

PREPARATION D'UNE PRODUCTION

EPREUVE U52

Instructions aux candidats à distribuer au début de l'épreuve.

Cette épreuve comporte 4 parties :

- | | |
|----------------------------|-------------|
| 1. graphique d'assemblage | Durée 1h 30 |
| 2. cotation de fabrication | Durée 1h 15 |
| 3. calcul des besoins | Durée 1h 15 |
| 4. métallurgie | Durée 1h |

Aucun document autorisé.

Chaque partie est indépendante.

Les feuilles réponses seront ramassées à l'issue du temps énoncé suivant le déroulement ci-dessous :

	Début	12h30		14h10		15h35		17h
Epreuve U52	Partie 1							
	Partie 2							
	Partie 3							
	Partie 4							
	Fin	14h		15h25		16h50		18h

PREPARATION D'UNE PRODUCTION

EPREUVE U52

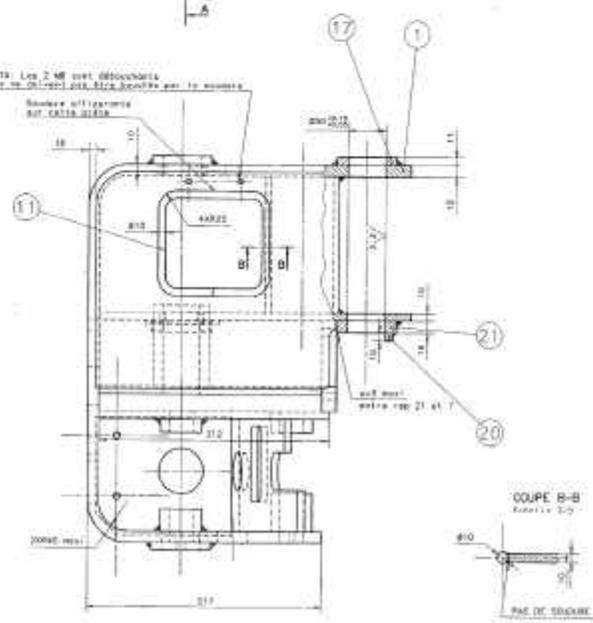
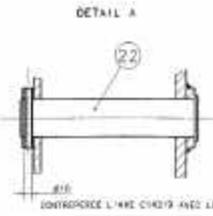
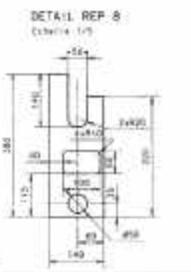
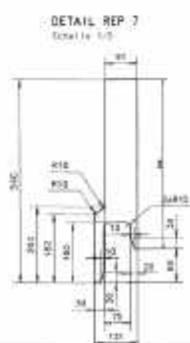
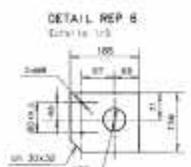
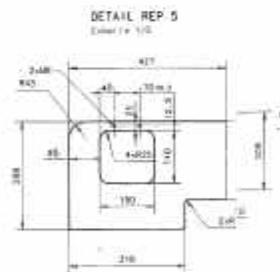
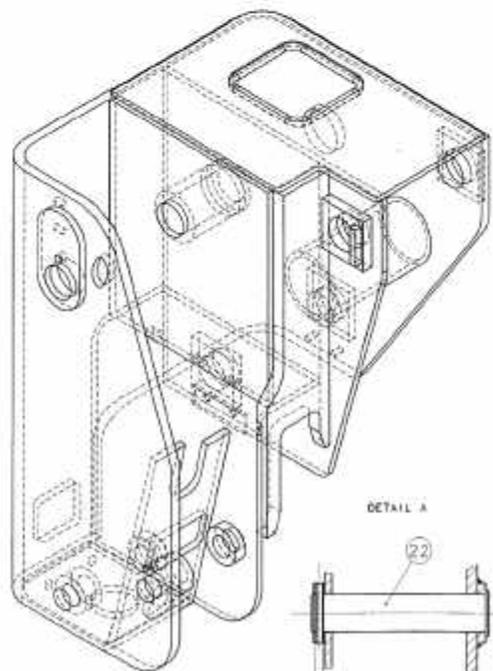
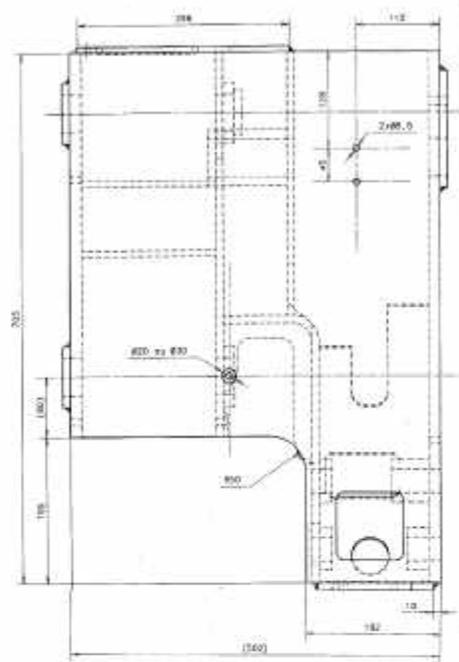
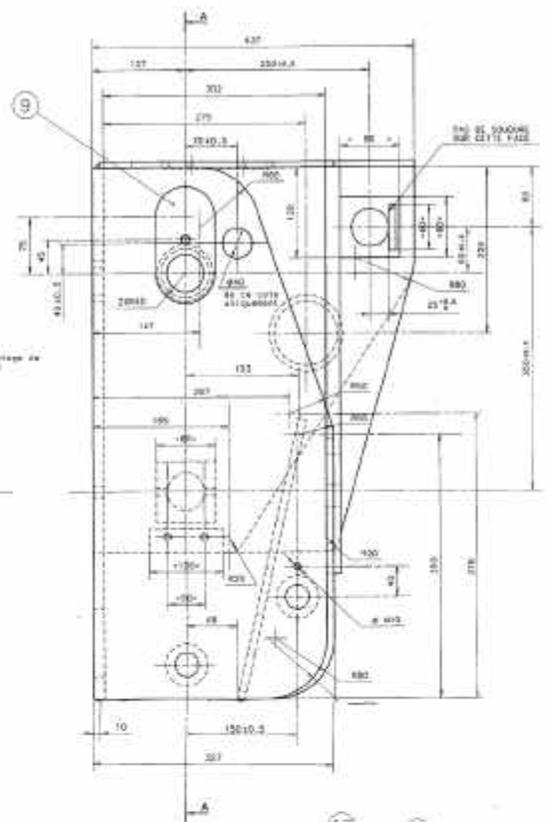
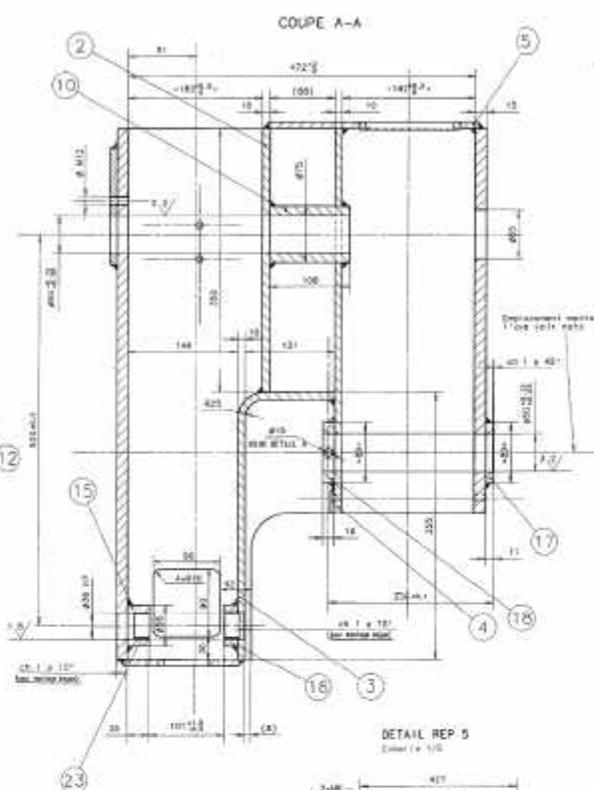
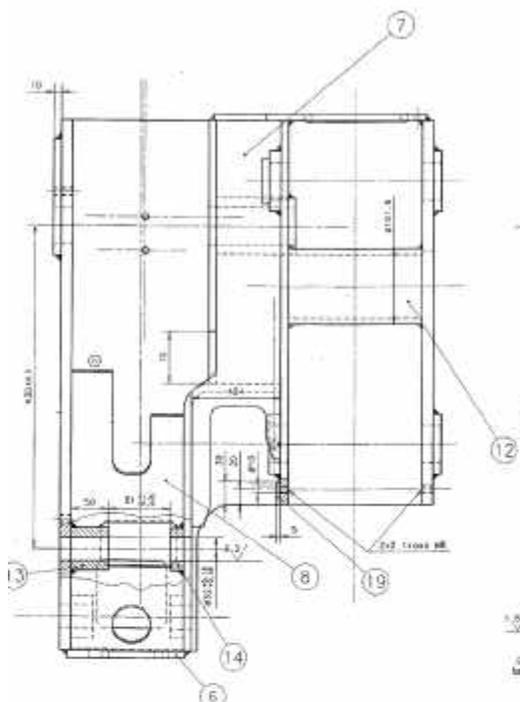
PARTIE N°1

- Durée : 1 h 30

Ce dossier contient :

- | | |
|--------------------------|----------------------|
| ○ Le dessin d' ensemble | Rep 2004 |
| ○ Le texte du sujet | Page 2 / 4 |
| ○ Les documents réponses | Pages 3 / 4 et 4 / 4 |

Nota : Le document réponse sera à remettre aux surveillants en fin d'épreuve.



