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 consulter tous nos sujets d'annales et corrigés du BTS MN, veuillez visiter :
btsmn.fr/annales-sujets-et-corriges

BTS CONSTRUCTION NAVALE SESSION 2005

DEFINITION DE PROCESSUS

EPREUVE U52
Partie 1

GESTION DE PRODUCTION

Partie d'épreuve notée sur 20 points

Durée conseillée : 2 heures

Ce dossier contient :

Le texte du sujet :	**2 pages**
Les documents réponses :	**3 pages**
Une annexe :	**1 page**

GESTION DE PRODUCTION

Sujet : Fabrication d'un voilier de croisière

Mise en situation

L'étude concerne la planification des tâches et l'analyse des besoins d'un voilier de croisière dans un chantier de construction navale.

L'étude est répartie en 2 étapes :

- étude du réseau Pert (calcul de dates et charges),
- actualisation du projet.

Travail demandé :

LA PRESENTATION SERA PRISE EN COMPTE DANS LA NOTATION

I. Première partie : Etude du réseau PERT

L'étude d'avant projet vous est fournie. Elle comprend un tableau désignant les tâches à réaliser, leurs durées, leurs prédécesseurs ainsi que le nombre d'heures à réaliser (doc. Annexe 1). Vous y trouverez également les dates de début et fin du projet.

Par soucis de simplification, les dates seront omises et remplacées par des numéros de jour ; exemple : 07/01/05 = jour 1, 08/01/05 = jour 2, 09/01/05 = jour 3, ...).

Afin de compléter ce réseau Pert, on vous demande :

1) Sur le document réponse 1 :
   - de calculer les dates de début au plus tôt,
   - de calculer les dates de fin au plus tard,
   - de calculer les marges totales,
   - de calculer les marges libres.

   Utilisez le modèle ci-dessous pour compléter les cases :

20 Trvx ciel ouvert coque	
N°1	Durée : 8 jours
Début plus tôt	Fin plus tard
Marge libre	Marge totale

2) De tracer le gantt au plus tôt avec les liaisons sur le document réponse 2.

3) De tracer l'histogramme de charges au plus tôt sur le document réponse 3.

II. Deuxième partie : Actualisation du projet.

Les 3 questions ci-après sont indépendantes.

1) Aléas de production
Nous devons faire face à un retard de livraison sur des éléments du plafond capitonnés.
La tache correspondante ne pourra commencer qu'à partir du jour N° 15.
Quelles sont les conséquences sur le projet ?
Argumentez votre réponse.

2) Réduction du temps de cycle
Dans la partie I, nous ne disposions que d'une seule équipe pour réaliser les travaux à ciel ouvert. Désormais, le chantier dispose d'une équipe dédiée pour les travaux ciel ouvert de la coque et une autre pour ceux du pont.

Déterminez la nouvelle date de fin au plus tôt du projet.
Argumentez votre réponse.

3) Analyse de l'avancement

Nous allons nous focaliser sur l'équipe chargée de l'accastillage de la coque.
Pour réaliser cette opération le budget alloué est de 160 h.
Cette tache a une durée estimée de 8 jours.
Au bout de 5 jours de travail, l'avancement physique est de 50%. La dépense (temps passé) est de 100 h.

- si l'on continue à réaliser le travail avec le même rendement, quelle sera la dépense finale ? Quelle sera la durée finale de réalisation de la tache ?

- si l'on travaille désormais avec un rendement de 1, quelle sera la dépense finale ?

- à quel rendement faut il travailler à présent pour tenir de budget ?

GESTION DE PRODUCTION
ANNEXE 1
ETUDE D'AVANT PROJET

N°	Désignation tâche	Durée en jours	Charge en heure	Prédécesseurs	Contrainte
1	20 Trvx ciel ouvert coque	8 jours	320 hr		
2	20 Prép. Accastillage Coque	2 jours	20 hr		
3	20 Accastillage coque	8 jours	160 hr	1DD+4 jours;2	
4	30 Prép. accastillage super structure	2 jours	10 hr		
5	40 Prép. Plafonds capitonnés	1 jour	40 hr		
6	30 Accastillage super structure	4 jours	40 hr	4;5	
7	30 Pose super structure	2 jours	20 hr	6	
8	50 Prép. accastillage pont	4 jours	40 hr		
9	50 Accastillage pont	5 jours	50 hr	8FD-3 jours;5	
10	50 Trvx ciel ouvert pont	6 jours	120 hr	1	
11	60 Collage pont	2 jours	10 hr	9;10;7	
12	60 Accastillage après Collage pont	3 jours	30 hr	11	
13	70 Finition	2 jours	10 hr	12;3	
14	80 Contrôle - retouches	3 jours	15 hr	13	
15	90 : livraison	1 jour	0 hr	14	Commence jour N°30

