

Votre nom :	SYSTÈME	Le pavillon	
Date :	PAGE 1 DE 10	SOUSS / SYSTÈME	Électrothermie
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	COURS-DOCUMENTS	Chauffage électrique
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD	28/09/2013	

Objectif

Énoncer les différents procédés de chauffage (direct et indirect).
Énoncer les principes de fonctionnement.
Identifier les éléments constitutifs.

Savoir technologique visé :

- S2-2 : Électrothermie
 - Différents procédés utilisés
 - Différentes applications :
 * Chauffage des locaux.

Compétence visée :

- C3-1 : choisir les matériels d'une installation simple.
 C3.2 : Argumenter un devis

Le chauffage électrique présente de nombreux avantages :

- La facilité d'installation,
- le rendement de 100 % (toute l'électricité est transformée en chaleur),
- la facilité d'utilisation (par programmation de chaque radiateur ou par zone),
- propre (pas de combustible à manipuler ni de ramonage).

Son seul inconvénient est son prix à la consommation, ce qui implique :

- des appareils de chauffage de qualité,
- une isolation thermique parfaite (intérieur ou extérieur),
- une ventilation mécanique contrôlée (VMC) pour le renouvellement de l'air,
- une régulation de la température dans chaque pièce,
- une programmation (gestion de l'énergie).

1 Production de la chaleur

Dans la plupart des cas, l'énergie électrique est transformée en chaleur en faisant passer un courant électrique dans une résistance.



Loi de Joule : La chaleur produite par un radiateur est directement proportionnelle à la puissance électrique absorbée et au temps de passage du courant

$$W = P \cdot t$$

W : énergie transformée en chaleur, en watt-heures (Wh)

P : puissance de l'appareil de chauffage, en watts (W)

t : temps de passage du courant, en heures (h)

Il y a aussi :

$$W = U \cdot I \cdot t = R \cdot I^2 \cdot t$$

Votre nom :		SYSTÈME	Le pavillon	
Date :	PAGE 2 DE 10	SOUS / SYSTÈME	Électrothermie	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	COURS-DOCUMENTS	Chauffage électrique	
DATE DE MODIFICATION	28/09/2013			

Application :

Un radiateur de 1500 W est alimenté en 230 V. Il chauffe une chambre pendant 8 h.

Calculer :

- 1) la quantité de chaleur produite en kWh.
- 2) le coût du chauffage sachant que le prix du kWh est de 7,87 centimes d'euro.

$$\begin{aligned}
 1) \quad W &= P \cdot t \\
 &= 1500 \times 8 = 12\,000 \text{ Wh} \\
 &= 12 \text{ kWh}
 \end{aligned}$$

La quantité de chaleur produite est de 12 kWh

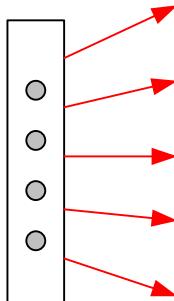
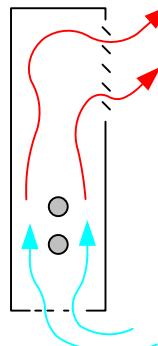
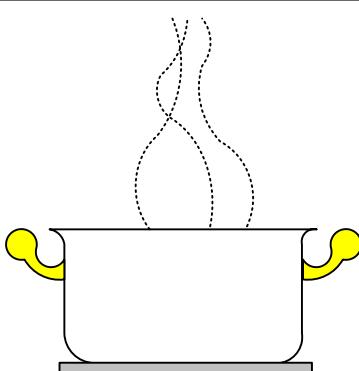
$$2) \quad 12 \times 7,87 = 94,44 \text{ c}$$

le coût du chauffage pour 8 h de fonctionnement est de 0,95 Euro

2. Transmission de la chaleur

Il y a trois modes de transmission de la chaleur :

- Par conduction : la chaleur se transmet par contact thermique du point le plus chaud vers le point le plus froid.
- Par convection : L'air chaud s'élève et est remplacé par de l'air frais. Il s'établit alors un courant de convection naturel. La convection peut-être aussi forcée par une turbine.
- Par rayonnement : L'énergie calorifique est transmise par rayonnement infrarouge aux objets et aux corps. (c'est le principe du soleil). Le rayonnement est produit par une résistance ou un panneau rayonnant.



