



# Cours d'électrothermie

## Introduction

Mathieu BARDOUX

IUT du Littoral Côte d'Opale  
Département Génie Thermique et Énergie

1<sup>re</sup> année

# Rappel du plan

- 1 Présentation de l'électrothermie
  - Définition
- 2 Techniques d'électrothermie
  - Effet Joule
  - Induction
  - Arc électrique
  - Rayonnement
  - Tribologie
- 3 Propriétés des techniques électrothermiques
- 4 Classification des techniques électrothermiques

# Définition

## Électrothermie

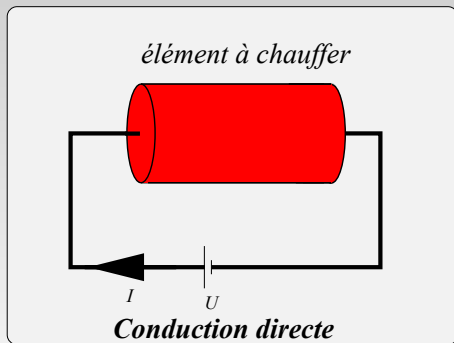
L'électrothermie consiste à utiliser l'énergie électrique pour produire de la chaleur.

Cette définition concerne toutes les situations où la production de chaleur est *volontaire* et *assumée*.

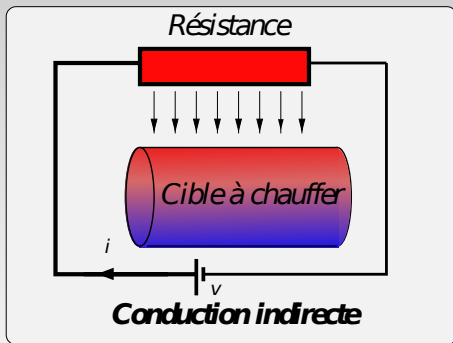
# Rappel du plan

- 1 Présentation de l'électrothermie
  - Définition
- 2 Techniques d'électrothermie
  - Effet Joule
  - Induction
  - Arc électrique
  - Rayonnement
  - Tribologie
- 3 Propriétés des techniques électrothermiques
- 4 Classification des techniques électrothermiques

# Effet JOULE : conduction directe



# Effet JOULE : conduction indirecte

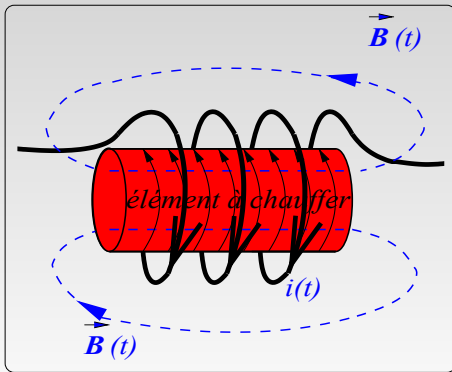


# Chauffage par induction

Champ électromagnétique variable avec le temps

⇒ Courants induits

⇒ Effet JOULE.

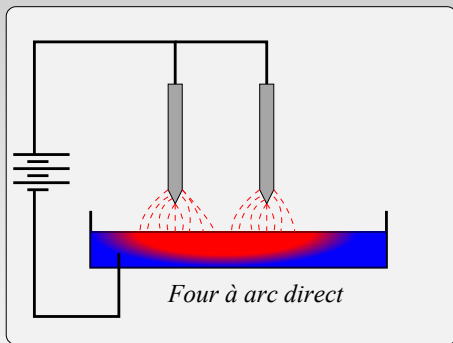


# Chauffage par arc électrique

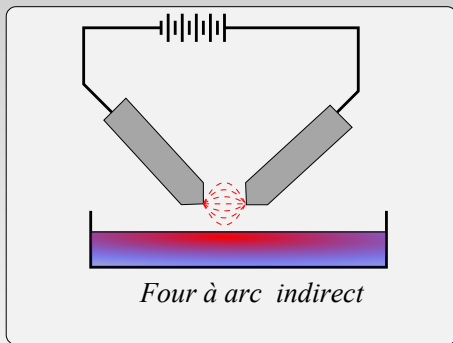
- ▶ Un milieu ionisé
- ▶ Deux électrodes
- ▶ Du courant
- ▶ Un arc électrique (air) ou plasma (autre milieu)



