Ce document a été mis en ligne par l'organisme FormaV©

Toute reproduction, représentation ou diffusion, même partielle, sans autorisation préalable, est strictement interdite.

Pour en savoir plus sur nos formations disponibles, veuillez visiter :
www.formav.co/explorer

Mise en situation :

Il est demandé d'étudier le renforcement du pont supérieur en B 235 d'une frégate de la Marine Nationale afin d'y intégrer un carlinguage sur lequel sera monté un treuil. L'opération consiste à découper une brèche et d'y encastrer une tôle en DH 36, assemblée selon le descriptif de mode opératoire de soudage joint.

L'étude porte sur l'assemblage d'une tôle acier B 235 et d'une tôle en acier DH 36. Le joint sera réalisé en bout à bout en position à plat (PA) avec le procédé électrode enrobée (111) suivant les paramètres joints, aucun traitement thermique ne sera réalisé après soudage.

Travail demandé :

Vous devez étudier la soudabilité des matériaux B235 et DH36 en utilisant les documents réponse et :

Les documents réponses page 5, 6, 7, 8, 9 seront ramassés à l'issue de l'épreuve
Tout autre document est strictement interdit.

1. Calculer l'énergie linéaire de soudage pour chacune des passes

2.1. Détailler le calcul du carbone équivalent compensé selon IIS pour chacun des matériaux.

2.2. Nommer le facteur métallurgique à risque conséquence du traitement thermique de soudage

3. Nommer le facteur mécanique à risque lié à l'ordre de soudage selon le schéma ?

4.1. Justifier le choix de l'électrode utilisée dans sa désignation dans le DMOS.

4.2. Nommer le facteur chimique à risque lié au procédé utilisé.

5.1. Citer le risque à redouter pour ce type de soudage découlant des trois facteurs précédents.

5.2. Quel est le matériau le plus affecté par ce risque ?

6.1. Calculer le carbone équivalent compensé Cc selon Séférian pour chacun des matériaux.

6.2. Calculer la température de préchauffage (Tp) préconisée.

7.1. Déterminer le temps de refroidissement Δt 800° / 500°C par graphique à l'aide de l'abaque de l'IRSID pour la première passe.

7.2. Indiquer sur le document réponse le niveau de dureté obtenu pour chacun des aciers.

8 : Indiquer, pour une dureté de 380 HV10 sur le DH36, le temps de refroidissement Δt 800° / 500°C

9.1. Enoncer les critères relatifs à chacune des méthodes.

9.2. Expliquer les différences constatées entre les deux méthodes de détermination de la température de préchauffage.

Données de l'étude :

B 235

Composition chimique :

C	Mn	Si	Al	S	P
0,13	0,71	0,22	0,037	0,032	0,036

Caractéristiques mécaniques :

Grade d'acier	Résistance élastique Re (MPa)	Résistance maximum Rm (MPa)	Allongement %	Energie de flexion par choc (j/cm²) Ep ≤ 50 mm		
				Temp (°C)	KVL	KVT
B	235	461	34	0	27	20

DH 36

Composition chimique :

C	Mn	Si	Al	S	P
0,17	1,40	0,45	0,06	0,026	0,027

Caractéristiques mécaniques :

Grade d'acier	Résistance élastique Re (MPa)	Résistance maximum Rm (MPa)	Allongement %	Energie de flexion par choc (j/cm²) Ep ≤ 50 mm		
				Temp (°C)	KVL	KVT
DH 36	355	533	31,8	-20	34	24

Carbone équivalent compensé selon IIS (CeC):

Ce = C + Mn/6 + (Cr+ Mo + V)/5 + (Cu + Ni)/15

Carbone équivalent compensé : Cc

CeC = Ce + 0.0254 ép ép : épaisseur en cm

Température de préchauffage : Tp

CeC < 0.45 Tp à discrétion
0.45 < CeC < 0.6 Tp de 100 à 200°C
CeC > 0.6 Tp de 200 à 300°C