NOTA: Les 2 M6 sont obsoletes
 112 et 113 sont des M6
 Nombre d'alignement
 sur 2018-2020

23	2	Bague		
22	1	Axe		
21	1	Carré	C 22	80*80 lg 16
20	1	Carré	S 235	10*10 lg 60
19	1	Plat	S 235	30*5 lg 100
18	1	Carré	C 22	80*80 lg 16
17	2	Carré	C 22	80*80 lg 11
16	1	Tube	Tu 52b	D56-14 lg 18
15	1	Tube	Tu 52b	D56-14 lg 30
14	1	Tube	Tu 52b	D56-14 lg 18
13	1	Tube	Tu 52b	D56-14 lg 50
12	1	Tube	20MV6	D101,6-8,7 lg 182
11	1	Rond	S 235	D10 lg 506
10	1	Tube	Tu 52b	D75-17,5 lg 108
9	1	Tôle e=10	S 355	80*155
8	1	Tôle e=10	S 355	380*149
7	1	Tôle e=20	S 355	540*121
6	1	Tôle e=10	S 355	185*156
5	1	Tôle e=10	S 355	427*288
4	1	Tôle e=10	S 355	510*422
3	1	Tôle e=10	S 355	464*312
2	1	Tôle e=10	S 355	350*302
1	1	Tôle e=15	S 355	1190*705
Rep Nb	Désignation	Matière	Observations	
	Bras articulé		Rep 2004 Format A1	

INTRODUIRE L'AXE CHAQUE AVEC LE M6

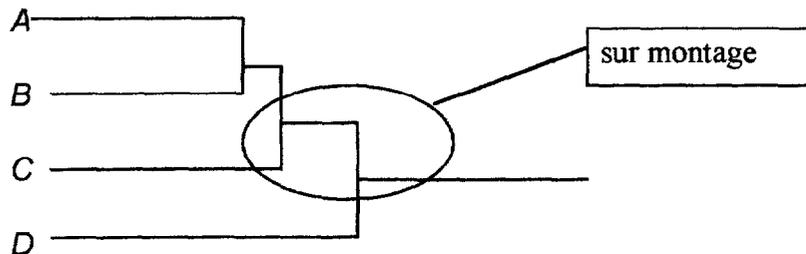
Graphique d'assemblage

Compléter sur le document Réponse 3/4 le repérage de la perspective du bras articulé à l'aide de la nomenclature et du dessin.

En tenant compte des contraintes dimensionnelles, géométriques et technologiques, établir le graphique râteau sur le document Réponse 4/4 de l'assemblage des bras articulés (environ 15 par mois)

Indiquer sur le graphique les sous-ensembles assemblés sur montage

Exemple :



Nota : Tous les trous $\phi 32$, $\phi 36$ et $\phi 50$ sont percés avant assemblage et seront alésés après assemblage à leurs tolérances respectives

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____ *(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)*

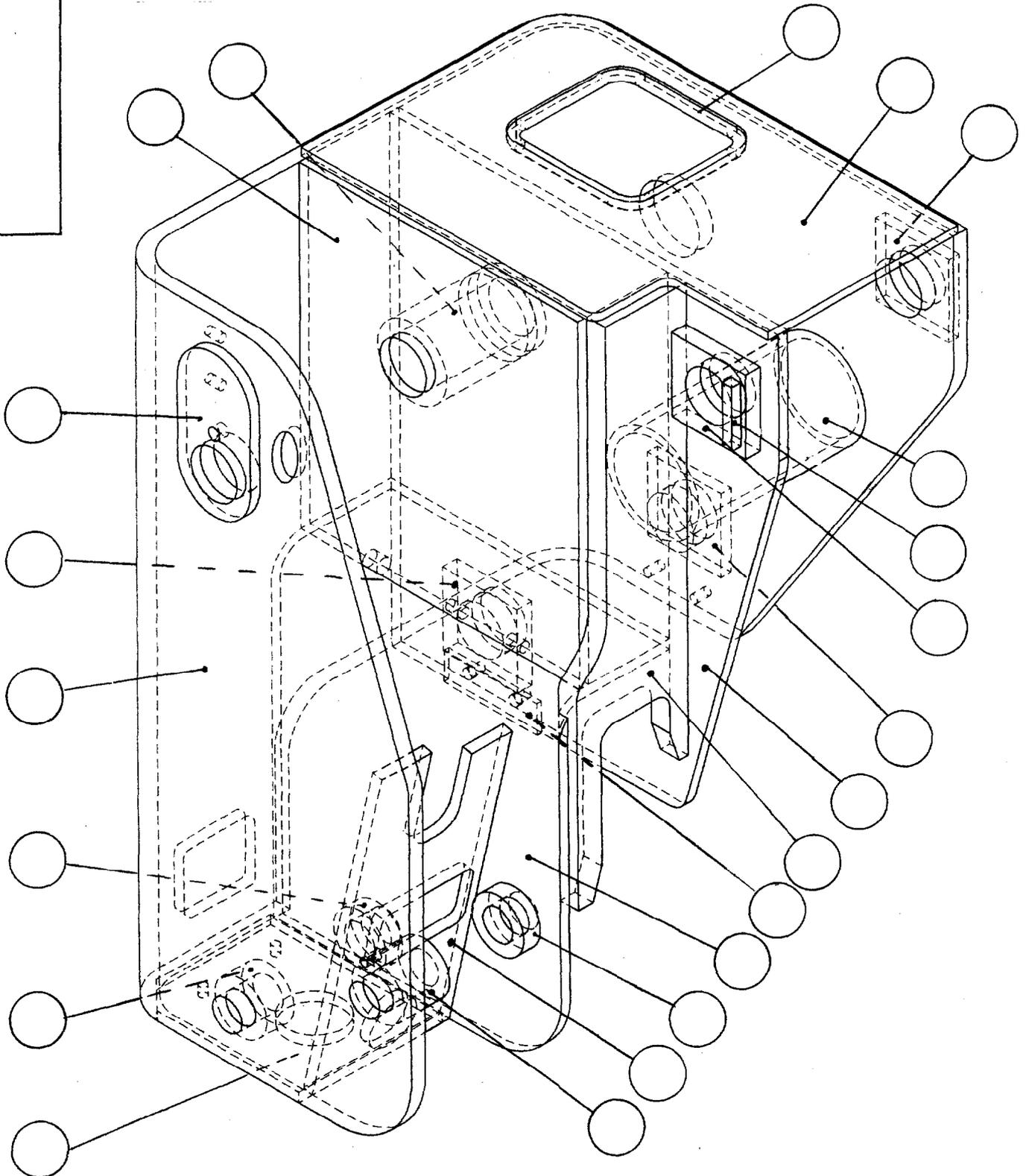
DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ROE5DOS/A

REPERAGE DES ELEMENTS



EPREUVE U 52

PARTIE N°2

Durée : 1 h 15

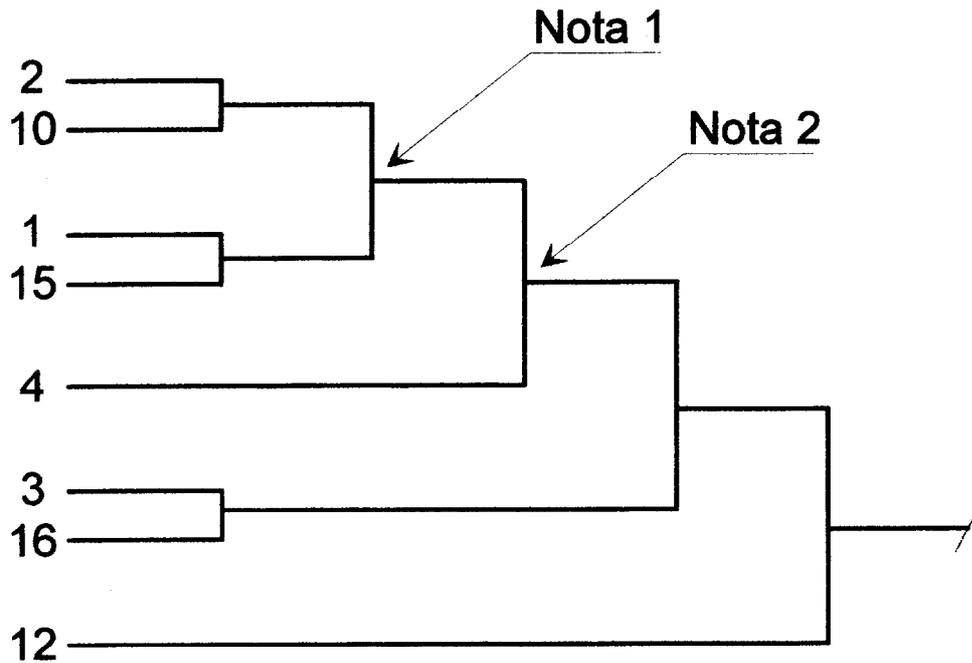
Ce dossier contient 6 pages:

- Page de garde	Doc. sujet 1/6	
- Présentation	Doc. sujet 2/6	
- Dessin partiel de la pièce (Format A3)	Doc. Sujet 3/6	
- Questions 1 et 2	Doc. sujet 4/6	A rendre
- Questions 3.1 et 3.2	Doc. sujet 5/6	A rendre
- Dessin partiel de la pièce (Format A3) à utiliser pour tracer les chaînes de cotes	Doc. sujet 6/6	A rendre

Présentation :

L'étude de cette partie 2 porte sur la détermination de cotes de fabrication uniquement suivant la direction de l'axe Y.

L'ordre d'assemblage adopté par le BM vous est fourni sous la forme d'un graphique d'assemblage intentionnellement limité aux éléments concernés par toutes les questions.

