

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

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

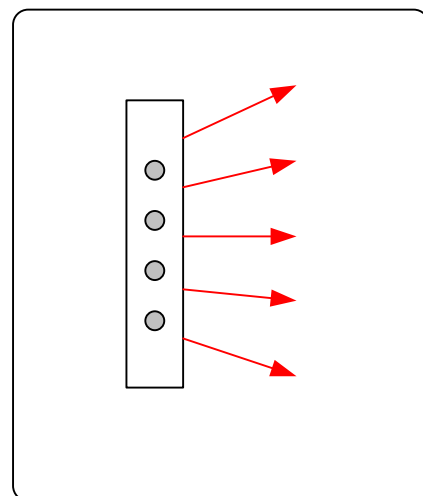
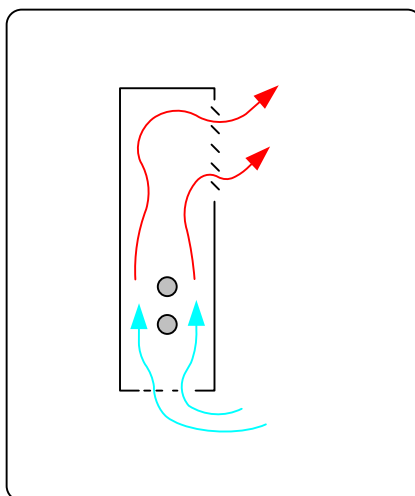
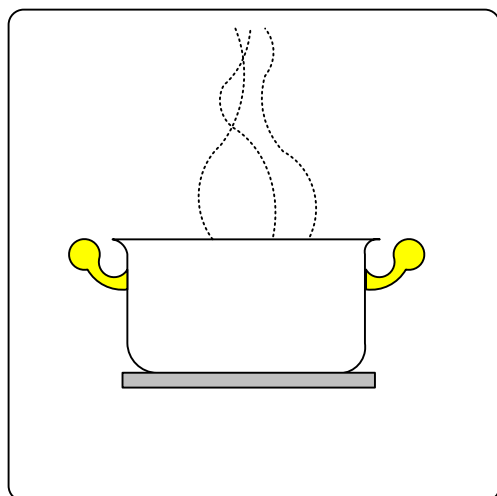
La quantité de chaleur produite est de 12 kWh

$$\begin{aligned}
 2) \quad 12 \times 7,87 &= 94,44 \text{ c} \\
 \text{le coût du chauffage pour 8 h de fonctionnement est de 0,95 Euro}
 \end{aligned}$$

## 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.*



Exemples de mode de transmission utilisés

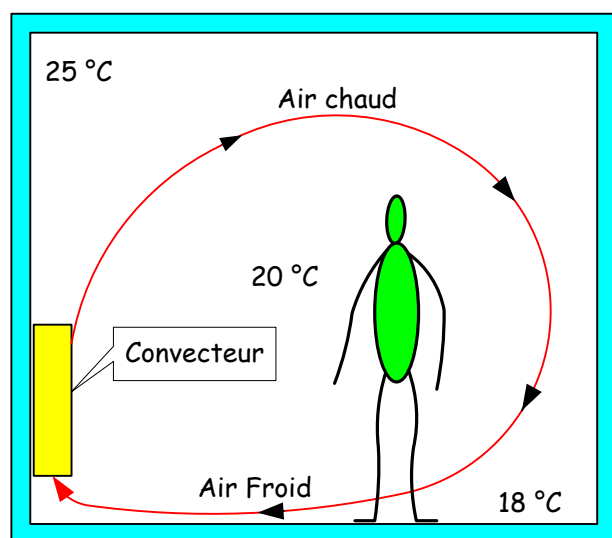
	Conduction	Convection naturelle	Convection forcée	Rayonnement
Convecteur				
Panneau radiant				
Radiateur soufflant				
Plafond chauffant				
Plancher chauffant				
Sèche-serviette				
Plaque de cuisson				
Four électrique				
Fer à repasser				