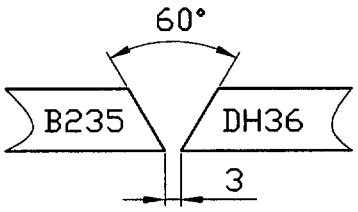
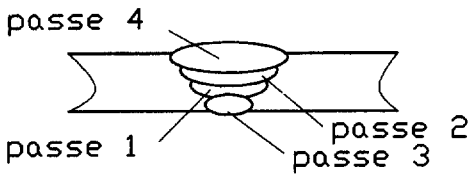
EN ISO 15609-1:2004

Descriptif de mode opératoire de soudage (DMOS)

Descriptif de mode opératoire de soudage : DMOS N°: RG 2543 PV 3349LS
Fabricant : DCN

Désignation du matériau de base : Groupe 1.1 / 1.2
Méthode de préparation et de nettoyage : oxycoupage, meulage
Épaisseur du matériau (mm) : 12
Type d'assemblage et type de soudure : P BW bs nb gg
Position de soudage : PA-PE

Détails de préparation de la soudure : Schéma

Schéma de préparation	Disposition des passes
	

Détails relatifs au soudage

Passe	Procédé de soudage	Diamètre du métal d'apport (mm)	Intensité A	Tension V	Type de Courant / Polarité	vitesse de soudage (cm/min)
1	111	3,15	110	24,4	CC+	15
2	111	4	155	26,2	CC+	12
3	111	3,15	130	25,2	CC+	15,5
4	111	4	155	26,2	CC+	10

Marque du métal d'apport : SAFDRY 510 A
Désignation du matériau d'apport : (EN 499) E 423 B 32 H5

Séchage : 350°C / 1 h
Stockage : sachets sous vide

En = 60 x U x I / 1000 x V

En : Kj / cm
U : v
I : A
V : cm / min

Académie : **Session :**
Examen ou concours : **Série :**
Spécialité / option :
Epreuve / sous-épreuve :
NOM (majuscules) :
Prénoms : **N° du candidat :**
Né(e) le :
N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

1. Energie linéaire

Passe 1 :.....
Passe 2 :.....
Passe 3 :.....
Passe 4 :.....

2.1. Calculer le carbone équivalent compensé selon IIS pour chacun des aciers.

B235.....
.....
.....

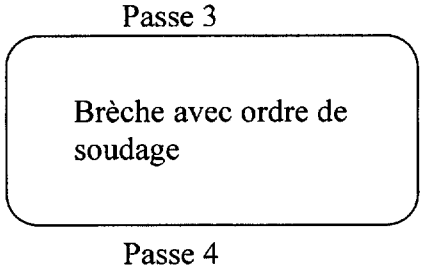
DH36.....
.....
.....

2.2. Facteur métallurgique à risque conséquence du traitement thermique de soudage.

.....

3. Facteur mécanique à risque lié à l'ordre de soudage selon le schéma

.....
.....
.....



4.1. Justifier le choix de l'électrode utilisée dans la désignation du DMOS

.....

4.2. Facteur chimique à risque lié au procédé utilisé

.....

5.1. Risque à redouter qui découle des trois facteurs précédents.

.....

5.2. Matériau le plus affecté par ce risque

.....

Académie : **Session :**
Examen ou concours : **Série :**
Spécialité / option :
Epreuve / sous-épreuve :
NOM (majuscules) :
Prénoms : **N° du candidat :**
Né(e) le :
N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

Question 6 Formule de Séférian

Données :

Carbone équivalent chimiquement total : Cq

$$Cq = \frac{360\,C + 40\,(Mn + Cr) + 20\,Ni + 28\,Mo}{360}$$

Carbone équivalent selon l'épaisseur : Cép

Cép = Cq x ép x 0.005

Equivalent total en carbone : Cc

Cc = Cq + Cép ép en mm

Température de préchauffage : Tp (°C)

Tp= 350 √(Cc – 0.25)

Réponses :

6.1. Carbone équivalent compensé selon Séférian (Cc):

B235.....