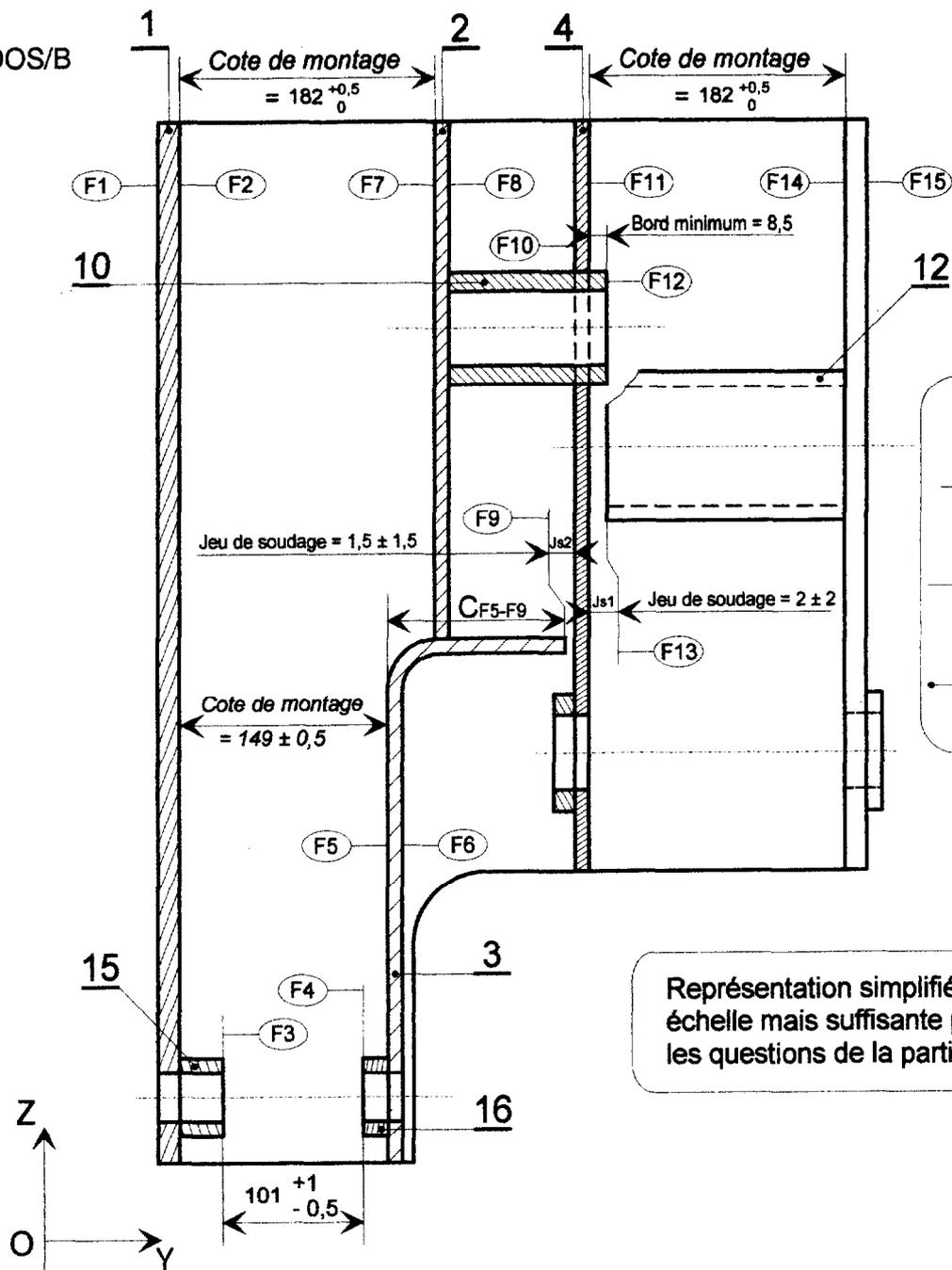


Nota 1 : - Utilisation d'un gabarit de montage pour positionner F7 par rapport à F2 (voir Doc. Sujet 3/6).

Nota 2 : - Utilisation d'un gabarit de montage pour positionner F11 par rapport à F14

Avertissement :

Il est impératif d'utiliser les repères fournis Doc. Sujet 3/6 des différentes surfaces (de F1 à F15) pour répondre à toutes les questions.

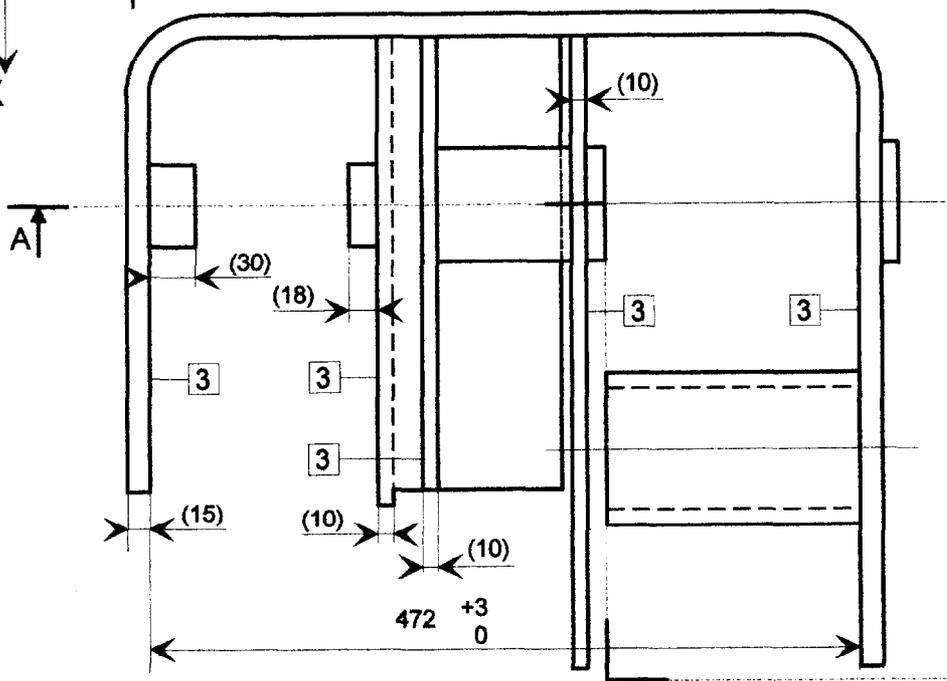


A-A

LEGENDE

- 3 : Nombre de degrés de liberté supprimés
- F13 : Repère de la surface
- 12 : Repère de l'élément

Représentation simplifiée et sans échelle mais suffisante pour traiter les questions de la partie 2.



DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Question 1 :

ROE5DOS/B

Déterminer la cote de tronçonnage tolérancée du tube rep.12 .

Conditions :

- Jeu de soudage reporté sur un coté : $J_{s1} = 2 \pm 2$

Question 2 :

Déterminer la longueur minimale de tronçonnage du tube rep.10 .

Conditions :

- Le tube doit dépasser au minimum de la face F11 de 8,5 mm
- Tolérance sur l'épaisseur de toutes les tôles : $\pm 0,5$

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

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>

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

Question 3 :

ROE5DOS/B

Conditions :

- Le BM envisage de placer un gabarit de montage entre les faces F2 et F5 permettant d'obtenir une cote de $149 \pm 0,5$.
- Jeu de soudage F9-F10 : $J_{s2} = 1,5 \pm 1,5$.
- IT sur les bagues rep.15 et 16 identique.
- IT sur la cote F5-F9 = 4 mm.

Question 3.1 :

Déterminer l'IT sur les cotes de largeur des bagues rep.15 et 16 .

Question 3.2 :

Vérifier si le jeu de soudage J_{s2} peut être respecté .

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____
(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

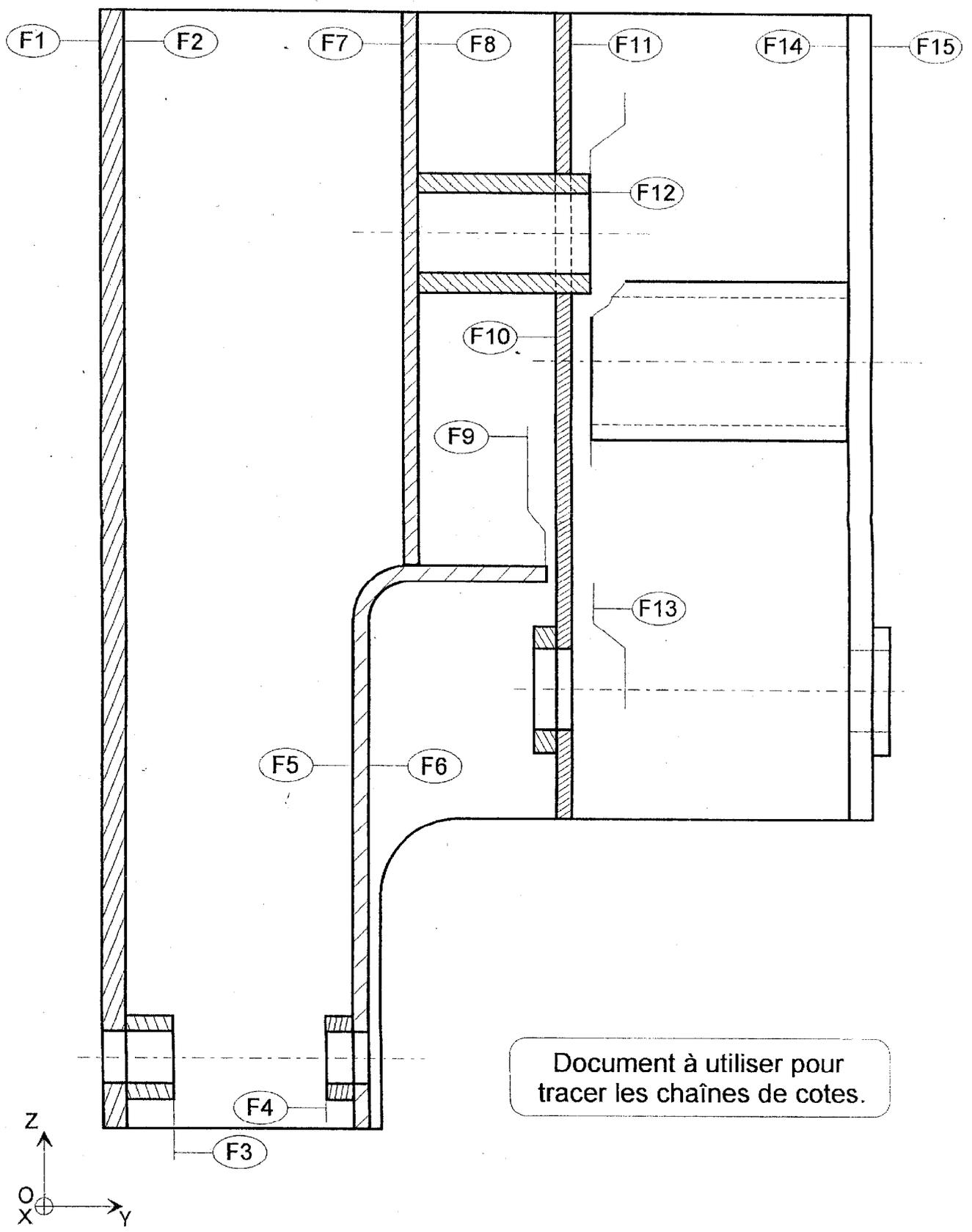
Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____
(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ROE5DOS/B

A-A



Document à utiliser pour tracer les chaînes de cotes.

