60	310	459	592	721	210	352	498	644
	62	322	477	615	749	219	366	517	669
	64	334	496	638	778	227	380	537	694
	66	347	514	662	807	235	394	557	720
	68	359	532	686	836	244	408	577	746
	70	372	551	710	865	252	422	597	772
	72	384	570	734	895	261	436	617	798
	74	397	588	758	924	269	451	637	824
	76	410	607	782	954	278	465	658	850
	78	423	626	807	984	286	479	678	877
	80	435	645	831	1014	295	494	698	903
	82	448	664	856	1044	304	509	719	930
	84	461	683	881	1074	312	523	740	957
	86	474	702	905	1104	321	538	761	984
	88	488	722	930	1135	330	553	781	1011
	90	501	741	955	1166	339	567	802	1038
	92	514	760	981	1196	348	582	823	1065
	94	527	780	1006	1227	357	597	844	1092
	96	540	800	1031	1258	366	612	866	1120
	98	554	819	1057	1289	375	627	887	1147
	100	567	839	1082	1321	384	642	908	1175
	102	581	859	1108	1352	393	657	930	1203
	104	594	879	1134	1383	402	673	951	1230
	106	608	899	1159	1415	411	688	973	1258
	108	621	919	1185	1447	420	703	994	1286
	110	635	939	1211	1479	429	718	1016	1314
	112	649	959	1237	1511	438	734	1038	1343
	114	662	979	1264	1543	447	749	1060	1371
	116	676	1000	1290	1575	457	765	1082	1399
	118	690	1020	1316	1607	466	780	1104	1428
	120	704	1040	1343	1639	475	796	1126	1456

(*) ΔT = différence entre la température moyenne du fluide et de la température ambiante

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Tab. 5 Puissance thermique des collecteurs conforme à la norme EN14037
Paire de collecteurs ECOPAN - tuyaux de 1/2"

Type	4/100	5/100 (**)	6/100	7/100 (**)	8/100	9/100 (**)	10/100	2/150	3/150 (**)	4/150	5/150 (**)	6/150	7/150 (**)	8/150
Entre-axes tuy. mm	111	111	111	111	111	111	111	150	150	150	150	150	150	150
Largeur mm	450	565	675	790	900	1010	1120	300	450	600	750	900	1050	1200
No. de tuyaux - Ø	4-½"	5-½"	6-½"	7-½"	8-½"	9-½"	10-½"	2-½"	3-½"	4-½"	5-½"	6-½"	7-½"	8-½"
$\Delta T = t_m - t_a$ (*) K	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W	W
20	36	44	52	58	64	71	77	22	34	46	58	71	83	96
22	40	50	59	66	73	80	87	25	38	52	66	80	94	108
24	45	55	66	73	81	89	96	27	43	58	73	89	104	120
26	49	61	73	81	90	98	107	30	47	64	81	98	115	133
28	54	67	80	89	98	108	117	33	52	70	89	107	126	145
30	59	74	87	97	107	117	128	36	57	77	97	117	137	158
32	64	80	95	106	117	127	138	39	61	83	105	127	149	171
34	69	86	102	114	126	137	149	42	66	90	113	137	160	184
36	74	93	110	123	135	148	160	45	71	97	122	147	172	197
38	80	99	118	132	145	158	171	48	76	103	130	157	184	211
40	85	106	126	140	154	169	183	51	81	110	139	167	196	224
42	90	113	134	149	164	179	194	55	86	117	147	177	208	238
44	96	119	142	158	174	190	206	58	91	124	156	188	220	252
46	101	126	150	168	184	201	218	61	96	131	165	199	232	266
48	107	133	159	177	194	212	230	64	102	139	174	209	245	280
50	113	140	167	186	205	223	242	68	107	146	183	220	257	294
52	118	148	176	196	215	234	254	71	112	153	192	231	270	309
54	124	155	184	205	226	246	266	74	118	161	201	242	283	323
ΔT_s standard 55	127	158	189	210	231	251	272	76	120	165	206	248	289	331
56	130	162	193	215	236	257	278	78	123	168	211	253	296	338
58	136	169	202	225	247	269	291	81	129	176	220	265	309	353
60	141	177	211	235	258	281	303	85	134	184	230	276	322	368
62	147	184	220	245	269	292	316	88	140	191	239	287	335	383
64	153	192	229	255	280	304	329	92	145	199	249	299	348	398
66	159	200	238	265	291	316	342	95	151	207	259	310	362	413
68	166	207	247	275	302	328	355	99	157	215	269	322	375	428
70	172	215	257	286	313	341	368	102	162	223	278	334	389	444
72	178	223	266	296	324	353	381	106	168	231	288	346	403	459
74	184	231	276	306	336	365	394	110	174	239	298	358	416	475
76	190	239	285	317	347	378	408	113	180	247	308	370	430	491
78	197	247	295	328	359	390	421	117	186	255	319	382	444	506
80	203	255	304	338	371	403	435	121	192	263	329	394	458	522
82	209	263	314	349	382	415	448	124	198	272	339	406	472	538
84	216	271	324	360	394	428	462	128	204	280	349	418	487	554
86	222	279	334	371	406	441	476	132	210	288	360	431	501	570
88	229	287	344	382	418	454	490	136	216	297	370	443	515	587
90	235	296	354	393	430	467	504	140	222	305	381	456	530	603
92	242	304	364	404	442	480	518	143	228	314	391	468	544	619
94	249	312	374	415	454	493	532	147	234	323	402	481	559	636
96	255	321	384	426	467	506	546	151	241	331	413	493	573	652
98	262	329	394	438	479	520	560	155	247	340	424	506	588	669
100	269	338	405	449	491	533	575	159	253	349	434	519	603	686
102	276	346	415	460	504	547	589	163	260	357	445	532	618	702
104	282	355	425	472	516	560	604	167	266	366	456	545	633	719
106	289	364	436	483	529	574	618	171	272	375	467	558	648	736
108	296	372	446	495	541	587	633	175	279	384	478	571	663	753
110	303	381	457	507	554	601	647	179	285	393	489	584	678	770
112	310	390	467	518	567	615	662	183	292	402	500	597	693	787
114	317	399	478	530	580	628	677	187	298	411	511	610	708	804
116	324	408	489	542	592	642	692	191	305	420	523	624	723	822
118	331	417	500	554	605	656	707	195	311	429	534	637	739	839
120	338	426	510	566	618	670	722	199	318	438	545	650	754	856

(*) ΔT = différence entre la température moyenne du fluide et de la température ambiante - (**) hors standard

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabriekstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Tab. 6 Puissance thermique des collecteurs conforme à la norme EN14037
Paire de collecteurs ECOPAN - tuyaux de 3/4"

Type		4/100	6/100	8/100	10/100	2/150	4/150	6/150	8/150
Entre-axes tuyaux	mm	111	111	111	111	150	150	150	150
Largeur	mm	450	675	900	1120	300	600	900	1200
No. de tuyaux - Ø		4-3/4"	6-3/4"	8-3/4"	10-3/4"	2-3/4"	4-3/4"	6-3/4"	8-3/4"
$\Delta T = t_m - t_a$ (*)	K	W	W	W	W	W	W	W	W
20	43	57	67	77	20	49	79	110	
22	49	65	76	87	23	55	89	124	
24	55	72	84	97	25	62	99	138	
26	60	80	94	107	28	68	110	152	
28	66	89	103	117	31	75	120	167	
30	72	97	112	128	34	82	131	181	
32	78	105	122	138	36	89	142	197	
34	84	114	132	149	39	96	153	212	
36	90	123	142	160	42	103	165	227	
38	97	132	152	171	45	111	176	243	
40	103	141	162	183	48	118	188	259	
42	109	150	172	194	51	126	200	275	
44	116	160	183	206	54	133	212	291	
46	122	169	193	217	57	141	224	308	
48	129	179	204	229	60	149	236	324	
50	136	189	215	241	63	157	249	341	
52	143	199	226	253	66	165	261	358	
54	149	209	237	265	69	173	274	375	
ΔT_s standard	55	153	214	243	271	71	177	280	384
	56	156	219	248	277	73	181	287	393
	58	163	229	260	290	76	189	300	410
	60	170	240	271	302	79	198	313	428
	62	178	250	283	315	82	206	326	445
	64	185	261	294	327	86	214	339	463
	66	192	271	306	340	89	223	352	481
	68	199	282	318	353	92	232	366	499
	70	206	293	330	366	96	240	379	517
	72	214	304	342	379	99	249	393	536
	74	221	315	354	392	102	258	407	554
	76	229	326	367	405	106	267	421	573
	78	236	337	379	418	109	276	435	592
	80	244	349	391	432	113	285	449	610
	82	251	360	404	445	116	294	463	629
	84	259	372	416	459	120	303	477	648
	86	267	383	429	472	123	312	491	668
	88	274	395	442	486	127	321	505	687
	90	282	407	455	500	130	330	520	706
	92	290	419	467	514	134	340	534	726
	94	298	431	480	528	138	349	549	745
	96	306	443	494	542	141	359	564	765
	98	314	455	507	556	145	368	578	785
	100	322	467	520	570	149	378	593	804
	102	330	479	533	584	152	387	608	824
	104	338	491	546	598	156	397	623	844
	106	346	504	560	612	160	407	638	865
	108	354	516	573	627	163	417	653	885
	110	362	529	587	641	167	426	668	905
	112	370	541	601	656	171	436	684	925
	114	379	554	614	670	175	446	699	946
	116	387	567	628	685	179	456	714	967
	118	395	579	642	700	182	466	730	987
	120	404	592	656	714	186	476	745	1008

(*) ΔT = différence entre la température moyenne du fluide et de la température ambiante

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabriekstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44
www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

C.4. Facteur correcteur pour installations à grande hauteur

Lorsque les panneaux rayonnants sont installés à des hauteurs supérieures à 6 m, il faudra prendre une diminution du rayonnement en considération. Il faudra pour cela installer une plus grande surface rayonnante.

Le tableau n°7 ci-dessous donne la diminution en rayonnement pour des installations à différentes hauteurs, supérieures à 6 m

H(m)	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	18	20
f_n	1,00	0,97	0,95	0,92	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82	0,79	0,76	0,73

Tab.7

Exemple : dans un bâtiment où les panneaux sont installés à 10 m de hauteur il faudra diviser par $f_n = 0,9$ le nombre de panneaux obtenu en divisant les déperditions calorifiques totales par l'émission au mc du modèle choisi.

En pratique ceci devra être évalué au cas par cas en fonction p.e. du type de panneaux utilisés, de l'angle de rayonnement, de l'influence de surfaces froides sur les occupants, ...

C.5. Facteur correcteur pour panneaux inclinés

Les panneaux ECOPAN peuvent être installés inclinés, sous un angle d'après la géométrie de la toiture. Ils peuvent être inclinés soit transversalement soit longitudinalement.

