



COMBUSTION

INC TC



EDSP

Définition de la combustion :

C'est une **réaction chimique exothermique** entre un **corps combustible** et un **corps comburant** sous l'effet d'une **énergie d'activation**.

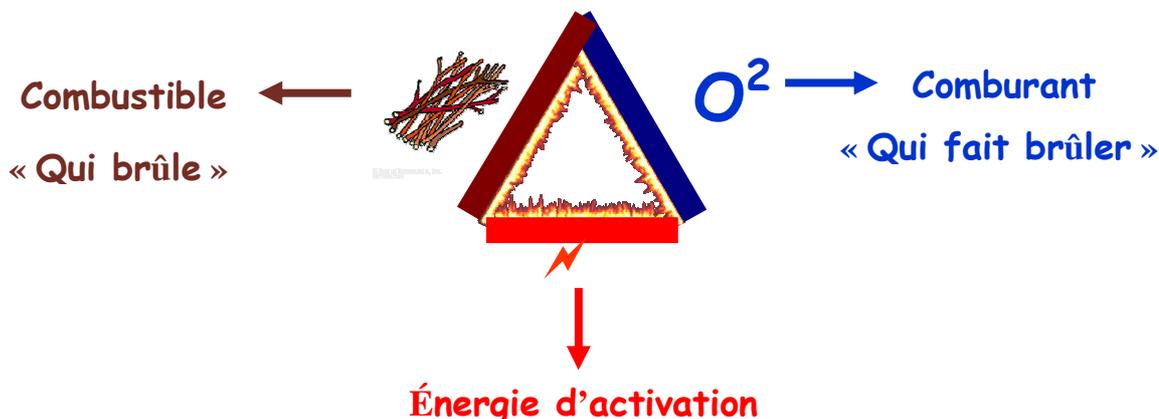
Réaction chimique : transformation (irréversible) de la matière.

Exothermique : qui produit (dégage) de la chaleur.

Le triangle du feu :

Pour qu'un feu se déclare, 3 éléments doivent être réunis :

Le combustible, **le comburant** et **l'énergie d'activation**. On appelle cela « **le triangle du feu** »



Combustible + comburant + énergie d'activation = feu (chaleur)

Réaction chimique

Exemple pour le bois : lorsque le bois est brûlé, il se transforme en cendres, il est impossible qu'il redevienne du bois, c'est donc une transformation irréversible du bois (de la matière).

1) Le combustible : (ce qui brûle)

C'est la matière première qui alimente la combustion (le feu).
Il est toujours à l'état gazeux et peut être d'origine :

- ✓ Solide : bois, papier, tissus...
- ✓ Liquide : hydrocarbures...
- ✓ Gazeux : butane, gaz naturel de ville...

2) Le comburant : (ce qui fait brûler)

C'est l'oxygène qui est contenu dans l'air (environ 21%) qui va permettre de faire brûler le **combustible**.

3) L'énergie d'activation : (la source de chaleur)

C'est la source de chaleur qui fait démarrer la combustion, elle peut être de plusieurs formes : chaleur, flamme, électricité, frottement mécanique, réaction chimique (fermentation)...

Types de combustion

Combustion très lente

Oxydation sans émission de lumière (exemple : la rouille est le résultat d'une combustion lente du fer)

Combustion lente

Fermentation sans émission de lumière (exemple : fromage, chiffons gras, respiration des êtres vivants)

Combustion vive (flamme de diffusion)

La combustion se manifeste par une émission de lumière (flammes de diffusion) et de chaleur, le mélange comburant (O^2) et combustible est dans des proportions idéales (exemple : le feu dans une cheminée)

Combustion très vive (flamme de pré-mélange)

Cette combustion se manifeste par une boule de feu (1300°), une onde de choc (bruit inférieur à la vitesse du son) et une surpression (souffle de 4 à 10b/cm²). C'est une explosion de l'ordre de la déflagration.

Combustion instantané

Cette combustion se manifeste par une explosion en espace clos), une onde de choc (bruit supérieur à la vitesse du son) et une surpression (souffle supérieur à 20b/cm²).