PREPARATION D'UNE PRODUCTION

EPREUVE U52

PARTIE N°3

- Durée : 1 h 15

Ce dossier contient :

- | | |
|--|------------------|
| <input type="radio"/> Le dossier ressource | Pages 2/5 et 3/5 |
| <input type="radio"/> Le texte du sujet | Page 4/5 |
| <input type="radio"/> Le document réponse | Page 5/5 |

Nota : Le document réponse sera à remettre aux surveillants en fin d'épreuve.

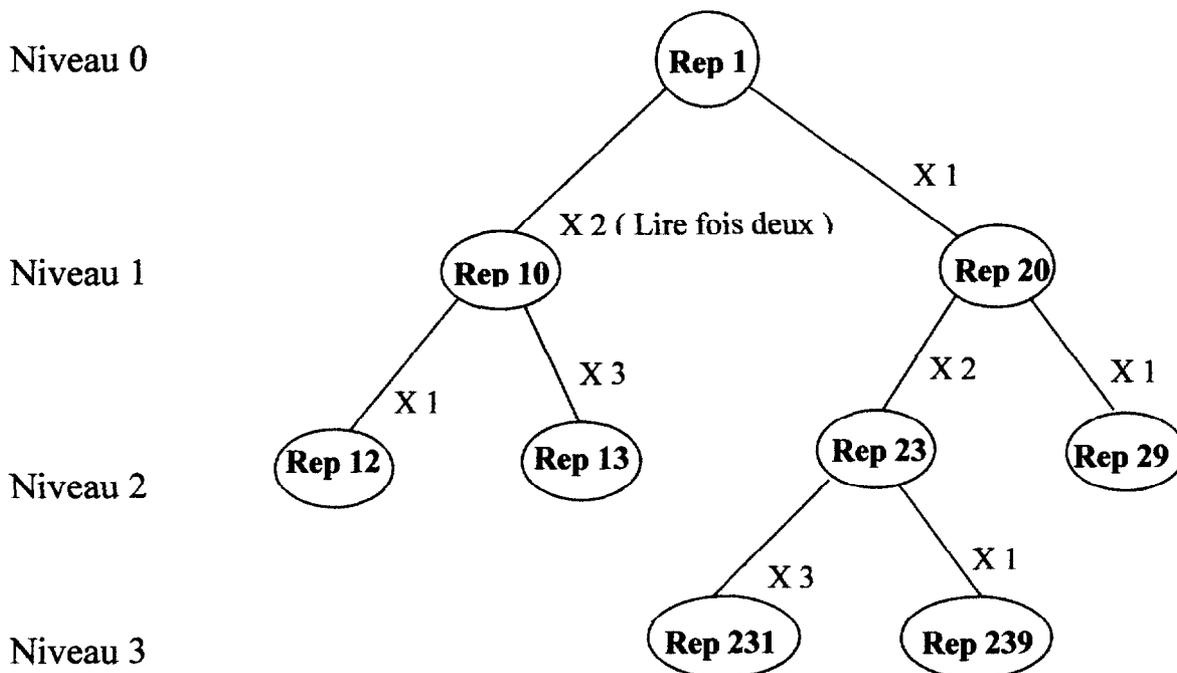
CALCUL DES BESOINS MRP

Le calcul des besoins consiste à transformer les données commerciales relatives aux produits (prévisions des consommations, carnet de commande) en données de production (quantité et date d'exigibilité des composants).

L'objectif est de regrouper pour chaque période considérée les quantités à fabriquer de chaque composant.

Exemple :

- Nomenclature arborescente :



- Articles disponibles au 31 Décembre :

Rep 239 = 50; Rep 23 = 4; Rep 12 = 250; Rep 29 = 200

- Prévisions commerciales pour les mois suivants :

Janvier : 50 articles Rep 1 ; Février : 60 articles Rep 1 ; Mars : 20 articles Rep 1

• Règles de calcul

1. Les besoins bruts de l'article de niveau 0 de la nomenclature proviennent des données commerciales.
2. Les besoins bruts des articles des niveaux suivants proviennent des ordres prévisionnels des articles de niveau supérieur auxquels ils sont liés.
3. Le calcul des besoins bruts s'effectue de la manière suivante :

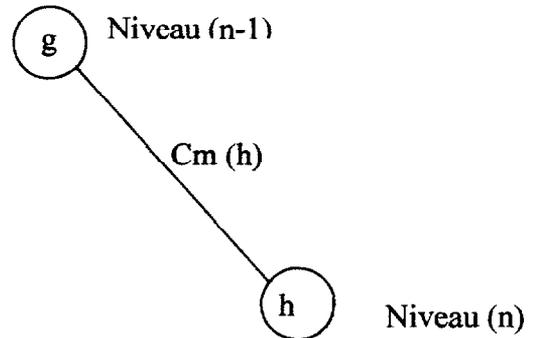
$$BBh(n) = BBg(n-1) \times Cm(h)$$

BB = Besoins Bruts

Cm = Coefficient de montage de h dans g

g (n-1) = article g de niveau (n-1)

h (n) = article h de niveau (n)



4. **BN = BB - AD** BN = Besoin Net
 BB = Besoin Brut
 AD = Articles Disponibles

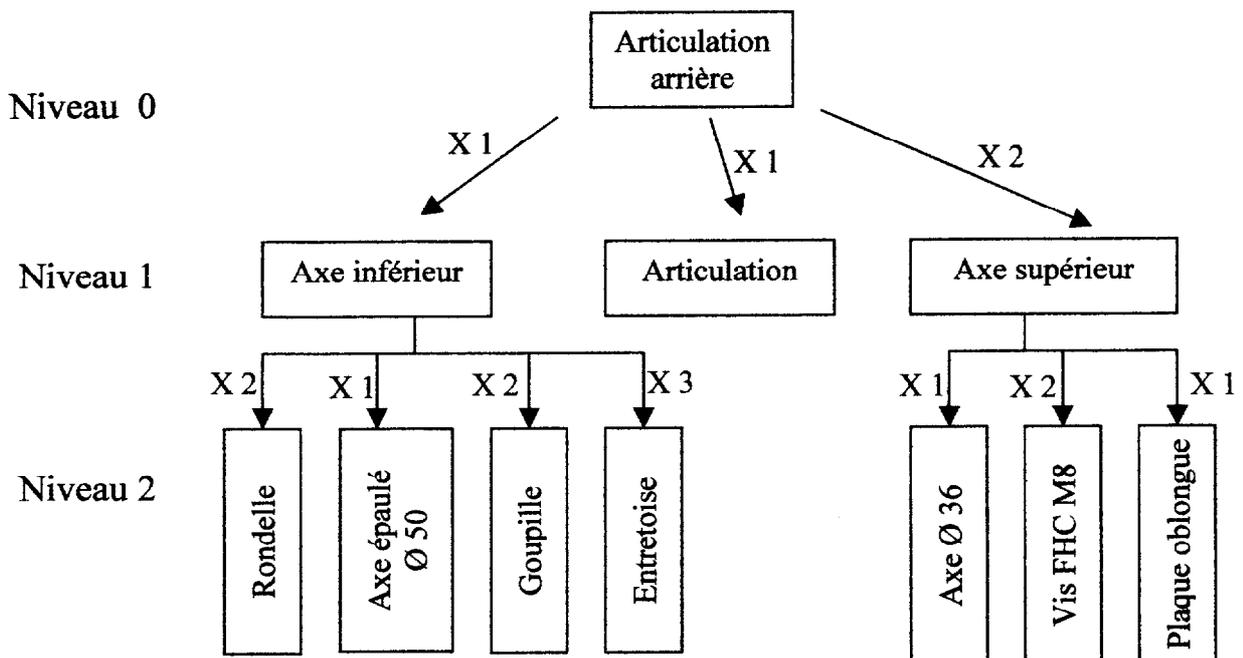
Niveau	Période		Janvier	Février	Mars
	Articles				
0	Rep 1	BN	<u>50</u>	<u>60</u>	<u>20</u>
1	Rep 10 (X 2)	BB	100	120	40
		AD	0	0	0
		BN	100	120	40
	Rep 20 (X 1)	BB	50	60	20
		AD	0	0	0
		BN	50	60	20
2	Rep 12 (X1)	BB	100	120	40
		AD	250	150	30
		BN	0	0	10
	Rep 13 (X3)	BB	300	360	120
		AD	0	0	0
		BN	300	360	120
	Rep 23 (X2)	BB	100	120	40
		AD	4	0	0
		BN	96	120	40
	Rep 29 (X1)	BB	50	60	20
		AD	200	150	90
		BN	0	0	0
3	Rep 231 (X3)	BB	288	360	120
		AD	0	0	0
		BN	288	360	120
	Rep 239 (X1)	BB	96	120	40
		AD	50	0	0
		BN	46	120	40

Sujet de la partie 3

Etude des besoins **Bras articulé**

Nomenclature hiérarchisée

REP	Nombre	DESIGNATION
100	1	Articulation arrière
210	1	Articulation
220	1	Axe inférieur
230	2	Axe supérieur
340	3	Entretoise
350	2	Goupille
360	1	Axe épaulé Ø 50
370	2	Rondelle
380	1	Axe Ø 36
390	2	Vis FHC M8
400	1	Plaque oblongue



- Articles rep 100 disponibles au 30 Juin
Rep 210 articulation : 5 unités
Rep 220 Axe inférieur : 10 unités
Rep 340 Entretoise : 80 unités
- Prévisions commerciales pour le rep 100 pour les mois suivants :
Juillet : 20 unités Août : 5 unités Septembre : 10 unités

DANS CE CADRE

NE RIEN ÉCRIRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____ (le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ROE5DOS/C **Travail demandé**
 Compléter ci-dessous le tableau de calcul des besoins .

