

Décapage par Induction :

Mise en Œuvre et Caractérisation de Surface

STRENGTH AT SEA



04/04/2012

Les Rencontres de la Peinture Anticorrosion
La Préparation de Surface

Julie BERNARD

Nicolas BOCCA





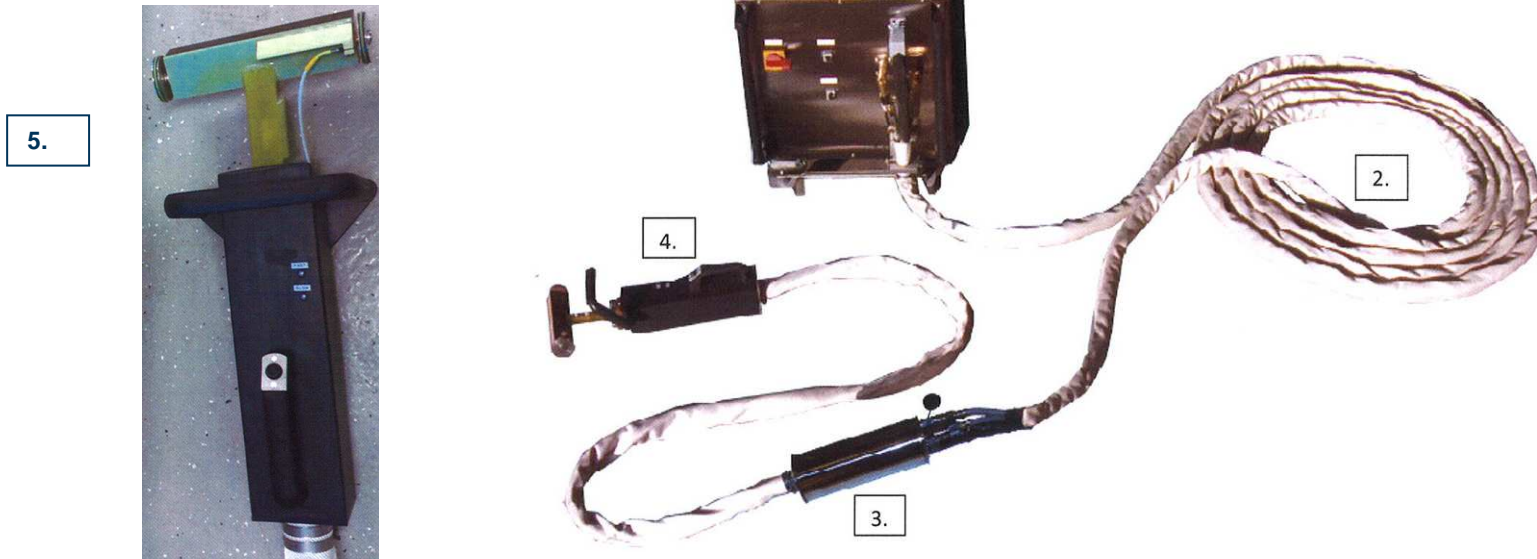
- **Objectifs**
- **Présentation du procédé**
- **Principe et limites de fonctionnement**
- **Mise en œuvre**
- **Essais de décapage / Réalisation des éprouvettes**
- **Essais de caractérisation**
 - **Objectifs**
 - **Caractérisation du projectile**
- **Conclusions**

Présentation de l'outillage



● 5 composants principaux :

- 1. Générateur
- 2. Gaine d'alimentation et de refroidissement
- 3. Condensateur
- 4. Support de tête (trans)
- 5. Tête de décapage

