

DEFINITION DES PROCESSUS

EPREUVE U 52 Partie 2

Partie d'épreuve notée sur 20 points

Durée conseillée 2 heures

Ce dossier contient 3 sous-parties :

Métallurgie **p 1/18 à 4/18**

Contrôles visuels et de la compacité des soudures **p 5/18 à 15/18**

Calculs des prix de revient des soudures **p 16/18 à 18/18**

**Seuls les documents réponses 4/18, 14/18, 15/18 et 18/18
dans la présente chemise** **sont à rendre**

1. METALLURGIE

Mise en situation

Un navire à passagers de plus de 260 m de long est soumis aux règlements IRCN 3.1.10/95 et aux vérifications d'un organisme de certification.

Des pièces structurales de bordé (de muraille), de 12 à 25 mm d'épaisseur sont soudées

1. Etude du matériau et de son comportement dans les soudures

Travail demandé

L'étude porte sur les aciers coques AH36 (ou EH36).

- 1.1. Déterminer le groupe auquel se rattache cet acier AH36 (voir page 2/18).
- 1.2. Déterminer la dureté maximale admissible par cet acier (voir page 2/18).
Les procédés manuels utilisés seront multipasses et la structure ne pourra subir un traitement thermique après soudage.
- 1.3. Expliquer l'intérêt de la mesure de la dureté sur une soudure d'acier.
Préciser, à l'aide d'un croquis, la zone à observer attentivement sur la soudure.
- 1.4. Calculer le carbone équivalent simplifié $[\%C] = \% C + \% Mn / 6$
Comparer le résultat à $[\% C] = 0,35 \%$ (début du risque de trempe) et conclure.
- 1.5. Indiquer le facteur qui est associé à la cause de la fissuration à froid dans chacune des situations suivantes de la page 3/18.
- 1.6. Proposer une (ou des) solution (s) pour éviter la fissuration à froid dans chacune des mêmes situations que dans la question précédente (voir page 3/18).
- 1.7. Déterminer, pour une valeur de dureté de 320 HV (voir page 3/18) :
 - l'énergie de soudage, en kJ / cm,
 - le temps de refroidissement, en s, entre 800 et 500°C, pour $e = 15$ mm
- 1.8. Déterminer la variation de l'énergie de soudage pour un temps de refroidissement de 13 s, entre 800 et 500 °C, pour les épaisseurs 12 à 25 mm.
Conclure sur cette variation d'énergie en fonction de l'épaisseur à souder.
- 1.9. Quel est le moment le plus critique dans la séquence de soudage :
 - pointage,
 - soudage première passe,
 - soudage deuxième passe,
 - soudage dernière passe,

Expliquer votre réponse, notamment grâce aux abaques précédents.

Nota : les réponses s'effectuent sur la page 4/18, qui est à rendre.

1. METALLURGIE
Documents

Extrait de la norme NF EN 288-3
Tableau 1 : groupement des aciers

Groupe	Type d'acier
1	Aciers de limite d'élasticité minimale spécifiée $Re \leq 355 \text{ N/mm}^2$ ou de résistance à la traction $Rm \leq 520 \text{ N/mm}^2$ ayant une analyse chimique sur coulée n'excédant pas en % :
	C = 0,24
	Si = 0,55
	Mn = 1,60
	Mo = 0,65
	S = 0,045
	P = 0,045
	Par autre élément unitaire = 0,3 Somme de tous les autres éléments = 0,8
2	Aciers normalisés ou à laminage thermomécanique contrôlé à grains fins à limite d'élasticité minimale spécifiée $Re > 355 \text{ N/mm}^2$
3	Aciers à grains fins trempés et revenus à limite d'élasticité minimale spécifiée $Re > 500 \text{ N/mm}^2$
4	Aciers avec Cr max. 0,6 %, Mo max. 0,5 %, V max. 0,25 % Voir note 1
5	Aciers avec Cr max. 9 %, en Mo max. 1,2 % Voir note 1
6	Aciers avec Cr max. 12 %, Mo max. 1 %, V max. 0,5 % Voir note 1
7	Aciers avec Ni max. 9 % Voir note 1
8	Aciers inoxydables ferritiques ou martensitiques avec une teneur en Cr de 12 à 20 % Voir note 1
9	Aciers inoxydables austénitiques
NOTE 1 : Pour les groupes 4 à 8, la teneur des alliages relève de l'analyse chimique sur coulée	