.....

.....

DH36.....

.....

.....

6.2. Température de préchauffage préconisée selon Séférian (Tp):

B235.....

.....

DH36.....

.....

Académie : **Session :**

Examen ou concours : **Série :**

Spécialité / option :

Epreuve / sous-épreuve :

NOM (majuscules) :

Prénoms : **N° du candidat :**

Né(e) le :

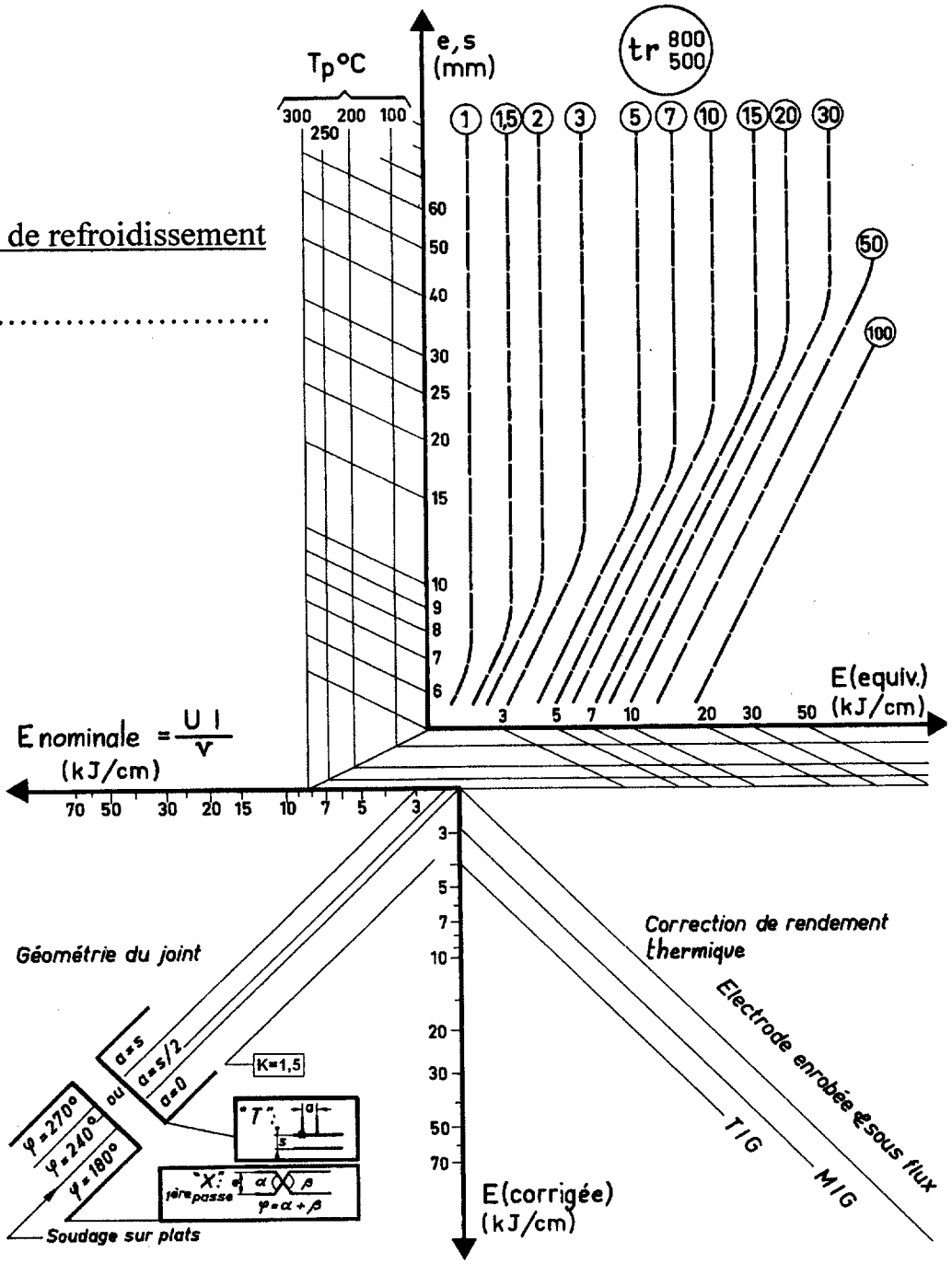
N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