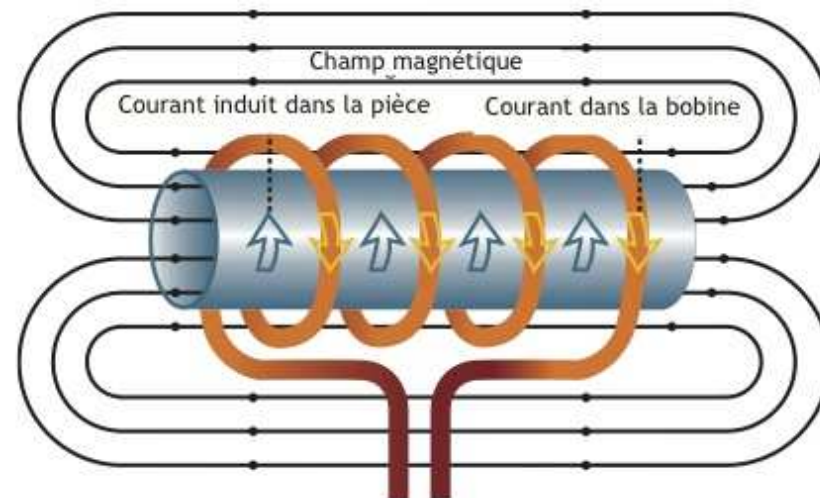


Principe et limites de fonctionnement



- **Définition du chauffage par induction électromagnétique** : plonger le corps à chauffer dans un champ électromagnétique variable dans le temps, et à dissiper sous forme de chaleur l'énergie entrant dans le corps. De par son principe, il ne s'applique qu'aux matériaux conducteurs de l'électricité, c'est-à-dire aux matériaux de résistivité électrique comprise entre $10^{-8} \Omega.m$ (cuivre) et $10^{-1} \Omega.m$ (verres fondus). Ω
- **Paramètres physiques influant sur les caractéristiques du chauffage** :
 - **Magnétisme du métal chauffé** : Puissance transmise au matériau
 - **Conductivité du matériau** : Puissance transmise au matériau
 - **Fréquence du courant** : Puissance transmise au matériau et la profondeur de pénétration
- **Le choc thermique fragilise le revêtement et favorise son décollement. La facilité de décollement dépend de la nature du revêtement.**
- **Un opérateur retire le revêtement délaminé à l'aide d'une spatule**
- **Aucune ou faible efficacité sur zones enrouillées**