Différentes phases de la combustion

La pyrolyse

Le corps combustible émet des gaz inflammables lorsqu'il est exposé à la chaleur; légère carbonisation ex : 1kg de bois (composé de 60% eau) à partir de 100°, l'eau s'évapore.

L'inflammation

Le mélange de gaz inflammables et le comburant est idéal.
L'énergie d'activation permet l'inflammation du mélange. Carbonisation en profondeur, éclatement (sève) *Tirage*

L'incandescence

Tous les gaz contenus dans les combustibles se sont dégagés; (plus de distillation) la masse est en combustion totale, la température est au maximum.
Braises (*diminution du tirage*)

Le refroidissement

En ramenant le combustible qui brûle au-dessous de sa température d'inflammation

Aspect de la combustion

Si l'**O₂** **suffisant**, on a une **combustion complète** avec dégagement de CO₂

Si il **manque de l'O₂**, on a une **combustion incomplète** avec dégagement de CO

Mécanisme des différentes combustions

Les solides : pyrolyse, inflammation, incandescence, refroidissement

Les liquides : distillation, inflammation

(plus le liquide est inflammable, moins la période de distillation est perceptible)

les gazeux : inflammation ou explosion :

si le mélange Air-Gaz a lieu pendant le contact avec la source de chaleur (W d'activation) c'est l'*Inflammation*, si le mélange Air-Gaz a lieu avant l'inflammation c'est l'*Explosion*

Différents points de la combustion

Point éclair : Température à partir de laquelle un liquide émet des vapeurs inflammables susceptibles de s'enflammer au contact d'une flamme ou d'une étincelle.

S'éteint si l'on enlève l'énergie d'activation

Ex : papier=230° bois=243° fourrage=75° Homm e=80° gaz oil= 80°

Essence= -40° fuel=55°

Point d'inflammation ou point de flamme : Température idem que le Point Éclair mais continuer de brûler quand on enlève la flamme ou l'étincelle. ex: essence= - 37° bois= 246°

Point d'auto-inflammation ou auto-combustion : Température à laquelle il faut amener un liquide inflammable pour qu'il s'enflamme par lui-même en l'absence de flamme ou d'étincelle.

Ex: essence=60° gaz oil=600° Gaz Naturel=537° huiles=170°

Butane=405° pétrole=250°

Les classes de feux :

C'est une classification européenne



Feux de matériaux solides (dit feux secs) dont la combustion forme des braises : papier, bois, tissus, paille, coton, charbon, ...



Feux de liquides ou solides liquéfiables (dit feux gras) : hydrocarbures, essence, pétrole, solvants, alcools, peintures, matériaux de synthèse (polystyrène, plastique...)



Feux de gaz : Gaz naturel (méthane CH₄), butane, propane, acétylène, hydrogène



Feux de métaux : aluminium, sodium, potassium...



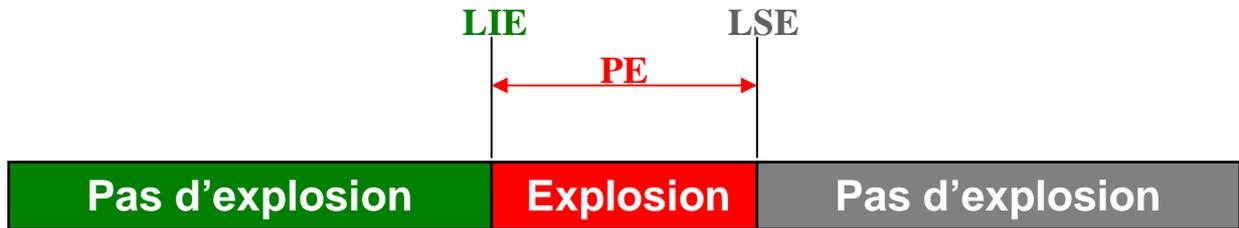
Feux d'auxiliaires de cuisson (friteuse, cocotte, poêle de cuisson, radiateurs à huile) composée d'huiles et de graisses végétales ou animales.