### 3. Appareil mural direct (émetteur)

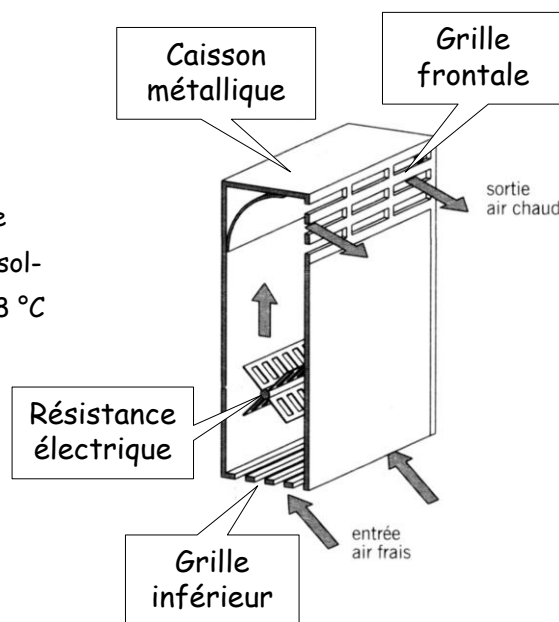
#### 3.1 Convecteur

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.*



Différence de température sol-plafond : 7 à 8 °C à 2,50 m



#### 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 projection d'eau IPx4)
- Convecteur soufflant éventuellement (sèche-serviette)
- Puissance à installer : environ 40 W/m<sup>3</sup>

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

### 3.2 Panneau rayonnant (appelé également radiant):

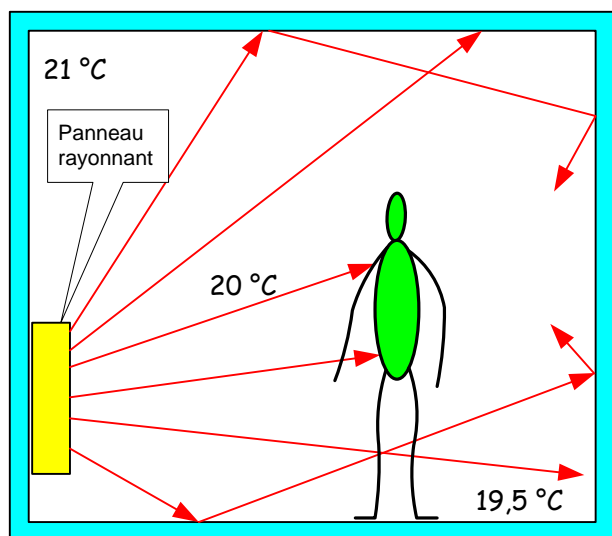
Le panneau rayonnant est fixé à une paroi verticale.

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.



Différence de température sol-plafond : 1 à 2 °C à 2,50 m

#### 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).

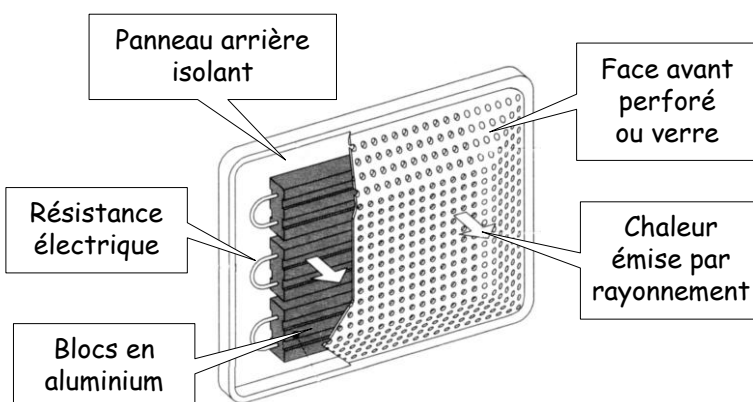
Lorsqu'il atteint un corps :

