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

Épreuve U52 - Définition de processus

Session 2005 • Code sujet : **U52** • Durée : **2 heures conseillées par partie, soit 4 heures au total**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. **Gestion de production - Fabrication d'un voilier de croisière** (6 questions) — **Page 3**
2. **Optimisation de procédés** (12 questions) — **Page 8**
3. **Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ)** (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 14**

Sujet officiel (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2005/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2005 - 2-Sujet.pdf

1. Gestion de production - Fabrication d'un voilier de croisière

Dans un chantier naval, l'étude porte sur la planification des tâches et l'analyse des besoins liés à la fabrication d'un voilier de croisière. Le candidat exploite les durées, charges, antériorités et contraintes fournies pour établir le réseau PERT, tracer des représentations de planification et actualiser le projet.

Étude du réseau PERT

Question 1). À partir de l'étude d'avant-projet, compléter le document réponse 1 en calculant les dates de début au plus tôt, les dates de fin au plus tard, les marges totales et les marges libres des tâches.

Les jours sont comptés inclusivement. Les contraintes donnent notamment un début de tâche 3 au jour 5 et un début de tâche 9 au jour 2. En retour, la livraison est fixée au jour 30 et la tâche 14 doit finir au plus tard au jour 29. Les marges totales mesurent l'écart entre débuts au plus tard et au plus tôt ; les marges libres ne décalent aucun successeur.

N°	Tâche	Début au plus tôt	Fin au plus tard	Marge totale	Marge libre
1	Ciel ouvert coque	1	13	5	0
2	Préparation accastillage coque	1	16	14	2
3	Accastillage coque	5	24	12	7
4	Préparation accastillage superstructure	1	13	11	0
5	Préparation plafonds	1	13	12	0
6	Accastillage superstructure	3	17	11	0
7	Pose superstructure	7	19	11	6
8	Préparation accastillage pont	1	17	13	1
9	Accastillage pont	2	19	13	8
10	Ciel ouvert pont	9	19	5	0
11	Collage pont	15	21	5	0
12	Accastillage après collage	17	24	5	0
13	Finition	20	26	5	0
14	Contrôle-retouches	22	29	5	5
15	Livraison	30	30	0	0

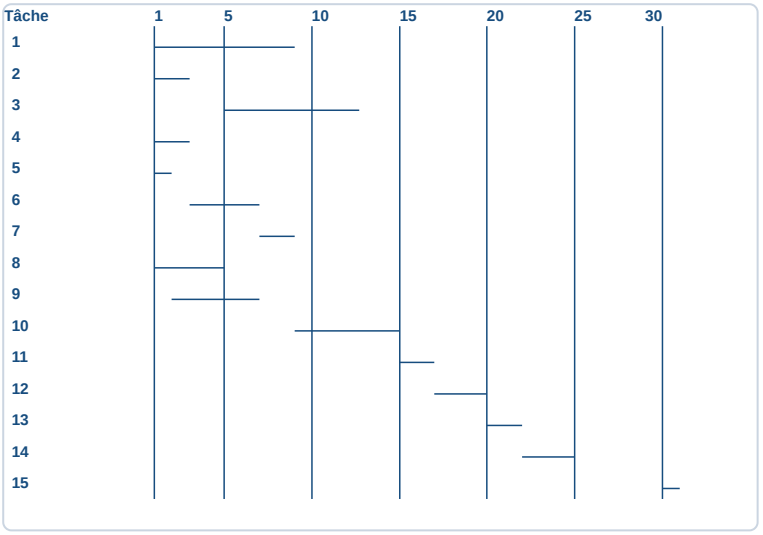
La chaîne de contrôle est 1-10-11-12-13-14 ; elle conserve 5 jours de marge avant la livraison imposée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Livraison au jour 30. Marges et dates au plus tard : voir tableau.

