

Les sources de champs électromagnétiques

Philippe DEMARET
INRS
IET/PTM



FONDATION

SANTÉ ET RADIOFRÉQUENCES
25 octobre 2007

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

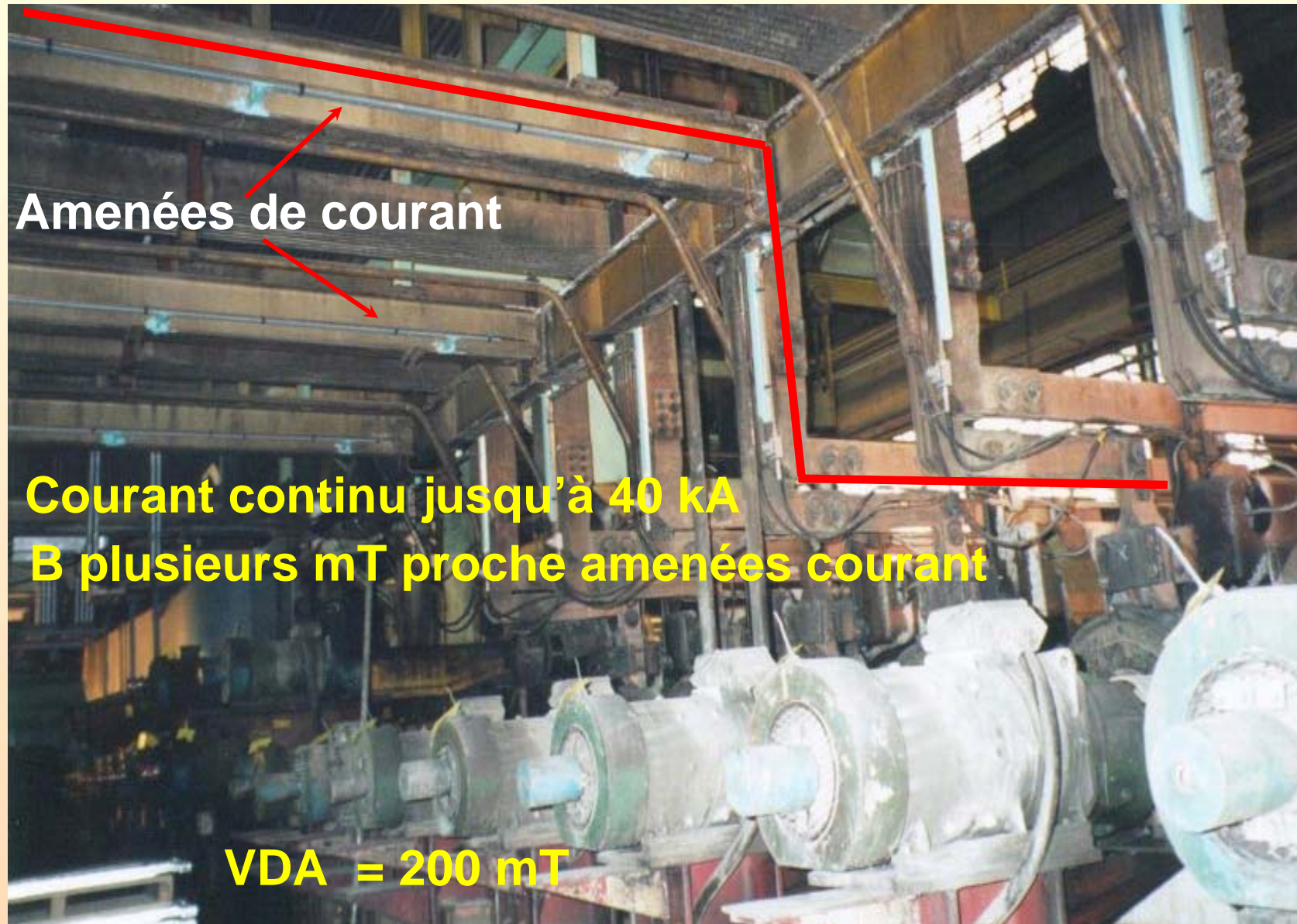
5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Famille 1 - Statique

Un champ magnétique statique est produit par un **courant continu** ou des **aimants permanents**

Exemple 1 : Électrolyseur



Amenées de courant

Courant continu jusqu'à 40 kA
B plusieurs mT proche amenées courant

VDA = 200 mT

Champ magnétique statique

Exemple 2 : IRM

Champ électrique radiofréquence : $f \sim 42,5$ MHz par Tesla
E est très faible

Champ magnétique statique :
B jusqu'à 15 T

VDA =
200 mT
1 à 5 mW/cm²

Photothèque DDRH/AP-HP

Champ magnétique statique et champ RF

Les 6 familles

1 - Statique

2 – Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Famille 2 - Basses fréquences ELF