Abaque IRSID OTUA

7.1. Temps de refroidissement

.....



Valeurs de K pour un chanfrein en V			
α = 60°	α = 75°	α = 90°	α = 105°
K = 1,5	K = 1,72	K = 2	K = 2,38

Académie : Session :

Examen ou concours : **Série :**

Spécialité / option :

Epreuve / sous-épreuve :

NOM (majuscules) :

Prénoms : **N° du candidat :**

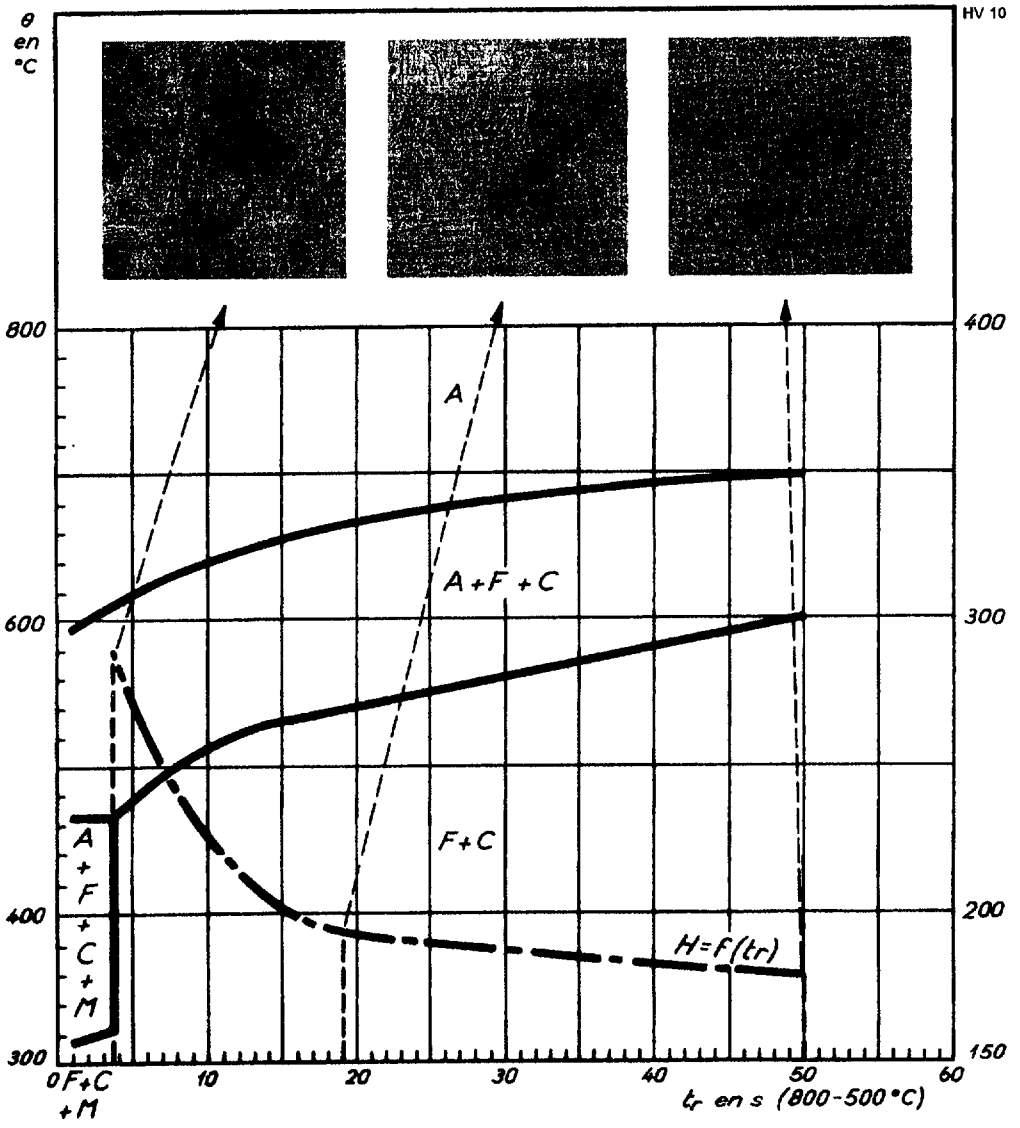
Né(e) le :