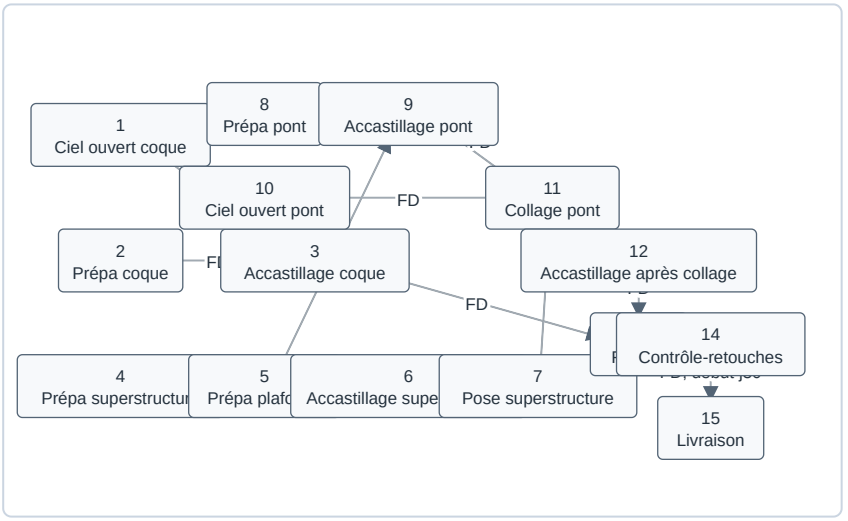
Question 2). Tracer le diagramme de Gantt au plus tôt, avec les liaisons entre les tâches, sur le document réponse 2.

Le Gantt indique les périodes au plus tôt, jours de début et de fin inclus. Les liaisons du réseau sont reportées dans le schéma, avec les décalages indiqués dans l'annexe. La tâche 10 commence après la tâche 1 dans l'organisation initiale ; la tâche 9 commence trois jours avant la fin prévue de la tâche 8, sous réserve de la tâche 5. La tâche 15 est fixée au jour 30.

Gantt au plus tôt, jours inclusifs



Liaisons entre tâches



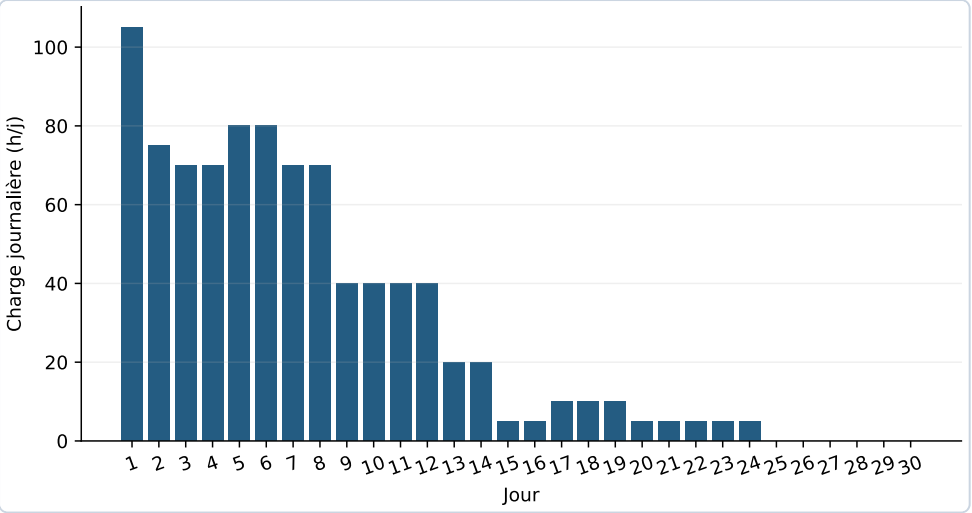
FD : fin-début ; DD : début-début.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le Gantt et ses liaisons sont tracés ci-dessous.

Question 3). Tracer l'histogramme des charges au plus tôt sur le document réponse 3 à partir des données de l'annexe 1.

La charge journalière de chaque tâche est répartie uniformément sur sa durée : charge totale divisée par nombre de jours. Le diagramme donne la somme des charges des tâches simultanées, jour par jour. La tâche 10 représente 120 h, soit 20 h/jour pendant 6 jours. Les jours 25 à 30 ne comportent pas de charge productive.



✓ RÉPONSE À RETENIR

Pic : 105 h au jour 1. Charge totale : 885 h.

Actualisation du projet - Aléas de production

Question 1). En raison d'un retard de livraison des éléments du plafond capitonné, la tâche correspondante ne peut commencer qu'au jour 15. Déterminer les conséquences de cet aléa sur le projet et argumenter la réponse.