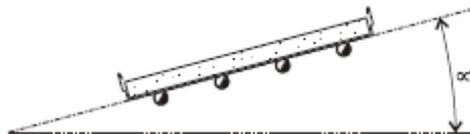


Fig. 7 Panneau incliné transversalement

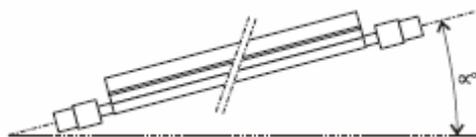


Fig. 8 Panneau incliné longitudinalement

L'inclinaison favorise la convection. Le rayonnement diminuera. C'est pourquoi il faudra pratiquer un facteur correcteur aux valeurs reprises dans les tableaux 3 et 4.

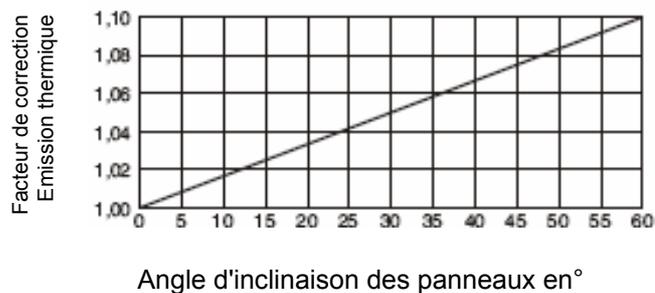


Fig. 9 Facteur correcteur pour incliné longitudinalement

C.6. Distance entre panneau rayonnants

Afin d'assurer une répartition régulière de la chaleur, la distance entre-axes des panneaux devra être égale ou inférieure que la hauteur d'installation. La distance par rapport à une paroi froide ne devra pas excéder 1/3 de la hauteur d'installation.

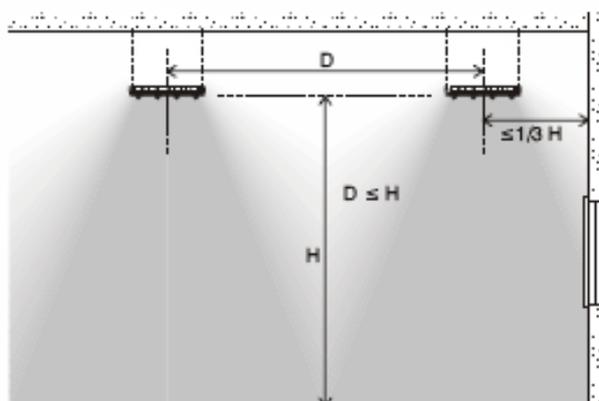


Fig. 10 Distance entre panneaux

C.7. Hauteur d'installation minimale

Lors de la détermination des puissances à installer en panneaux rayonnants il faudra tenir compte du fait que la surface de panneaux à installer dégresse en fonction de l'élévation de la température du fluide.

Afin d'assurer un bien être aux individus et de prévenir un rayonnement excessif, certaines limitations doivent être appliqués pour la hauteur d'installations de panneaux.

Le tableau 8 reprend les hauteurs minimales d'installation en fonction de la température moyenne du fluide caloporteur et de la distance entr-axes de tuyaux.

Température moyenne du fluide caloporteur °C	Entr-axes tuyaux 111 mm	Entr-axes tuyaux 150 mm
	H min. (m)	H min. (m)
60	3,80	3,60
70	4,10	3,90
80	4,30	4,10
90	4,50	4,30
100	4,70	4,50
110	4,90	4,70
120	5,10	4,90

Tab.8 Hauteur minimale d'installation en fonction de la température moyenne du fluide caloporteur

D. DISPOSITION

D.1. **Disposition des panneaux suspendus**

Lors de la sélection et de la disposition des panneaux il est recommandé de tenir compte de points suivants :

- si possible installer les panneaux parallèlement aux parois en longueur du bâtiment
- maintenez une distance entre le premier panneaux et la parois extérieure qui n'excède pas 1/3 de la hauteur d'installation
- prévoyez des panneaux aussi long que possible tout en tenant compte des émissions et des pertes de charge
- déterminez le nombre de panneaux, tenant compte de la hauteur d'installation ainsi que de la zone rayonnée
- déterminez le modèle de panneaux en fonction de leur puissance thermique
Placer des panneaux de plus grande puissance le long des parois extérieures afin de mieux contrer le rayonnement froid.
- vérifiez que la hauteur minimale d'installation des panneaux soit compatible avec la température du fluide utilisé. Pour des installation à hauteurs réduites sélectionnez des panneaux étroits ou ayant un plus grand entr-axe entre tubes.

Les figures 11, 12 et 13 démontrent comment une disposition correcte des panneaux assurent une rayonnement uniforme et une température ambiante idéale.

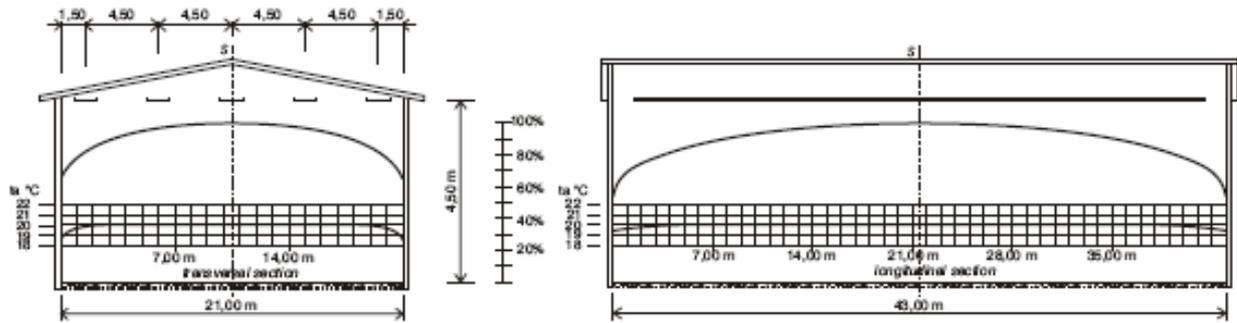


Fig. 11 Intensité de rayonnement et température ambiante avec une répartition régulière de panneaux de puissances identiques placé en parallèle aux parois en longueur

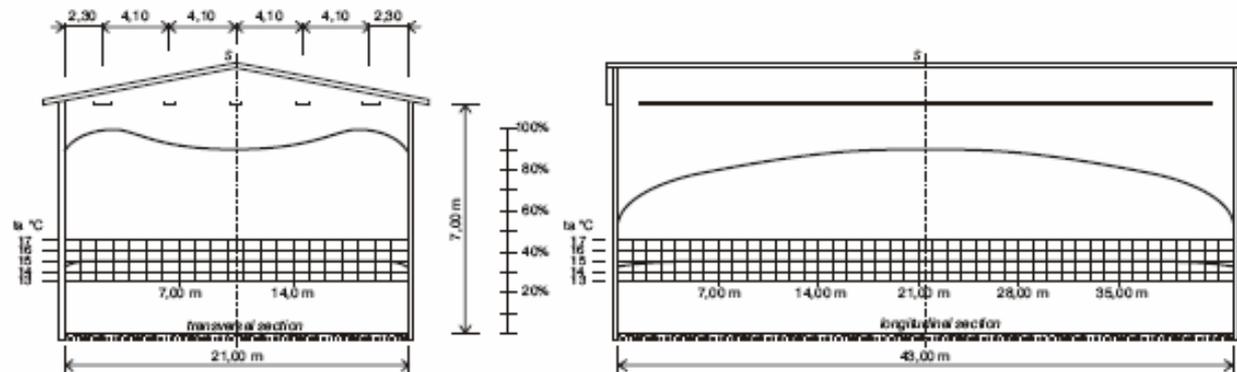


Fig. 12 Intensité de rayonnement et température ambiante en utilisant des panneaux de puissances supérieures en périphérie du bâtiment

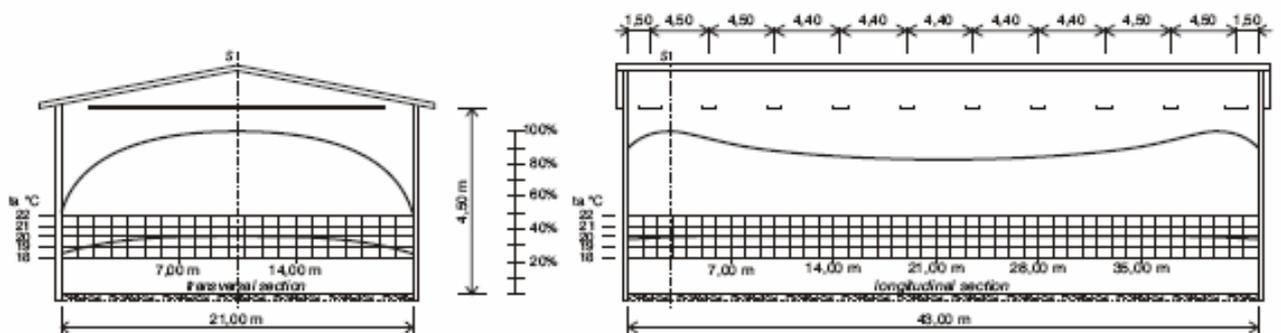


Fig. 13 Intensité de rayonnement et température ambiante avec des panneaux placé en parallèle aux parois en largeur

D.2. Exemples de calculs de panneaux rayonnants

Tenant compte de la structure du bâtiment, des implantations des machines, des possibilités de montage des échafaudages, il est toujours conseillé de placer dans la mesure du possible les panneaux rayonnants parallèlement aux parois en longueur.

De cette façon il est possible d'installer des panneaux de plus grande longueur tout en en réduisant le nombre. On pourra ainsi également réduire le circuit de distribution des fluides, donc réduire les couts d'installation.

La longueur et le lay-out des panneaux devra être étudié de façon à couvrir uniformément l'entièreté de la zone à chauffer.

Au moyen des exemples ci-après, nous simulons l'équipement de locaux similaires mais de hauteur différentes ou avec un lay-out des panneaux différents.

PREMIER EXEMPLE (fig. 11 et 14) :

Considérons un entrepôt de 43 m x 21 m d'une hauteur moyenne de 5,5 m :

* Volume de 4.967 m³.

* Besoins thermique déterminés à 95 kW.

* Température de confort requise $t_a = 20^\circ\text{C}$

* Hauteur d'installation des panneaux : 4,5m

* Intervalle entre-axes des panneaux maximale : 4,5 m

Optons pour 5 panneaux d'une longueur de 40 m, placés comme indiqué en *fig. 14*, pour une longueur totale de 200 m.