Un champ magnétique et un champ électrique à la fréquence de **50 Hz** sont produits par le **courant alternatif** qui circule dans des conducteurs

Exemple 1 : Distribution de l'électricité

Au sol, en dessous ligne 400 kV → 5000 V/m en moyenne et 30 μ T

Transformateur et ligne BT → B variable selon la charge

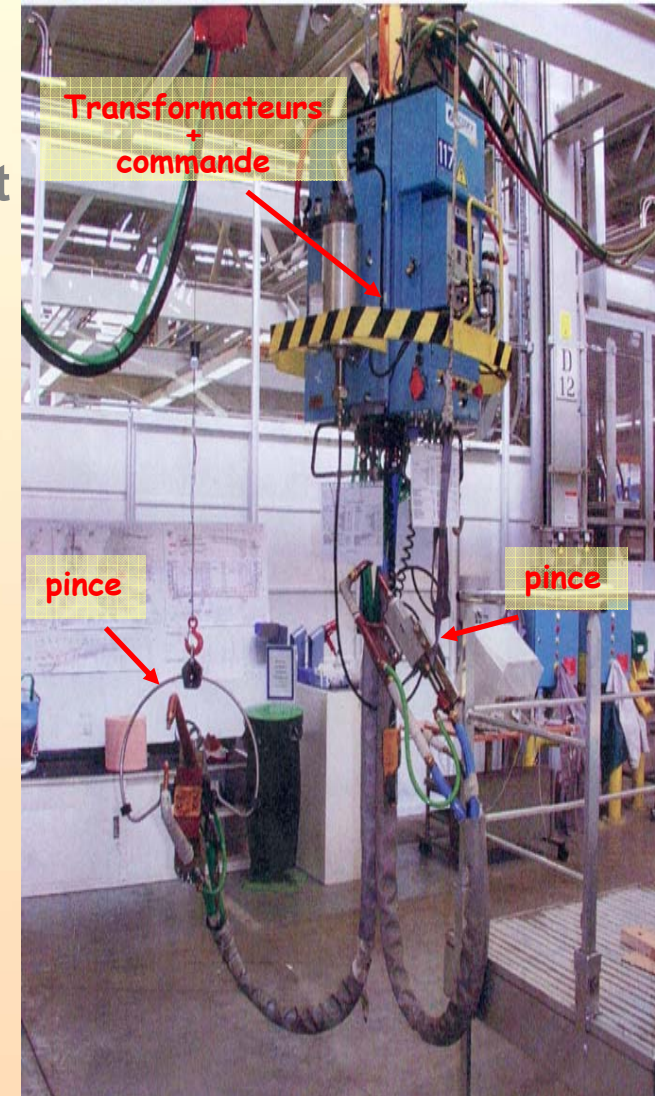
VDA = 10000 V/m et 500 μ T

Champs électrique et magnétique à 50 Hz

Exemple 2 : Soudage



B variable → fonction
du courant utilisé et
de la distance



VDA = 500 μ T

Champ magnétique à 50 Hz

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Famille3 - Moyennes fréquences