La tâche 5 est déplacée au jour 15. Elle finit ce jour-là ; la tâche 6 peut alors se dérouler du jour 16 au jour 19, puis la tâche 7 du jour 20 au jour 21. La tâche 7 devient la contrainte dominante pour le collage du pont, qui commence au jour 22. La chaîne suivante finit au jour 31, ce qui repousse la livraison au jour 32 au lieu du jour 30.

Conséquence du retard des plafonds

15	Début tâche 5
16	Début tâche 6
20	Début tâche 7
22	Début tâche 11
29	Début tâche 14
32	Début livraison

Dates au plus tôt après report de la tâche 5 au jour 15.

✓ RÉPONSE À RETENIR

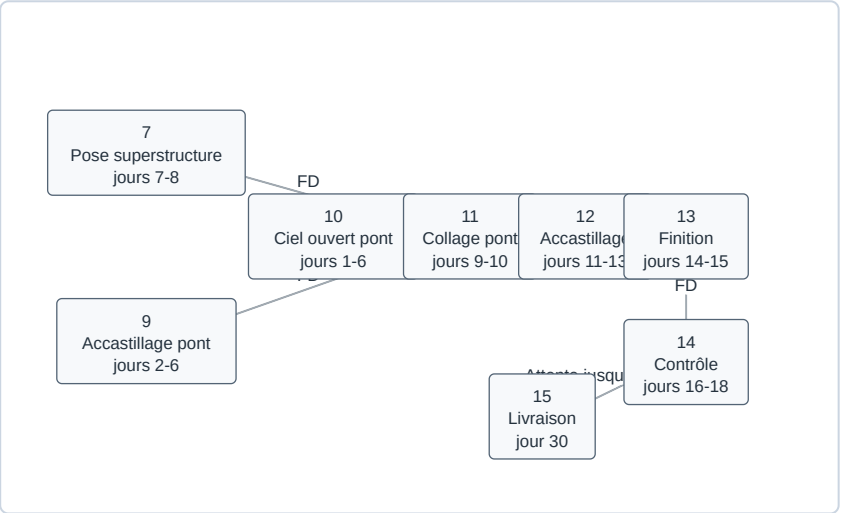
Livraison au jour 32, soit un retard de 2 jours.

Actualisation du projet - Réduction du temps de cycle

Question 2). En considérant qu'une équipe dédiée réalise les travaux à ciel ouvert de la coque et une autre ceux du pont, déterminer la nouvelle date de fin au plus tôt du projet et argumenter la réponse.

Avec une équipe réservée au pont, la tâche 10 n'attend plus la fin de la tâche 1 : elle peut commencer au jour 1 et finit au jour 6. La tâche 11 attend encore la fin des tâches 7, 9 et 10 ; la tâche 7 finit au jour 8, donc le collage commence au jour 9. Les tâches 12, 13 et 14 finissent ensuite au jour 18. La date imposée au jour 30 reste donc la date de fin du projet.

Chemin après séparation des équipes



La contrainte de ressource entre les tâches 1 et 10 est supprimée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Fin au plus tôt du projet : jour 30, imposé par la contrainte de livraison.

Actualisation du projet - Analyse de l'avancement

Question 3). Pour l'accastillage de la coque, le budget est de 160 h et la durée estimée de 8 jours. Après 5 jours, l'avancement physique est de 50 % et le temps passé de 100 h. Déterminer la dépense finale et la durée finale si le rendement reste identique, la dépense finale si le rendement devient égal à 1, puis le rendement à atteindre pour respecter le budget.

Le travail réalisé vaut 50 % du budget de 160 h, soit 80 h de travail valorisé. Le rendement observé est donc 80/100 = 0,8. À rendement constant, le coût final est 160/0,8 et la durée totale est 5/0,50 jours. Avec un rendement futur de 1, les 80 h de travail restantes coûteront 80 h. Pour respecter le budget, les 80 h restantes doivent être produites avec les 60 h encore disponibles.