Votre nom :	SYSTÈME		
Date :	PAGE 3 DE 10		
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	SOUIS / SYSTÈME	Le pavillon
DATE DE MODIFICATION	28/09/2013	COURS-DOCUMENTS	Électrothermie
PROF.VSD			Chauffage électrique

Exemples de mode de transmission utilisés

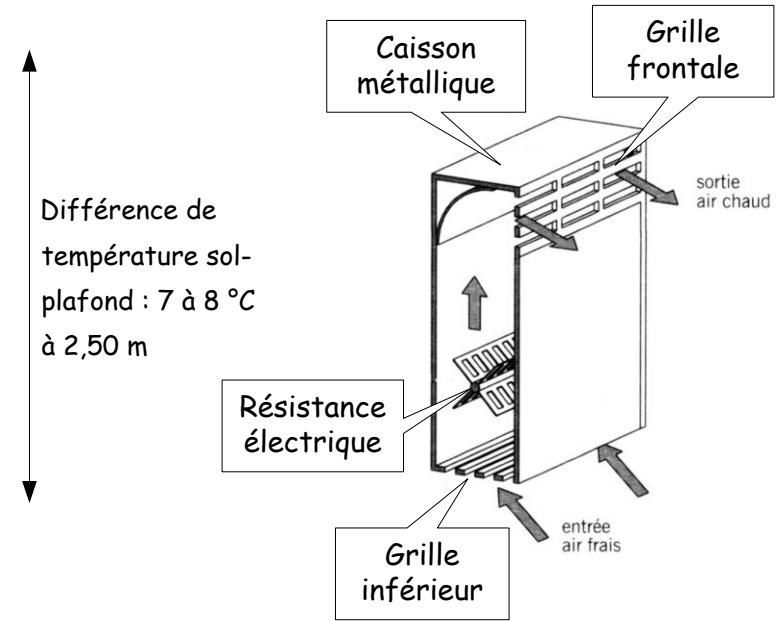
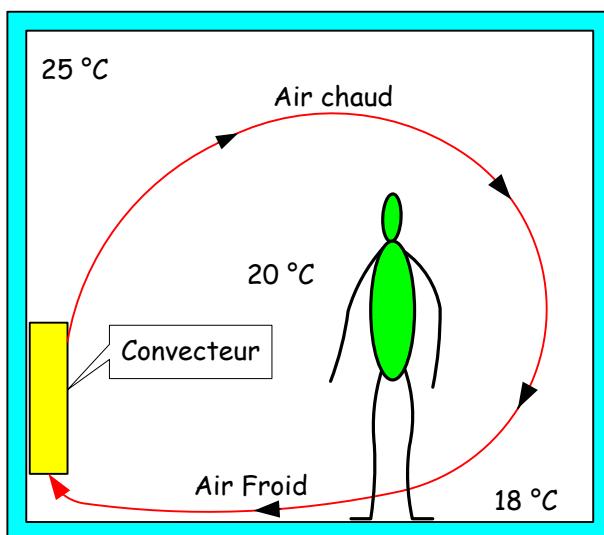
	Conduction	Convection naturelle	Convection forcée	Rayonnement
Convector				
Panneau radian				
Radiateur soufflant				
Plafond chauffant				
Plancher chauffant				
Sèche-serviette				
Plaque de cuisson				
Four électrique				
Fer à repasser				

3. Appareil mural direct (émetteur)

3.1 Convecteur

Le convecteur est fixé à une paroi verticale.

Il est équipé d'une **résistance électrique** permettant le chauffage du local par convection naturelle de l'air au travers d'une bouche de sortie.



Caractéristiques :

- La puissance (500, 700, 1000, 1500, 2000, 2500, 3000 W)
- Les dimensions (horizontal, vertical, épaisseur)
- La sécurité thermique (limiteur de température sur l'appareil qui coupe l'alimentation en cas d'obstruction de la sortie d'air chaud et température des parois de 40 à 70 °C)
- La sécurité électrique (double isolation électrique et protection contre les projections d'eau IPx4)
- Convecteur soufflant éventuellement (sèche-serviette)
- Puissance à installer : environ 40 W/m³

Votre nom :	SYSTÈME	Le pavillon	
Date :	PAGE 4 DE 10	SOUS / SYSTÈME	Électrothermie
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	COURS-DOCUMENTS	Chauffage électrique
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD	28/09/2013	