Principe et limites de fonctionnement

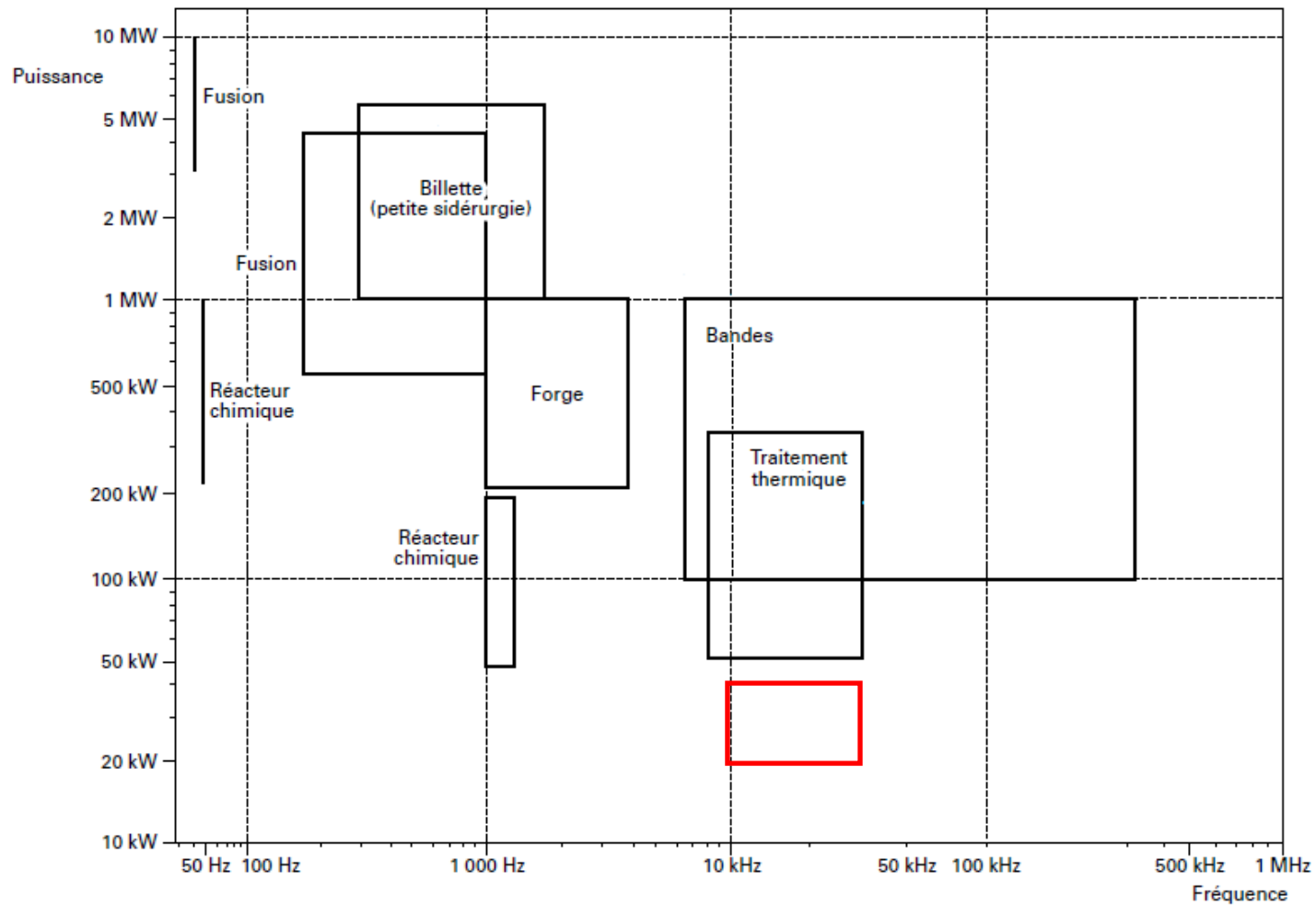


Principe et limites de fonctionnement



- **Définition du chauffage par induction électromagnétique** : plonger le corps à chauffer dans un champ électromagnétique variable dans le temps, et à dissiper sous forme de chaleur l'énergie entrant dans le corps. De par son principe, il ne s'applique qu'aux matériaux conducteurs de l'électricité, c'est-à-dire aux matériaux de résistivité électrique comprise entre 10^{-8} W.m (cuivre) et 10^{-1} W.m (verres fondus).
- **Paramètres physiques influent sur les caractéristiques du chauffage** :
 - **Magnétisme du métal chauffé** : Puissance transmise au matériau
 - **Conductivité du matériau** : Puissance transmise au matériau
 - **Fréquence du courant** : Puissance transmise au matériau et la profondeur de pénétration
- **Le choc thermique fragilise le revêtement et favorise son décollement. La facilité de décollement dépend de la nature du revêtement.**
- **Un opérateur retire le revêtement délaminé à l'aide d'une spatule**

Principe et limites de fonctionnement





- **Besoins logistique du moyen de décapage:**
 - **Pour le circuit de refroidissement de la découpeuse : Eau douce**
 - Branchement sur un réseau d'eau douce (⚠ à la propreté de l'eau)
 - En circuit fermé avec une citerne d'au moins 1m3 (⚠ à l'élévation de température)
 - **Alimentation : 380V/125A**
- **Contraintes chantier :**
 - **Poids de la tête de décapage et du condensateur :**
Passage manuel de la machine très difficile
 - **Longueur de gaine limitée à 100 m (entre le générateur et la tête de décapage)**
 - **Travail sur support conducteur et d'épaisseur supérieure à 6 mm**
- **Main d'œuvre : 3 opérateurs**
 - **Pilotage / Sécurité du générateur**
 - **Passage de la tête de décapage**
 - **Enlèvement du revêtement**
- **Nature du matériaux de base : acier faiblement allié**

Mode de réalisation des éprouvettes



- Dimensions et nature de l'éprouvette : 1m x 1m x 5mm, acier : 355NL
- Système décapé :
 - Ancien fonds de peinture
 - Préparation de surface d'origine : Sa 21/2
 - Primaire et intermédiaire : époxy
 - Finition : alkyde-uréthane
- Paramètres de réglages de la décapeuse :

Paramètres machine	Informations et paramètres testés	Commentaires
Modèle machine	RPR - 1650	-
Tête d'induction	10 cm	-
Nombre de passage	1 et 2 passages	-
Vitesse de passage	3 vitesses ⁽¹⁾ : 2m/min, 5m/min et 10m/min	9 ratios
Puissance	3 puissances ⁽²⁾ : 60%, 80% et 100%	
⁽¹⁾ : vitesses limites réglables.		
⁽²⁾ : 100% = puissance maximale réglable soit 35kW.		