Prévision d’avancement et de dépense

Scénario	Calcul	Résultat
Rendement observé maintenu	160 / 0,8	200 h ; 10 jours
Rendement futur égal à 1	100 + 80	180 h
Respect du budget	80 / (160 - 100)	1,33

Rendement : travail valorisé divisé par temps dépensé.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement constant : 200 h et 10 jours. Rendement futur de 1 : 180 h au total. Rendement requis pour respecter le budget : 1,33.

2. Optimisation de procédés

Le service qualité d'un chantier naval traite trois problèmes indépendants : les défauts récurrents de gel coat, le passage du moulage au contact à l'infusion pour limiter les émissions de COV et le soudage hétérogène d'un acier S355 avec un inox 316L. Les supports comprennent des tableaux de causes, des données de stratification, des fiches de fils et le diagramme de Schaeffler.

Défauts de gel coat

Question 1-21). À partir des causes recensées et des familles proposées, répertorier dans un tableau le nombre de causes par famille.

Les effectifs des causes sont regroupés selon les huit familles du sujet. Les causes chiffrées à zéro sont conservées dans le relevé, mais n'augmentent pas les totaux. Le tableau donne les sommes par famille, puis le total général, qui servira aussi de base au diagramme de Pareto.

Famille	Nombre de causes
Poches d'air dans le stratifié	7
Problèmes de réticulation	62
Contamination	8
Projection du gel coat	27
Défaut dans le moule	4
Marquage des tissus	3
Défauts lors du démoulage	1
Mauvaise cohésion du gel coat	1
Total	**113**

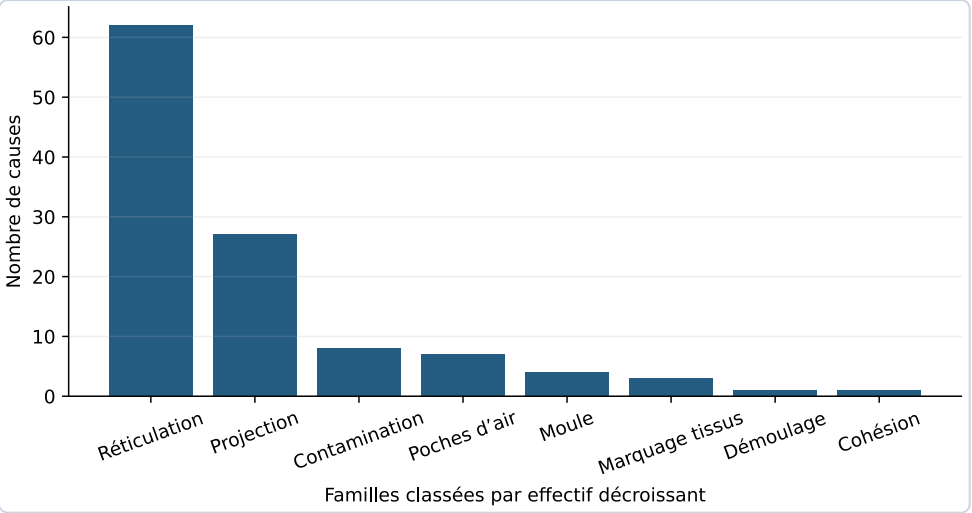
✓ RÉPONSE À RETENIR

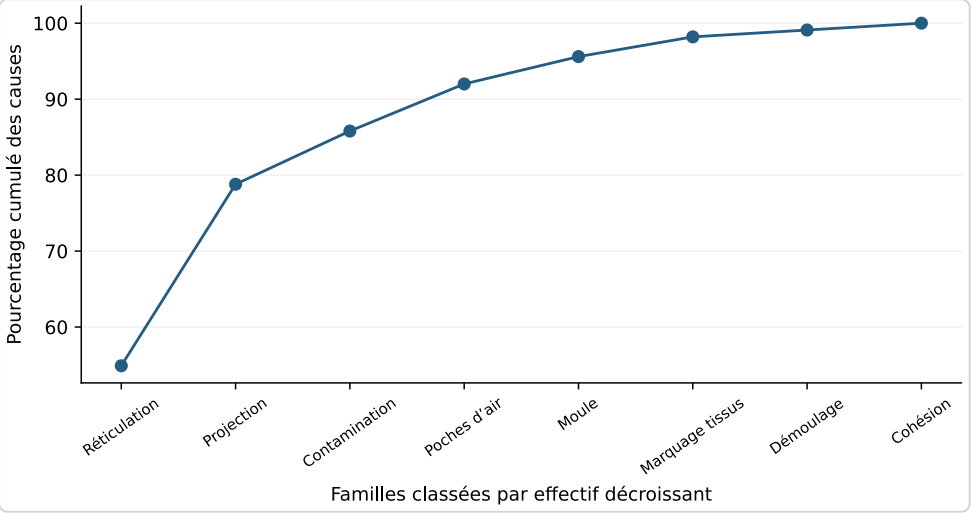
Réticulation : 62 ; projection : 27 ; contamination : 8 ; air : 7 ; moule : 4 ; tissus : 3 ; démoulage : 1 ; cohésion : 1. Total : 113 causes.