N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

DIAGRAMME DE TRANSFORMATION AU REFROIDISSEMENT CONTINU

B235



7.2. Niveau de dureté HV 10 atteint :.....

Valeurs maximales de dureté admissibles (HV 10) ISO 15614.1 de 2004		
Groupe d'aciers CR ISO/TR 15608	Non traité thermiquement	Traité thermiquement
Groupe 1,2 B235, DH36	380	320

Académie : **Session :**

Examen ou concours : **Série :**

Spécialité / option :

Epreuve / sous-épreuve :

NOM (majuscules) :

Prénoms : **N° du candidat :**

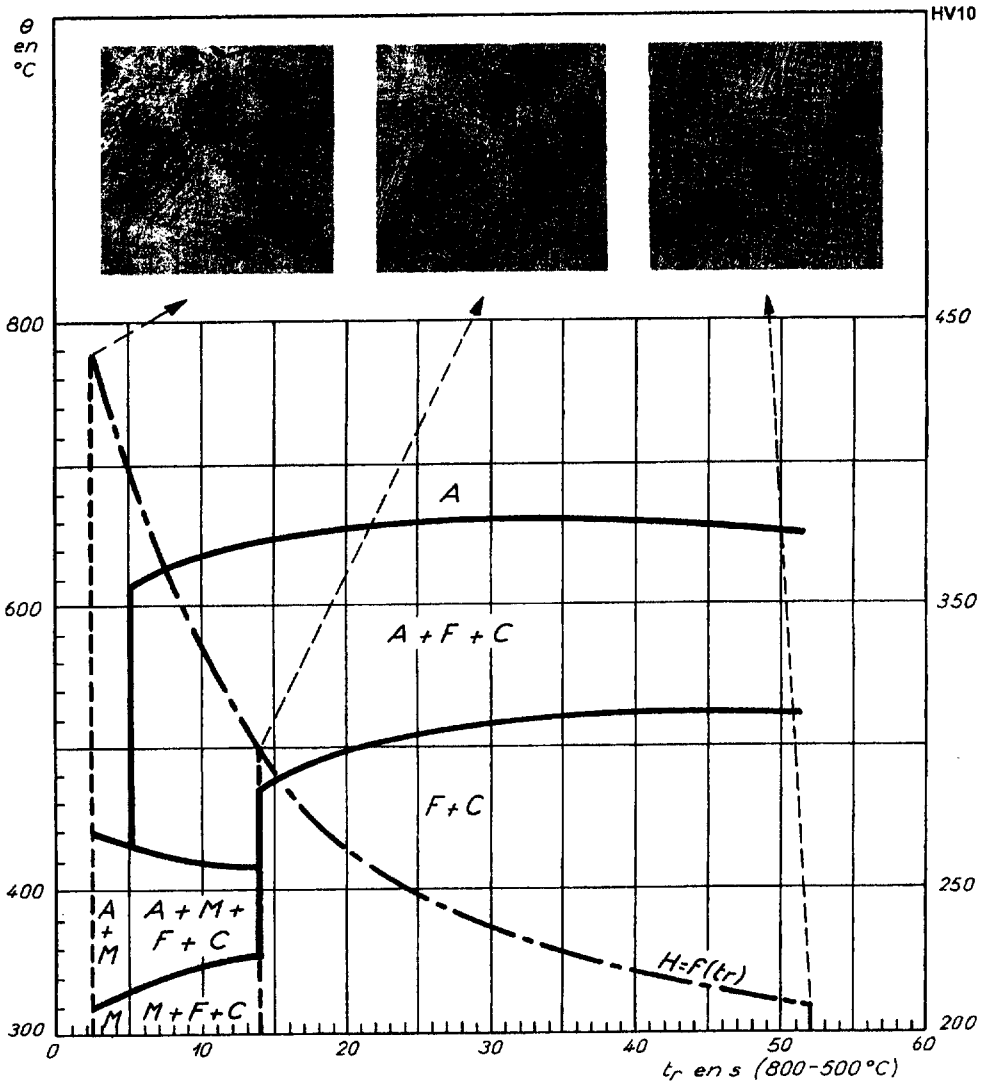
Né(e) le :