Essais de décapage / Réalisation des éprouvettes



Les différents rendements (ratios) évalués

Ratio de Puissance	Vitesse : 2 m/min		Vitesse : 5 m/min		Vitesse : 10 m/min	
	1 passage	2 passage	1 passage	2 passage	1 passage	2 passage
60 %						
80 %						
100 %						

Essais de décapage / Réalisation des éprouvettes



- Paramètres de réglages répondant aux critères :
 - Un seul passage de la tête d'induction :
 - **Vitesse = 10 m.min⁻¹.**
 - **Puissance : 28 kW et 35 kW**
 - deux passages de la tête d'induction :
 - **Vitesse = 5 m.min⁻¹.**
 - **Puissance : 28 kW et 35 kW**
- 60% de la puissance maximale réglable (35kW) est insuffisant pour décaper le système appliqué
- Température maximale atteinte : 330 °C
- Aucun réglage de la décapeuse ne permet de retirer la totalité du primaire appliqué

Essais de caractérisation



Cette étude se divise en deux phases :

- *Caractérisation du subjectile acier après décapage par induction*
 - Principaux critères : Quantité et adhérence des résidus de primaire
 - Etat de surface : rugosité et mouillabilité
 - Etat de dégradation des résidus sur éprouvettes : analyses physico-chimiques (ATG, DSC et spectroscopie IRTF)
- *Evaluation des performances anticorrosion d'un primaire appliqué sur un décapage par induction*
 - Vieillessement C5M d'éprouvettes
 - Essais d'adhérence par traction à T0 et après vieillissement

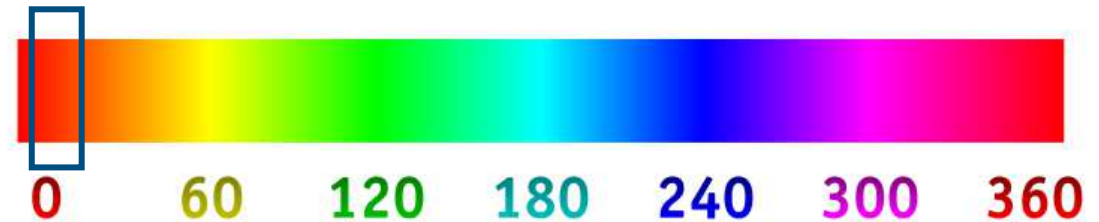
Paramètres d'efficacité d'enlèvement



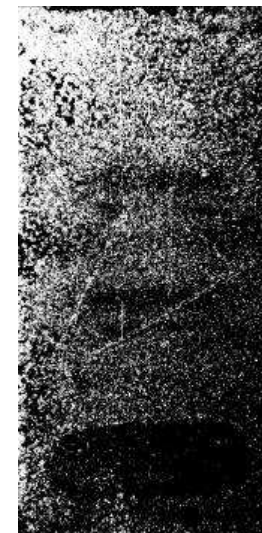
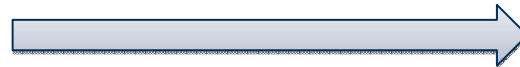
- Technique de quantification