Il y a quelques années la classe E définissait les feux d'origines électriques.

Notions d'explosibilité :

Chaque gaz inflammable a sa propre plage d'explosibilité (PE).

Cette plage d'explosibilité est comprise entre la limite inférieure d'explosibilité (LIE) et la limite supérieure d'explosibilité (LSE).



Prenons comme exemple le Gaz Naturel (méthane CH₄) :

c'est un gaz inflammable qui compose le gaz de ville ;

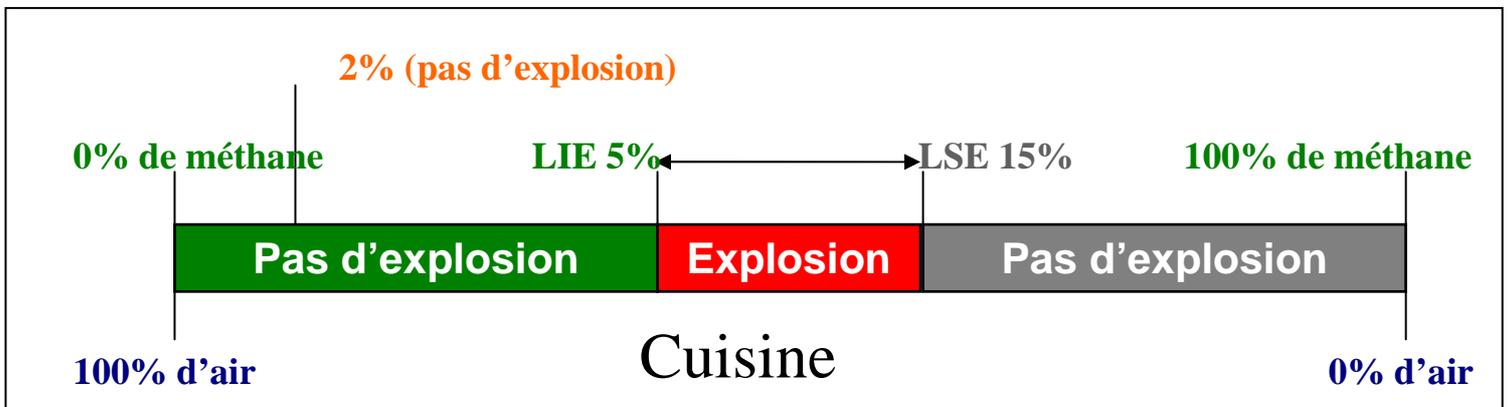
sa plage d'explosibilité (PE) est comprise en 5% (LIE) et 15%(LSE).

➤ 1^{ère} situation :

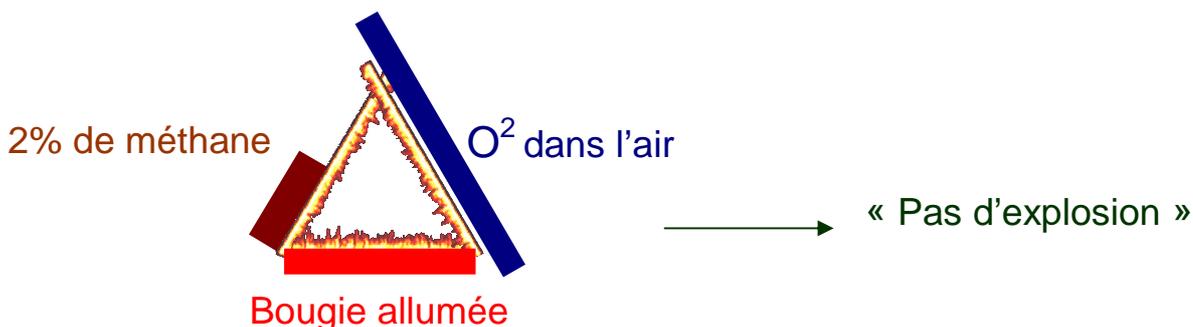
Une fuite de gaz inflammable (Gaz Naturel) se déclare dans une cuisine.