Niveau	Période Repères Articles et Coefficient multiplicateur			
		Juillet	Août	Septembre
0	BB			
	AD			
	BN			
1	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			
2	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			
	BB			
	AD			
	BN			

En conclusion on vous demande combien il faudra sous-traiter d'axes épaulés Ø 50 pour les mois de juillet août.....septembre

et d'indiquer combien il reste d'entretoises en stock fin septembre

PREPARATION D'UNE PRODUCTION

EPREUVE U52

PARTIE N°4 METALLURGIE

◆ Durée 1heure

Ce dossier contient :

	Rep. Doc.	Page
• La présentation du sujet	Document sujet	2 / 13
• Choix du métal d'apport	Document réponse	3 / 13
• Etude de soudabilité	Document réponse	4 / 13
• Energie de soudage → Courbe IRSID	Document réponse	5 / 13
• Dureté et exploitation d'essais → courbe dureté	Document réponse	6 / 13
• Extrait du catalogue SAF	Dossier ressources	7/13 à 11/13
• Composition chimique S355 / EN 10027-1	Dossier ressources	12 / 13
• Carbone équivalent et préchauffage SAF	Dossier ressources	13 / 13

Nota : Les documents réponses seront remis aux surveillants à la fin de l'épreuve.

Présentation du sujet

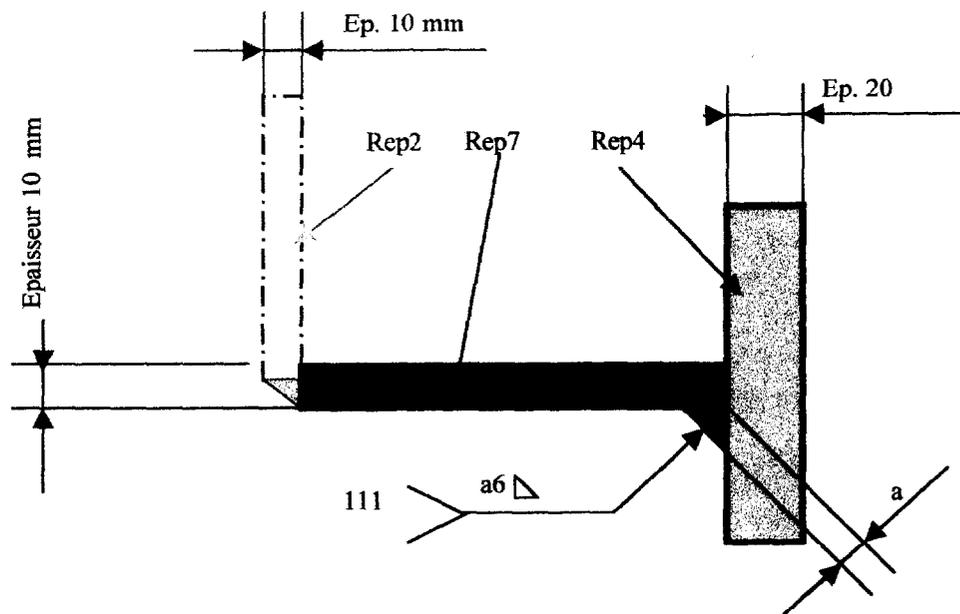
La pièce « bras articulé » est principalement réalisée en E 36-3 (AFNOR) (S 355 J2G3 suivant la norme EN 10027-1 et ECISS IC 10 ci-après).

Epaisseur 10, 15 et 20mm.

Poids d'un ensemble 141 kg

La plupart des soudures sont réalisées après pointage sur un mannequin en position «à plat ».

Toutes les soudures sont réalisées à l'arc électrique électrode enrobée avec une gorge de : $a = 6\text{mm}$, défini par le BE.



Représentation schématique du bras

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

NE RIEN ÉCRIRE

ROE5DOS/D **Choix du métal d'apport à commander pour la fabrication.**

D'après l'extrait du catalogue SAF, ci après, on vous demande de choisir l'électrode à approvisionner pour cette fabrication, la plus appropriée à ce type de matériau sans considération de diamètres.

Fiches électrode :

Ref. commerciale SAF	SAFER G 48 N	SAFER GTi	SAFER N 48	SAFER N 49	SAFINOX B 011
Ref. catalogue	SAF 2101	SAF 2106	SAF 2401	SAF 2402	SAF 2784
Page	7/13	8/13	9/13	10/13	11/13

Choix de l'électrode préconisée, référence commerciale SAF :

Donner la désignation normalisée européenne de l'électrode choisie :

Problématique de la soudabilité de l'ensemble

Soudabilité métallurgique :

- 1) Expliquer pourquoi les risques relatifs à la soudabilité métallurgique sont plus importants sur le matériau en épaisseur 20mm que sur celui en épaisseur 10mm ?

DANS CE CADRE

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

NOM : _____

(en majuscules, suivi s'il y a lieu, du nom d'épouse)

Prénoms : _____ N° du candidat

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

NE RIEN ÉCRIRE

ROE5DOS/D examen.

Etude de soudabilité : D'après les données des documents ressources EN 10025 et SAF1624 ci-après page 12/13 et 13/13:

2) Carbone équivalent (Ce) selon la formule de l'IIS

Désignation des matériaux	S 355 J2G3 (NF EN 10025)	Calcul :
Composition chimique		
%C		
%Mn		
%Si		
%P		
%S		
%N		
Carbone Equivalent « IIS »		

Conclusion tirée du résultat du Ce. :

3) Carbone équivalent compensé (Cec), (assemblage ép. 20mm) :

Conclusion tirée du résultat du CeC. :

4) Si un préchauffage s'avère nécessaire déterminer sa température suivant la formule de Séfierian (Doc. SAF1624)

Température de préchauffage envisagée :

Electrodes à enrobage rutile ou cellulosique pour le soudage des aciers non alliés **SAFER G 48 N**

SAF



ÉLECTRODES DE SOUDAGE / RUTILE OU CELLULOSIQUE POUR LE SOUDAGE DES ACIERS NON ALLIÉS

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Amorçage et réamorçage faciles.
Bonne maniabilité, même en verticale descendante en angle (au contact).
Dépôts plats à légèrement bombés.
Laitier facile d'enlèvement.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode d'emploi général pour l'industrie et l'artisanat.
Soudage de pièces mal préparées, de tubes, etc
Menuiserie métallique, charpentes moyennes ou légères, tôlerie, travaux d'entretien, etc.

TYPE D'ENROBAGE Rutile faiblement cellulosique semi-épals.

NORMALISATION

* Remplace NFA 81-309 * Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 43 2 R 12	E 380 RC 11	E 43 2/2 R 12	E 6013	E 43 22 R (C) 3	E 43 22 R 12

NATURE DU COURANT Courant alternatif U₀ ≥ 45 V
Courant continu polarité: ■ à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes, y compris descendante en "automatique manuelle" en angle.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur dépôt ISO Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

Valeurs types			ANALYSE CHIMIQUE	
			%	Valeurs types
Re	MPa	440	C	0.07
Rm	MPa	520	Si	0.45
A 5d	%	26	Mn	0.6
strict. Z	%	60	S	0.012
KV à 0 °C	J	80	P	0.019
KV à -10 °C	J	50		
Dureté	HB	160		

AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

S.N.C.F. - B.V. - A.B.S. - CONTROLAS - D.N.V.

IDENTIFICATION Marquage de l'enrobage : SAFER G48N-6013

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR: A 33 - A34 - E 24 (1,2,3) - E 28 (2,3) - E 30 (2,3) - A 37 CP - A A2 CP ■ DIN: St 33.1 - St 37.2 St 37.3 - St 44 (2,3) HI - HII ■ UNE: A 310.0 - A 360 (B,C) - A 430 (B,C) - A 37 RCI - A 42 RCI ■ ASTM: A 283 (B,C,D) - A 442 (55,60) ■ UNI: Fe 33 - Fe 37 (B,C) - Fe 44 (B,C) - Fe 360 1 KW - Fe 360 1 KG ■ JIS: 1 SS 34 ■ BS: 40 B - 40 C - 43 B - 43 C - 360.161 - 400.161 - 430.161 ■ MNC: 13 00 00 - 13 12 00 - 13 12 01 - 14 12 00 - 13 30 01 - 14 30 01

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER G 48 N	
						Référence	Quantité par étui
1.6	300	7.1	30	4.5	4.0	1080-0021	220
2	350	11.3	55	9.5	6.9	1080-0014	355
2.5	350	16.8	70	11.5	10.7	1080-0015	250
3.15	350	26.9	110	15.4	16.4	1080-0016	155
4	350	43.0	160	21.8	27.1	1080-0017	100
5	450	89.3	200	27.0	51.1	1080-0018	65
6.3	450	144.3	290	49.9	90.3	1080-0013	40
3.15	450	35.0	110	15.4	22.1	1080-0019	155
4	450	55.4	160	21.8	36.2	1080-0020	100

Electrodes à enrobage rutile ou cellulosique pour le soudage des aciers non alliés

SAFER GTi

2106

SAF



CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

La maniabilité : c'est une électrode réellement toutes positions (y compris verticale descendante en angle); elle est en particulier très performante pour le soudage de tubes en position. C'est une électrode appréciée des bons soudeurs professionnels.