En divisant les besoins thermiques par la longueur totale des panneaux, on obtient la puissance au mètre, soit : $95.000 \text{ W} / 200 \text{ m} = 475 \text{ W/m}$

Température d'entrée de l'eau $t_1 = 80^\circ\text{C}$

Température de sortie de l'eau $t_2 = 70^\circ\text{C}$

La température moyenne de l'eau sera : $t_m = (t_1 + t_2) / 2 = (80 + 70) / 2 = 75^\circ\text{C}$

et le ΔT étant : $\Delta T = t_m - t_a = 75^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C}$

En consultant le tableau 3 (page 11) et pour un $\Delta T = 55^\circ\text{C}$, on sélectionne le type de panneau 8/100-1/2", on obtient un puissance de 516 W/m.

La puissance totale installée est de $200 \text{ m} \times 516 \text{ W/m} = 103.200 \text{ W}$, ce qui est suffisant pour couvrir les déperditions calorifiques du bâtiment.

N'ayant une distribution qu'à 5 connections, il est à conseiller d'utiliser des vannes de régulation afin d'obtenir un circuit en parfait équilibre

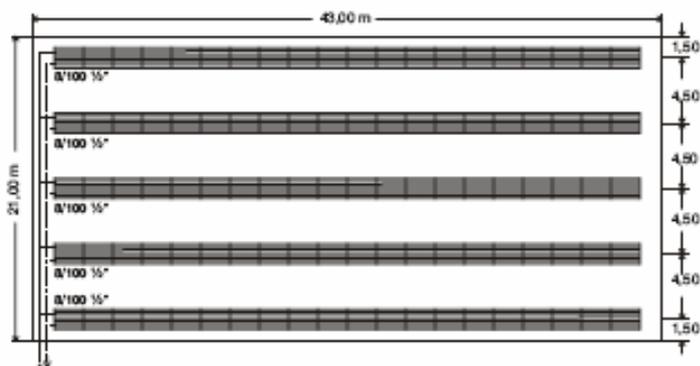


Fig. 14 Exemple de panneaux ECOPAN dans un entrepôt d'une hauteur moyenne de 5,5 m et placé parallèlement au parois en longueur

SECOND EXEMPLE (fig. 12 et 15) :

Considérons un entrepôt de 43 m x 21 m d'une hauteur moyenne de 8,2 m :

* Volume de 7.405 m³.

* Besoins thermique déterminés à 120 kW.

* Température de confort requise $t_a = 15^\circ\text{C}$

* Hauteur d'installation des panneaux : 7m

* Intervalle entre-axes des panneaux maximale : 7 m

Optons pour 5 panneaux d'une longueur de 40 m, placés comme indiqué en fig. 15, pour une longueur totale de 200 m.

En divisant les besoins thermiques par la longueur totale des panneaux, on obtient la puissance au mètre, soit : $120.000 \text{ W} / 200 \text{ m} = 600 \text{ W/m}$

Température d'entrée de l'eau $t_1 = 80^\circ\text{C}$

Température de sortie de l'eau $t_2 = 70^\circ\text{C}$

La température moyenne de l'eau sera : $t_m = (t_1 + t_2) / 2 = (80 + 70) / 2 = 75^\circ\text{C}$

et le ΔT étant : $\Delta T = t_m - t_a = 75^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C} = 60^\circ\text{C}$

On placera en périphérie du bâtiment 2 panneaux du type 10/100-1/2" d'une longueur de 40 m (80 m au total). En partie centrale 3 panneaux modèle 8/100-1/2" d'une longueur de 40 m chacun (total 120 m) seront prévus.

Le tableau 3 (page 11) mentionne pour un $\Delta T = 60^\circ\text{C}$, une puissance calorifique de :

683 W/m pour le type de panneau 10/100-1/2",

572 W/m pour le type de panneau 8/100-1/2",

On obtient donc une puissance de :

80 m x 683 W/m = 54.640 W

120 m x 572 W/m = 68.640 W

soit : $54640 + 68640 = 123.280 \text{ W}$

La puissance totale installée est suffisante pour couvrir les déperditions calorifiques du bâtiment de 120 kW

N'ayant une distribution qu'à 5 connections, il est à conseiller d'utiliser des vannes de régulation afin d'obtenir un circuit en parfait équilibre

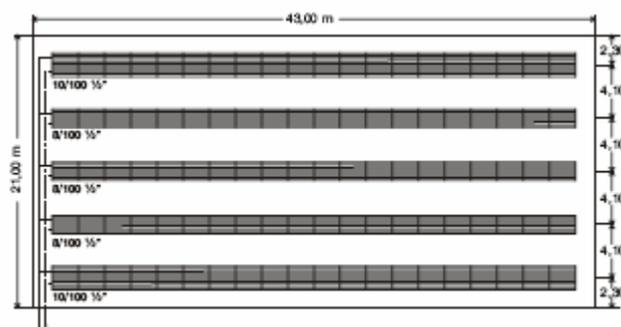


Fig. 15 Exemple de panneaux ECOPAN dans un entrepôt d'une hauteur moyenne de 8,2 m et placé parallèlement au parois en longueur

TROISIEME EXEMPLE (fig. 13 et 16) :

Considérons un entrepôt de 43 m x 21 m d'une hauteur moyenne de 5,5 m :

- * Volume de 4.967 m^3 .
- * Besoins thermique déterminés à 95 kW.
- * Température de confort requise $t_a = 20^\circ\text{C}$
- * Hauteur d'installation des panneaux : 4,5m
- * Intervalle entre-axes des panneaux maximale : 4,5 m

Supposons qu'il ne soit pas possible de placer les panneaux parallèlement aux parois en longueur et qu'ils doivent impérativement être installés parallèlement aux parois en largeur.

Optons pour 10 panneaux d'une longueur de 18 m, placés comme indiqué en *fig. 16*, pour une longueur totale de 180 m.

En divisant les besoins thermiques par la longueur totale des panneaux, on obtient la puissance au mètre, soit : $95.000 \text{ W} / 180 \text{ m} = 528 \text{ W/m}$

Température d'entrée de l'eau $t_1 = 80^\circ\text{C}$

Température de sortie de l'eau $t_2 = 70^\circ\text{C}$

La température moyenne de l'eau sera : $t_m = (t_1 + t_2) / 2 = (80 + 70) / 2 = 75^\circ\text{C}$

et le ΔT étant : $\Delta T = t_m - t_a = 75^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 55^\circ\text{C}$

On placera aux extrémités du bâtiment 2 panneaux du type 10/100-1/2" d'une

longueur de 18 m (36 m au total). En partie centrale 8 panneaux modèle 8/100-1/2" d'une longueur de 18 m chacun (total 144 m) seront prévu.

Le tableau 3 (page 11) mentionne pour un $\Delta T = 55^{\circ}\text{C}$, une puissance calorifique de :

616 W/m pour le type de panneau 10/100-1/2",

516 W/m pour le type de panneau 8/100-1/2",

On obtient donc une puissance de :

$36 \text{ m} \times 616 \text{ W/m} = 22.176 \text{ W}$

$144 \text{ m} \times 516 \text{ W/m} = 74.304 \text{ W}$

soit : $22176 + 74304 = 96.480 \text{ W}$

La puissance totale installée est suffisante pour couvrir les déperditions calorifiques du bâtiment de 96 kW

Ayant une distribution à 10 connections ainsi que des panneaux courts, le circuit sera en équilibre en utilisant le système de "retour inversé"

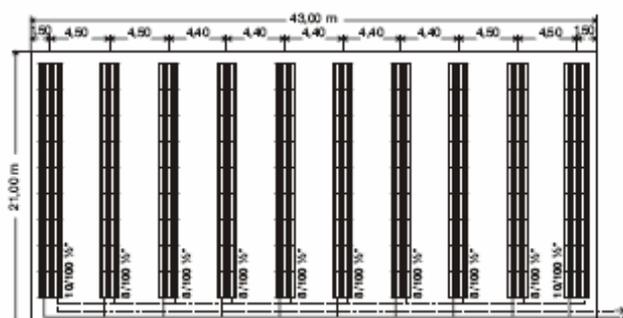


Fig. 16 Exemple de panneaux ECOPAN dans un entrepôt d'une hauteur moyenne de 5,5 m et placé parallèlement au parois en largeur

D.3. Effets sur la luminosité

La suspension des panneaux en toiture ne peut pas réduire la luminosité provenant des lanternes, translucides, etc... Dans plusieurs cas, des mesures de luminosité ont été effectués avant et après installation des panneaux. Dans la grande majorité des cas, la diminution de la luminosité dans les locaux était négligeable.



D.4. Utilisation en système de rafraîchissement

Les panneaux ECOPAN peuvent également être utilisés comme système de rafraîchissement (cooling). Cette application assure les mêmes avantages que l'usage des panneaux en chauffage, à savoir :

- inertie thermique limitée
- pas de mouvements d'air (qui peut être désagréable pour les personnes qui y sont soumises)
- pas de parties mécaniques (mobiles)
- pas de maintenance
- pas d'usure
- absence de bruit
- consommation très limitée d'électricité et de systèmes électriques
- possibilité d'installation par zones
- dimensions minimales

Ce système permet de rafraîchir agréablement l'ambiance, mais n'inclus pas de traitement d'air, sauf en combinaison avec d'autres matériels.

Afin de prévenir la condensation sur la surface des panneaux, la température de cette surface devra être supérieure au point de rosée de l'air ambiant.

Une étude de faisabilité pourra être élaborée par le Service Technique de Ecopan.

E. ALIMENTATION, DEBIT, VITESSE PERTE DE CHARGE

E.1. Diagrammes d'alimentation

Les panneaux radiants alimentés en eau chaude peuvent être raccordés au réseau d'alimentation avec entrée et sortie du fluide aux côtés opposés (collecteurs type A) ou avec connections du même côté (collecteurs type AA et B).



Fig. 17 Connexions avec entrée et sortie du fluide aux cotés opposés



Fig. 18 Connexions avec entrée et sortie du fluide du même côté

Dans le premier cas, tous les tuyaux du panneau sont alimentés en parallèle et le flux d'eau est réparti régulièrement entre eux. Dans le second cas, la moitié des tuyaux est alimentés en série avec l'autre moitié, doublant ainsi le débit de chaque tuyau.