Au bout de 5 minutes il y a 2% de gaz inflammable dans la cuisine.

Au même moment un homme rentre avec une bougie allumée (énergie d'activation), il n'y a pas d'explosion car le mélange d'air (O₂) et de gaz inflammable (combustible) n'est pas assez riche en gaz inflammable : « il n'y a pas assez de gaz inflammable ».

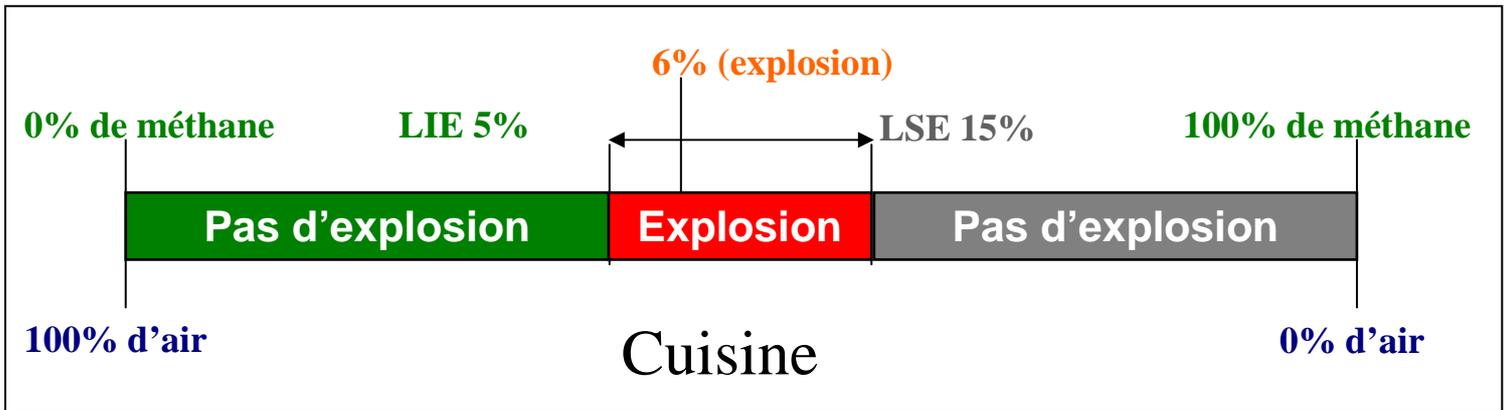


Triangle du feu de la 1^{ère} situation :



➤ 2^e situation :

Une fuite de gaz inflammable (Gaz Naturel) se déclare dans une cuisine. Au bout de 10 minutes il y a **6% de gaz inflammable** dans la cuisine. Au même moment un homme rentre avec une bougie allumée (**énergie d'activation**), une violente explosion (combustion très vive) se produit car le mélange d'air (**O₂**) et de gaz inflammable (**méthane**) est bien proportionné.