Début du projet jour N°1
Fin du projet jour N°30

BTS CONSTRUCTION NAVALE SESSION 2005

DEFINITION DE PROCESSUS

EPREUVE U52
Partie 2

OPTIMISATION DE PROCEDES

Partie d'épreuve notée sur 20 points

Durée conseillée : 2 heures

Ce dossier contient :

Le texte du sujet :	**6 pages**
Le document réponse :	**1 page**
Les annexes :	**4 pages**

Mise en situation

Le service qualité d'un chantier de construction navale de navires de plaisance doit traiter différents problèmes :

- Eliminer des défauts récurrents de gel coat.
- Travailler sur la modification du procédé de fabrication pour éviter les émissions de COV.
- Trouver le métal d'apport approprié à une soudure hétérogène.

Nota : les études de chaque problème sont indépendantes.

1) Elimination de défauts récurrents de gel coat.

Le gel coat des navires sortis de fabrication du chantier présente des défauts. Pour remédier à ce problème, un groupe de travail a été créé dont les objectifs sont les suivants :

- Rechercher les causes de défauts et les quantifier.
- Régler au mieux les facteurs importants du procédé

1-1) Identification et quantification des causes

Le groupe de travail, regroupant les spécialistes du procédé, a effectué un « brainstorming ». A l'issu de plusieurs réunions, les différentes causes ont été retenues et répertoriées. Puis suite à une inspection de tous les produits sur une année, elles ont été quantifiées dans le tableau suivant :

DEFAUTS	nb	CAUSES	nb	REMEDES OU POINTS A VERIFIER
Bulles d'air	7	Poches d'air dans le stratifié	7	Vérifier les procédures d'ébullage
Frisure Défaut du gel coat ressemblant à de la peau de crocodile :	24			
• En cours d'application du gel coat		Catalyseur pur	6	Rechercher les fuites et éviter les projections éventuelles.
		Solvant, eau	2	Ne pas diluer avec des solvants. Rechercher une éventuelle contamination.
		Gel coat trop fin	11	Appliquer un film de 350 µm minimum.
• Pendant la stratification		Gel coat insuffisamment réticulé	5	Trop ou pas assez de catalyseur. Température trop basse. Temps de gel trop long. Temps avant stratification insuffisant. Humidité ou contamination dans le moule.

DEFAUTS		CAUSES		REMEDES OU POINTS A VERIFIER
Cloquage Apparaissant peu après le démoulage de la pièce, surtout après exposition au soleil Apparaissant une fois la pièce sur le terrain	6	Sous réticulation ou catalyseur inactif Solvant, eau ou huile Poches d'air dans le stratifié Catalyseur peu réactif Solvant, eau ou huile	2 1 0 3 0	Vérifier le % de catalyseur, sa projection, le mélange et les fuites éventuelles. Vérifier les conduites d'air, le matériel et les rouleaux. Vérifier l'ébullage. Vérifier les niveaux de catalyseur et la répartition, l'épaisseur du film. Vérifier les conduites d'air, le matériel et les rouleaux.
Faïençage – craquèlement Craquelures apparaissant seules ou groupées parfois en forme de demi-lune	1	Mauvaise cohésion du film de gel coat	1	Bulles de vapeur ou de liquide incompatible qui passent à travers le gel coat au vieillissement Vérifier le niveau de catalyseur. Rechercher eau, solvant, etc. Attaque chimique. Sollicitations à des températures extrêmes
Cratères Au cours de la projection	1	Particules dans le gel coat Le produit est trop vieux et commence à gélifier Matériel	1 0 0	Poussière dans le pistolet ou le produit Vérifier la rotation de stock. Filtrer. Nettoyer le pistolet. Augmenter l'air d'atomisation.
Craquelures	2	Impact du côté stratifié Epaisseur du film de gel coat trop importante Marque du moule Contrainte due à une flexion	0 1 0 1	Vérifier les procédures de manipulation et de démoulage. Ne pas dépasser 600 µm. Défaut dans le moule Stratifié trop fin. Démoulage trop rapide. Pièce trop adhérente au moule.
Délaminage Par endroit Par grandes zones	4	Contamination Gel coat trop durci Contamination	1 2 1	Rechercher les sources possibles de poussières, solvant, humidité, catalyseur à la surface du gel coat. Cire de démoulage en excès remontant à la surface du gel coat. Vérifier si le niveau de catalyseur n'est pas trop élevé. Gel coat laissé trop longtemps avant stratification Cire de démoulage en excès ou cire dans le gel coat
Piqûres	4	Atomisation insuffisante	4	Débit de gel coat trop fort. Pression d'atomisation insuffisante.