Tableau 2 : essai de dureté HV 10

valeurs maximales admissibles

Groupe d'acier	Soudure monopasse bout a bout ou d'angle		Soudure multipasses bout a bout ou d'angle	
	Non traité thermiquement	Traité thermiquement	Non traité thermiquement	Traité thermiquement
1 ⁽¹⁾ , 2	380	320	350	320
3 ⁽²⁾	450	(3)	420	(3)
4,5	(3)	320	(3)	320
6	(3)	350	(3)	350
Ni \leq 4 %	(3)	300	320	300
Ni $>$ 4 %	(3)	(3)	400	(3)
NOTE 1 : Si l'essai de dureté est requis				
NOTE 2 : Pour les aciers dont la limite élastique minimale $Re > 885 \text{ N/mm}^2$ une valeur spéciale doit être déterminée par agrément entre les parties.				
NOTE 3 : Valeur à déterminer par agrément entre les parties.				

1. METALLURGIE

Documents
Diagrammes de
détermination des
paramètres de soudage

Caractéristiques
de l'acier fournies par
le sidérurgiste :

Composition chimique :

C	Mn	Si	V
0,17	1,4	0,45	

Cr	Ni	Mo	Cu
total inférieur à 0,60			

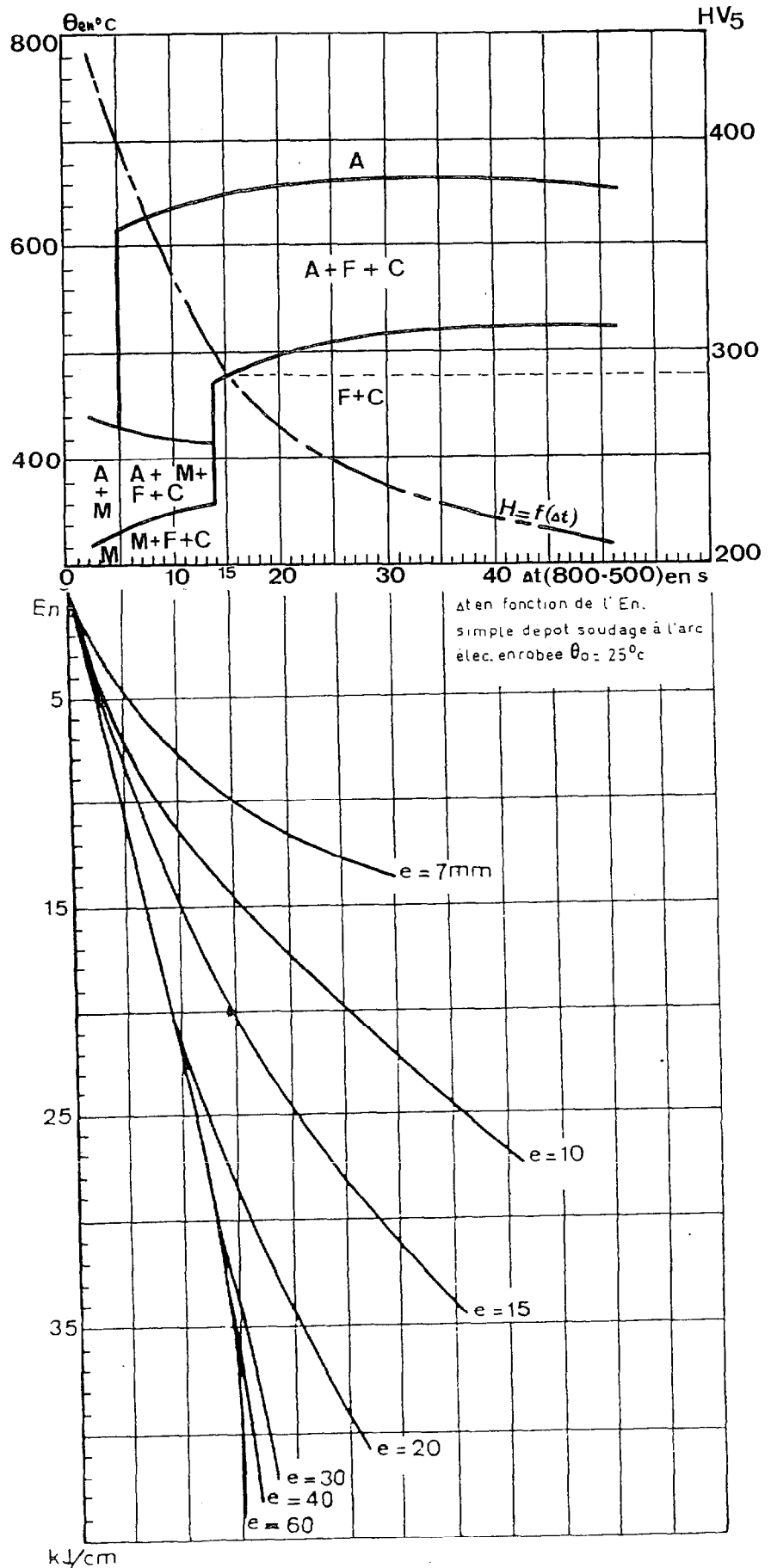
Nb	Al	S	P
	0,058	0,026	0,027

Caractéristiques de l'essai
de traction :

Rm = 583 MPa
Re = 363 MPa
A % = 31,8

Situations causes
de la fissuration à froid

- 1 : Pointer sur une tôle épaisse avec une électrode ou un fil de petit diamètre
- 2 : Souder sur pièce humide, ou sale, ou dans une atmosphère de brume
- 3 : Souder sur pièces soumises à des bridages importants
- 4 : Souder avec des enrobages ou flux rutiles
- 5 : Souder à des températures proches de zéro avec les réglages habituels du poste



Académie :	Session :
Examen ou Concours	Série* :
Spécialité/option* :	Repère de l'épreuve :