N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

DIAGRAMME DE TRANSFORMATION AU REFROIDISSEMENT CONTINU

DH36



7.2. Niveau de dureté HV 10 atteint :

.....

8. Temps de refroidissement Δt 800° / 500°C pour une dureté de 380HV10

.....

BTS construction navales Epreuve U52

CALCUL DES COUTS EN SOUDAGE

Mise en situation :

Les panneaux plans sont constitués de tôles sur lesquelles ont vient assembler des « plats-boudins » par soudage à l'aide du procédé 121 (sous flux en poudre ou arc submergé) en position PB (en angle à plat).
Les passes 1 et 2 seront réalisées alternativement et séparément. La quantité de flux ne sera pas prise en compte. Le calibre minimum de chaque soudure est de 4 mm.
Pour les calculs, prendre pour masse volumique de l'acier : 7,8 g / cm^3

Travail demandé :

Vous devez déterminer, pour 1 mètre de soudure (un seul côté) :

1.1 : La masse de métal théorique à déposer (en grammes).

1.2 : La masse de métal déposée réelle selon les paramètres joints (en grammes).

1.3 : Le taux de dépôt du procédé 121 dans les conditions données (en kilogramme à l'heure).

1.4 : Le calibre moyen obtenu suivant les paramètres utilisés.

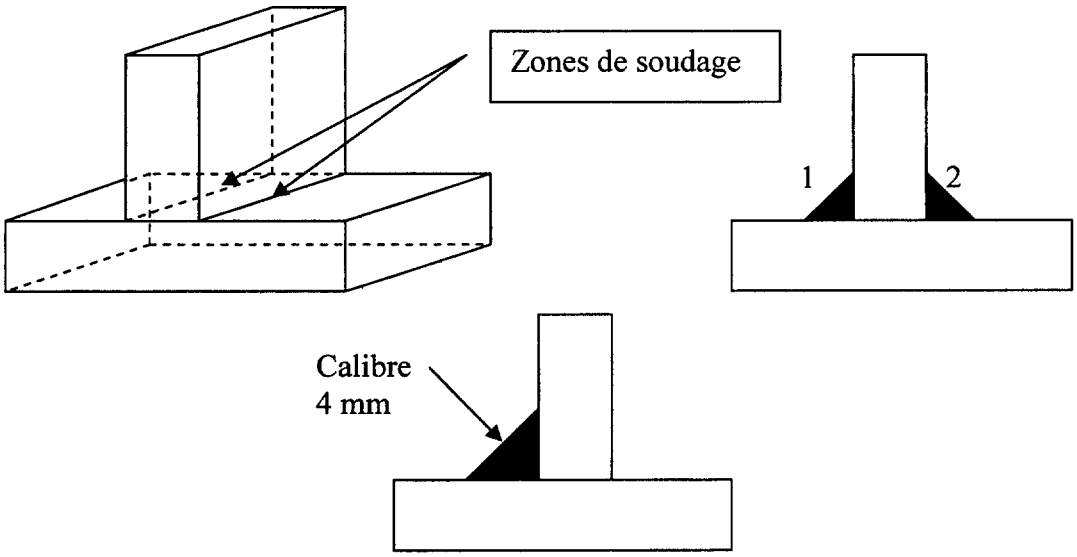
Déterminer le coût d'un mètre de soudure à l'aide des renseignements supplémentaires suivants :