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

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

#### 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 projection d'eau IPx4)
- Puissance à installer : environ 33 W/m<sup>2</sup>



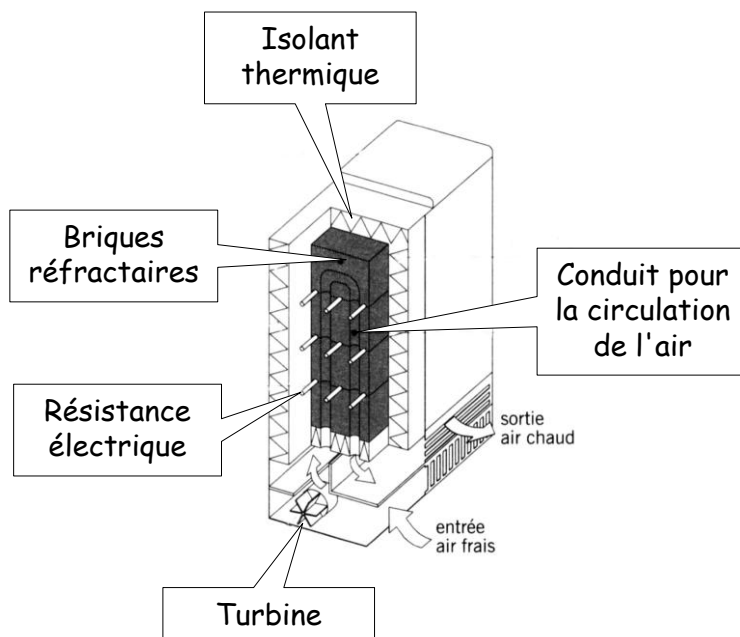
Votre nom :		SYSTÈME		Le pavillon <i>Électrothermie</i> Chauffage électrique
Date :	PAGE 5 DE 10	SOUS / SYSTÈME		
NOM DE FICHIER		COURS-DOCUMENTS		
CHAUFFAGE DES LOCAUX				
PROF.VSD				
DATE DE MODIFICATION		28/09/2013		

## 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 de 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 :

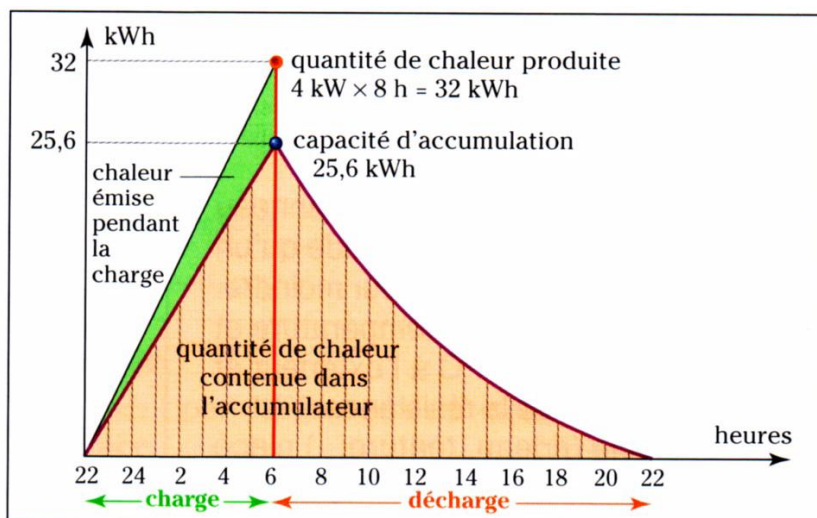
Il y a deux périodes :