3.2 Panneau rayonnant (appelé également radiant):

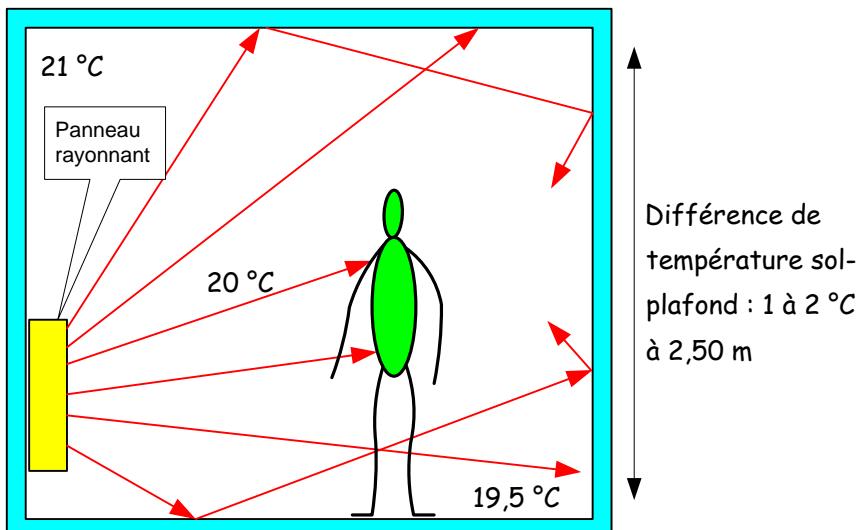
Le panneau rayonnant est fixé à une paroi verticale.

Les éléments chauffants parcourus par des résistances électriques émettent un rayonnement infrarouge qui se transforme en chaleur au contact des personnes et des objets (meubles, murs...).

Elle assure une température équilibrée dans toute la pièce, du sol au plafond.

L'élément chauffant peut être:

- Une plaque en acier émaillé.
- Un bloc nervuré en aluminium.
- Une plaque de verre revêtue d'une couche métallisée conductrice.



Caractéristiques :

- La puissance (1500, 2000, 2500, 3000 W)
- Les dimensions (pour une même puissance, un panneau radiant a une surface plus grande qu'un convecteur mais une plus petite épaisseur)
- La sécurité thermique (température des parois inférieure à 40 °C et tout obstacle, rideau, tenture..., placé devant le panneau radiant empêche la propagation de la chaleur)
- La sécurité électrique (double isolation électrique et protection contre les projections d'eau IPx4)
- Puissance à installer : environ 33 W/m³

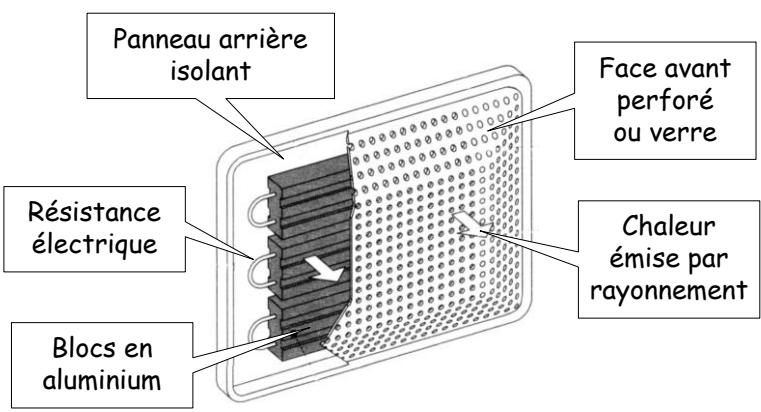
NOTION DE RAYONNEMENT

Tout objet émet de l'énergie sous forme d'un rayonnement infrarouge. Ce rayonnement se propage en ligne droite sans support matériel (à 300.000 km/s dans le vide).

Lorsqu'il atteint un corps :

- une partie rayonnante est réfléchie,
- l'autre est absorbée et se transforme en chaleur

Exemple : Le soleil (émetteur de rayonnement) et nous, la terre



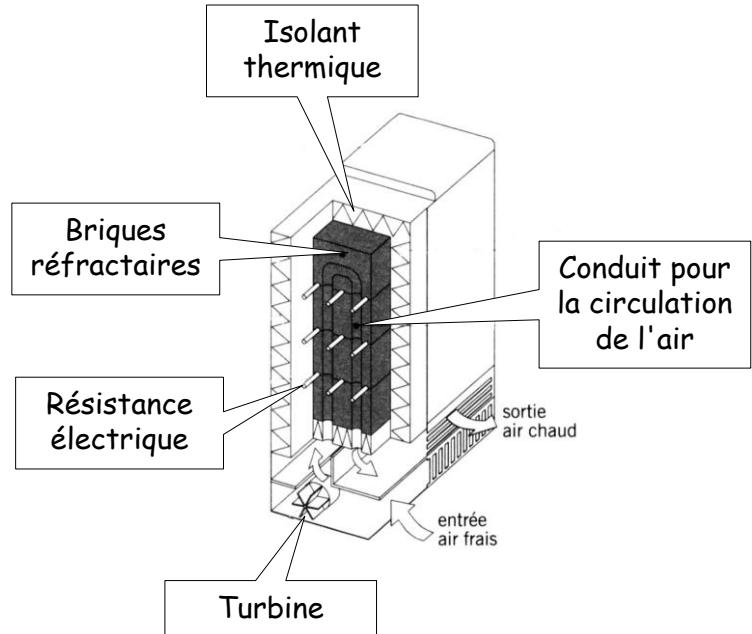
Votre nom :	SYSTÈME	
Date :	PAGE 5 DE 10	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	SOUS / SYSTÈME
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD	COURS-DOCUMENTS
	28/09/2013	Chauffage électrique