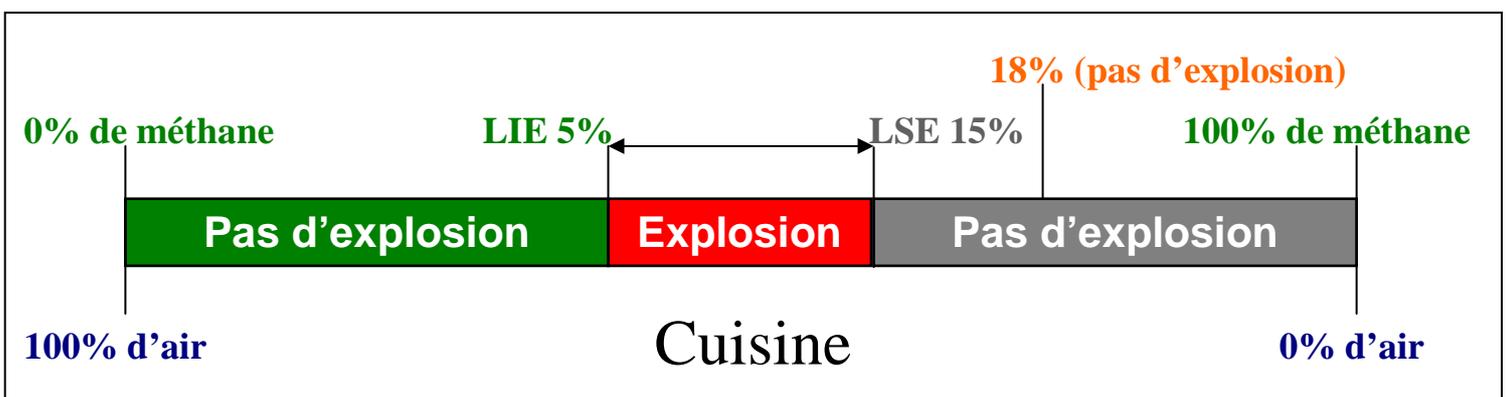


Le triangle du feu de la 2^e situation :

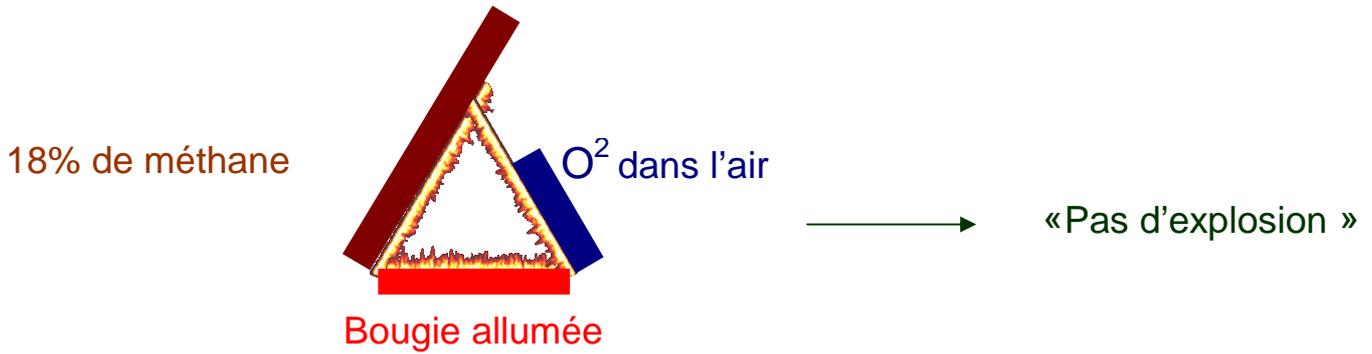


➤ 3^e situation :

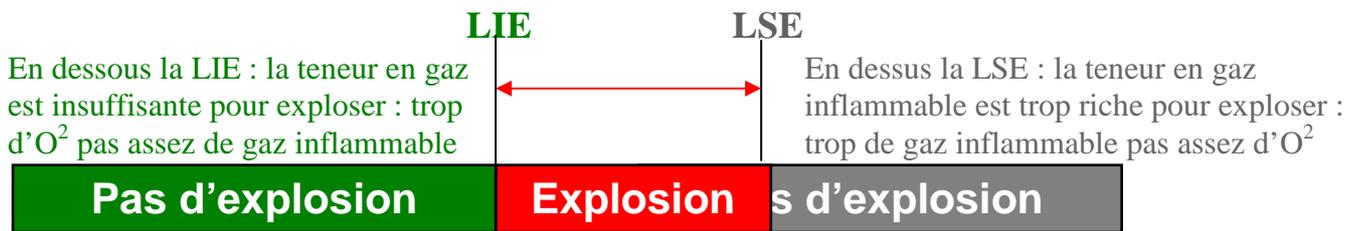
Une fuite de gaz inflammable (Gaz Naturel) se déclare dans une cuisine. Au bout de 20 minutes il y a **18% de gaz inflammable** dans la cuisine. Au même moment un homme rentre avec une bougie allumée (**énergie d'activation**), il n'y a pas d'explosion car le mélange d'air (**O₂**) et de gaz inflammable (**combustible**) est trop riche en gaz inflammable : il y a trop de gaz inflammable.