Question 1-22). Tracer le diagramme de Pareto pour mettre en évidence les actions prioritaires à développer et faire apparaître toutes les étapes nécessaires à son établissement.

Classer les familles par effectif décroissant, puis diviser chaque effectif par le total de 113 et multiplier par 100. Additionner ensuite les pourcentages successifs pour obtenir le cumul. Le diagramme associe les barres d'effectifs à la courbe cumulative. Les effectifs, parts et cumuls ci-dessous donnent les valeurs à reporter pour établir le Pareto.

Famille	Effectif	Part	Cumul
Réticulation	62	54,9 %	54,9 %
Projection	27	23,9 %	78,8 %
Contamination	8	7,1 %	85,8 %
Poches d’air	7	6,2 %	92,0 %
Défaut dans le moule	4	3,5 %	95,6 %
Marquage des tissus	3	2,7 %	98,2 %
Démoulage	1	0,9 %	99,1 %
Mauvaise cohésion	1	0,9 %	100,0 %





✓ RÉPONSE À RETENIR

Réticulation et projection : 78,8 % des causes. En ajoutant la contamination : 85,8 %.

Question 1-23). Conclure à partir du diagramme de Pareto.

Les deux premières familles totalisent 89 causes sur 113, soit près de quatre cinquièmes des défauts recensés. Les actions prioritaires concernent donc la réticulation et la projection du gel coat. Il faut d'abord maîtriser le catalyseur, son mélange, la température et les délais, puis contrôler l'épaisseur et l'atomisation. La contamination constitue la priorité suivante.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Priorité à la réticulation et à la projection : 78,8 % des causes recensées.

Modification du procédé - Infusion

Question 2-1). Énumérer les modifications à apporter au matériel et aux consommables pour remplacer le moulage au contact en moule ouvert par le procédé d'infusion.

L'infusion remplace l'application manuelle en moule ouvert par une imprégnation sous vide, sous bâche étanche. Il faut équiper l'atelier pour créer le vide, alimenter le stratifié en résine et maîtriser la circulation de celle-ci.

- **Matériel :** pompe à vide, vacuomètre, piège à résine, réservoir, tuyaux et raccords d'alimentation et de vide.
- **Consommables :** bâche à vide, ruban d'étanchéité, tissu d'arrachage et réseaux de drainage et de distribution de résine.
- Contrôler l'étanchéité avant l'injection.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Ajouter la pompe et le circuit sous vide, le piège à résine, la bâche, le ruban et les consommables de drainage et d'alimentation.

Modification du procédé - Calculs de stratification

Question 2-21). Pour le moulage au contact et pour l'infusion, calculer le taux volumique du stratifié à partir des taux massiques et des masses volumiques fournis.

Le taux massique donné correspond à la fraction massique de verre : 50 % au contact et 60 % en infusion. Le taux volumique de verre se calcule avec les volumes massiques du verre et de la résine, en utilisant leurs masses volumiques respectives de 2540 et 1260 kg/m³.

$V_v = \frac{w_v/\rho_v}{w_v/\rho_v + (1-w_v)/\rho_r}$.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Taux volumique de verre : contact 33,16 % ; infusion 42,66 %.

Question 2-22). Déterminer l'épaisseur d'une couche de mat pour le moulage au contact et pour l'infusion.