4. Émetteur à accumulation

C'est un appareil de chauffage dont la chaleur *emmagasinée est obtenue en chargeant un noyau accumulateur (briques), la chaleur pouvant être restituée à tout moment.*

Constitution :

- La résistance d'une puissance de 3 à 8 kW,
- l'accumulateur composé d'un empilage de briques réfractaires portées à 600 °C pour emmagasiner la chaleur,
- L'enceinte calorifugée pour conserver la chaleur.



Fonctionnement :

Il y a deux périodes :

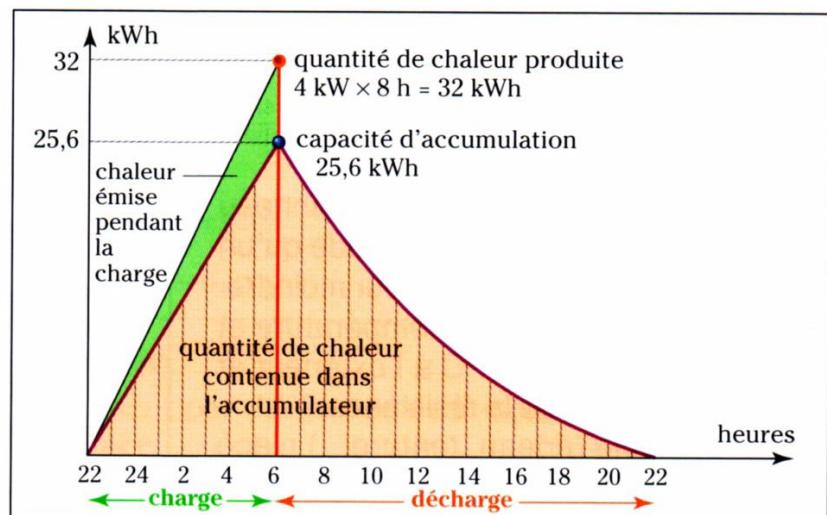
- la période de charge (tarif heures creuses), pendant laquelle l'accumulateur consomme de l'énergie électrique tout en assurant le chauffage du local où il est installé ;

- la période de décharge (le jour), au cours de laquelle il restitue la chaleur emmagasinée.

Exemple :

Soit un appareil de 4 kW,

- Énergie consommée: 32 kWh.
- Énergie accumulée: 25,6 kWh.
- Puissance équivalente à la décharge sur 10 heures : 2,56 kW.

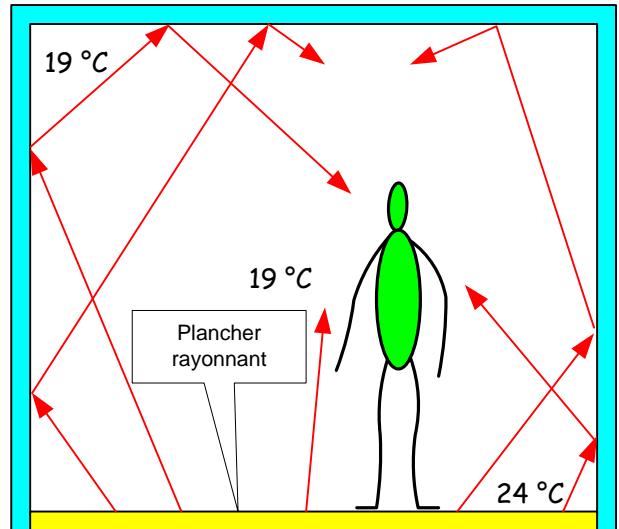


Votre nom :	SYSTÈME		Le pavillon	
Date :	PAGE 6 DE 10		Électrothermie	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX		COURS-DOCUMENTS	
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD		Chauffage électrique	28/09/2013