La propreté : les utilisateurs de cette électrode apprécient la faible quantité de fumée émise.

Les caractéristiques mécaniques du métal déposé : vous constaterez des résiliences hors du commun pour une rutile.

La productivité : le taux de dépôt exprimé en g/min. est particulièrement élevé pour une rutile toutes positions.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode adaptée aux soudeurs professionnels pour tous travaux, en particulier en position et sur chantier.

NORMALISATION

* Remplace NFA 81-309

* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 43 3 R 12	E 380 RC 11	E 43 3/3 R 12	E 6013	E 43 33 RR (C) 5	E 43 33 R 12

NATURE DU COURANT Courant alternatif Uo ≥ 45 V
Courant continu polarité : ■ à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes, y compris descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

CARACTERISTIQUES MECANIKES			ANALYSE CHIMIQUE	
Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.			Sur dépôt ISO 6847.	
		Valeurs types	%	Valeurs types
Re	MPa	450	C	0.07
Rm	MPa	500	Si	0.3
A 5 d	%	28	Mn	0.5
strict. Z	%	68	S	0.012
KV à -20°C	J	60	P	0.018
KV à -30°C	J	47		

AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

B.V. - A.B.S. - D.N.V. - CONTROLAS - T.Û.V. - G.D.F. - L.R.S. - D.B.

IDENTIFICATION Marquage de l'enrobage : SAFER GTi-6013

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : A33 - A34 -2 - E24 (2.3.4) - E28 (2.3.4) - A 37 (CP.AP.FP) ■ DIN : ST 33.1 UST 37.2 - ST 37.3 - ST 44 (2.3) HI -HII - A ST 35 - A ST 41 ■ UNE : A 310.0 - A 360 B - A 360 C - A 360 D - A 430 B - A 430 C - A 430 D - 40 B - 40 C - 40 D - 43 B - 43 C - 43 D ■ ASTM : A 283 gr C ou D - A 284 gr D - A 285 gr C - A 414 gr C - A 414 gr D - A 442 gr 55 - A 442 gr 60 - A 515 gr 55 - A 515 gr 60 - A 516 gr 55 + A 20 - A 570 gr 33 - A 570 gr 40 - A 573 gr 58 - A 573 gr 70 - A 662 gr A ■ UNI : Fe 320 - Fe 330 B - Fe 360 B - Fe 360 C - Fe 360 D - Fe 360 1 KW - Fe 360 1 KG - Fe 360 2 KW - Fe 410 1 KW - Fe 410 1 KG - Fe 410 2 KG - Fe 410 2 KW - Fe 430 B - Fe 430 C et D ■ JIS : classe 1 SS 34. ISGV 42 .1 SPV 24 . SLA 2A - SLA 2B ■ BS : gr 360 - 161 - 360.164 - 400.161 - 400.164 - 400.224 - 40 B - 40 C - 40 D - 43 B - 43 C - 43 D ■ MNC : 13 00 00 - 13 12 00 - 13 30 01 - 13 30 31 - 14 12 00 - 14 14 00 - 14 14 01 - 14 30 01 - 14 32 01 ■ GOST : st 0 -st 2 kp - st 2 ps - st 2 sp - st 3 kp - st 3 ps - st 3 sp.

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER GTi	
						Référence	Quantité par étui
2	300	10.1	55	9.30	6.50	1080-0002	360
2.5	350	18.1	70	11.95	10.35	1080-0003	230
3.2	350	30.8	110	17.05	18.20	1080-0004	150
4	350	45.5	160	23.60	26.35	1080-0005	100
5	450	90.5	200	27.25	54.00	1080-0006	60
3.2	450	39.6	110	17.05	24.30	1080-0008	150
4	450	57.8	160	23.60	35.15	1080-0009	100

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / RUTILE OU CELLULOSIQUE POUR LE SOUDAGE DES ACIERS NON ALLIÉS

Electrodes à enrobage basique pour assemblages de très haute sécurité des aciers non alliés

SAFER N 48

2401

SAF



CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Bonnes propriétés d'emploi.
Faible tension d'amorçage en courant alternatif.
Grande résistance à la fissuration à chaud.
Bonne compacité.
Hydrogène diffusible du métal fondu : < 7 ml/100 g (ISO 3690) après conditions optimales d'étuvage 1h30 à 300 °C-350 °C.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Electrode d'emploi général pour tous travaux sur aciers de charge de rupture inférieure à 550 MPa.

TYPE D'ENROBAGE

Basique semi-épais.

NORMALISATION

* Remplace NFA 81-309

* Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	NF (A 81-309)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*	BS (639)*
E 51 4 B 24 (H)	E 424 B 12 H10	E 51 43 B 24 H	E 7016	E 51 43 B 10	E 51 33 B 24 (H)

NATURE DU COURANT

Courant alternatif : U₀ ≥ 65 V
Courant continu polarité : ■ à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes, sauf descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

CARACTERISTIQUES MECANIKES			ANALYSE CHIMIQUE	
Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.			Sur dépôt ISO 6847.	
		Valeurs types	%	Valeurs types
Re	MPa	460	C	0.07
Rm	MPa	550	Si	0.6
A 5 d	%	28	Mn	1.1
strict. Z	%	70	S	0.010
KV à -20 °C	J	90	P	0.018
KV à -30 °C	J	80		
Dureté	HB	170		

AGREMENTS / HOMOLOGATIONS (Voir pages 1400 et suivantes)

B.V. - A.B.S. - L.R.S. - CONTROLAS - S.N.C.F. - D.N.V. - T.Ü.V.

IDENTIFICATION

Teinte de repérage (extrémité) : JAUNE
Marquage de l'enrobage : SAFER N 48-7016

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : A33 - A34 - E24 - E 28 - E 30 - A 50 - toutes qualités - A 37 (CP,AP,FP) - A 42(CP,AP,FP) - A 48(CP,AP) - A 52(CP,AP) - E 355 R - A 510(CP,AP) - A 530(CP,AP) - A 550 (CP AP) ■ DIN : ST 33-37-44-52 - toutes qualités-st 50.2 - st E 36-HI - HI- HIV - 17 Mn 4- Ast 35 - 41-45-52 - ft st 41 ■ UNE : A 310.D - A 360 (B.C.D) - A 430 (B.C.D) - A 510 (B.C.D) - A 490 - AE 355 KG - A 37-42- 47 -52-qualité RCI et RAll- A 37 RBll- A 42 RBll ■ ASTM : A 283 - A284- A 440- A 441- A 570- A 572 Gr 50- A 573- A 588 -A 709 Gr50,A 285- A 299- A 414- A 442- A 515- A 516 ■ UNI : Fe 33 - 34 B - 37 - 44 - 52- toutes qualités- Fe 50 - Fe E 355 - Fe 360 - 410 - 460 - 510 - toutes qualités ■ JIS : 2 SB 42 - 3 SB 46 - 4 SB 49 - 1 SGV 42 - 2 SGV 46 - 3 SGV 49- SPV 24 - 2 SPV 32 - 3 SPV 35-1 ASLA 2 A - 1 BSLA 2B ■ MNC : 14 32 01 - 21 01 00 -21 03 01 - 21 06 01 -21 34 01 - 21 33 01 - 21 32 01- 14 14 01 ■ BS : 40 (B.C.D) - 43 (B.C.D) - 50 (B.C.D) - 360.161 - 400.161 - 360.164 - 400.164 - 430.161 - 460.223 - 490.223 - 400.224 .

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	Taux de dépôt (g/min.)	Poids déposé par électrode (g)	SAFER N 48	
						Référence	Quantité par étui
2.5	350	18.8	90	12	11	1080-0422	205
3.2	450	45.5	115	21	28	1080-0450	115
4	450	62.4	150	26	39	1080-0424	80
5	450	98.0	190	44	65	1080-0425	50
3.2	350	34.6	115	19	21	1080-0400	115
4.0	350	48.3	190	26	31	1080-0401	80

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / BASIQUE POUR ASSEMBLAGES DE TRÈS HAUTE SÉCURITÉ DES ACIERS NON ALLIÉS

2402

Electrodes à enrobage basique pour assemblages de très haute sécurité des aciers non alliés **SAFER N 49**



ÉLECTRODES DE SOUDAGE / BASIQUE POUR ASSEMBLAGES DE TRÈS HAUTE SÉCURITÉ DES ACIERS NON ALLIÉS

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Très bonnes propriétés d'emploi (assimilable à une électrode rutile), particulièrement pour le soudage en position. Cette électrode a une faible tension d'amorçage. Le laitier se détache facilement. Conditions optimales d'étuvage 1h30 à 300 °C-350 °C.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Électrode d'emploi général pour tous travaux sur aciers de charge de rupture inférieure à 550 MPa.

TYPE D'ENROBAGE Basique semi-épais.