DEFAUTS		CAUSES		REMEDES OU POINTS A VERIFIER
Marquage des fibres	59	Réticulation insuffisante	35	Corriger le niveau excessif ou insuffisant du catalyseur dans le gel coat et/ou le stratifié. Attendre plus longtemps avant de démouler. Ne pas démouler lorsque le stratifié est encore chaud. Vérifier la température.
		Transfert du moule	4	Retoucher le moule.
		Tissus de verre	3	Trop près du gel coat. Il doit y avoir 2 couches de mat ou de fibres coupées entre le gel coat et le tissu.
		Gel coat trop fin	10	Appliquer 450 µm humide.
		Haute exothermie du stratifié	7	Réticuler plus lentement le stratifié. Stratifier par étapes. Utiliser une résine moins exothermique.
Zones tendres et molles par endroit	5	Gel coat inégal	1	Mauvaise répartition
		Catalyseur mal mélangé dans le gel coat et/ou le stratifié	1	Bien mélanger le catalyseur
		Solvant piégé dans le gel coat et/ou le stratifié	1	Pistolet tenu trop près du moule. Vérifier la procédure de nettoyage.
		Rétention d'eau dans le gel coat	1	Vider les conduites et corriger le problème.
		Catalyseur insuffisant	1	Confirmer la bonne concentration de catalyseur.

1-2) <u>Les facteurs importants du procédé</u>

Une fois les causes identifiées, elles ont été regroupées par famille :

FAMILLES DE CAUSES
Poches d'air dans le stratifié
Problèmes de réticulation (liés au catalyseur ou à la température)
Contamination (poussière, eau, solvant...)
Problèmes liés à la projection de gel coat (épaisseur, atomisation...)
Défaut dans le moule
Marquage des tissus
Défauts lors du démoulage
Mauvaise cohésion du gel coat

Travail demandé :

1-21) Sur feuille de copie, répertorier dans un tableau le nombre de causes par famille.

1-22) Tracer le diagramme de Pareto pour mettre en évidence les actions prioritaires à développer. Vous devez faire apparaître toutes les étapes qui vous permettent d'établir le diagramme.

1-23) Conclure.

2) Modification du procédé de fabrication pour éviter les émissions de Composés Organiques Volatils (COV).

D'autre part, le service qualité doit réfléchir à une modification du procédé de fabrication pour éviter les émissions de COV. Le procédé actuel est le moulage au contact en moule ouvert.

A priori le procédé de fabrication adopté serait l'infusion.

Travail demandé :

2-1) Sur feuille de copie, énumérer les modifications en matériel et en consommables à apporter pour répondre à ce nouveau procédé.

2-2) Ces modifications vont contribuer à un surcoût en matériel et en consommables, cependant elles vont aussi apporter un gain d'épaisseur et donc un gain en masse de stratifié. Pour 1 m² de stratifié, calculer la différence d'épaisseur puis de masse entre les deux procédés sachant que :

Le stratifié est composé de 4 couches de mat de grammage g_m = 350 g/m² et de 3 couches de taffetas de grammage g_t = 450 g/m².

La stratification au contact est effectuée au taux massique de 50 %.
La stratification par infusion est effectuée au taux massique de 60 %.