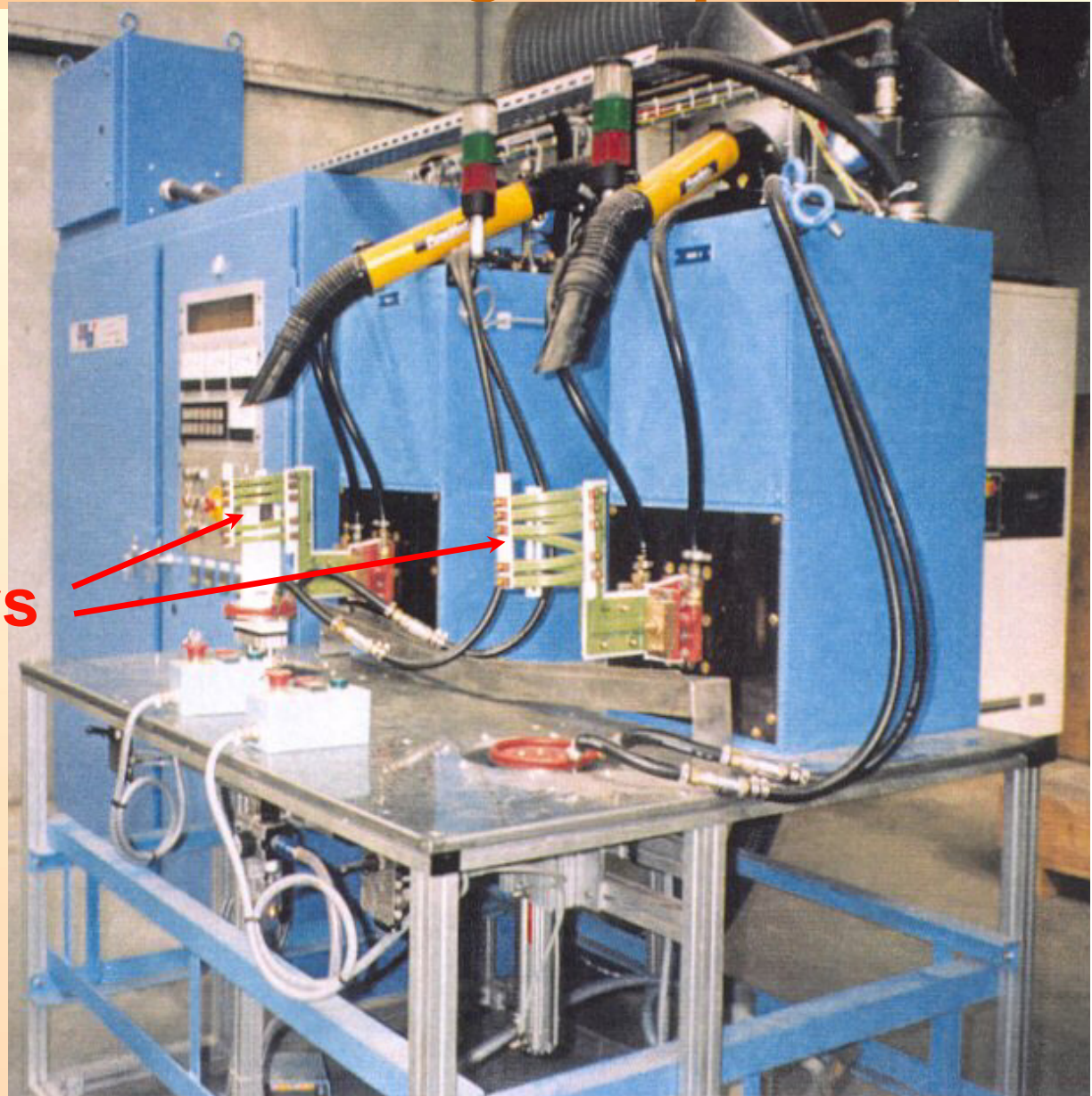
Bobine d'induction générant champ magnétique à la fréquence de quelques kHz à 3 MHz

Exemple 1 : Chauffage de pièces

B ou H variable →
fonction de la
puissance, de la
distance et des
« fuites »

Inducteurs

$$VDA = f(F) = 30,7 \mu\text{T ou} \\ 24,4 \text{ A/m}$$



Champ magnétique à 10 kHz

Exemple 2 : Four de fusion



B ou H variable →
fonction de la
puissance, de la
distance et des
« fuites »