Ci-dessous quelques exemples de lay-out possibles :



Fig. 19 Panneaux radiants ECOPAN en parallèle avec connexions opposées

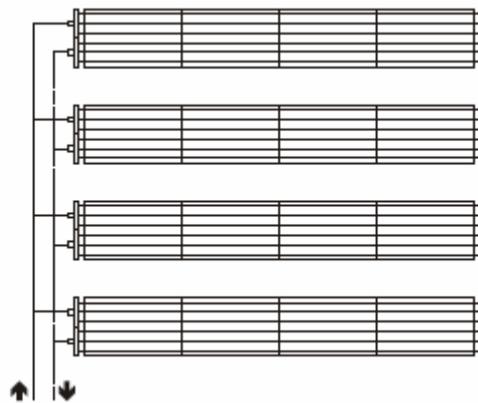


Fig. 20 Panneaux radiants ECOPAN en parallèle avec connexions du même côté

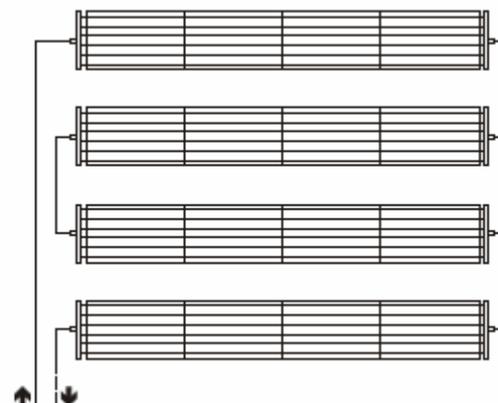


Fig. 21 Panneaux radiants ECOPAN en série avec connexions opposées

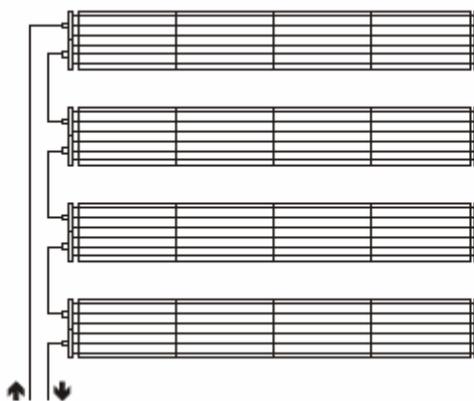
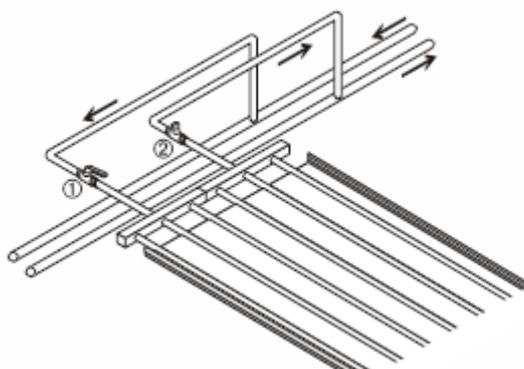


Fig. 22 Panneaux radiants ECOPAN en série avec connections du même coté

Dans chaque système de chauffage, il est important pour les éléments chauffants d'être alimentés par le volume de fluide correct, tel qu'établit durant l'étude.

Le panneaux rayonnants devront également être alimentés de manière parfaitement équilibrée.

Afin d'équilibrer le système, il y aura lieu de prévoir des vannes de réglages qui seront ajustées à la mise en service de l'installation.



① vanne de fermeture

② vanne de fermeture et d'équilibrage

Dans le cas d'installations comprenant plusieurs panneaux, il est à conseiller de prévoir des conduites pour "retour inversé" (*Fig. 23 et 24*) qui équilibrent le système. Cette solution est toutefois plus onéreuse et n'est pas toujours applicable.

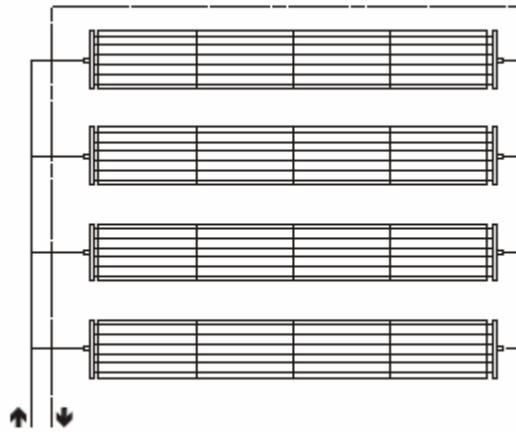


Fig. 23 Panneaux radiants ECOPAN avec connections de cotés opposés et conduites à "retour inversé"

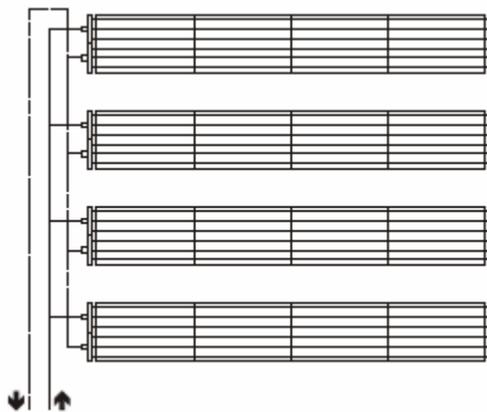


Fig. 24 Panneaux radiants ECOPAN avec connections du même coté et conduites à "retour inversé"

E.2. Débit et vitesse d'eau dans les panneaux

Au cas où la vitesse de circulation d'eau dans les panneaux n'est pas assez élevée, l'eau ne pourra pas éliminer l'air dans les tuyaux. Ceci peut occasionner un arrêt de circulation d'eau et une diminution substantielle de l'émission de chaleur du panneau.

En dimensionnant l'installation, il est à conseiller de s'assurer que la vitesse de l'eau dans chaque tuyau ne soit jamais inférieure à 0,23 m/sec pour des tuyaux 1/2" et 0,32 m/sec pour des tuyaux 3/4".

Dans des installations de panneaux rayonnants à eau chaude, il est à conseiller d'avoir une différence de température de 10°C entre l'entrée et la sortie d'eau. Ceci est considéré comme un compromis acceptable entre la taille du réseau et la nécessité d'une température de surface suffisamment élevée.

De même, une perte de charge dans les tuyaux des panneaux ne dépassant pas 200 - 250 Pa/m peut être jugée comme acceptable.

E.3. Perte de charge dans les tuyaux des panneaux

Le tableau 9 donne les valeurs des pertes de charge en Pa/m ainsi que la vitesse en m/s basé sur le débit d'eau de chaque tuyaux du panneau, avec une température moyenne de l'eau de 75°C.

Ceci est valable aussi bien pour des panneaux équipés de tuyaux électro-soudés que pour des panneaux avec tubes sans soudures.

Débit d'eau l/h	Tuyaux electro-soudés				Tuyaux sans soudures			
	1/2"		3/4"		1/2"		3/4"	
	Perte de charge Pa/m	Vitesse m/s	Perte de charge Pa/m	Vitesse m/s	Perte de charge Pa/m	Vitesse m/s	Perte de charge Pa/m	Vitesse m/s
200	41	0,21			70	0,25		
220	49	0,23			85	0,28		
240	57	0,25			100	0,31		
260	66	0,28			115	0,33		
280	75	0,30			129	0,36		
300	86	0,32			150	0,39		
320	96	0,34			165	0,41		
340	108	0,36	31	0,22	190	0,44	45	0,25
360	119	0,38	35	0,23	200	0,46	50	0,26
380	132	0,40	38	0,24	220	0,49	55	0,28
400	145	0,42	42	0,25	250	0,51	60	0,29
420	159	0,45	46	0,27	270	0,54	65	0,31
440	173	0,47	50	0,28	295	0,57	70	0,32
460	188	0,49	54	0,229	340	0,61	76	0,33
480	203	0,51	58	0,30	350	0,62	82	0,35
500	219	0,53	62	0,32	360	0,66	90	0,36
550	262	0,58	73	0,35	450	0,71	110	0,40
600	309	0,64	86	0,38	525	0,77	130	0,44
650			100	0,41			150	0,47
700			114	0,44			170	0,51
750			130	0,48			195	0,54
800			146	0,51			220	0,58
850			164	0,54			250	0,62
900			182	0,57			275	0,65
950			202	0,60			300	0,69
1000			222	0,64			350	0,75
1100			266	0,70			400	0,80
1200			313	0,76			455	0,88
1300			364	0,83			550	0,95
1400			420	0,88			640	1,04

Tab.9 Perte de charge en Pa/m dans tuyaux de panneaux radiants ECOPAN

Pour des températures moyennes différentes de 75°C, les valeurs reprises dans le tableau 9 doivent être corrigés en appliquant les coefficients repris au tableau 10 ci-dessous.

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabriekstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Température	40°C	60°C	90°C	120°C	140°C
Coefficient	1,18	1,06	0,96	0,91	0,87

Tab.10 Coefficients de correction pour température d'eau moyenne différentes de 75°C

E.4. Perte de charge dans les collecteurs

Les tableaux 11 et 12 donnent les valeurs des pertes de charge dans une paire de collecteurs, basé sur le débit d'eau, le type de collecteurs (côtés identiques ou opposés) et le diamètre des tuyaux (1/2" ou 3/4")

Débit total collecteurs l / h	Perte de charge pour une paire de collecteurs A Côtés opposés <i>Nombre de tuyaux par panneaux</i>									Perte de charge pour une paire de collecteurs AA-B Côté identique <i>Nombre de tuyaux par panneaux</i>			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	4	6	8	10
400	110									240	140		
500	170	100								380	220		
600	240	150	100							540	310	210	
700	320	200	140	110						730	420	290	220
800	420	250	180	140	120	100				960	550	380	280
900	530	320	230	180	150	130	110			1210	690	480	360
1000	650	400	280	220	180	160	140	120	110	1500	850	580	440
1200	940	560	410	320	260	230	200	180	160	2150	1230	840	640
1400	1270	770	550	430	360	300	270	240	220	3000	1670	1150	870
1600	1660	1000	720	560	460	400	350	310	280		2200	1500	1150
1800	2100	1270	910	710	590	500	440	390	350		2800	1900	1450
2000		1560	1120	880	720	620	540	480	440		3400	2350	1800
2250		2000	1420	1100	910	800	680	610	550			3000	2300
2500			1750	1370	1130	980	840	750	680			3700	2800
2750			2100	1650	1360	1200	1050	910	830			4400	3400
3000				2000	1630	1400	1250	1080	980				4000
3500				2700	2200	1900	1650	1500	1350				5400
4000					2900	2500	2150	1950	1750				
4500						3200	2800	2500	2200				
5000						3900	3400	3000	2800				
5500							4100	3700	3300				
6000								4400	3900				
7000									5400				

Tab.11 Perte de charge en Pa pour une paire de collecteurs - tuyaux 1/2"

Débit total collecteurs l / h	Perte de charge pour une paire de collecteurs A Côtés opposés					Perte de charge pour une paire de collecteurs AA-B Côté identique			
	<i>Nombre de tuyaux par panneaux</i>					<i>Nombre de tuyaux par panneaux</i>			
	2	4	6	8	10	4	6	8	10
800						320			
900	180					400	240		
1000	220	100				500	290	210	
1200	320	150	100			710	420	300	230
1400	440	200	140	110		970	570	400	310
1600	570	260	180	140	120	1300	740	530	410
1800	720	330	230	180	150	1600	940	660	520
2000	890	410	280	220	190	2000	1200	840	640
2200	1150	520	350	280	240	2500	1500	1050	800
2500	1400	640	430	340	290	3100	1800	1300	1000
2750	1700	770	530	420	350	3800	2200	1550	1200
3000	2000	920	630	490	420	4500	2600	1850	1450
3500	2700	1300	850	670	570		3600	2500	1950
4000	3600	1650	1100	870	740		4700	3300	2550
4500		2100	1400	1100	940			4200	3200
5000		2600	1750	1400	1150			5100	4000
5500		3100	2100	1700	1400			6200	4800
6000			2500	2000	1700				5700
7000			3400	2700	2300				7800
8000			4450	3500	3000				
9000				4400	3800				
10000				5500	4600				
12000					6700				

Tab.12 Chute de pression en Pa pour une paire de collecteurs - tuyaux 3/4"

E.5. Calcul des pertes de charge dans les panneaux

Afin de déterminer les pertes de pression des panneaux rayonnants, il y aura lieu d'additionner les pertes de pression des tuyaux et des collecteurs, calculés sur bases des données mentionnés au paragraphes E.3 et E.4.