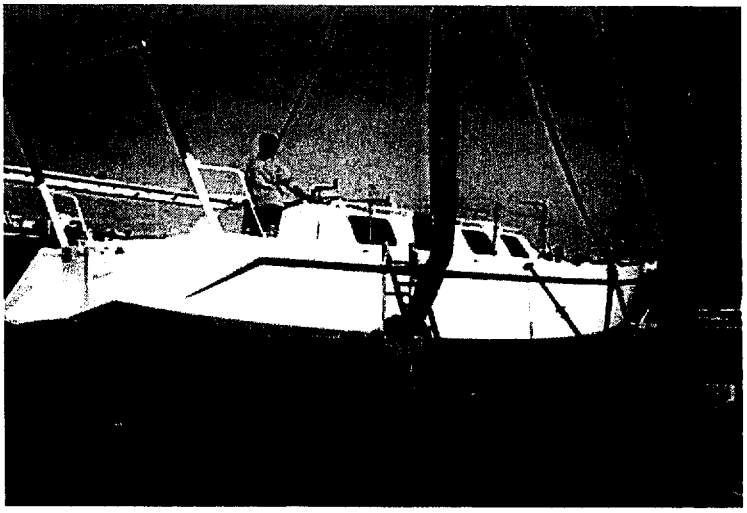
Les masses volumiques des constituants sont :

Pour le verre ρ_{verre} = 2540 kg/m^3
Pour la résine $\rho_{résine}$ = 1260 kg/m^3

- 2-21) Calculer le taux volumique du stratifié pour le contact et pour l'infusion.
- 2-22) Déterminer l'épaisseur d'une couche de mat pour le contact et pour l'infusion
- 2-23) Déterminer l'épaisseur d'une couche de taffetas pour le contact et pour l'infusion
- 2-24) En déduire l'épaisseur totale du stratifié pour le contact et pour l'infusion
- 2-25) En déduire la masse pour 1m² de stratifié pour le contact et pour l'infusion
- 2-26) En déduire la différence pour 1 m² de stratifié.
- 2-27) Conclure sur les avantages et les inconvénients à adopter ce nouveau procédé.

3) Le métal d'apport approprié à une soudure hétérogène

Enfin l'atelier demande au service qualité d'étudier le mode de soudage à utiliser pour l'assemblage d'un portique de mise à l'eau d'une annexe.



Le problème est le suivant : le pont du navire est en acier S355 et le portique est fait de tube en acier inoxydable 316L. Il faut donc procéder à une soudure hétérogène.

Procédé : soudage MIG
Fils disponibles : Nertalic 70A, Nertalic 51, Lexal G22.9.3.N (voir documents annexes).

La composition chimique du 316L (norme iso :X2CrNiMo 17-12-02) est :

Composition chimique (% massique) du barreau de 316L obtenue par spectroscopie d'étincelage

Fe	Cr	Ni	Mo	Mn	Si	Cu	Co	S	P	C	Nb	V	Ti
67,2	17,5	11,6	2,06	0,72	0,33	0,24	0,19	0,023	0,022	0,02	0,011	0,059	0,007

La composition chimique du S355 est :