5. Planchers rayonnants

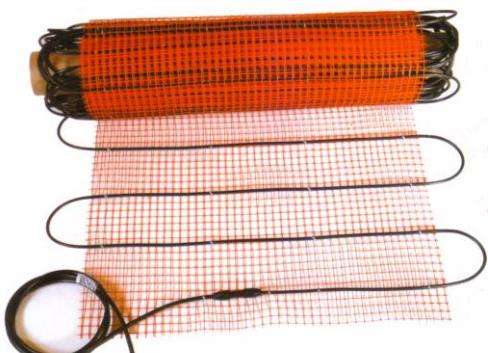
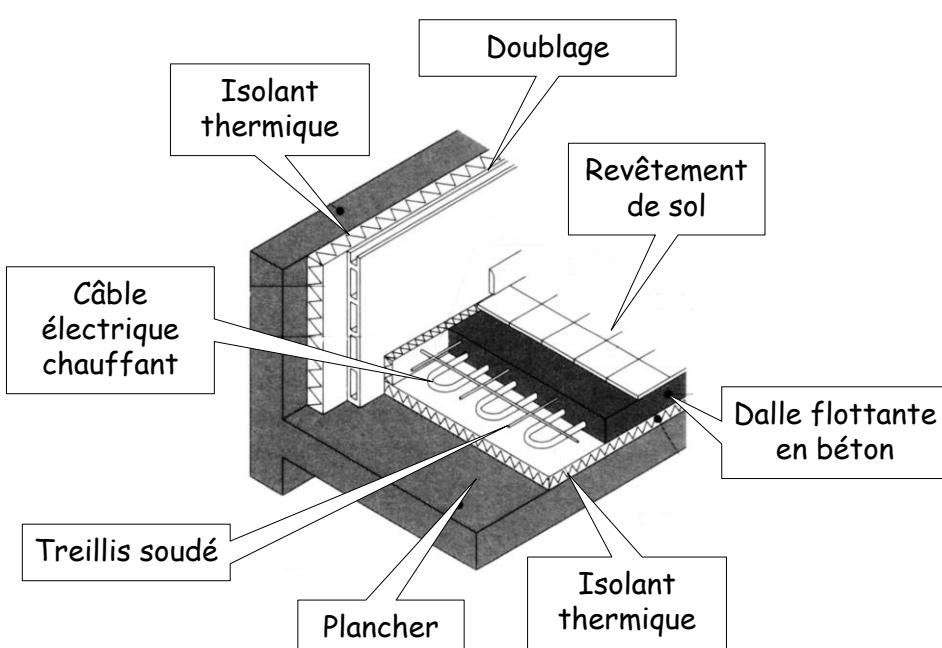
L'élément chauffant est composé :

- d'un câble ou d'un film souple chauffant,
- et d'une liaison froide destinées à relier cet élément chauffant à l'installation (boîte de connexions).



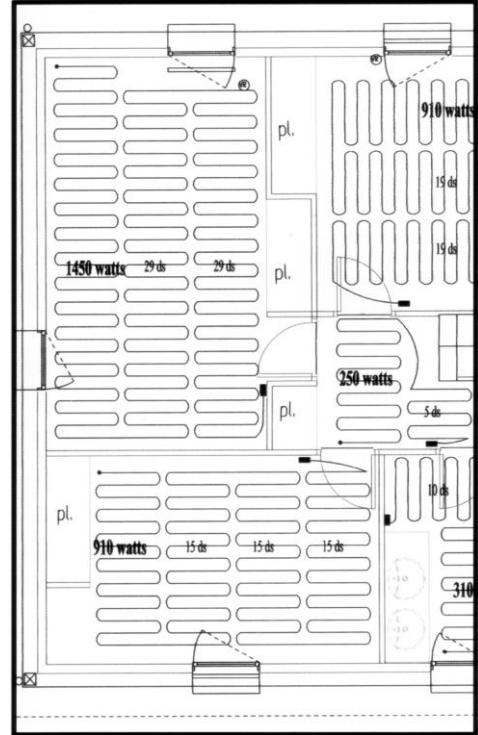
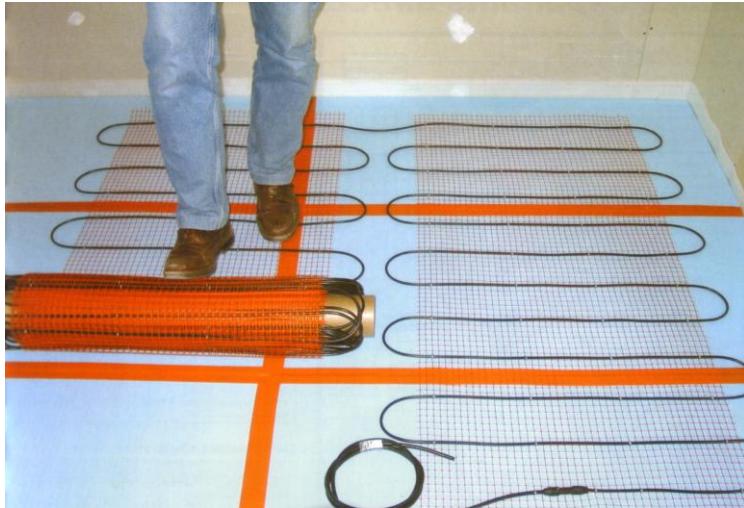
5.1 Plancher rayonnant à accumulation :

C'est un chauffage électrique à inertie, basse température, par le plancher composé d'un élément chauffant enrobé dans une dalle épaisse en béton armé (environ 4 cm).



