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 :
formav.co/explorer

BTS CICN

Épreuve U52 : Gestion de production et optimisation de procédés

Session 2005 • Code sujet : **U52** • Durée : **2 heures conseillées par partie**

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://btscicn.fr/assets/annales/bts-cicn/E5 - Conception et industrialisation/2005/BTS CICN - E5 - Conception et industrialisation - Session 2005 - 2-Sujet.pdf

1. Gestion de production : fabrication d’un voilier de croisière

Un chantier naval planifie les tâches de fabrication d’un voilier à partir de leurs durées, charges, antériorités et contraintes. L’étude porte sur le réseau PERT, les représentations Gantt et des charges, puis sur l’actualisation du projet et l’analyse de l’avancement.

Première partie : Étude du réseau PERT

Question 1. À partir de l’annexe 1, 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. Utiliser les numéros de jour indiqués dans le sujet.

Les fins tardives sont données en dernier jour d’exécution inclus. Les marges totales se calculent à partir des dates de début au plus tard ; les marges libres tiennent compte des décalages de liaison. La tâche 15 est imposée au jour 30. La liaison 1-3 est début-début +4 jours ; la liaison 8-9 est fin-début -3 jours.

Tâche	Début au plus tôt	Fin au plus tard	Marge totale	Marge libre
1	1	13	5	0
2	1	16	14	2
3	5	24	12	7
4	1	13	11	0
5	1	13	12	0
6	3	17	11	0
7	7	19	11	6
8	1	17	13	0
9	2	19	13	8
10	9	19	5	0
11	15	21	5	0
12	17	24	5	0
13	20	26	5	0
14	22	29	5	5
15	30	30	0	0

Les tâches 4 et 5 ont respectivement une fin tardive au jour 13. La tâche 14 peut finir au jour 24 au plus tôt, mais la livraison reste fixée au jour 30.

Dates et marges PERT

Tâche	Début tôt	Fin tard	Marge totale	Marge libre
1	1	13	5	0
2	1	16	14	2
3	5	24	12	7
4	1	13	11	0
5	1	13	12	0
6	3	17	11	0
7	7	19	11	6
8	1	17	13	0
9	2	19	13	8
10	9	19	5	0
11	15	21	5	0
12	17	24	5	0
13	20	26	5	0
14	22	29	5	5
15	30	30	0	0

Dates en numéros de jour ; fins tardives inclusives.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dates au plus tôt, fins au plus tard et marges des tâches 1 à 15 : voir le tableau. Livraison fixée au jour 30.

Question 2. Tracer le diagramme de Gantt au plus tôt et ses liaisons sur le document réponse 2.

Le diagramme place chaque tâche sur ses jours d'exécution au plus tôt, avec une échelle commune du jour 1 au jour 30. Les tâches 1 à 9 se chevauchent selon leurs antériorités ; la tâche 10 commence au jour 9, après la tâche 1.

Les liaisons à reporter sont : 1-3 début-début +4 jours ; 1-10, 2-3, 4-6, 5-6, 5-9, 6-7, 9-11, 10-11, 7-11, 11-12, 12-13, 3-13, 13-14 et 14-15 fin-début ; 8-9 fin-début -3 jours. La tâche 15 reste au jour 30.

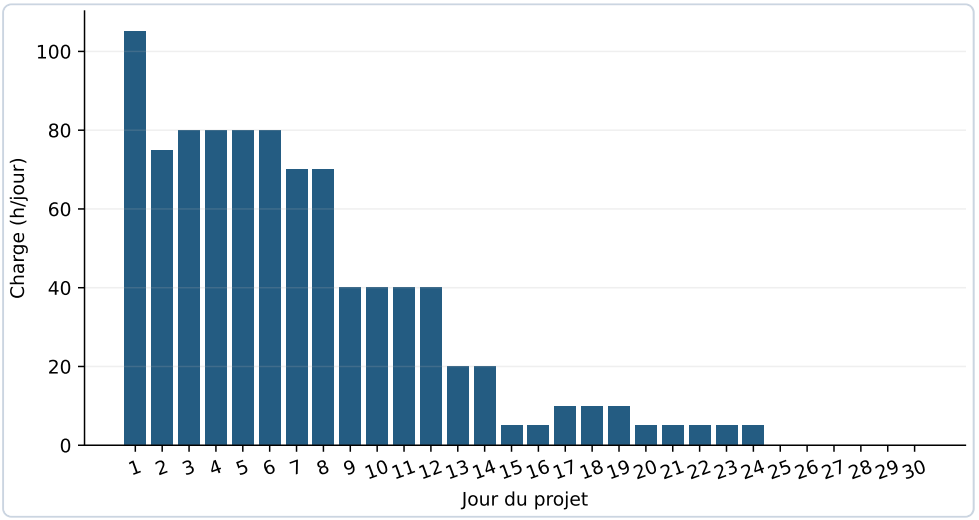


✓ RÉPONSE À RETENIR

Gantt au plus tôt : tâches 1 à 14 planifiées selon leurs durées ; tâche 15 au jour 30.

Question 3. Tracer l'histogramme des charges au plus tôt sur le document réponse 3.