Composition chimique (% massique) du barreau de S355		
C	Mn	Si
0,2	1,6	0,5

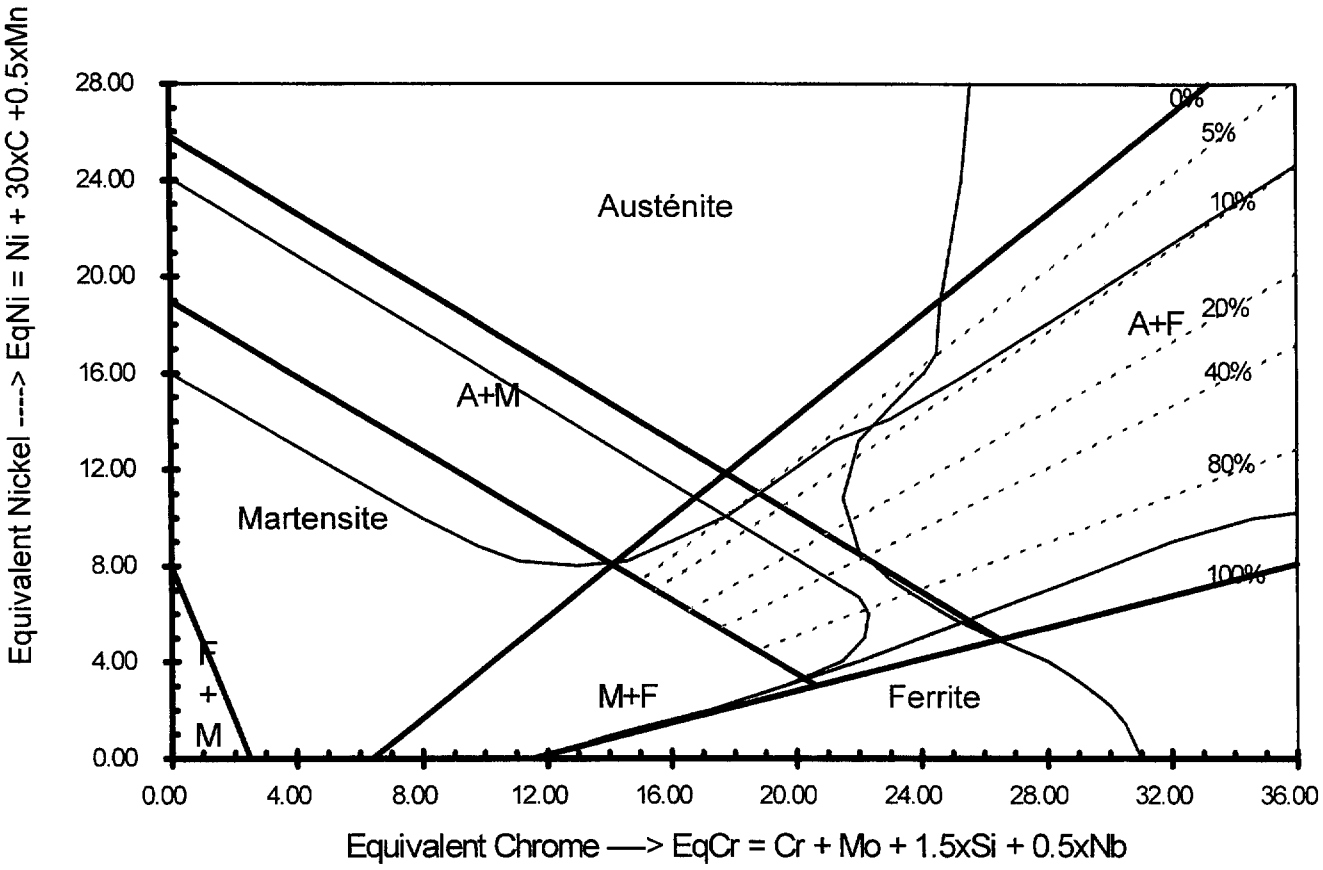
Le taux de dilution du S355 est estimé à 25% et celui du 316L à 35%

Travail demandé :

A l'aide du diagramme de SCHAEFFLER (doc. réponse 1/1), trouver la nuance de fil à utiliser pour cette soudure. Pour chaque nuance de métal d'apport, vous utiliserez différentes couleurs sur le diagramme.

Préciser, pour chaque fil, les risques métallurgiques encourus.

Académie :	Session :
Examen ou concours :	Série :
Spécialité/option :	Repère de l'épreuve :
Epreuve/sous épreuve :	
NOM :	
Prénoms :	N° du candidat :
Né(e) le :	