Épreuve/sous-épreuve :	
NOM :	
<small>(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)</small>	
Prénoms :	N° du candidat
Né(e) le :	
	<small>(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)</small>

1. METALLURGIE

Document réponses

- 1.1. Déterminer le groupe de l'acier AH36 :
- 1.2. Déterminer la dureté maximale admissible pour cet acier :
- 1.3. Expliquer l'intérêt de mesurer la dureté sur une soudure d'acier. Préciser, sur un croquis, la zone à observer attentivement sur la soudure :

.....

.....

.....

.....

.....

- 1.4. Calculer le carbone équivalent simplifié [% C] :
- Comparer ce résultat avec [% C] = 0,35 % et conclure :

.....

.....

Situations causes de la fissuration à froid

- 1 : Pointer sur une tôle épaisse avec une électrode ou un fil de petit diamètre
- 2 : Souder sur pièce humide, ou sale, ou dans une atmosphère de brume
- 3 : Souder sur pièces soumises à des bridages importants
- 4 : Souder avec des enrobages ou flux rutilés

1.5. Facteurs de la fissuration à froid :

1. :
-
-
2. :
-
-
3. :
-
-
4. :
-

1.6. Solution (s) pour éviter les causes de la fissuration à froid :

1. :
-
-
2. :
-
-
3. :
-
-
4. :
-

- 1.7. Déterminer pour 320 HV : - l'énergie de soudage :
- le temps de refroidissement entre 800 et 500 °C :
- 1.8. Déterminer la variation de l'énergie pour un temps de passage, entre 800 et 500 °C, de 13 s pour les épaisseurs 12 mm : à 25 mm :
-
- 1.9. Quel est le moment le plus critique dans la séquence de soudage. Expliquer votre réponse :
-