Ci-après vous trouverez quelques exemples de calculs.

PREMIER EXEMPLE (fig. 25) :

Considérons un panneau rayonnant modèle 8/100 d'une longueur de 42 m, constitués de tuyaux 1/2" et de collecteurs type A - cotés opposés

Température d'eau entrée : $t_1 = 85^\circ\text{C}$

Température d'eau sortie : $t_2 = 75^\circ\text{C}$

Température ambiante : $t_a = 15^\circ\text{C}$

$$\Delta T = [(t_1 + t_2) / 2] - t_a = t_m - t_a = 65^\circ\text{C}$$

En utilisant ces données, la *tableau 3* nous indique une émission thermique au mètre pour ce panneau de :

$$\Phi_m = 628 \text{ W/m}$$

La puissance thermique totale pour ce panneau d'une longueur de 42 m sera dès lors :

$$\Phi_p = 628 \text{ W/m} \times 42 \text{ m} = 26.376 \text{ W}$$

Et le débit d'eau :

$$Q_p = (\Phi_p \times 0,86) / (t_1 - t_2) = (26.376 \times 0,86) / 10 = 2.268 \text{ kg/h}$$

Le panneau ayant 8 tuyaux et les connections étant situés des côtés opposés, l'eau entrante est répartie également entre les 8 tuyaux; ainsi le débit d'eau de chaque tuyau sera :

$$Q_t = Q_p / 8 = 2.268 / 8 = 283 \text{ kg/h} \approx 283 \text{ l/h}$$

Valeur supérieure au débit minimum proposé dans un tuyau de 1/2" (220 l/h).

Dans le *tableau 9* on retrouve une perte de charge d'une valeur approx. de 76 Pa/m.

Ainsi le perte de charge totale dans les tuyaux sera de :

$$\Delta p_t = 42 \text{ m} \times 76 \text{ Pa/m} = 3.192 \text{ Pa}$$

Dans le *tableau 11* et pour le débit d'eau du panneau, soit +/- 2.268 l/h, on retrouve que la perte de charge pour une pair de collecteurs de Δp_c est de 693 Pa.

La perte de charge du panneau sera la somme des 2 valeurs, soit :

$$\Delta p_p = \Delta p_t + \Delta p_c = 3.192 + 693 = 3.885 \text{ Pa}$$

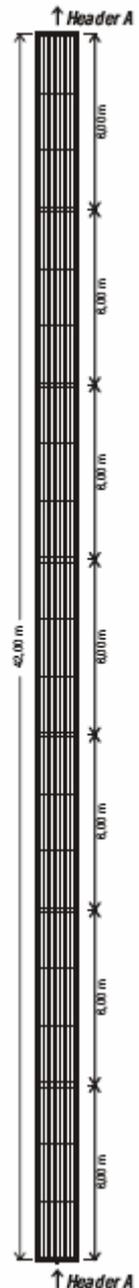


Fig. 25

SECOND EXEMPLE (fig. 26) :

Considérons un panneau rayonnant modèle 10/100 d'une longueur de 42 m, constitués de tuyaux 1/2" et de collecteurs type AA et B - raccordés de cotés identiques.

Température d'eau entrée : $t_1 = 85^\circ\text{C}$

Température d'eau sortie : $t_2 = 75^\circ\text{C}$

Température ambiante : $t_a = 15^\circ\text{C}$

$$\Delta T = [(t_1 + t_2) / 2] - t_a = t_m - t_a = 65^\circ\text{C}$$

En utilisant ces données, la *tableau 3* nous indique une émission thermique au mètre pour ce panneau de :

$$\Phi_m = 751 \text{ W/m}$$

La puissance thermique totale pour ce panneau d'une longueur de 42 m sera dès lors :

$$\Phi_p = 751 \text{ W/m} \times 42 \text{ m} = 31.542 \text{ W}$$

Et le débit d'eau :

$$Q_p = (\Phi_p \times 0,86) / (t_1 - t_2) = (31.542 \times 0,86) / 10 = 2.713 \text{ kg/h}$$

Le collecteur type AA possédant un diaphragme l'eau entrante est répartie également entre 5 tuyaux; ainsi le débit d'eau de chaque tuyau sera :

$$Q_t = Q_p / 5 = 2.713 / 5 = 543 \text{ kg/h} \approx 543 \text{ l/h}$$

Valeur supérieure au débit minimum proposé dans un tuyau de 1/2" (220 l/h).

Dans le *tableau 9* on retrouve une perte de charge d'une valeur approx. de 256 Pa/m.

Ainsi le perte de charge totale dans les tuyaux sera de :

$$\Delta p_t = 42 \text{ m} \times 2 \times 256 \text{ Pa/m} = 21.504 \text{ Pa}$$

Dans le *tableau 11* et pour le débit d'eau du panneau, soit +/-2.713 l/h, on retrouve que la perte de charge pour une pair de collecteurs de Δp_c est de 3.320 Pa.

La perte de charge du panneau sera la somme des 2 valeurs, soit :

$$\Delta p_p = \Delta p_t + \Delta p_c = 21.504 + 3.320 = 24.824 \text{ Pa}$$

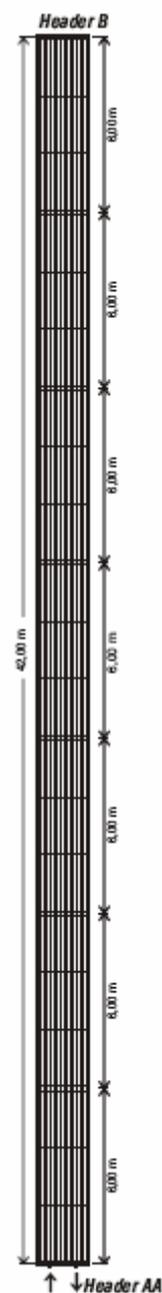


Fig. 26

TROISIEME EXEMPLE (fig. 27) :

Considérons un panneau rayonnant modèle 10/100 d'une longueur de 84 m, constitués de tuyaux 3/4" et de collecteurs type AA et B - raccordés de cotés identiques.

Température d'eau entrée : $t_1 = 85^\circ\text{C}$

Température d'eau sortie : $t_2 = 70^\circ\text{C}$

Température ambiante : $t_a = 15^\circ\text{C}$

$$\Delta T = [(t_1 + t_2) / 2] - t_a = t_m - t_a = 62,5^\circ\text{C}$$

En utilisant ces données, la *tableau 4* nous indique une émission thermique au mètre pour ce panneau de :

$$\Phi_m = 756 \text{ W/m}$$

La puissance thermique totale pour ce panneau d'une longueur de 84 m sera dès lors :

$$\Phi_p = 756 \text{ W/m} \times 84 \text{ m} = 63.504 \text{ W}$$

Et le débit d'eau :

$$Q_p = (\Phi_p \times 0,86) / (t_1 - t_2) = (63.504 \times 0,86) / 15 = 3.640 \text{ kg/h}$$

Le collecteur type AA possédant un diaphragme l'eau entrante est répartie également entre 5 tuyaux; ainsi le débit d'eau de chaque tuyau sera :

$$Q_t = Q_p / 5 = 3.640 / 5 = 728 \text{ kg/h} \approx 728 \text{ l/h}$$

Valeur supérieure au débit minimum proposé dans un tuyau de 3/4" (500 l/h).

Dans le *tableau 9* on retrouve une perte de charge d'une valeur approx. de 123 Pa/m.

Ainsi le perte de charge totale dans les tuyaux sera de :

$$\Delta p_t = 84 \text{ m} \times 2 \times 123 \text{ Pa/m} = 20.664 \text{ Pa}$$

Dans le *tableau 12* et pour le débit d'eau du panneau, soit +/- 3.640 l/h, on retrouve que la perte de charge pour une paire de collecteurs de Δp_c est de 2.120 Pa.

La perte de charge du panneau sera la somme des 2 valeurs, soit :

$$\Delta p_p = \Delta p_t + \Delta p_c = 20.664 + 2.120 = 22.784 \text{ Pa}$$

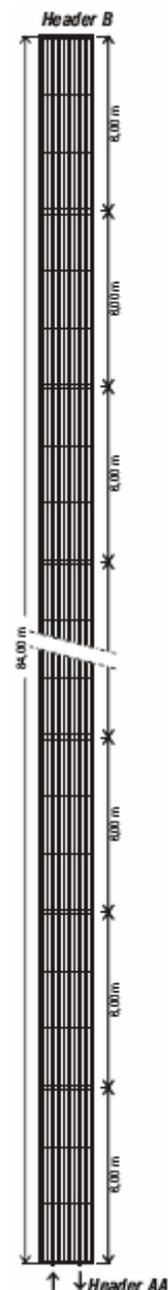


Fig. 27

E.6. Pression statique et débit d'eau de la pompe de circulation

Dans un circuit de panneaux rayonnants, le débit d'eau de la pompe de circulation est déterminé par la somme des débits de chaque panneaux dans le circuit.

Sa pression statique est obtenue en ajoutant les pertes de charges du panneaux ayant les pertes les moins favorables, des vannes d'isolement et de calibrage sur ce panneau, ainsi que les tuyaux d'approvisionnement et de l'installation de chauffage.

Considérons, par exemple, le chauffage d'un magasin de 90 x 60 m, d'une hauteur de 9 m ou les panneaux sont installés à une hauteur de 8 m.