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

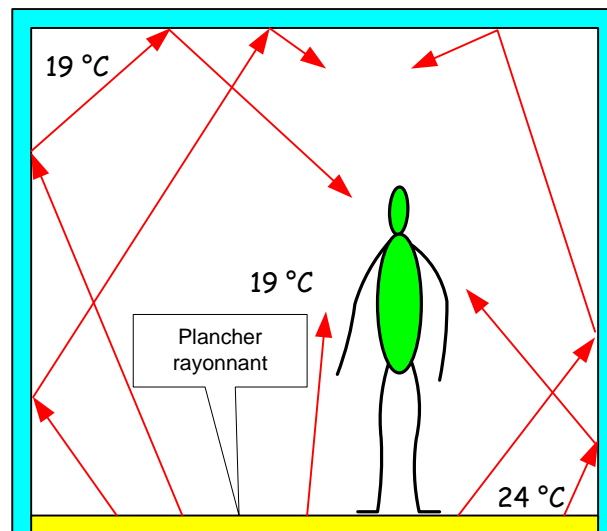
## 5. Planchers rayonnants

L'élément chauffant est composé :

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

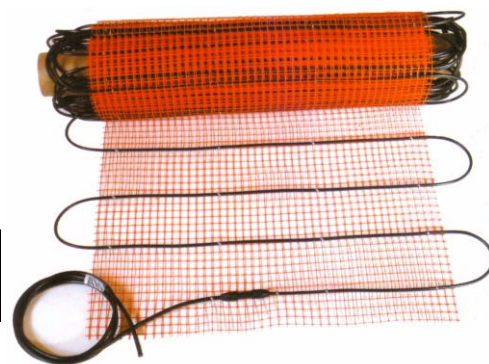
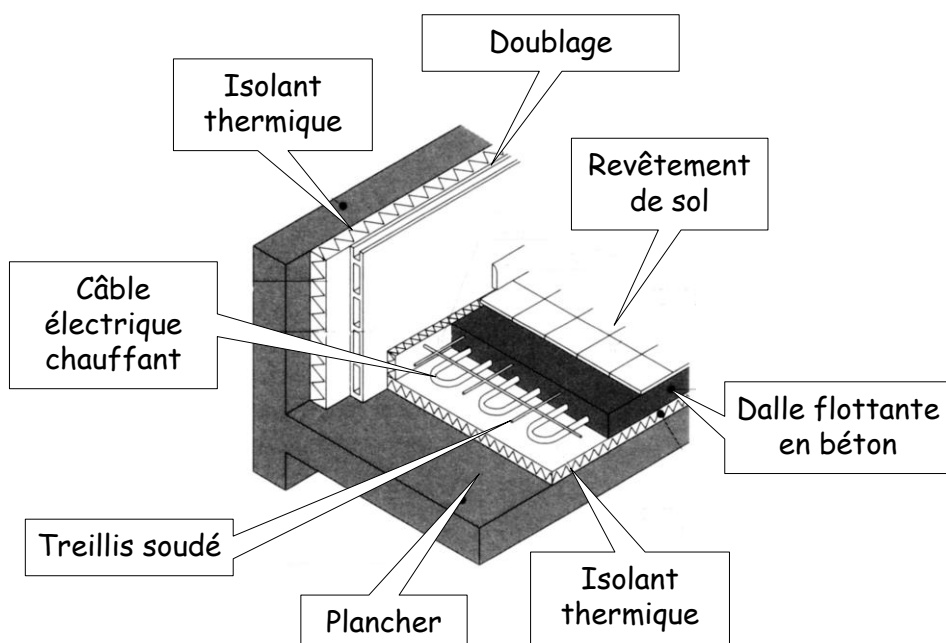


Liaison froide  
(longueur minimum :  
50 cm)