Votre nom :	SYSTÈME	
Date :	PAGE 7 DE 10	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	SOUS / SYSTÈME
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD	COURS-DOCUMENTS
	28/09/2013	Chauffage électrique

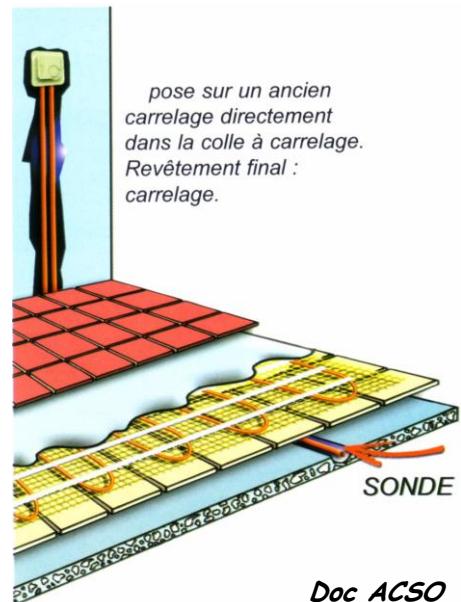
Exemple de pose : Doc ACSO



AVIS TECHNIQUE N° 14/02 - 753

5.2 Plancher rayonnant direct (PRE) :

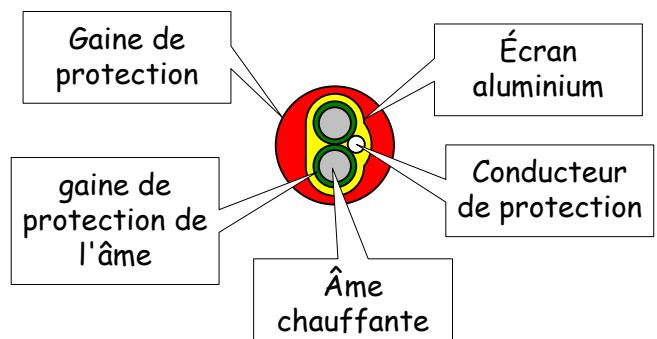
C'est un chauffage électrique, basse température, par le plancher composé d'un **élément chauffant au-dessus d'un isolant thermique et d'une chape flottante armée de faible épaisseur (utilisation aussi dans la rénovation)**.



Doc ACSO

Caractéristiques :

- l'émission de chaleur s'exprime en watts par mètre (W/m)
- la résistance linéaire s'exprime en ohms par mètres (Ω/m),
- La puissance moyenne installée : 80 à 100 W/m^2 ,
- Le câble chauffant est souvent à double résistance isolée avec écran métallique linéaire (IPx7) et une seul liaison froide.

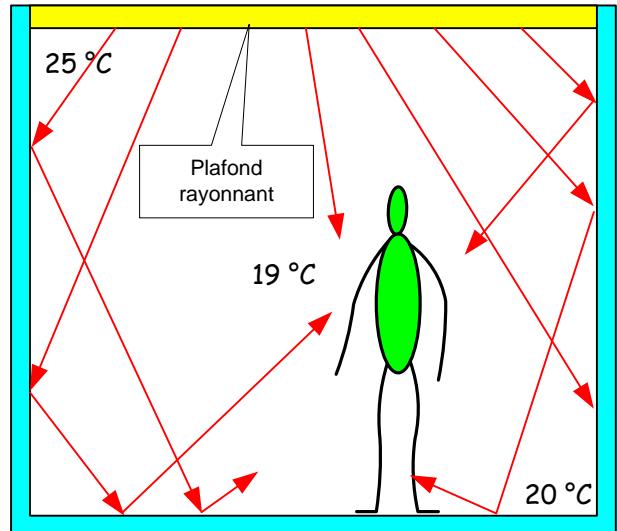


Votre nom :	SYSTÈME		Le pavillon	
Date :	PAGE 8 DE 10		Électrothermie	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX		COURS-DOCUMENTS	
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD		Chauffage électrique	28/09/2013