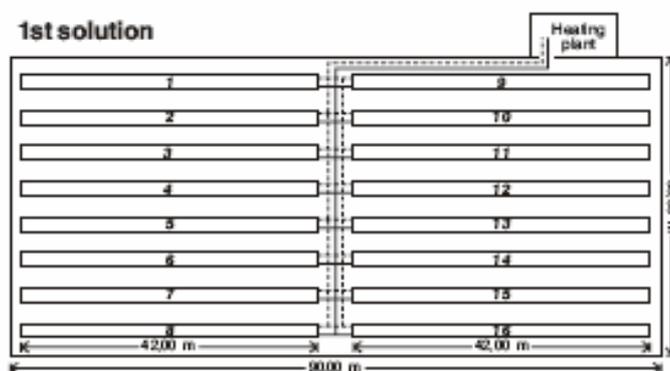


Fig. 28

1° Solution : L'installation comprend 16 panneaux modèle 10/100 - ½" d'une longueur de 42 m.

En utilisant les données mentionnées au second exemple du paragraphe E.5, un panneau 10/100 - ½" de 42 m a une perte de charge de +/- 25,6 mm C.E. et un débit d'eau de 2.713 l/h. Le panneau ayant les pertes les moins favorables sera le n°8 (ou 16)

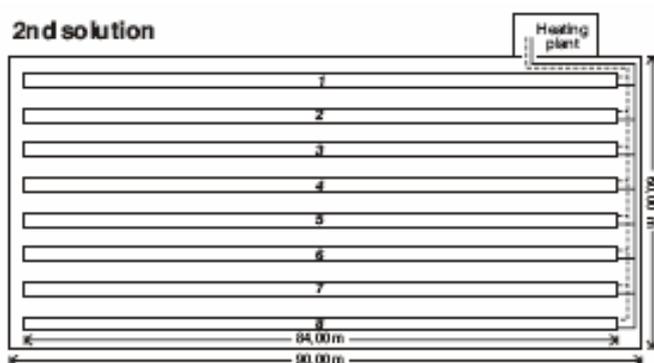


Fig. 29

2° Solution : L'installation comprend 8 panneaux modèle 10/100 - ¾" d'une longueur de 84 m.

En utilisant les données mentionnées au troisième exemple du paragraphe C.16, un panneau 10/100 - $\frac{3}{4}$ " de 84 m a une perte de charge de +/- mm C.E. et un débit d'eau de 3.640 l/h. Le panneau ayant les pertes les moins favorables sera le n°8

Manifestement la seconde solution est la plus avantageuse pour les raisons suivantes :

- étant donné que le nombre de connections est limité , il n'y pas de nécessité de 'retour inversé'. Pour obtenir un circuit en équilibre il suffit de prévoir quelques vannes d'équilibrage.
- l'utilisation de panneaux avec tuyaux en $\frac{3}{4}$ " permet la construction de panneaux relativement long, sans grandes pertes de charges.

Dans le cas de notre exemple, les panneaux en $\frac{3}{4}$ " ont une plus grande émission calorifique que les panneaux en $\frac{1}{2}$ ". Ainsi pour une puissance installée équivalente (+/- 500 kW) il y a moyen d'utiliser une plus grande différence en température (85°C-70°C au lieu de 85°C-75°C). Ceci permettra un débit d'eau de 29m³/h au lieu des 43 m³/h requis pour des panneaux en $\frac{1}{2}$ ".

Ainsi, pour une puissance installée et des pertes de charges identiques, on obtient un débit d'eau réduit, ce qui se traduit en un diamètre de conduites d'alimentation moins importants et une pompe de circulation moins puissante.

Ceci permet de réduire le réseaux d'alimentation et de la sorte les frais d'investissement.

F. Régulation

Etant donné qu'il s'agit ici d'un système à faible inertie thermique, la température ambiante peut être réglée de différentes façons, en fonction du type et de l'importance de l'installation.

Il faudra toutefois tenir compte du fait que - en rayonnement par panneau à eau chaude - la régulation doit se faire par le biais de la température de l'eau délivré aux panneaux. Le débit d'eau devra rester constant.

"Couper et enclencher les panneaux" pourrait créer de conditions de confort désagréable (tel. p.e. le passage d'une zone ensoleillée à une zone ombragée); en effet, bloquer la circulation d'eau revient à bloquer l'effet bénéfique du rayonnement.

Il est indiqué de prévoir une vanne de mélange, un régulateur et une sonde de température, tel que décrit dans le diagramme 1 (fig. 30)

La vanne de mélange 'prépare' l'eau à envoyer vers les panneaux afin de maintenir la température ambiante désirée.

Des sondes de température ambiante courantes peuvent être installés pour mesurer la température de l'air. Le marché fournit actuellement des sondes mesurant directement la température de fonctionnement.

Le système permettant une mise rapide en régime, il est conseillé de prévoir une horloge programmable comprenant un programme journalier et hebdomadaire, ainsi qu'une fonction de mise hors gel. Dans des installations d'une taille plus importante (p.e. pour des bâtiments de plus de 10.000 m²) aux coûts opérationnels importants, le système de régulation peut être complété par une sonde de température extérieure. Toutefois cette sonde extérieure ne peut jamais limiter le fonctionnement de la sonde d'ambiance intérieure (diagramme 2 - fig. 31)

Pour les grands volumes industriels, et pour des raisons économiques, il est nécessaire de faire usage d'un système de régulation centralisé (p.e. PLC) (diagramme 3 - fig. 32)

Diagramme 1 : Régulation de la température de l'eau basée sur la température ambiante, sous commande d'une horloge comprenant une fonction de mise hors gel lors des moments de fermeture.

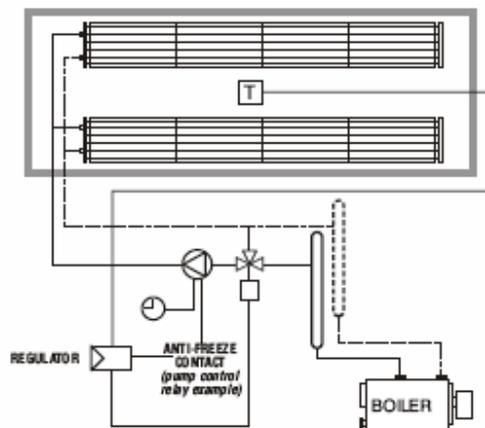


Fig. 30

Diagramme 2 : Régulation de la température de l'eau basée sur la température extérieure et correction via la sonde de température ambiante avec horloge à programmes 'jour / nuit' et 'hebdomadaire' ainsi que d'une fonction de mise hors gel lors des moments de fermeture (contact hors gel à câbler en parallèle au système de contrôle marche / arrêt)

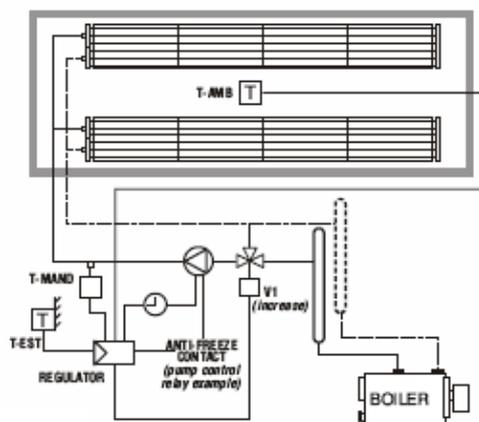


Fig. 31

Diagramme 3 : Régulation de systèmes comprenant une variation des heures de pré-chauffage programmés, basés sur la température extérieure, afin d'assurer en toutes circonstances la température d'ambiance requise, comprenant une programmation jour / nuit et abaissement de la température en périodes de fermeture.
Régulation et contrôle de la différence de température de l'eau et du mode fonctionnement.

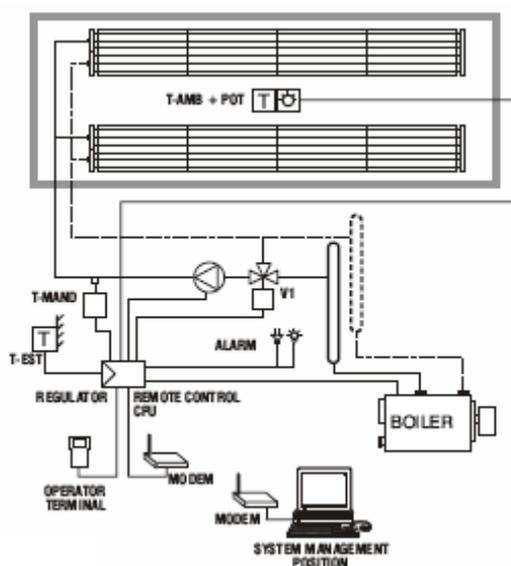


Fig. 32

Au cas où le système comprend une série de locaux aux caractéristiques identiques il est possible de n'utiliser qu'une seule vanne à trois voies avec plusieurs sondes.

S'il est nécessaire de chauffer des locaux de façons différentes, il faudra prévoir différents systèmes de contrôles indépendants.

CHAPITRE 2 : INSTALLATION

A. CONFORMITE

L'installation doit être conforme aux prescriptions et règlements en vigueur et exécutée suivant les règles de l'art par du personnel compétent

L'installateur devra e.a. consulter les documents suivants :

NBN D51-003

R.G.P.T. e.a. art. 67

B. COLISSAGE

Les panneaux sont expédiés empaquetés par 10 panneaux, sanglés et placés sur des palettes ou longerons en bois.

Des bandes de protection en polyéthylène sont placés entre les panneaux à proximité des supports.

Sur demande et moyennant supplément des emballages spéciaux peuvent être prévu.



C. ASSEMBLAGE

Lorsque les panneaux doivent être suspendus dans des bâtiments d'une hauteur supérieure à 4 m, le moyen le plus sûr et le plus économique pour pratiquer cette installation est d'utiliser une nacelle d'un capacité de levage de min. 400 kg et pouvant atteindre le point le plus élevé du bâtiment (location possible dans tous le pays).

Débuter l'installation par la fixation de supports de suspension (tirants, chaînes, câbles, etc. non compris dans la fourniture).