2.1 : Coût du métal d'apport avec une hypothèse de masse de métal déposée de 1 kg par mètre.

2.2 : Coût de la main d'œuvre avec une base de temps de soudage de 10 minutes.

2.3 : Coût total pour 1 mètre

Données de l'étude 1 :



Paramètres de soudage

Passe N°	Procédé	Diamètre du fil (mm)	Intensité (A)	Tension (V)	Type de courant Polarité	Vitesse de soudage (cm / min)	Vitesse de fil (m / min)
1 et 2	121	3,2	500/550	28/32	CC+	50	1,5

Données de l'étude 2 :

Rendement du métal d'apport (Rma) : 90%
Métal d'apport consommé (Mc) = métal d'apport déposé / Rma%

Coût métal d'apport : 4,5 € le kilogramme

Rendement du procédé (Rp) : 60 %
Temps de main d'œuvre = temps de soudage ou d'arc / Rp%

Coût de la main d'œuvre : 40 € de l'heure

Académie : **Session :**
Examen ou concours : **Série :**
Spécialité / option :
Epreuve / sous-épreuve :
NOM (majuscules) :
Prénoms : **N° du candidat :**
Né(e) le :
N° de convocation ou la liste d'appel

Document réponses

CALCUL DES COUTS EN SOUDAGE

1.1. Masse de métal théorique en grammes :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.2. Masse de métal déposée réelle en grammes selon les paramètres joints :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.3. Taux de dépôt du procédé 121 dans les conditions données en kilogramme par heure :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

1.4. Calibre moyen obtenu suivant les paramètres utilisés :

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Académie : **Session :**

Examen ou concours : **Série :**

Spécialité / option :

Epreuve / sous-épreuve :

NOM (majuscules) :

Prénoms : **N° du candidat :**

Né(e) le :

N° de convocation ou la liste d'appel

2.1. Coût métal d'apport :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.2. Coût de la main d'œuvre :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2.3. Coût total pour 1 mètre de soudure :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.

Copyright © 2026 FormaV. Tous droits réservés.

Ce document a été élaboré par FormaV© avec le plus grand soin afin d'accompagner chaque apprenant vers la réussite de ses examens. Son contenu (textes, graphiques, méthodologies, tableaux, exercices, concepts, mises en forme) constitue une œuvre protégée par le droit d'auteur.

Toute copie, partage, reproduction, diffusion ou mise à disposition, même partielle, gratuite ou payante, est strictement interdite sans accord préalable et écrit de FormaV©, conformément aux articles L.111-1 et suivants du Code de la propriété intellectuelle. Dans une logique anti-plagiat, FormaV© se réserve le droit de vérifier toute utilisation illicite, y compris sur les plateformes en ligne ou sites tiers.

En utilisant ce document, vous vous engagez à respecter ces règles et à préserver l'intégrité du travail fourni. La consultation de ce document est strictement personnelle.

Merci de respecter le travail accompli afin de permettre la création continue de ressources pédagogiques fiables et accessibles.