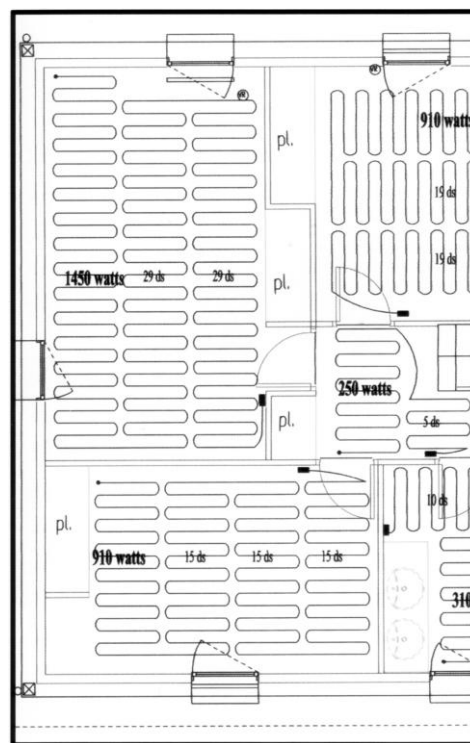
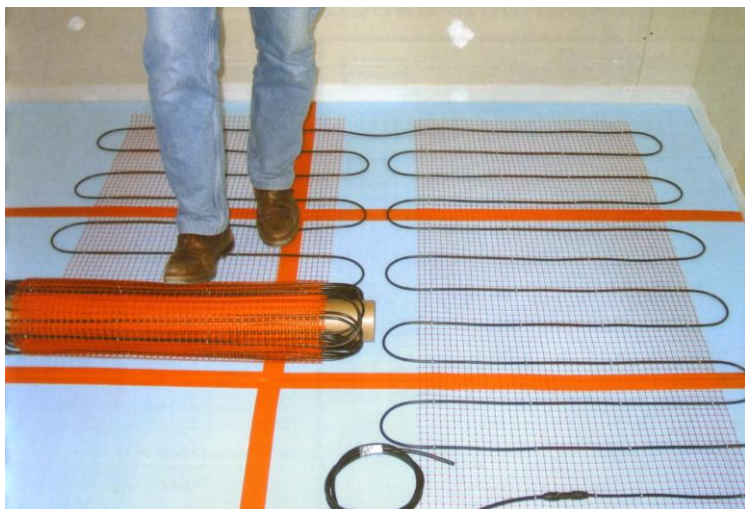
### 5.1 Plancher rayonnant à accumulation :

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



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

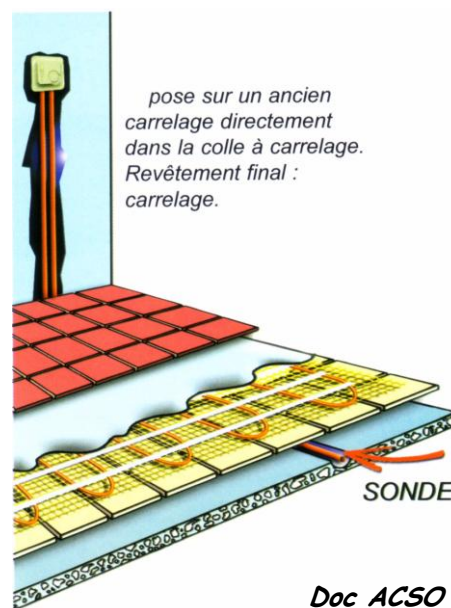
## Exemple de pose : Doc ACSO



AVIS TECHNIQUE N° 14/02 - 753

## 5.2 Plancher rayonnant direct (PRE) :

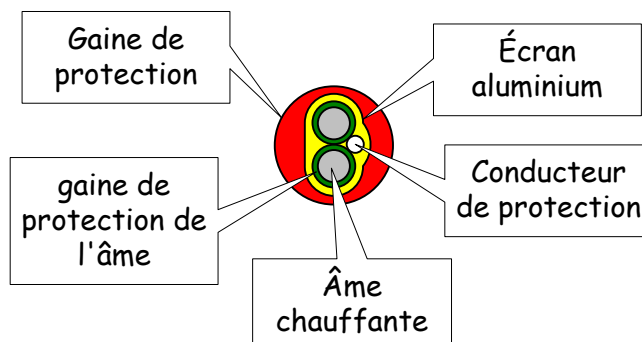
C'est un chauffage électrique, basse température, par le plancher composé d'un **élément chauffant au-dessus d'un isolant thermique et d'une chape flottante armée de faible épaisseur (utilisation aussi dans la rénovation).**