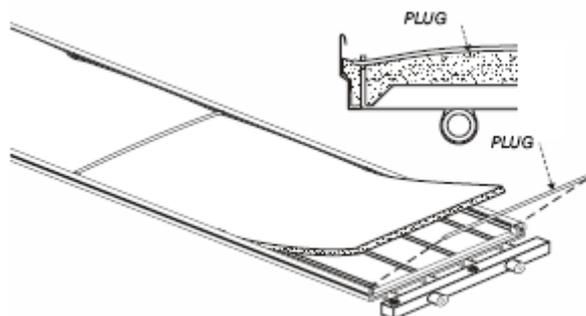
SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

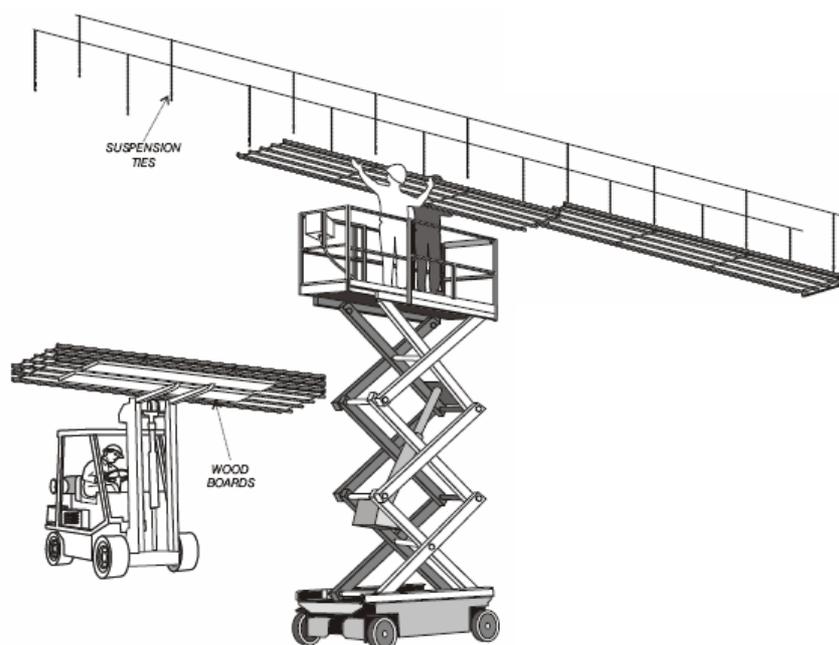
Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

Ces suspensions peuvent être des chaînes, des câbles métalliques, de tiges filetées, etc...

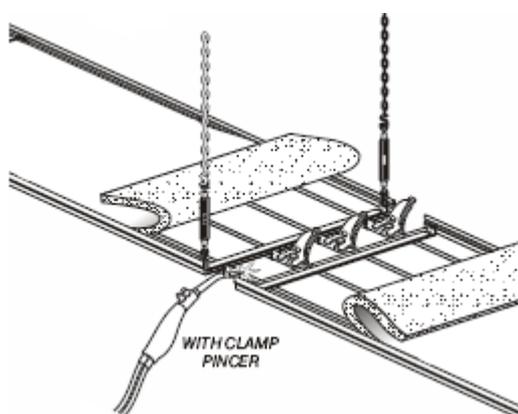
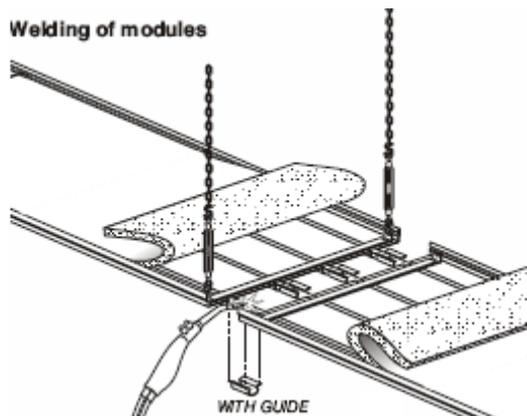
Au sol disposez les matelas d'isolation sur les panneaux et fixez les au moyen des fixation fournies, +/- tous les 2 mètres.



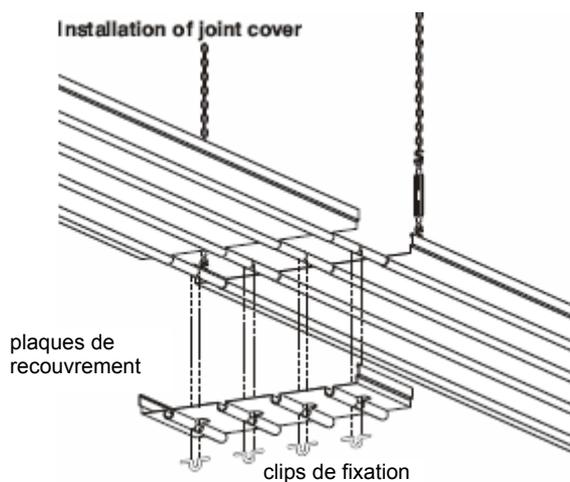
Ensuite empiler 3 ou 4 modules en fonction de la capacité de la nacelle et charger les sur la plateforme de la nacelle au moyen d'un Clark. Levez les à hauteur des suspensions et suspendez les, les uns après les autres à ces systèmes de suspensions placés préalablement .



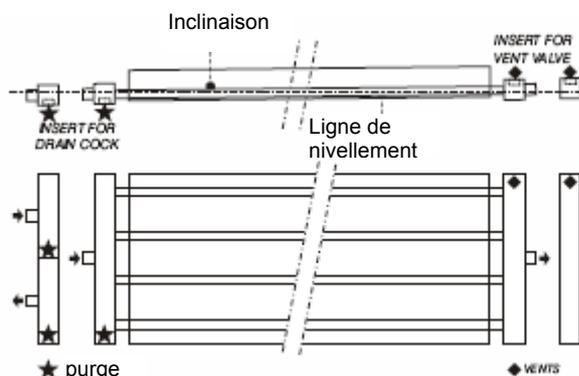
Une fois le panneau entier suspendus (composés de plusieurs modules de 4 et / ou 6 m), souder les tuyaux de 2 modules se faisant face. Procéder ainsi pour tous les modules. Une fois les soudures terminés, on retouchera la peinture.



Le restant de l'isolation est placée et les plaques de recouvrement sont insérés et sécurisé au moyen de clips.
 Ces plaques de recouvrement adhèrent parfaitement aux tuyaux et deviennent ainsi des surfaces rayonnantes.



La présence de bords latéraux de la tôle pliés, la facilité de mise en place de l'isolation, la soudure tête à tête de tuyaux parfaitement alignés, et la facilité de placement des tôles de recouvrement, réduisent sensiblement la durée et de fait les coûts d'installations.



D. METHODS D'INSTALLATION ET DE DILATATION

ATTENTION :

Il est indispensable que le système de fixation utilisé permette un ajustement en hauteur des suspensions afin de permettre une installation parfaitement rectiligne sans les courbes

Après avoir installé les systèmes de suspension (chaines, filins, ...) à la toiture, il faudra monter les panneaux afin d'accrocher ces suspensions dans les supports des panneaux.

Les supports de suspension sont prévus sur les panneaux tous les 95 cm (voir fig. 2 - page 7). Normalement l'accrochage se fait au moyen d'un support tous les 2 mètres.

Les exemples ci-dessous donnent les distances entre supports pour panneaux composés de modules de 6 m uniquement (fig. 33) ou de modules de 6 et 4 m (fig. 34)

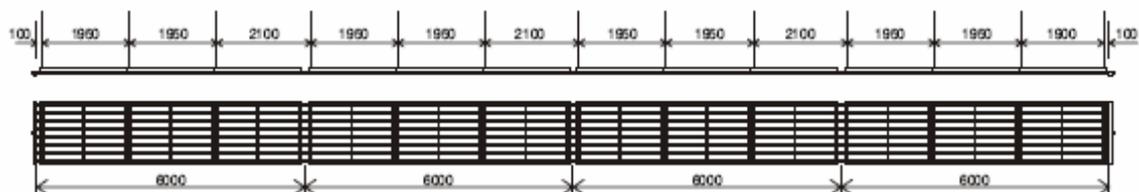


Fig. 33 Exemple de distance entre supports pour panneaux composés de modules de 6 m

SPRL BLONDEAU & FILS - Fabrikstraat, 56 - 2547 Lint - tel. 03/454.38.50 - fax. 03/454.38.44

www.blondeau.be - info@blondeau.be

Notice technique panneaux rayonnants ECOPAN 

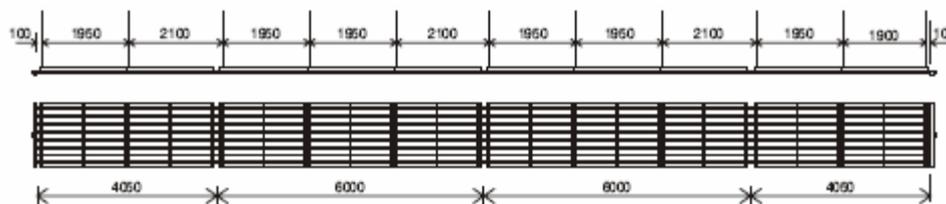


Fig. 34 Exemple de distance entre supports pour panneaux composés de modules de 4 et 6 m

Pendant le fonctionnement, les panneaux rayonnants se comportent comme tout tuyaux contenant un fluide chaud : ils subissent différentes dilatations en fonction de leur longueur et de la température du fluide.

Pour cela il est important que les suspensions soient suffisamment longues qu'elles n'empêchent pas les panneaux de se dilater (fig. 35 et tableau 13)

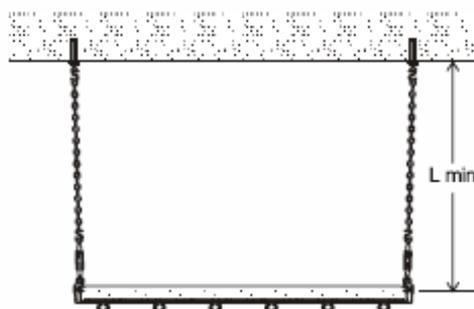


Fig. 35 Longueur minimales des suspensions

Le tableau 13 ci-dessous reprend les longueur minimales requises pour les suspensions, en fonction de la longueur des panneaux et de la différence de température entre la température moyenne du fluide et la température ambiante.

Longueur des panneaux (m)	Différence de température ($T_m - T_a$)				
	75°C	100°C	125°C	150°C	175°C
25	150	200	250	300	350
50	300	400	450	550	650
75	450	550	700	850	1000
100	550	750	950	1100	1300
150	850	1100	1400	1650	1950
200	1100	1500	1900	2200	2600

Tab.13 Longueur minimales des suspensions (mm)

Au cas où la longueur requise des suspensions ne peut être assurée, il faudra prévoir de supports rigides avec rouleaux coulissants (fig. 36)

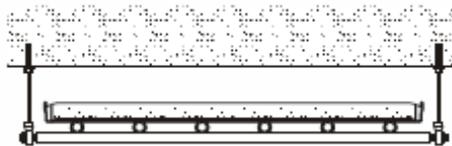


Fig. 36 Exemple de supports rigides avec rouleaux coulissants

Afin d'éviter de mettre trop de pressions sur les panneaux rayonnants, les tuyaux de connections entre les collecteurs et le réseaux de distribution doivent être configurées de façon à ce qu'ils puissent absorber la dilatation survenant dans le système.