- **Traitement d'image**

- Logiciel : Image J
- Teinte : 6-20



Traitement d'image



**Efficacité d'enlèvement
estimée à 47 % par
traitement d'image**

Paramètres d'efficacité d'enlèvement



● Résultats


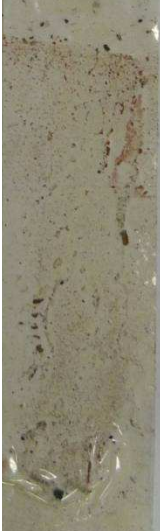


Paramètres de décapage par induction			Paramètres d'efficacité d'enlèvement du primaire
Vitesse de décapage (mm/min)	Puissance (kW)	Nombre de passage	
2	35	1	47
2	28	1	57
5	35	2	59
5	28	2	57

Efficacité d'enlèvement similaire pour l'ensemble des paramètres de décapage testés

Evaluation de l'adhérence des peintures



- Test au scotch selon ISO 8502-3 après décapage par induction

1R6		1R9		2R5		2R8	
							
Densité	Dimension	Densité	Dimension	Densité	Dimension	Densité	Dimension
4	4	5	5	5	4	5	4

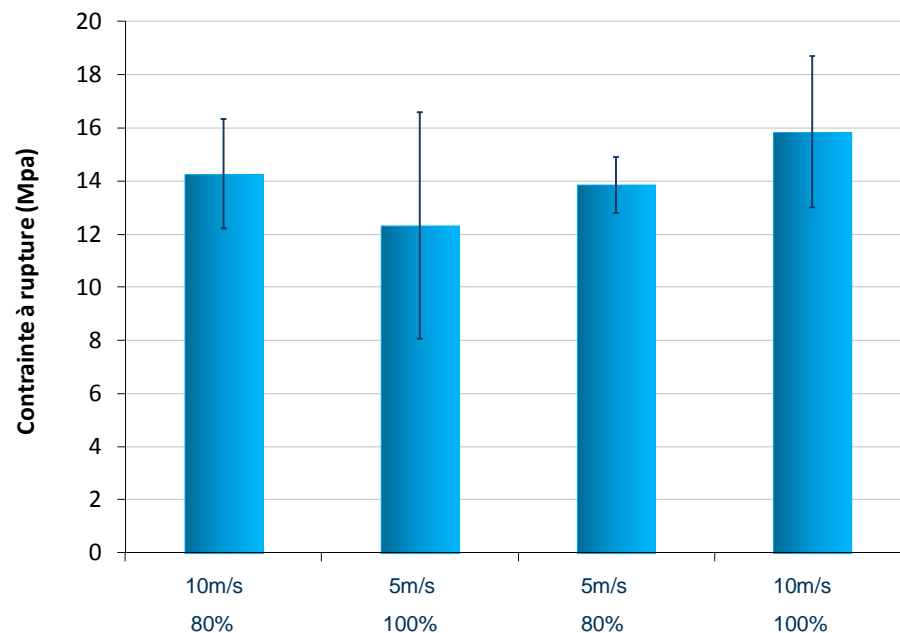
Evaluation de l'adhérence des peintures



- Test au scotch selon ISO 8502-3

- ⇒ Résultats obtenus similaires pour l'ensemble des plaques
- ⇒ Niveau de poussière élevé

- Application d'un primaire époxy sur décapage par induction : Essais d'adhérence par traction selon ISO 4624 (PAT)



Plaques 1,2 et 3 :

- Rupture cohésive dans les résidus de primaires et dans le primaire époxy appliqué après décapage par induction
- Contrainte à rupture moyenne comprise entre 10 et 15 Mpa