La charge journalière est répartie uniformément sur la durée de chaque tâche : tâche 1, 320/8 = 40 h/jour ; tâche 10, 120/6 = 20 h/jour. En additionnant les charges des tâches actives, on obtient un maximum de 105 h au jour 1. Les jours 25 à 30 sont sans charge planifiée. La somme des charges journalières est de 885 h, égale au total des charges de l'annexe.



✓ RÉPONSE À RETENIR

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

Deuxième partie : Actualisation du projet, aléas de production

Question 1. En raison du retard de livraison des éléments du plafond capitonné, la tâche correspondante ne pourra commencer qu'à partir du jour 15. Déterminer les conséquences sur le projet et argumenter la réponse.

La tâche 5 commence au plus tôt au jour 15 et dure un jour. La tâche 6 suit en fin-début : elle s'exécute du jour 16 au jour 19, puis la tâche 7 du jour 20 au jour 21. La tâche 11 attend alors ces tâches et commence au jour 22. Les tâches 12, 13 et 14 s'enchaînent ensuite aux jours 24, 27 et 29.

La tâche 14 finit au jour 31. La livraison, qui ne peut commencer avant le jour 30 et doit suivre la tâche 14, est donc repoussée au jour 32 : deux jours après la date initiale.

Planning actualisé après retard des plafonds

15	Tâche 5, préparation des plafonds
16-19	Tâche 6, accastillage superstructure
20-21	Tâche 7, pose superstructure
22-23	Tâche 11, collage pont
24-26	Tâche 12, accastillage après collage
27-28	Tâche 13, finition
29-31	Tâche 14, contrôle et retouches
32	Tâche 15, livraison

Jours d'exécution inclusifs ; tâches recalculées au plus tôt.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Livraison au jour 32 au plus tôt : retard de 2 jours par rapport au jour 30.

Deuxième partie : Actualisation du projet, réduction du temps de cycle

Question 2. Le chantier dispose désormais d'une équipe dédiée aux travaux à ciel ouvert de la coque et d'une autre aux travaux à ciel ouvert du pont, au lieu d'une seule équipe. Déterminer la nouvelle date de fin au plus tôt du projet et argumenter la réponse.

La séparation des équipes supprime l'attente de la tâche 10 derrière la tâche 1 : elle peut commencer au jour 1 et finit au jour 6. La tâche 7 finit au jour 8 ; la tâche 9 finit au jour 6. La tâche 11 commence donc au jour 9, puis les tâches 12, 13 et 14 s'exécutent respectivement aux jours 11, 14 et 16.

La tâche 14 finit au jour 18. Pour déterminer la fin au plus tôt, la contrainte de livraison fixée au jour 30 est levée : la tâche 15 suit au jour 19.

Fin au plus tôt avec deux équipes dédiées

1-6	Tâche 10, travaux ciel ouvert pont
7-8	Tâche 7, pose superstructure
9-10	Tâche 11, collage pont
11-13	Tâche 12, accastillage après collage
14-15	Tâche 13, finition
16-18	Tâche 14, contrôle et retouches
19	Tâche 15, livraison au plus tôt

La liaison de ressource entre les tâches 1 et 10 est supprimée ; autres antériorités conservées.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Nouvelle fin au plus tôt : jour 19, soit 11 jours avant le jour 30 initial.

Deuxième partie : 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 de travail, l'avancement physique est de 50 % et la dépense est de 100 h. Si le rendement reste identique, déterminer la dépense finale et la durée finale de la tâche. Si le rendement devient égal à 1, déterminer la dépense finale. Enfin, déterminer le rendement nécessaire pour respecter le budget.

La valeur du travail réalisé est 50 % de 160 h, soit 80 h. Le rendement constaté vaut 80/100 = 0,8. À rendement constant, les 80 h de travail restant demandent 100 h supplémentaires ; la dépense totale est 200 h. Comme 50 % ont été réalisés en 5 jours, la durée totale est 10 jours.

Avec un rendement futur de 1, les 80 h restantes coûtent 80 h. Pour respecter le budget, il reste 60 h disponibles ; le rendement requis sur le travail restant est 80/60 = 1,33.

Bilan de l'accastillage de coque

Hypothèse	Dépense finale	Durée finale ou rendement
Rendement constant	200 h	10 jours
Rendement égal à 1 dès maintenant	180 h	Non demandé
Budget respecté	160 h	Rendement requis : 1,33

Budget : 160 h ; avancement constaté : 50 % après 5 jours.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Rendement constant : 200 h et 10 jours. Rendement futur égal à 1 : 180 h. Rendement requis pour tenir 160 h : 1,33.

2. Optimisation de procédés

Le service qualité d'un chantier naval étudie trois problèmes indépendants : les défauts récurrents de gel coat, le remplacement du moulage au contact par l'infusion pour éviter les émissions de COV, et le choix d'un métal d'apport pour souder un acier S355 à un acier inoxydable 316L. Les supports comprennent des données de causes, de stratification et de composition chimique, ainsi qu'un diagramme de Schaeffler et des fiches de fils de soudage.