Le triangle du feu de la 3^e situation :



Conclusion

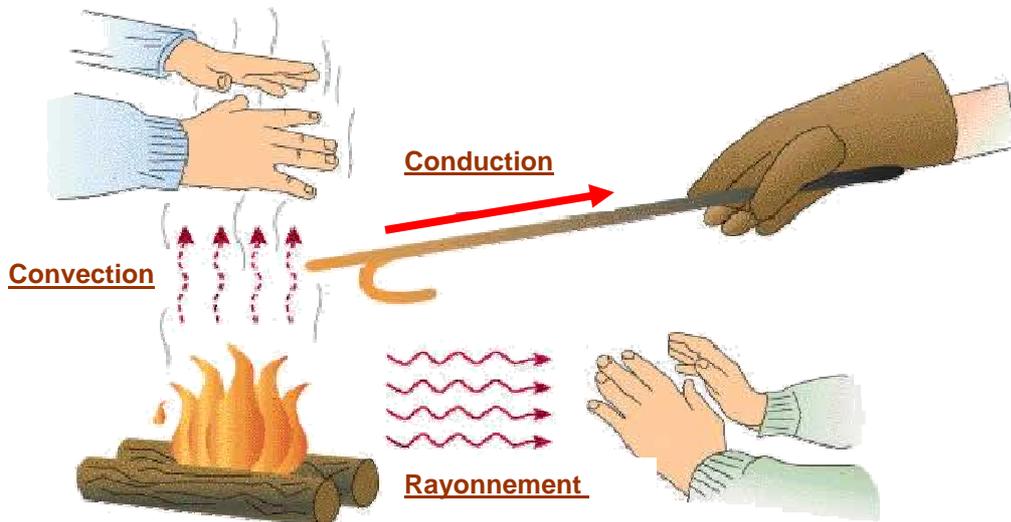


Quelques exemples :

COMBUSTIBLES	LIE (%)	LSE (%)
Méthane	5	15
Butane	1,9	8,5
Propane	2,4	9,3
Essence (Super)	1,6	6
White Spirit	0,8	3,7
Acétylène	2,5	80
Monoxyde de carbone	12,5	74

Les différents modes de propagation

Un feu naissant peut se propager et entraîner un incendie de grande importance, ces modes de transfert de chaleur (énergie) sont : le rayonnement thermique, la convection et la conduction.

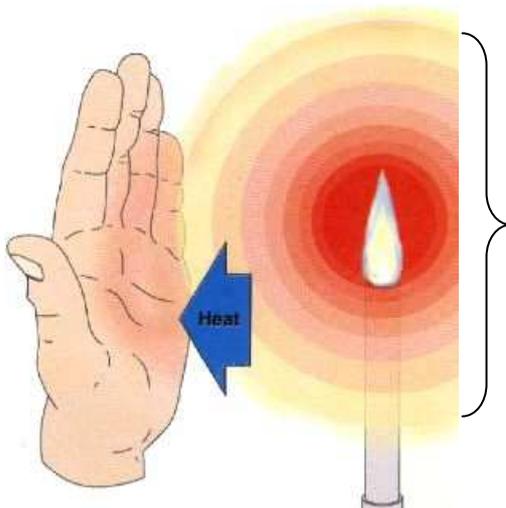


Le rayonnement thermique

Le soleil qui se situe à une distance considérable dans le " vide spatial " nous procure une sensation de chaleur. De même, si l'on approche nos mains d'un feu dans une cheminée nous percevons une sensation de chaleur instantanée, il s'agit du rayonnement thermique.

Exemple :

Une flamme d'une bougie rayonne à 360° tout autour d'elle et de manière égale, le rayonnement d'une bougie n'est pas plus important au-dessus que sur les cotés. Environ 30% de la chaleur (énergie) d'une flamme est transmise par rayonnement thermique.