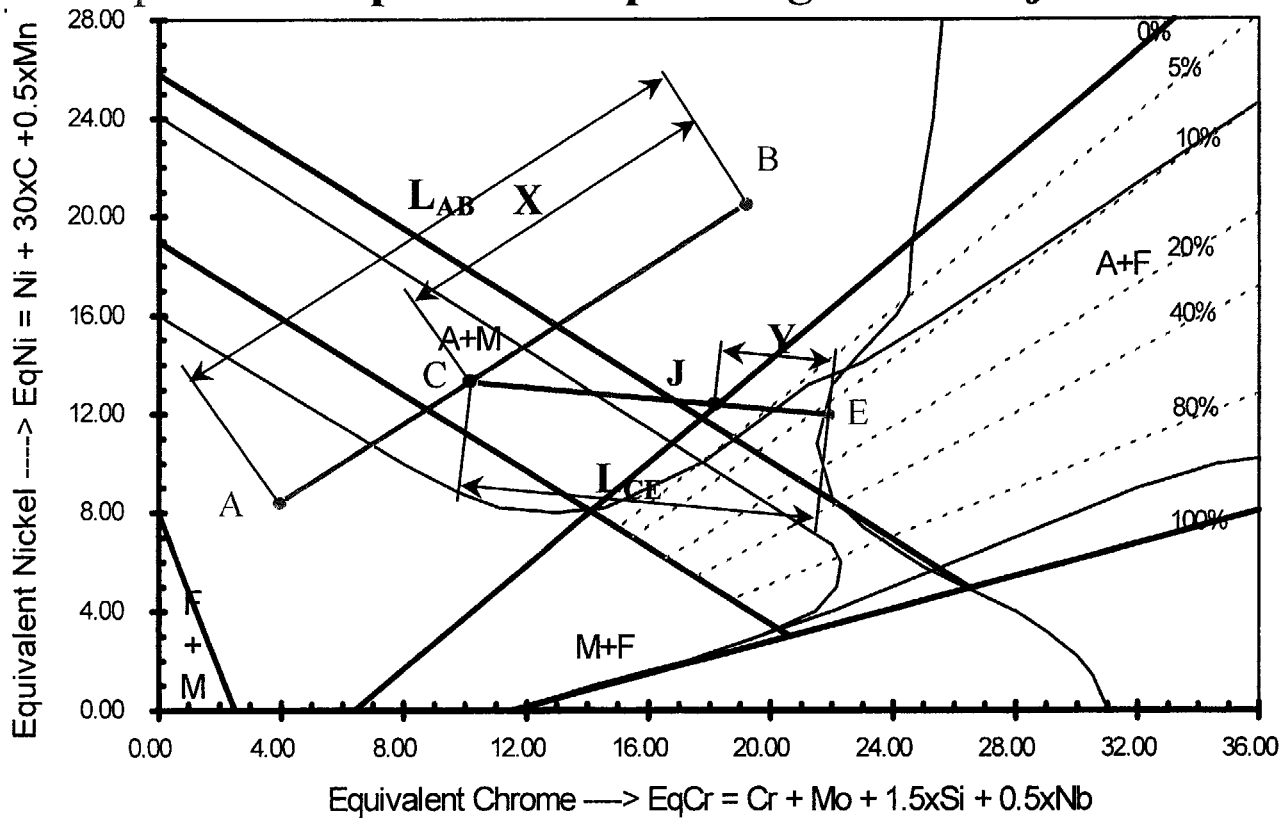


Annexe 1 : Diagramme de Schaeffler

Construction graphique

- 1 - Positionner les points A,B,E suivant leur Eqcr et Eqni,
- 2 - Sur le segment AB, placer le point C à partir de B ,
- 3 - Sur le segment CE, placer le point JS à partir de E ,

le point **JS représente le point figuratif du joint soudé**



Points figuratifs :

A : métal de base A

B : métal de base B

E : métal d'apport

Distances :

$X = [d_{MA}/(d_{MA}+d_{MB})]^* L_{AB}$

$Y = d * L_{CE} /100$

Légende :

d : taux de dilution, $d = d_{MA} + d_{MB}$

d_{MA} : dilution du métal A

d_{MB} : dilution du métal B

NERTALIC 51

SAF

APPLICATIONS PRINCIPALES ET CARACTERISTIQUES PARTICULIERES :

- Permet l'assemblage des aciers à 12 % de Mn.
- Constitue un excellent produit de sous-couche pour rechargement dur.
- Permet la réalisation de soudures mixtes aciers inoxydables-aciers au carbone ou faiblement alliés.
- Soudage des aciers au carbone difficilement soudables.

NORMALISATION EQUIVALENTE* :

** En raison de certaines divergences avec la norme correspondante, la classification proposée n'a pas un caractère absolu.*

Organisme	AFNOR	AWS	DIN	
Repère de norme	A 81-313	A 5.9	8556	Werkst.Nr
Symbolisation	M Z 18 8 Mn	- ER 307 Si	SG X 15 Cr Ni Mn 18.8	1.4370

CARACTERISTIQUES :

Caractéristiques mécaniques (sur métal déposé)

		à + 20 °C
Re	MPa	400
Rm	MPa	630
A 5d	%	37
Z	%	55
dureté	Hv	180
KV	J	80

Caractéristiques physiques

Coefficient de dilatation linéaire entre 20 °C et 1000 °C	17.6 - 10^{-6} m/m °C
Conductibilité thermique	16 W/m °C
Conductibilité électrique à 20 °C	1,4 mΩ/mm²
Densité	7,7
Point de fusion	1460 °C

ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :

C	Si	Mn	Cr	Ni	S	P
0.08	0,8	7	18,5	8,5	< 0,025	< 0,025

AGREMENTS ET HOMOLOGATIONS (voir page 1400 et suivantes) :

T.Ü.V. et A.M.X.