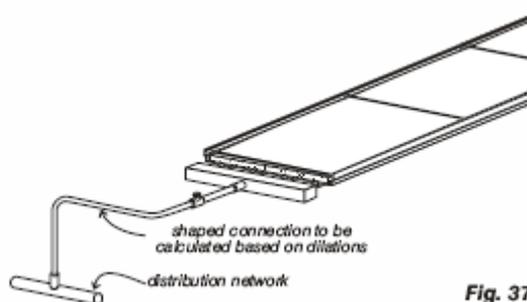


Fig. 37

Afin de faciliter la purge du système, les collecteurs sont pourvus d'une connexion fileté en 3/8" pour installation de purges automatiques.

D.1. Exemples de systèmes de fixation

Les croquis ci-après donnent quelques exemples de systèmes de suspension des panneaux rayonnants.

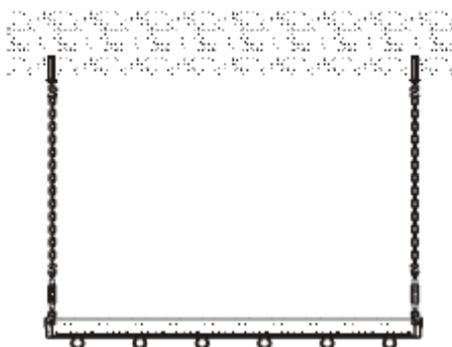


Fig. 38 Exemple de suspension d'accrochage au moyen de chaînes

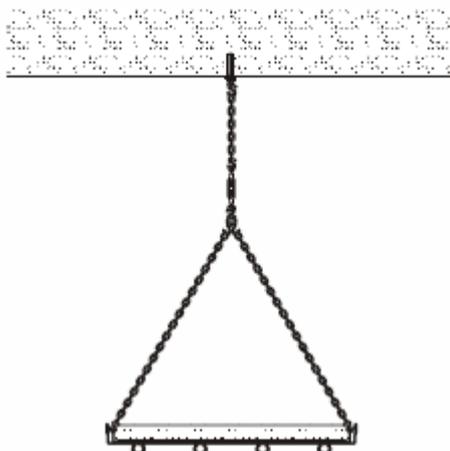


Fig. 39 Exemple de suspension d'accrochage au moyen de chaînes

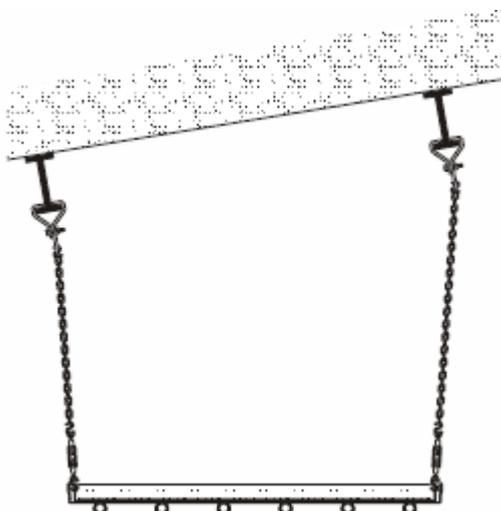


Fig. 40 Exemple de suspension au moyen de crochets accrochés à des poutres métalliques

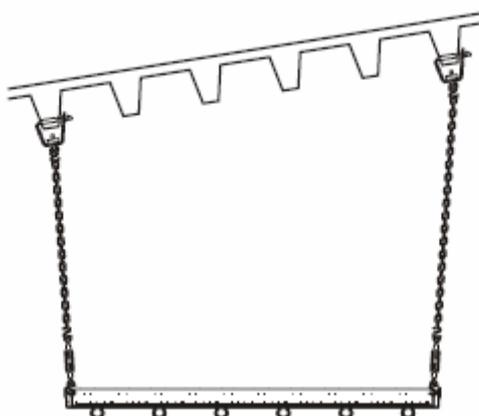


Fig. 41 Exemple de suspension au moyen de supports pour tôle métallique

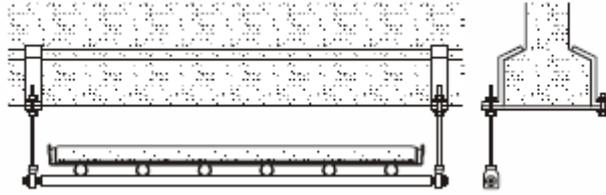


Fig. 42 Exemple de suspension au moyen de supports rigides avec rouleaux coulissants pour panneaux suspendus transversalement par rapport aux poutres

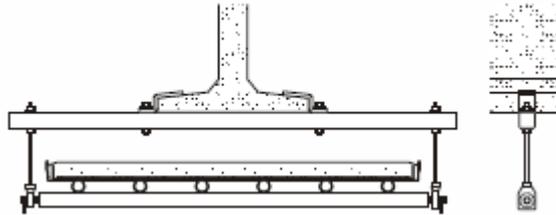


Fig. 43 Exemple de suspension au moyen de supports rigides avec rouleaux coulissants pour panneaux suspendus parallèlement aux poutres

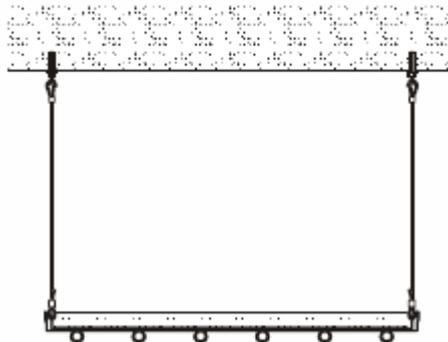
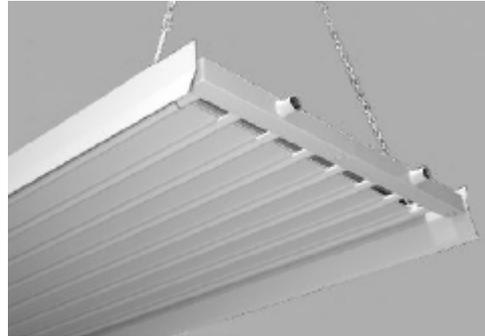
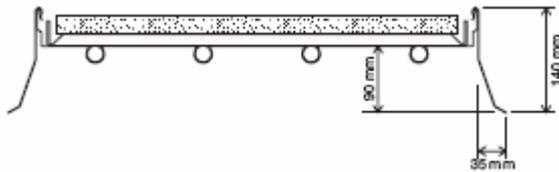


Fig. 44 Exemple de suspension au moyen de câbles métalliques

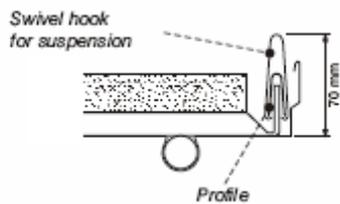
CHAPITRE 3 : ACCESSOIRES

A.1. Plaques latérales anti-convection

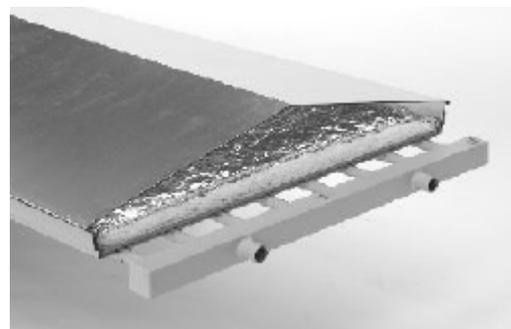
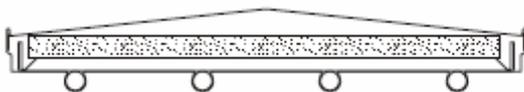


A.2. Profiles pour suspension des panneaux à intervalles irrégulières

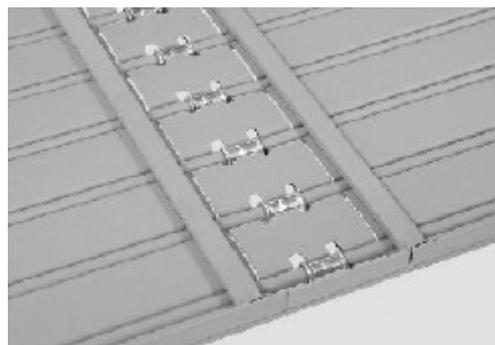
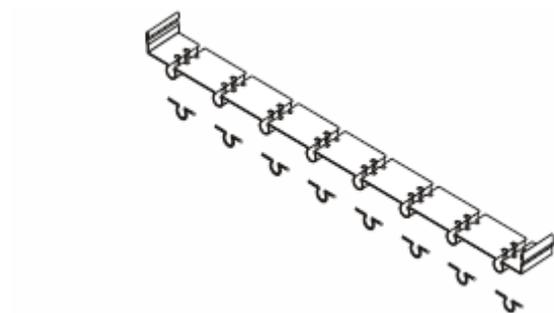
Ces profiles permettent de placer les suspensions à n'importe quel endroit du panneaux. Ils sont fixés directement sur les supports, renforcent les panneaux et restent invisibles.



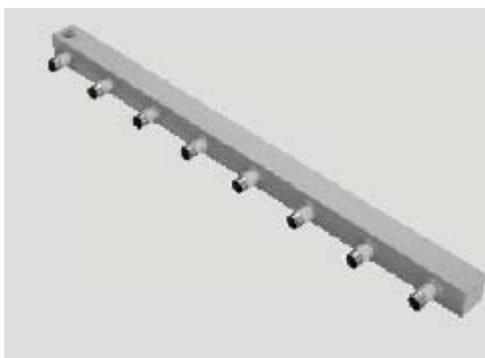
A.3. Tôles pare balles (gymnases et salles de sports)



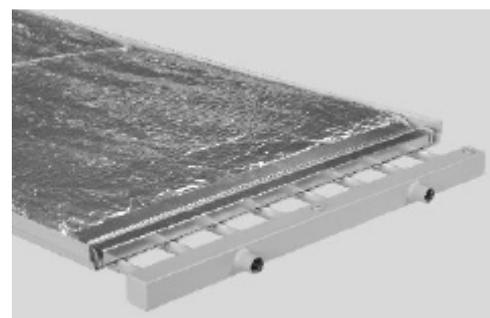
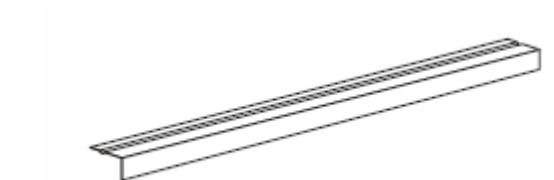
A.4. Plaques de recouvrement pour tuyaux



A.5. Collecteurs pour fixation au moyen de press fitting



A.6. Tôle de recouvrement de l'isolation en tête du panneaux



A.7. Panneaux spéciaux avec tuyaux 1/2" - entre-axes 111 mm - avec place pour incorporer de l'éclairage