Pour une couche de mat, on divise le volume de verre par mètre carré par le taux volumique de verre du procédé. Le grammage est de 350 g/m², soit 0,350 kg/m². On utilise les taux volumiques calculés à la question précédente, sans arrondir les valeurs intermédiaires.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur d'une couche de mat : contact 0,416 mm ; infusion 0,323 mm.

Question 2-23). Déterminer l'épaisseur d'une couche de taffetas pour le moulage au contact et pour l'infusion.

Le taffetas contient le même matériau de renfort que le mat, mais son grammage est de 450 g/m², soit 0,450 kg/m². Son épaisseur s'obtient en divisant le volume de verre par mètre carré par le taux volumique correspondant au procédé. Chaque résultat concerne une couche.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur d'une couche de taffetas : contact 0,534 mm ; infusion 0,415 mm.

Question 2-24). En déduire l'épaisseur totale du stratifié pour le moulage au contact et pour l'infusion.

Le stratifié est constitué de quatre couches de mat et de trois couches de taffetas. Son épaisseur totale est la somme des épaisseurs de ces sept couches, calculée séparément pour le contact et l'infusion. Les résultats ci-dessous sont établis à partir des épaisseurs non arrondies obtenues aux deux questions précédentes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Épaisseur totale : contact 3,266 mm ; infusion 2,538 mm.

Question 2-25). En déduire la masse de 1 m² de stratifié pour le moulage au contact et pour l'infusion.

La masse de verre par mètre carré est la somme des masses des quatre mats et des trois taffetas. La masse totale de stratifié se déduit de cette masse de verre en la divisant par sa fraction massique dans le stratifié : 50 % au contact et 60 % en infusion. Le calcul est effectué pour chaque procédé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Masse de 1 m² : contact 5,50 kg ; infusion 4,58 kg.

Modification du procédé - Comparaison

Question 2-26). Déduire, pour 1 m² de stratifié, les différences d'épaisseur et de masse entre les deux procédés.

Pour chaque grandeur, le gain apporté par l'infusion est la valeur au contact moins la valeur en infusion. Les deux différences sont positives : à surface égale, l'infusion produit un stratifié à la fois moins épais et moins lourd. Les écarts sont calculés à partir des valeurs non arrondies des questions précédentes.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Gain avec l'infusion : 0,728 mm d'épaisseur et 0,917 kg/m² de masse.

Question 2-27). Conclure sur les avantages et les inconvénients liés à l'adoption du procédé d'infusion.

En circuit fermé, l'infusion réduit les émissions de COV et la quantité de résine nécessaire. Les calculs montrent aussi une diminution de la masse et de l'épaisseur du stratifié. En contrepartie, le procédé exige des équipements et des consommables supplémentaires, une préparation soignée et une bonne maîtrise de l'étanchéité. Une fuite ou une mauvaise circulation de résine peut provoquer des zones sèches et compromettre la pièce.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avantages : moins de COV, de résine et de masse. Inconvénients : investissement et exigences élevées de préparation et d'étanchéité.

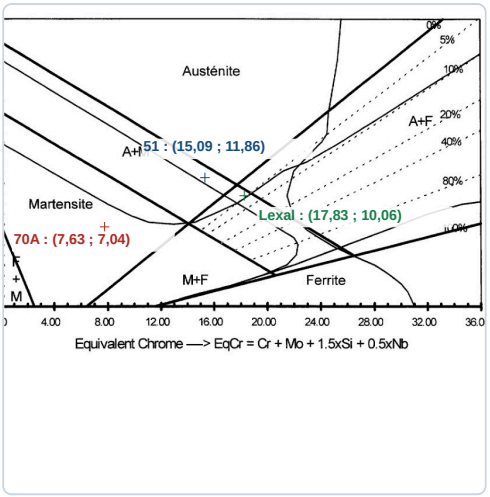
Soudage hétérogène - Choix du métal d'apport

Question 3). Pour le soudage MIG du pont en acier S355 et du portique en tubes d'acier inoxydable 316L, utiliser le diagramme de Schaeffler pour déterminer la nuance de fil à employer parmi les trois fils proposés. Représenter chaque nuance avec une couleur différente et préciser les risques métallurgiques encourus pour chaque fil.