NORMALISATION * Remplace NFA 81-309 * Remplacé par EN 499

ISO (2560)	NF (EN 499)*	AWS (A 5.1)	DIN (1913)*
E51 4 B 26 (H)	E 380 B 12H10	E 7016	E51 43B R 10

NATURE DU COURANT Courant alternatif : U_o ≥ 65 V
Courant continu polarité : ■ à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes positions y compris verticale descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIKES

Sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

		Valeurs types	ANALYSE CHIMIQUE	
			Sur dépôt ISO 6847.	
			%	Valeurs types
Re	MPa	440	C	0.05
Rm	MPa	540	Si	0.6
A 5 d	%	26	Mn	1.1
strict. Z	%	60	S	0.018
KV à -20 °C	J	80	P	0.020

IDENTIFICATION E 7016

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ **AFNOR** : A33 - A34 - E24 - E 28 - E 30 - E 36 - A 50 - toutes qualités - A 37 (CP,AP,FP) - A 42 (CP,AP,FP) - A 48 (CP,AP) - A 52 (CP,AP) - E 355 R-A 510 (CP,AP) - A 530 (CP,AP) - A 550 (CP,AP). ■ **DIN** : ST 33-37-44-52- toutes qualités - st 50.2 - st E 36-HI - HI- HI-17 Mn 4- Ast 35 - 41-52 - tt st 41 ■ **UNE** : A 310.0 - A 360 (B.C.D) - A 430 (B.C.D) - A 510 (B.C.D) - A 490-AE 355 KG - A 37- 42- 47 -52-qualité RCI et RAII- A 37 RBII- A 42 RBII ■ **ASTM** : A 283 - A284- A 440- A 441- A 570- A 572 Gr 50- A 573- A 588- A 709 Gr60, A 285- A 299- A 414- A 442- A 515- A 516. ■ **UNI** : Fe 33 -34 B - 37 - 44 - 52- toutes qualités- Fe 50 - Fe E 355 -Fe 360,410-460-510- toutes qualités. ■ **JIS** : 2 SB 42 - 3 SB 46 - 4 SB 49 - 1 SGV 42 - 2 SGV 46 - 3 SGV 49 - ISPV 24 - 2 SPV 32 - 3 SPV 36- 1 ASLA 2 A - 1 BSLA 2B. ■ **MNC** : 14 32 01 - 21 01 00 -21 03 01 - 21 06 01 -21 34 01 - 21 33 01 -21 32 01- 14 14 01. ■ **BS** : 40(B.C.D) - 43(B.C.D)- 50(B.C.D)- 360.161 - 400.161 - 360.164 -400.164. 430.161 - 460.223 - 490.223 - 400.224 .

PRESENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Intensité moyenne (A)	SAFER N 49	
				Référence	Quantité par étui
2.5	350	20.2	75	1080-0754	200
3.2	350	33.6	105	1080-0755	115
4	350	45.5	140	1080-0756	75
3.2	450	43.6	105	1080-0757	115
4	450	66.0	140	1080-0758	70
5	450	92.9	180	1080-0763	50

Electrodes pour le soudage des aciers fortement alliés (aciers austénitiques au nickel) **SAFINOX B 011**

2784

SAF



CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

Conditions optimales d'étuvage: 1 h 30 à 300 °C - 350 °C.
Conservation des électrodes au sec en paquet clos.
Très grande résistance à la fissuration à chaud du métal déposé.
Excellentes caractéristiques de résilience à basse température.

CONDITIONS OPERATOIRES :

Tenir un arc court.
Pour un travail de qualité, il est conseillé de meuler les cratères en fin de cordon.

APPLICATIONS PRINCIPALES :

Soudage des aciers austénitiques au nickel.
Soudage des aciers au chrome, molybdène entre eux sans traitement thermique.
Cette électrode peut être utilisée pour le soudage de matériaux dissemblables notamment lorsqu'il est exigé une grande résistance au fluage à haute température.
Ce produit peut également être utilisé dans toutes les applications cryogéniques.

TYPE D'ENROBAGE basique.

NORMALISATION

NF (A 81-347)	AWS (A 5.11)	WNR	DIN (1736)
EF 20 70 Ni Cr Mn Fe B 20 BH	E Ni Cr Fe 3	2.4807	EL-Ni Cr 15 Fe Mn

NATURE DU COURANT Courant continu : polarité: ■ à l'électrode

POSITION DE SOUDAGE

Toutes positions sauf verticale descendante.



CARACTERISTIQUES MECANIQUES

En brut de soudage sur moule AFNOR NF EN 1597-1.

Valeurs types			ANALYSE CHIMIQUE	
			%	Valeurs types
Re	MPa	400	C	0.04
Rm	MPa	680	Si	0.5
A 5 d	%	40	Mn	8.5
KV + 20 °C	J	85	S	0.012
KV - 196 °C	J	70	P	0.010
			Ni	67
			Cr	14
			Nb + Ta	1.7
			Fe	7.5

IDENTIFICATION Marquage de l'enrobage : Ni Cr Fe 3

PRINCIPALES NUANCES D'ACIERS

■ AFNOR : 9 Ni - Z 8 N 9 ■ DIN : X 8 Ni 9 ■ ASTM : A 353 - A 553 ■ UNI : X 10 Ni 9 ■ DIVERS : NICRAL C, D, H - MANAURITE 12, 20, 36 X, 800, 900 - 9 D 6 - INCONEL - MONEL - INCOLOY - HASTELLOY - Alliage réfractaires non ferreux - Aciers réfractaires à haute teneur en Cr et Ni.

PRÉSENTATION / CONDITIONNEMENT / REFERENCES

Diamètre (mm)	Longueur (mm)	Poids moyen au 1000 (kg)	Taux de dépôt (g/min)	Intensité moyenne (A)	SAFINOX B 011	
					Référence	Quantité par étui
2.5	225	13.7	13.5	60	1081-1326	95
3.2	300	31.6	23.0	90	1081-1329	125
4.0	350	54	28.7	120	1081-1328	85

ÉLECTRODES DE SOUDAGE / POUR ACIERS FORT. ALLIÉS, INOX, RÉFRACT., DE BLINDAGE, AU MANGANÈSE, SPÉCIAUX

Composition chimique du S355

EN 10025:1990+A1:1993

Tableau 3 : Composition chimique de l'analyse sur produit sur la base du tableau 2 ¹⁾

Désignation		Type de désoxydation	Sous-groupe ⁴⁾	C en % max pour une épaisseur nominale de produit (mm)			Mn % max	Si % max	P % max	S % max	N % max ^{2) 3)}
Selon EN 10027-1 et ECISS IC 10	Selon EN 10027-2			≤ 16	> 16 ≤ 40	> 40 ⁵⁾					
S185 ⁶⁾	1.0035	au choix	BS	—	—	—	—	—	—	—	
S235JR ⁶⁾	1.0037	au choix	BS	0,21	0,25	—	1,50	—	0,055	0,055	0,011
S235JRG1 ⁶⁾	1.0036	FU	BS	0,21	0,25	—	1,50	—	0,055	0,055	0,009
S235JRG2	1.0038	FN	BS	0,19	0,19	0,23	1,50	—	0,055	0,055	0,011
S235J0	1.0114	FN	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,050	0,050	0,011
S235J2G3	1.0116	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,045	0,045	—
S235J2G4	1.0117	FF	QS	0,19	0,19	0,19	1,50	—	0,045	0,045	—
S275JR	1.0044	FN	BS	0,24	0,24	0,25	1,60	—	0,055	0,055	0,011
S275J0	1.0143	FN	QS	0,21	0,21	0,21 ⁷⁾	1,60	—	0,050	0,050	0,011
S275J2G3	1.0144	FF	QS	0,21	0,21	0,21 ⁷⁾	1,60	—	0,045	0,045	—
S275J2G4	1.0145	FF	QS	0,21	0,21	0,21 ⁷⁾	1,60	—	0,045	0,045	—
S355JR	1.0045	FN	BS	0,27	0,27	0,27	1,70	0,60	0,055	0,055	0,011
S355J0 ⁸⁾	1.0553	FN	QS	0,23	0,23 ⁹⁾	0,24	1,70	0,60	0,050	0,050	0,011
S355J2G3 ⁸⁾	1.0570	FF	QS	0,23	0,23 ⁹⁾	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355J2G4 ⁸⁾	1.0577	FF	QS	0,23	0,23 ⁹⁾	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355K2G3 ⁸⁾	1.0595	FF	QS	0,23	0,23 ⁹⁾	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
S355K2G4 ⁸⁾	1.0596	FF	QS	0,23	0,23 ⁹⁾	0,24	1,70	0,60	0,045	0,045	—
E295	1.0050	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
E335	1.0060	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011
E360	1.0070	FN	BS	—	—	—	—	—	0,055	0,055	0,011

1) Voir 7.3.

2) Un dépassement des valeurs spécifiées est admis à condition que pour chaque augmentation de 0,001 % de N la teneur maximale en P soit réduite de 0,005 % ; la teneur en N sur coulée ne doit cependant pas dépasser 0,014 %.

3) La valeur maximale exigée pour l'azote ne s'applique pas lorsque la composition chimique présente une teneur minimale en Al total de 0,020 % ou lorsque d'autres éléments fixant l'azote sont présents en quantités suffisantes. Les éléments fixant l'azote doivent être mentionnés dans le document de contrôle.

4) BS = acier de base ; QS = acier de qualité.

5) Pour les profilés et laminés marchands d'épaisseur nominale > 100 mm : teneur en C selon accord.

Option 25.

6) Disponibles uniquement en épaisseurs nominales ≤ 25 mm.

7) Pour épaisseur nominale > 150 mm : C = 0,23 % max.

8) Voir 7.3.3.2 et 7.3.3.3.

9) Pour les épaisseurs nominales > 30 mm et pour les nuances aptes au profilage à froid sur galets (voir 7.5.3.2) : C = 0,24 % max.

Carbone équivalent et températures de préchauffage

Notions de métallurgie carbone équivalent et températures de préchauffage

1624

SAF



SOUDABILITÉ des ACIERS NON ALLIÉS et/ou FAIBLEMENT ALLIÉS

La soudabilité métallurgique d'un acier peut être relativement quantifiée par le calcul du « Carbone Équivalent » qui conduit à la détermination d'une température de préchauffage de cet acier.

Cette disposition permet de limiter les risques lors du soudage d'aciers non alliés ou faiblement alliés. Toutefois la littérature technique propose un certain nombre de formules différentes plus ou moins équivalentes (selon les auteurs) que nous rappelons ci-dessous.