Doc ACSO

## Caractéristiques :

- l'émission de chaleur s'exprime en watts par mètre ( $W/m$ )
- la résistance linéaire s'exprime en ohms par mètres ( $\Omega/m$ ),
- 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.

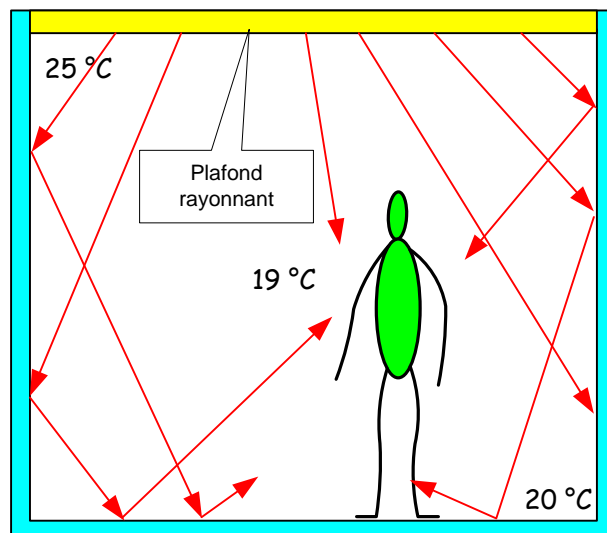


Votre nom :		SYSTÈME		Le pavillon <i>Électrothermie</i> Chauffage électrique
Date :	PAGE 8 DE 10	SOUS / SYSTÈME		
NOM DE FICHIER		COURS-DOCUMENTS		
CHAUFFAGE DES LOCAUX PROF.VSD				
DATE DE MODIFICATION		28/09/2013		

## 6. Plafonds rayonnants

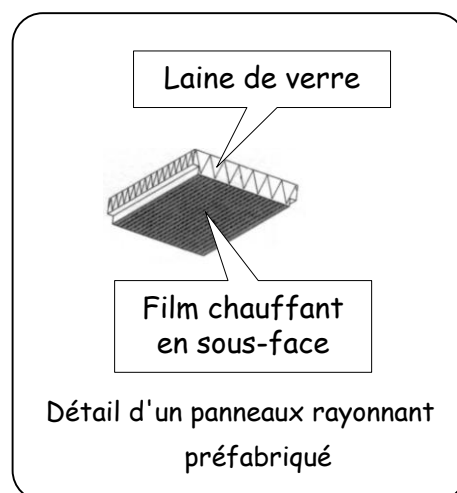
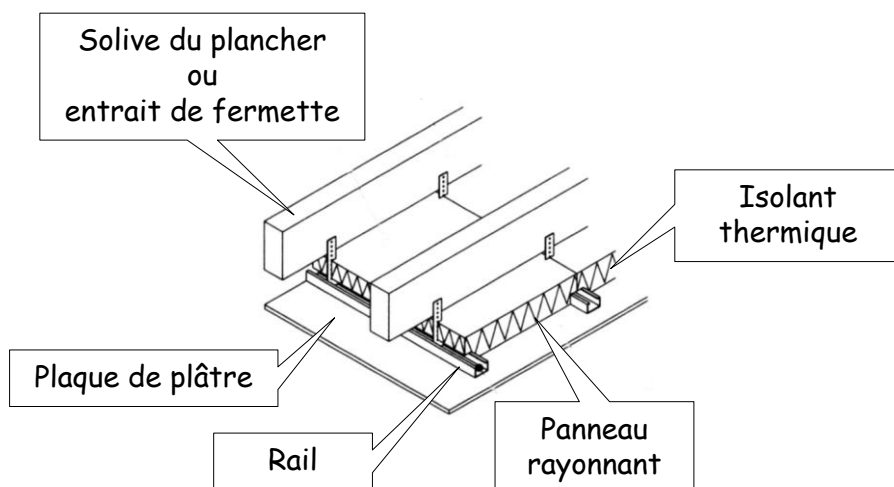
Les plafonds rayonnants sont recommandés pour les pièces :