6. Plafonds rayonnants

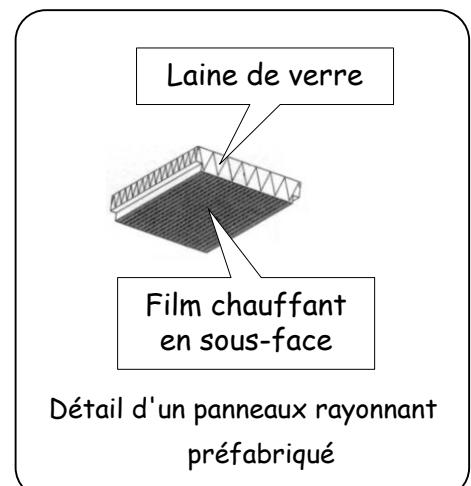
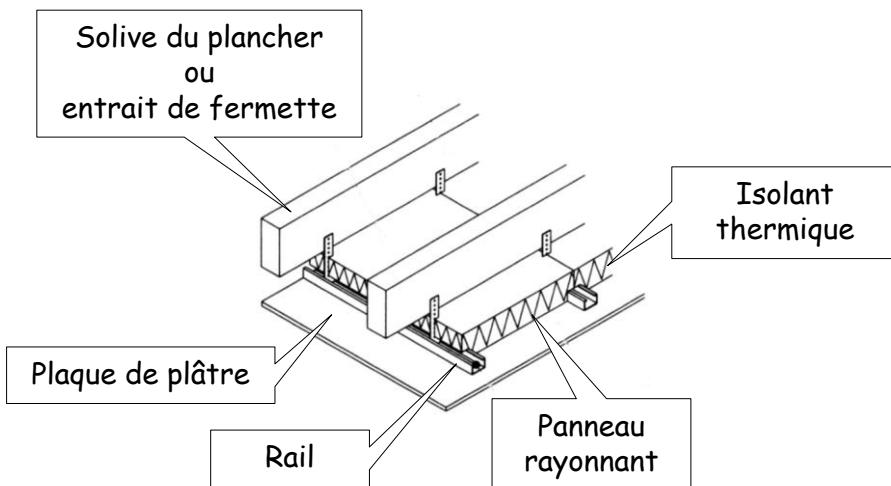
Les plafonds rayonnants sont recommandés pour les pièces :

- de grandes dimensions
- ou ayant une grande hauteur sous plafond.

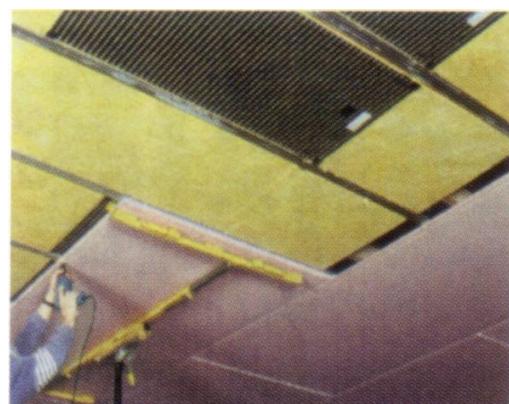


6.1 Plafond rayonnant plâtre (PRP) :

C'est un plafond rapporté en plaque de plâtre spécifique équipé de panneaux chauffants et de panneaux non chauffants.



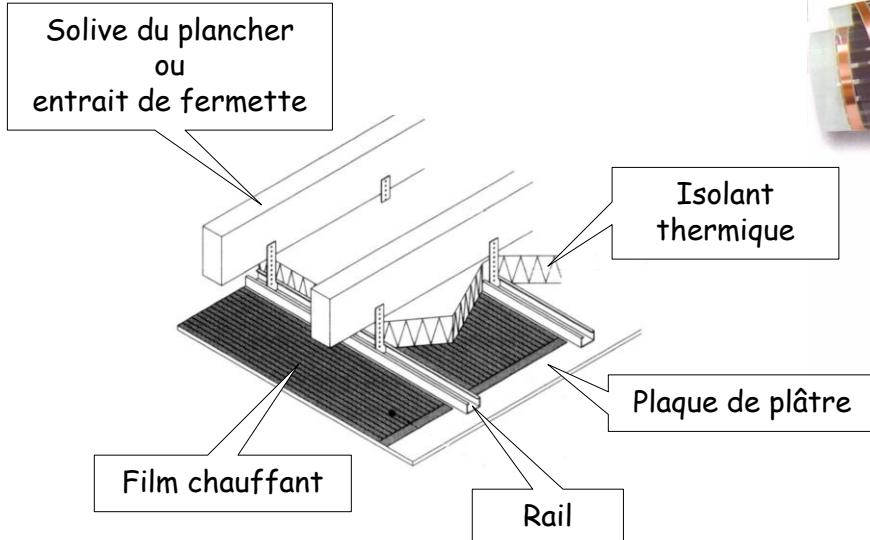
Exemple de pose : Doc ACSO



Votre nom :	SYSTÈME		Le pavillon	
Date :	PAGE 9 DE 10		Électrothermie	
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX		COURS-DOCUMENTS	
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD		Chauffage électrique	28/09/2013

6.2 Plafond rayonnant plâtre par film :

Un film chauffant est déroulé sur un plafond en plaque de plâtre spécifique. Une isolation thermique de 20 cm le recouvre.