Les équivalents sont calculés avec les compositions chimiques des métaux de base et des fils, puis pondérés par les dilutions données : 25 % de S355, 35 % de 316L et 40 % de métal d'apport. Le point du Nertalic 51 est le plus approprié pour cette soudure mixte. Le 70A conduit à une zone martensitique, à risque de fragilité et de fissuration. Le Lexal, destiné aux aciers duplex, risque de donner une structure et des propriétés inadaptées à cet assemblage.

Fil	EqCr du joint	EqNi du joint	Risque principal
Nertalic 70A	7,63	7,04	Martensite : fragilité et risque de fissuration.
Nertalic 51	15,09	11,86	Structure proche de la zone austénite-martensite : contrôler la structure et la ténacité.
Lexal G 22.9.3.N	17,83	10,06	Risque d'une structure et de propriétés mécaniques inadaptées à l'assemblage S355-316L.

Points figuratifs des trois joints sur le diagramme de Schaeffler



✓ RÉPONSE À RETENIR

Fil recommandé : Nertalic 51. Point figuratif du joint : EqCr 15,09 ; EqNi 11,86.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2005)

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U52 de définition de processus du BTS Construction navale, session 2005, comprend deux parties conseillées à 2 heures chacune et notées sur 20 points. Elle étudie la gestion de production d'un voilier et l'optimisation de procédés. Les compétences évaluées portent sur la planification PERT, l'analyse d'avancement et de Pareto, la stratification par infusion et le choix d'un métal d'apport pour une soudure hétérogène.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En PERT, calculez les dates au plus tôt en avançant dans le réseau et les dates au plus tard en remontant depuis l'échéance.
- La marge totale correspond au retard possible sans reporter la fin du projet ; la marge libre ne décale pas le début au plus tôt d'une tâche suivante.
- Un diagramme de Pareto classe les causes par effectif décroissant et les met en regard de leurs fréquences cumulées.
- Le diagramme de Schaeffler utilise EqCr = Cr + Mo + 1,5 Si + 0,5 Nb et EqNi = Ni + 30 C + 0,5 Mn pour situer le joint soudé.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respectez les numéros de jour et les contraintes de liaison du tableau des tâches, notamment les décalages indiqués.
- Pour le Pareto, comptez les causes dans les familles proposées et utilisez les effectifs des causes, pas ceux des défauts.
- Dans les calculs de stratification, distinguez taux massique et taux volumique et gardez des unités cohérentes.
- Pour Schaeffler, calculez les équivalents, appliquez les taux de dilution et reportez distinctement les trois fils.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer les marges dans un réseau PERT ?

Calculez d'abord les dates au plus tôt en avançant selon les antériorités, puis les dates au plus tard en remontant depuis l'échéance. La marge totale compare les dates de la tâche ; la marge libre tient compte du début au plus tôt de ses successeurs.

Q : Comment construire le diagramme de Pareto demandé ?

Additionnez les effectifs de causes pour chaque famille, classez les familles par ordre décroissant, puis calculez les pourcentages et leur cumul. Tracez les effectifs en colonnes et le cumul en courbe pour faire ressortir les principales priorités.

Q : Combien de temps et de points sont prévus pour l'épreuve ?

Le dossier comporte deux parties, chacune notée sur 20 points et assortie d'une durée conseillée de 2 heures. La première porte sur la gestion de production, la seconde sur l'optimisation de procédés.

Q : Que faut-il justifier pour choisir un fil de soudage ?

Calculez les équivalents chrome et nickel des métaux concernés, puis positionnez les points sur le diagramme de Schaeffler en tenant compte des dilutions indiquées. Le sujet demande de comparer les trois fils et de préciser les risques métallurgiques encourus.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btsmn.fr/assets/annales/bts-mn/E5 - Conduite des systèmes mécatroniques/2005/BTS MN - E5 - Conduite des systèmes mécatroniques - Session 2005 - 2-Sujet.pdf
Ressources BTS Mécatronique Navale : Toutes les annales & corrigés • Fiches de révision complètes • Simulateur de notes d'examen

Copyright © 2027 FormaV®. Tous droits réservés.

FormaV® est une marque déposée auprès de l'INPI sous le numéro 5227897.

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.