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

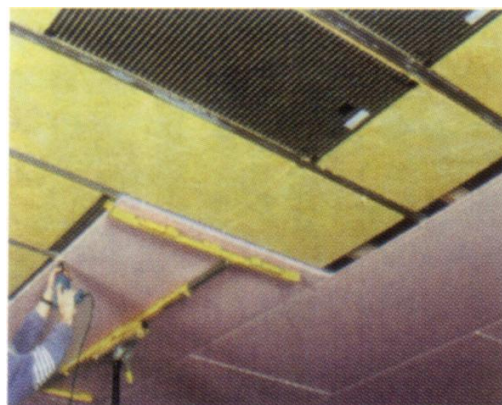


### 6.1 Plafond rayonnant plâtre (PRP) :

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



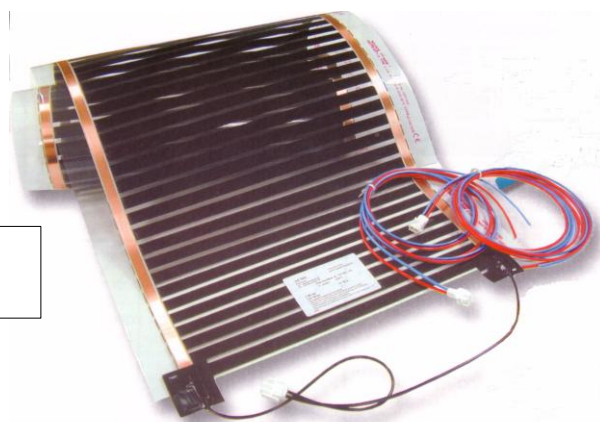
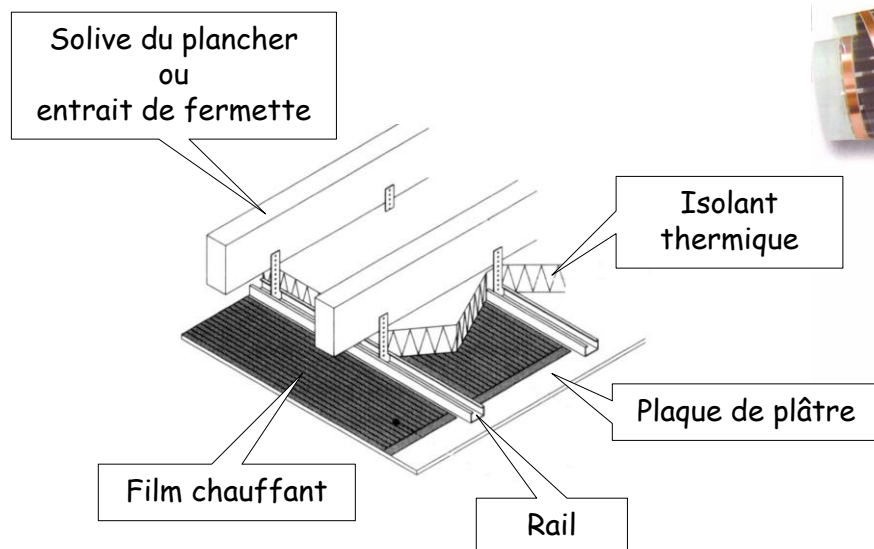
### Exemple de pose : Doc ACSO