# Chauffage par arc électrique : four à arc direct



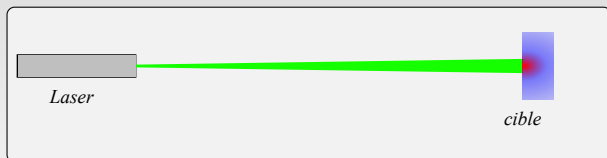
# Chauffage par arc électrique : four à arc indirect



# Rayonnement électromagnétique

Propriétés d'une source Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) :

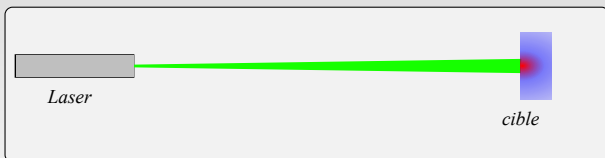
- ▶ très faible ouverture ;
- ▶ rayonnement quasi-monochromatique ;
- ▶ cohérence temporelle et spatiale.



# Rayonnement électromagnétique

Propriétés d'une source Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) :

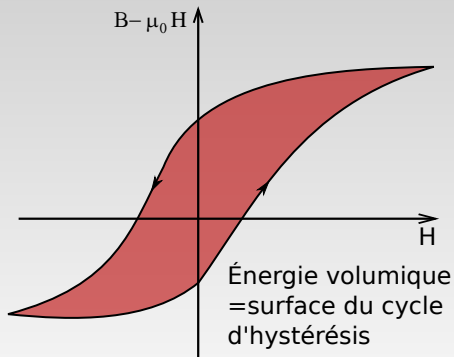
- ▶ très faible ouverture ;
- ▶ rayonnement quasi-monochromatique ;
- ▶ cohérence temporelle et spatiale.



⇒ densité de puissance très importante, facile à contrôler et à moduler.

# Hystérésis magnétique

Décalage temporel entre l'excitation et l'aimantation.



# Méthodes tribologiques

Méthodes liées au frottement <sup>1</sup> (τριβή) :

- 1 sous l'effet d'un champ électrique, les molécules d'un matériau sont polarisées
- 2 elles se déforment en suivant la direction du champ appliqué
- 3 des changements de direction du champ électrique modifient l'orientation des molécules
- 4 en frottant les unes contre les autres, les molécules s'échauffent

---

1. Cro-Magnon faisait donc de la tribologie sans le savoir

# Rappel du plan

- 1 Présentation de l'électrothermie
  - Définition
- 2 Techniques d'électrothermie
  - Effet Joule
  - Induction
  - Arc électrique
  - Rayonnement
  - Tribologie
- 3 Propriétés des techniques électrothermiques
- 4 Classification des techniques électrothermiques

# Propriétés des techniques électrothermiques

## Caractéristiques communes :

- ▶ facilité de mesure, contrôle, régulation,
- ▶ localisation de l'effet thermique,
- ▶ rendement de conversion de l'énergie élevé,
- ▶ capacité d'atteindre des températures élevées,
- ▶ densité de puissance maîtrisable,
- ▶ automatisation et reproductibilité.



# Rappel du plan

- 1 Présentation de l'électrothermie
  - Définition
- 2 Techniques d'électrothermie
  - Effet Joule
  - Induction
  - Arc électrique
  - Rayonnement
  - Tribologie
- 3 Propriétés des techniques électrothermiques
- 4 Classification des techniques électrothermiques

# Classification des techniques électrothermiques

*Densité de puissance surfacique* : puissance apportée à l'élément par unité de surface, en  $W \cdot m^{-2}$ .

Technique électrothermique	Densité de puissance [ $W \cdot m^{-2}$ ]
Résistance (conduction indirecte)	5 à 60
Frottements dans un diélectrique	30 à 100
Rayonnement infrarouge	10 à 300
Induction	50 à $5 \cdot 10^4$
Résistance (conduction directe)	$10^2$ à $10^5$
Arc	$10^3$ à $10^6$
Plasma	$10^3$ à $10^7$
Laser	$10^4$ à $10^{16}$

# Conclusion

Des techniques extrêmement variées :

- ▶ principes de fonctionnement
- ▶ gammes de puissance
- ▶ applications

Quelques avantages communs :

- ▶ Contrôle
- ▶ Régulation
- ▶ Automatisation