6.3 Plafond rayonnant Modulaire (Tertiaire) :

Certaines plaques du faux plafond sont des modules de plafond rayonnant.



Caractéristiques :

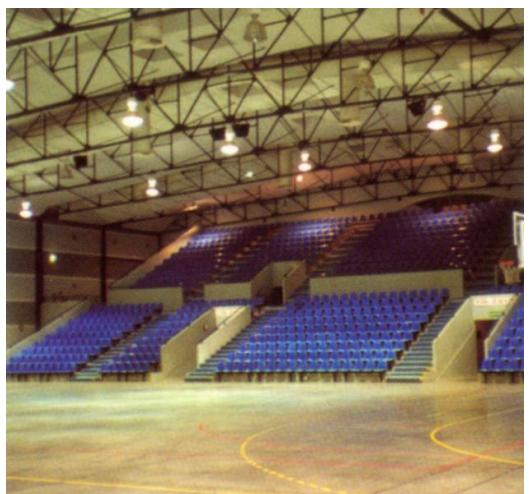
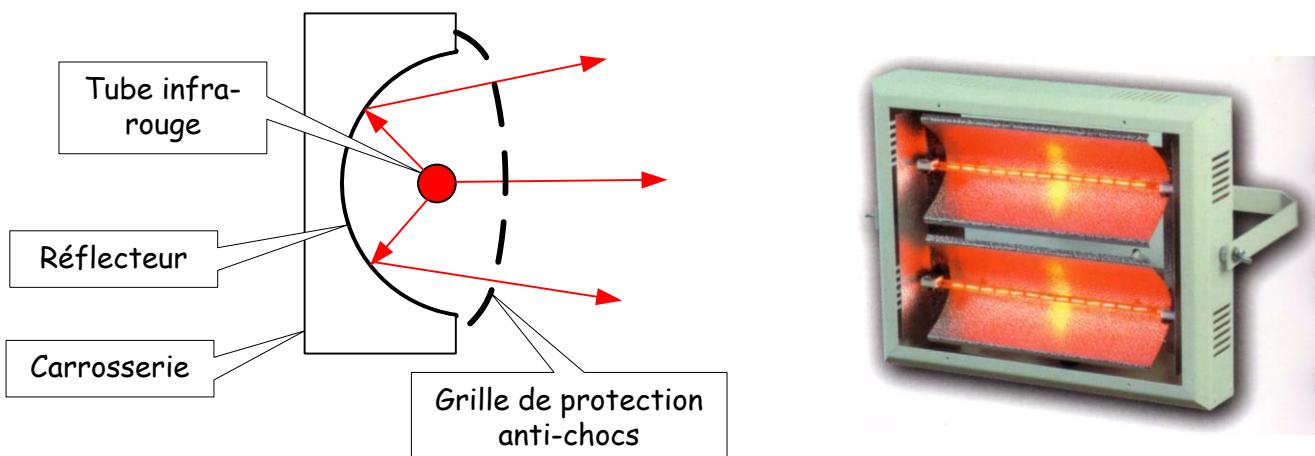
- La puissance moyenne installée : 80 à 100 W/m²,
- Le chauffage est assuré par un film chauffant métallisé ou graphité
- La plaque de plâtre en contact avec l'élément chauffant est spécifique au plafond rayonnant (PLACOWATT)
- Une forte épaisseur d'isolant est nécessaire pour limiter les déperditions de chaleur vers le haut.

Votre nom :	SYSTÈME		Le pavillon Électrothermie	
Date :	PAGE	10 DE 10		
NOM DE FICHIER	CHAUFFAGE DES LOCAUX	SOUS / SYSTÈME		
DATE DE MODIFICATION	PROF.VSD	COURS-DOCUMENTS	Chauffage électrique	
	28/09/2013			

7. Chauffage par infra-rouge court (IRC)

Le chauffage par infra-rouge est en général utilisé pour *le chauffage de poste de travail ou de grand volume (ateliers, bâtiments industriels, entrepôts, hall d'exposition, salle de sports)*

Le spectre d'émission du rayonnement infra-rouge est *très proche du rayonnement solaire d'où la sensation agréable de ce type de chauffage.*



Caractéristiques :

- L'élément chauffant est un filament de tungstène dans un tube quartz et avec à l'intérieur, un gaz inerte et de l'halogène (température de fonctionnement 2200 °C).
- Le réflecteur restitue environ 90% du rayonnement de la lampe.
- Respecter la distance préconisée de la personne à chauffer (de 2 à 10 m)