• FORMULE de DARDEN et O'NEIL

- Carbone équivalent chimiquement C_e

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + V}{5} + \frac{Mo}{4} + \frac{Ni}{15} + \frac{Cu}{13}$$

- Température de préchauffage : T_p

$C_e < 0.45$ T_p : à discrétion

$0.45 < C_e < 0.6$ T_p : de 100 à 200° C

$C_e > 0.6$ T_p : de 200 à 370° C

• FORMULE DE SEFERIAN

Cette formule consiste à calculer la température de préchauffage T_p qui est une fonction du carbone équivalent total C :

$$T_p = 350 \sqrt{C - 0,25}$$

• Le carbone équivalent total C est la somme du carbone équivalent chimique C_c et du carbone équivalent épaisseur C_e

$$C = C_c + C_e$$

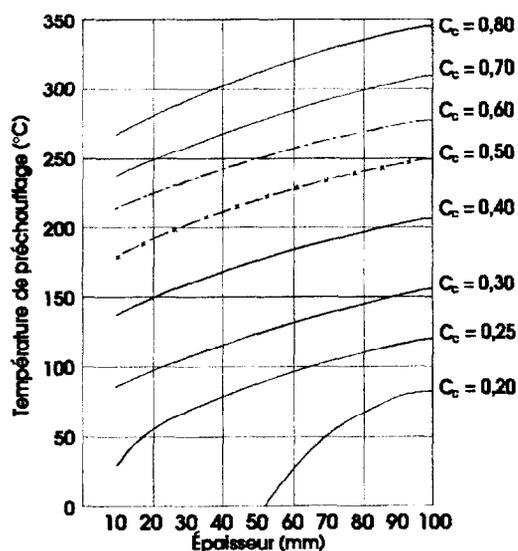
- le carbone équivalent chimique C_c se calcule de la manière suivante :

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

- et le carbone équivalent épaisseur C_e s'obtient à l'aide de la formule :

$$C_e = 0,005 \times \text{épaisseur (mm)} \times C_c$$

Les différentes valeurs de température de préchauffage en fonction de l'épaisseur des tôles à souder et du carbone équivalent chimique C_c sont présentées dans le graphe ci-contre.



C_e : équivalent carbone compensé

• Formule selon IIS doc. IX 646-69

$$C_e = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr + Mo + V}{5} + \frac{Cu + Ni}{15}$$

$C_e C = C_e + 0.0254 e$ e : épaisseur de la pièce en cm

Académie : _____ Session : _____

Examen ou Concours : _____ Série* : _____

Spécialité/option* : _____ Repère de l'épreuve : _____

Épreuve/sous-épreuve : _____

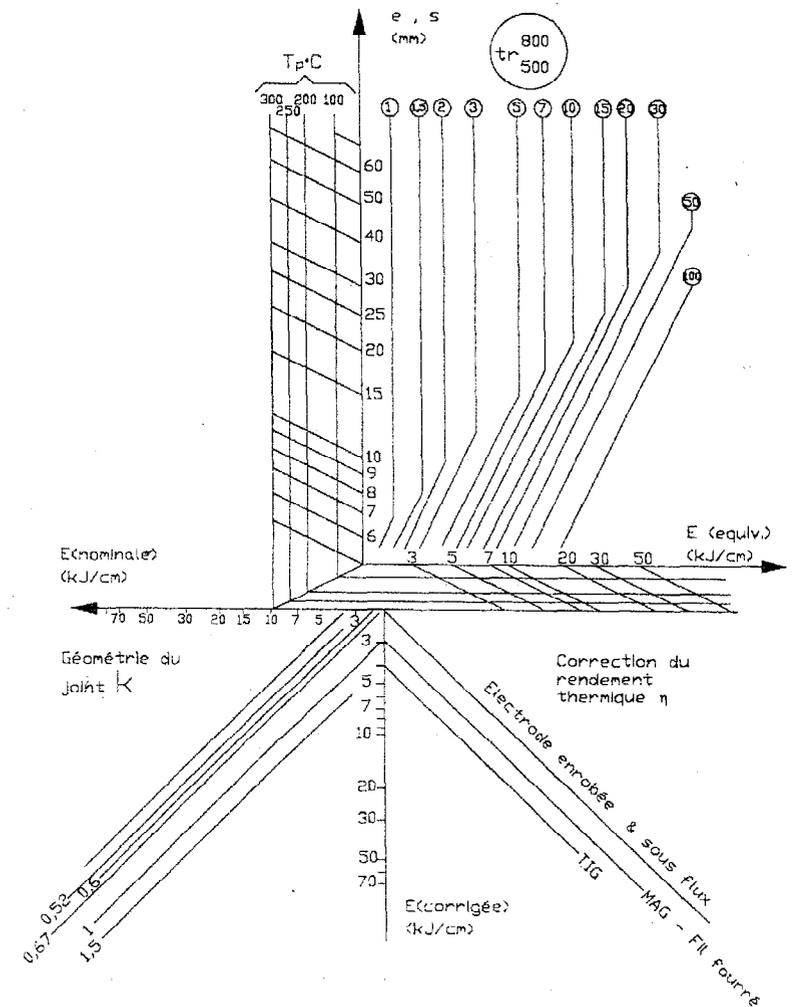
NOM : _____ N° du candidat : _____

Prénoms : _____

Né(e) le : _____

(le numéro est celui qui figure sur la convocation ou la liste d'appel)

Uniquement s'il s'agit d'un examen.



Géométrie du joint

Soudage sur plat et en angle

		Soudage sur plat k=1				
a/s	k	0	0,25	0,5	0,75	1
		1	0,97	0,89	0,78	0,67

5) Calcul de l'énergie équivalente.

Pour la suite de l'étude on se basera sur les paramètres de soudage de la première passe donnée dans le tableau suivant.

Quantité de métal à déposer → MAD g/cm		3 g/cm	1.9 g/cm	
Étude des conditions de soudage	Ø de l'électrode mm	3.15	5	
	I Intensité A	125	220	
	Vitesse de soudage cm/mn	20	22	
Poids de métal déposé	MD	22	44	
Tableau électrodes	g/mn			
Métal déposé par passe	MD	1.1	2	
	MD/P		VS	
Nombre de passes identiques		1	1	
Métal restant à déposer		1.9	0	
Rep. N° des passes		1iere	2ieme	

E.N. Energie nominale en Kj/cm	E.N. = $60 \times U \times I / 1000 \times V$	U = $0.04 \times I + 20$ mini
--------------------------------	---	-------------------------------

Déterminer l'énergie nominale EN :

On donne $E_{eq} = EN \times \eta \times K$ avec $\eta = 1$ pour l'électrode enrobée.

Déterminer K d'après le document de l'IRSID en considérant :

$a = s/2 : K =$ _____

Déterminer $E_{eq} =$

6) Détermination graphique des temps de refroidissement d'après le document de l'IRSID (à gauche).

Sans préchauffage (à température ambiante de 20°) : $T_{20} =$ _____

En fonction de l'éventuelle température de préchauffage calculée à la question (4) : $T_{\dots} =$ _____

Session :

Académie :

Examen ou Concours

Série* :

Spécialité/option* :

Repère de l'épreuve :

Epreuve/sous-épreuve :

NOM :

(en majuscules, sans «y» à leur, et non d'apostrophe)

Prénoms :

Né(e) le :

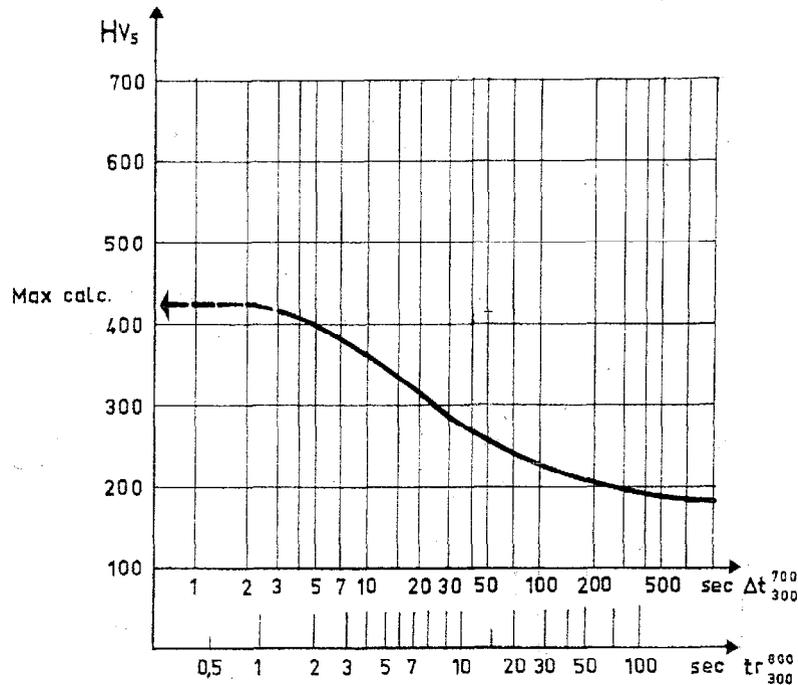
N° du candidat

(le numéro est inscrit au figuré sur le convocation ou la liste d'inscription)

* Uniquement s'il s'agit d'un examen.

ROE5DOS/D

Document à usage uniquement pédagogique



7) Dureté sous cordon d'après la courbe «dureté-paramètre de refroidissement dans les conditions de soudage d'un E36 »ci-joint.

Déterminer graphiquement la dureté maxi de la courbe :

On considère la dureté prévisible sous cordon d'un S 355 J2G3 à 85% de la dureté maxi indiquée par la courbe à gauche.

Déterminer par le calcul la dureté prévisible sous cordon :

En déduire le temps de refroidissement minimum pour ne pas dépasser cette valeur :

8) A l'aide du document de l'IRSID (page 5/13), graphiquement vérifier la température de préchauffage. Tp = °C

9) Analyse et conclusions de l'étude :

Exploitation d'essais

1) Une filiation de dureté faites en laboratoire sur un échantillon réalisé dans les conditions que vous avez déterminées par votre étude donne :

Métal de base	296 HV10
Zone affectée thermiquement	329 HV10
Zone fondue	284 HV10

Conclusion de l'essai :

2) Qu'envisageriez-vous de modifier comme paramètres prévisionnels de soudage sur échantillons avant d'effectuer un nouvel essai de dureté ? Justifier votre choix :