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



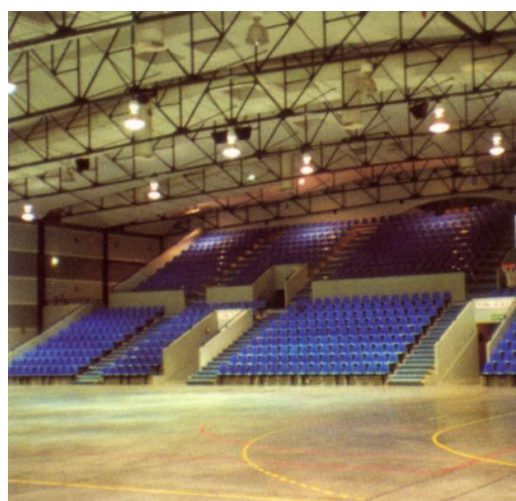
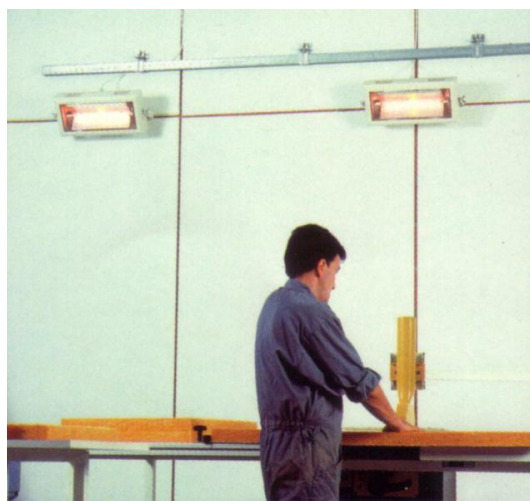
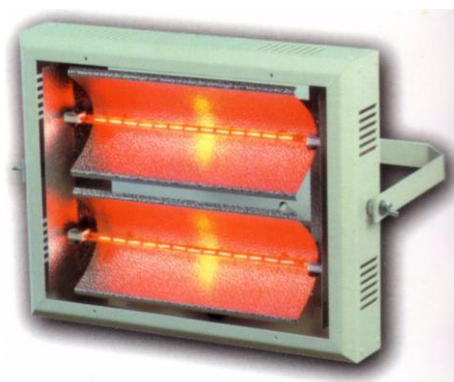
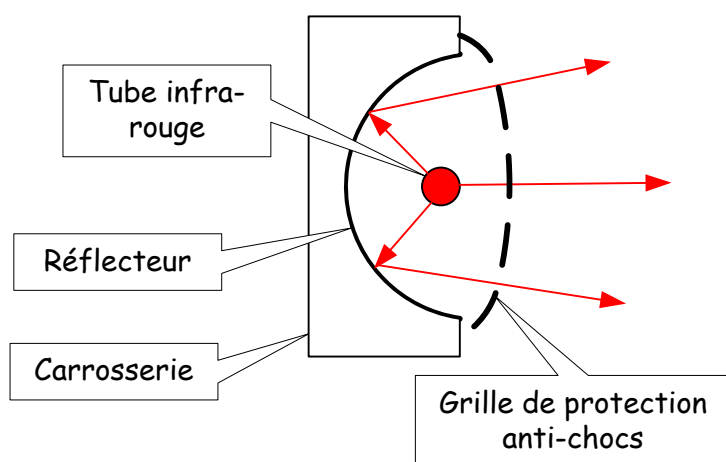
## Caractéristiques :

- La puissance moyenne installée : 80 à 100 W/m<sup>2</sup>,
- 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 <i>Électrothermie</i> Chauffage électrique
Date :	PAGE 10 DE 10	SOUS / SYSTÈME		
NOM DE FICHIER		COURS-DOCUMENTS		
CHAUFFAGE DES LOCAUX				
PROF.VSD				
DATE DE MODIFICATION		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)