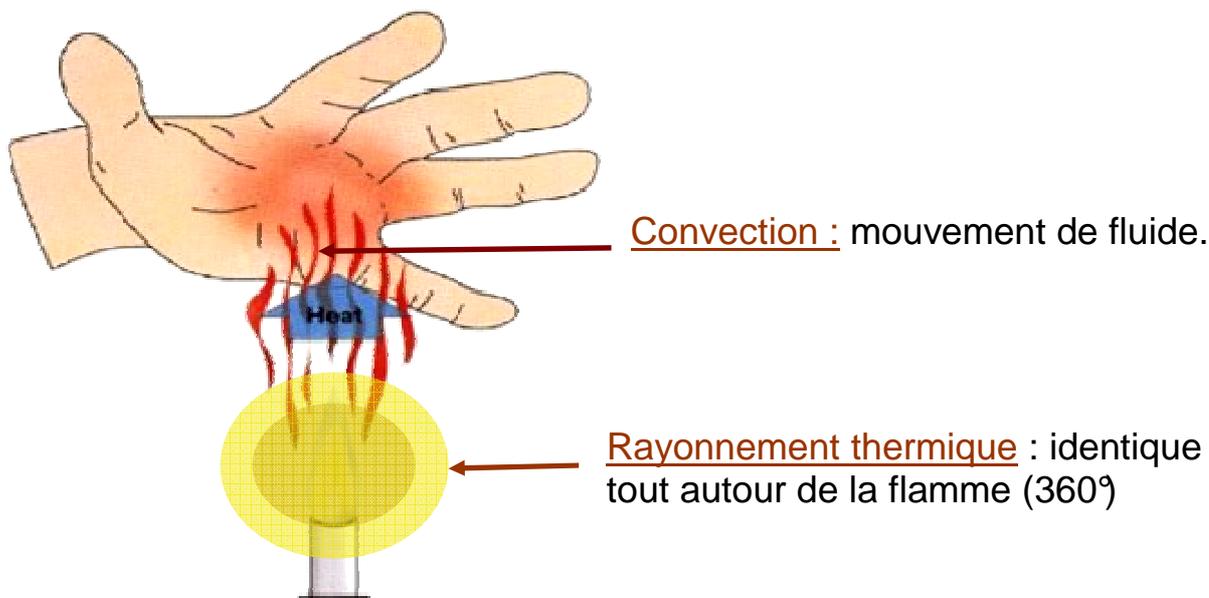
Rayonnement thermique identique tout autour de la flamme (360°)

La convection

La convection est un mode de transfert d'énergie qui implique un déplacement de matière, elle ne concerne donc que les fluides (gaz et liquides).

Exemple :

Lorsque je place une main au-dessus d'une bougie, la chaleur est importante (plus que sur les cotés) cette chaleur est transmise par convection thermique. Environ 70% de la chaleur d'une flamme est transmise par convection. Les fumées d'un incendie propagent la chaleur par convection.



La conduction

La conduction est un mode de propagation de la chaleur (énergie) dans la matière. Cette chaleur est transmise par des matériaux en contact direct avec une source de chaleur comme un foyer d'incendie.

Exemple :

Lorsque je trempe une cuillère dans une tasse de thé chaude, celle-ci va elle-même devenir chaude. La chaleur du thé a été transmise à la cuillère par conduction.

Le fer à cheval est posé sur des braises pour accumuler de la chaleur par conduction : propagation de la chaleur dans la matière.



Le feu peut se propager par d'autres moyens comme le déplacement de solides, liquides, et gazeux.

Déplacement de solide

Projection de braises, de brandons (débris enflammés d'une matière en feu). Le vent étant l'une des causes de propagation d'un incendie par déplacement de solides (brandons).



Déplacement de liquide

par ruissellement de liquide inflammable...



Déplacement de gaz

Des nappes de gaz inflammables peuvent se déplacer et s'enflammer à distance du foyer initial.