$$VDA = f(F) = 13,3 \mu\text{T ou } 10,7 \text{ A/m}$$

Champ magnétique à 150 kHz

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

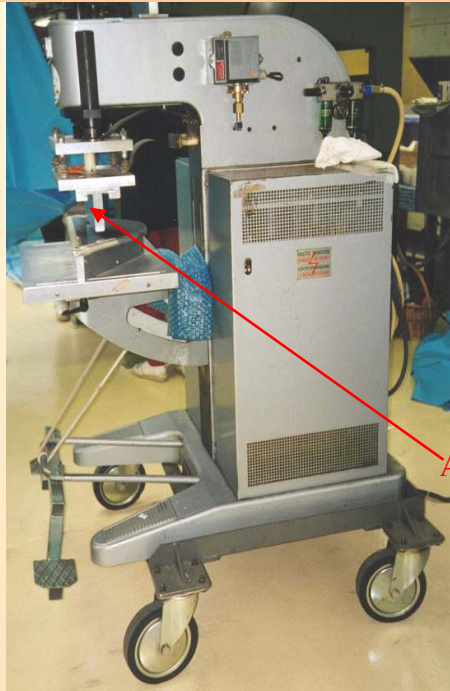
6 - Télécommunications

Famille 4 - Hautes fréquences

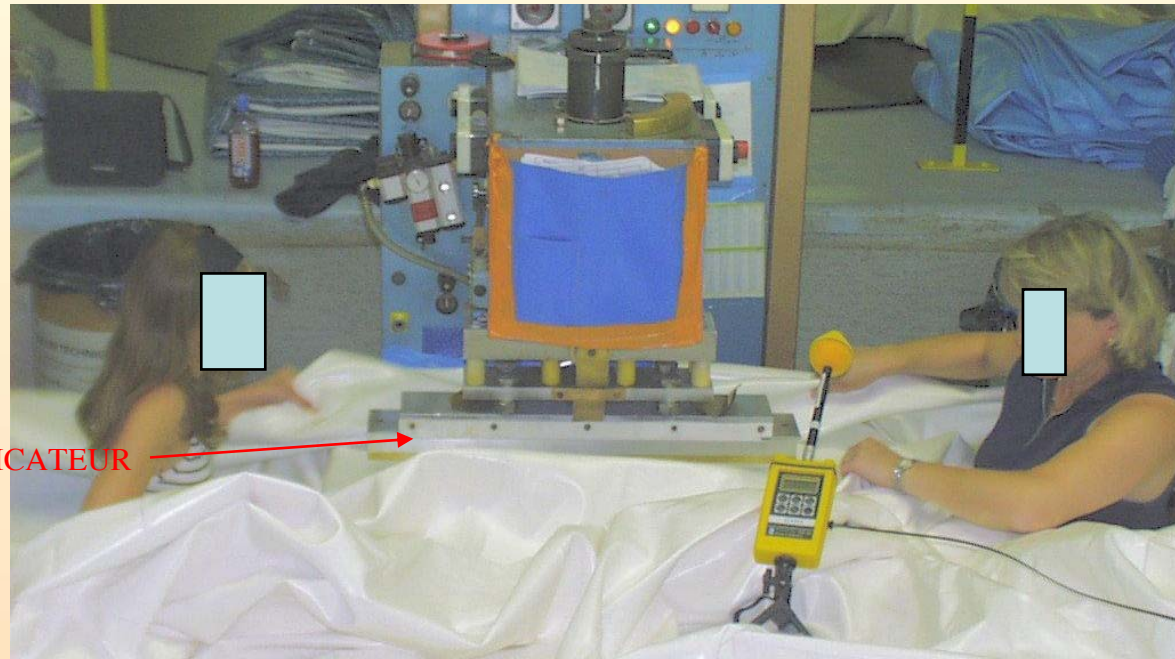
Générateur HF produisant un champ électrique à la fréquence de 27 MHz

Effet par pertes diélectriques pour le chauffage, le soudage de matériaux isolants (plastique).

Exemple 1 : Presse HF col de cygne



Exemple 2 : Soudage de bâche manuel



APPLICATEUR

Exemple 3 : Soudage de bâche, semi-automatisé



Exemple 4 : Soudage de blister à carrousel



Exemple 5 : Séchage du bois



E variable → fonction de la puissance, de la distance et de la taille de l'électrode.

**Champ électrique à 27 MHz
VDA = 61 V/m**

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Famille 5 - Hyper fréquences (μondes)

Magnétron générant une densité de puissance à la fréquence de 2,45 GHz

Exemple 1 : Four de vulcanisation

**S faible →
confinement
facile**



Densité de puissance à 2,45 GHz

VDA = 5 mW/cm²

Les 6 familles

1 - Statique

2 - Basses fréquences

3 - Moyennes fréquences

4 - Hautes fréquences

5 - Hyper fréquences

6 - Télécommunications

Famille 6 - Télécommunications

Antennes qui émettent à des fréquences de quelques Hertz à plusieurs GHz

Exemple 1 : Station hertzienne et émission satellitaire



E, H ou S variables →
fonction de la puissance
et de la distance

$$VDA = f(F)$$

**Champ électrique et champ magnétique ou densité
de puissance à la fréquence de l'émission**

Exemple 2 : Téléphonie mobile



E, H ou S variables →
fonction de la puissance
et de la distance

$$\text{VDA} = 3.f^{0,5} \text{ V/m}$$

**Champ électrique et champ magnétique ou densité
de puissance à 900, 1800 ou 2400 MHz**

Récapitulatif

Famille	Principe	Exemple
Statique	Aimant permanent	Électrolyse
Basses fréquences (50 Hz)	Courant alternatif	Alimentation électrique
Moyennes fréquences (kHz à 3 MHz)	Bobine d'induction Matériaux conducteurs	Chauffage Soudage
Hautes fréquences (27 MHz)	Perte diélectrique Matériaux isolants	Chauffage Soudage
Hyper fréquences (2,45 GHz)	Magnétron Molécules d'eau	Chauffage Séchage
Télécommunications (du Hz à plusieurs GHz)	Antenne	Transmission sans fil

Conclusions

- **Tous les domaines d'activités peuvent être concernés (industries, laboratoires, hôpitaux, universités...)**
- **Les applications sont aisément identifiables**
- **De nouvelles utilisations apparaissent régulièrement**

Merci de votre attention