DIAMETRES/CONDITIONNEMENTS/REFERENCES :

Ø (mm)	Bobines BPM 16 kg *(1)*	Fût ENDURO 200 kg
1,0	1090-0239	1090-0244
1,2	1090-0240	1090-0243

(1) Bobinage en spires jointives.

3302

LEXAL G 22.9.3.N

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES ET APPLICATIONS PRINCIPALES :

- Soudage des aciers austéno-ferritiques DUPLEX résistant à la corrosion (type 45N).
- Assemblages de tuyauteries dans le domaine de l'extraction off-shore de gaz de pétrole et l'industrie chimique. Le métal fondu satisfait à l'essai de corrosion G48A de l'ASTM.

NORMALISATION EQUIVALENTE* :

** En raison de certaines divergences avec la norme correspondante, la classification proposée n'a pas un caractère absolu.*

Organisme	AWS	DIN	
Repère de norme	A 5.9	8556	Werkst.Nr
Symbolisation	ER 22.09	SGX2 CrNiMo 23.9.3	1.4462

ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE SUR FIL :

C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	N
0,02	1,6	0,5	22,8	8,5	3	0,2

DIAMÈTRES/RÉFÉRENCES/CONDITIONNEMENTS :

Ø (mm)	bobine de 15 kg
1,0	1090-0263
1,2	1090-0264

NERTALIC 70 A

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES

• Se différencie du NERTALIC 70 S
- par une meilleure fusion sous CO_2
- par un métal déposé plus résistant.

NORMALISATION EQUIVALENTE* :

** En raison de certaines divergences avec la norme correspondante, la classification proposée n'a pas un caractère absolu.*

Organisme	AFNOR (1)	AWS	B.S. (1)	DIN (1)		EN
Repère de norme	NF A 81-311	A 5.18	2901-1	8559	Werkst.Nr	EN 440
Symbolisation	GS 2	- ER 70S6	A 18	SG 2	1.5125	G3 Si 1

(1) remplacé par EN 440

CARACTERISTIQUES MECANIQUES MOYENNES :

Gaz		M 21 (Argon/CO_2)	C1 (CO_2)
Traitement thermique		sans	sans
Rm	MPa	590	580
Re	MPa	500	490
A 5d	%	25	25
Z	%	65	65
KV à - 20 °C	J	90	100

Résultats obtenus sur moule 81-312 et EN 440

ANALYSE CHIMIQUE MOYENNE :

	C	Mn	Si	S	P
Sur fil	0,08	1,4	0,8	0,015	0,015
sur métal déposé avec gaz M21 (Ar/CO_2)	0,06	1,1	0,70	0,015	0,015
sur métal déposé avec gaz C1 (CO_2)	0,06	1,0	0,65	0,015	0,015

AGREMENTS ET HOMOLOGATIONS (voir page 1400 et suivantes) :

Gaz	Organismes						
	A.B.S.	L.R.S.	D.N.V.	T.Ü.V.	D.B.	Controlas	Marine Nationale
M21 (Ar/CO_2)	X	X	X	X	X	X	X
C1 (CO_2)	X	X	-	X	X	-	X

DIAMETRES/CONDITIONNEMENTS/REFERENCES :

Ø mm	Boîtes individuelles sur palette perdue				Touret		Fût ENDURO sur palette	
	Bobine plastique	Bobine écologique						
	BIP 800 kg 50 BPM 16 kg	BIP 800 kg 50 BEM*** 16 kg	BEP 1000 kg 50 BE 20 kg	BEP 900 kg 50 BE 18kg	100 kg	200 kg	Fût 250 kg	Fûts 2X300 kg
	SR*	SJ*	SJ*	SO*	-	-	-	-
0.8	1090-4542	1090-4515	1090-4210 (1)	1090-4517	1090-0675	-	1090-4690	1090-4695 (2)
1.0	1090-4460	1090-4462	1090-4211	1090-4518	1090-0676	-	1090-4686	1090-4696
1.2	1090-4472	1090-4468	1090-4212	1090-4527	1090-0677	1090-0637	1090-4687	1090-4697
1.6	1090-4473	-	-	-	-	-	-	

Adaptateur pour bobine écologique : 1090-4556
Système de dévidage pour fût ENDURO : 1090-4655
**SJ : spires jointives.*
**SR : spires rangées.*
SO : spires ordonnées.
**** BEM : nouvelles bobines métalliques à moyeu - ne nécessite pas d'adaptateur.*

(1) chargé à 16 kg
(2) 4 fûts de 250 kg

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.