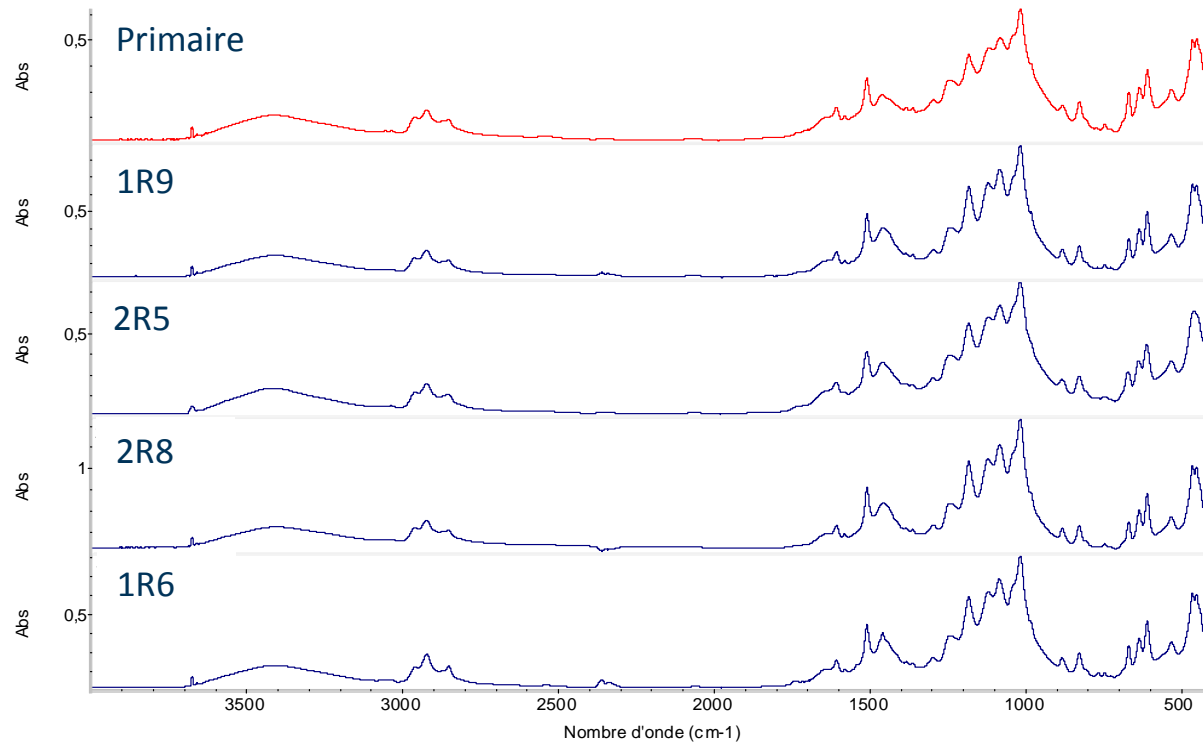
Plaque 4 :

- Rupture cohésive dans le primaire époxy appliqué après décapage par induction
- Contrainte à rupture > 15 Mpa

Etat de dégradation des peintures



Spectroscopie IRTF



Les spectres IRTF des résidus de primaire prélevés sur les plaques décapées sont similaires au primaire non décapé.

⇒ Pas de modification significative de la nature du primaire après décapage par induction

Les analyses ATG et DSC ne révèlent pas de modification de la nature chimique de la peinture

⇒ Pas de dégradation des peintures suite au décapage par induction

Synthèse des essais de caractérisation



- Dans tous les paramètres de décapage testés, la rugosité du subjectile est comparable à celle d'un acier préparé au degré de soin Sa2 1/2
- Les résidus de primaires présents à la surface ne sont pas affectés thermiquement par le procédé de décapage
- L'adhérence des résidus déterminés par test au scotch normalisé met en évidence un taux important d'ancien fonds de primaire non adhérents qui n'est pas rédhibitoire à l'adhérence d'un primaire époxy.
- La deuxième partie de l'étude permettra de statuer sur les performances anticorrosion d'un système de peinture sur ce type de décapage

Conclusions



- L'essai de décapage a mis en évidence l'attention particulière qui doit être donnée aux élévations de températures :
 - Pertes des propriétés mécaniques du métal
 - Brulures de la face opposée (peinture, isolations, ...)
 - La solution pourrait être de coupler un pyromètre optique sur la tête de décapage avec alarme ou consigne appliquée à la décapeuse
- Le procédé reste un moyen de décapage et ne peut être considéré comme un moyen de préparation de surface.
- La détermination du domaine d'emploi se fait en considérant les différents paramètres suivants :
 - Épaisseurs et nature du revêtement à décaper
 - Environnement des structures à décaper (épaisseurs du support, élévation de température sur la face opposée des structures)
 - Contrainte d'utilisation de la décapeuse