Élimination des défauts récurrents de gel coat

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

On regroupe chaque cause dans la famille correspondant à son origine, puis on additionne les effectifs indiqués dans le tableau des défauts. Les effectifs nuls sont conservés dans le classement, mais ne modifient pas les totaux.

Famille de causes	Nombre de causes
Poches d'air dans le stratifié	7
Problèmes de réticulation	49
Contamination	14
Projection du gel coat	27
Défaut dans le moule	0
Marquage des tissus	10
Défauts lors du démoulage	5
Mauvaise cohésion du gel coat	1

Le total est de 113 causes. Les problèmes de réticulation et de projection dominent nettement.

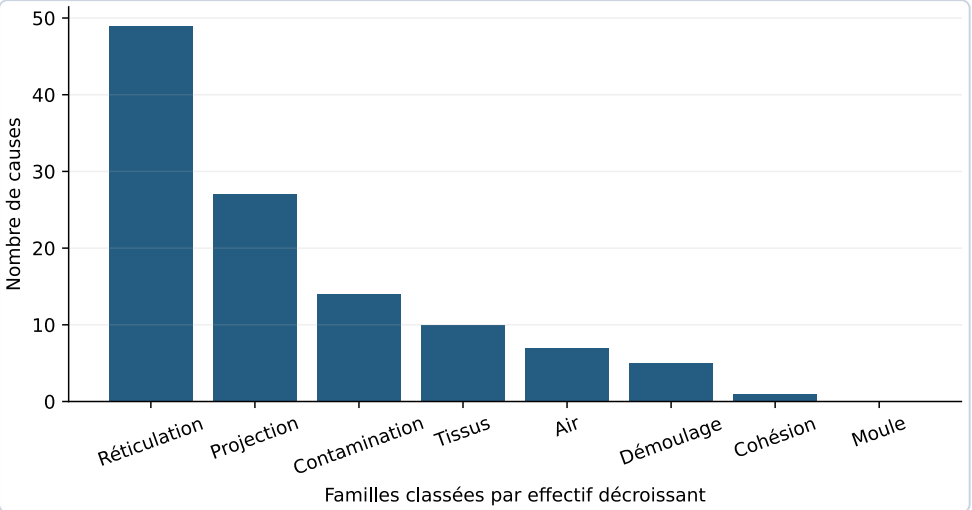
> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Effectifs : air 7, réticulation 49, contamination 14, projection 27, moule 0, marquage 10, démoulage 5, cohésion 1. Total : 113.

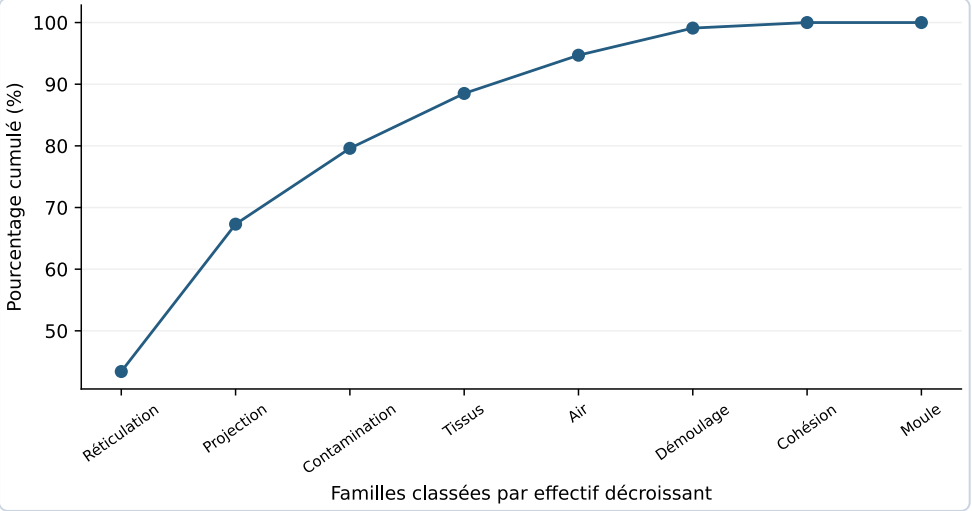
Question 1-22. Tracer le diagramme de Pareto pour mettre en évidence les actions prioritaires à développer. Faire apparaître toutes les étapes nécessaires à l'établissement du diagramme.

Classer les familles par effectif décroissant, calculer les effectifs cumulés, puis diviser chaque cumul par 113. Les priorités se dégagent avant le seuil usuel de 80 %.

Rang	Famille	Effectif	Cumul	Cumul (%)
1	Réticulation	49	49	43,4
2	Projection	27	76	67,3
3	Contamination	14	90	79,6
4	Marquage des tissus	10	100	88,5
5	Poches d'air	7	107	94,7
6	Démoulage	5	112	99,1
7	Cohésion	1	113	100
8	Moule	0	113	100

Le diagramme associe les barres d'effectifs décroissants à la courbe des pourcentages cumulés. Les trois premières familles totalisent 90 causes sur 113, soit 79,6 %.





✓ RÉPONSE À RETENIR

Priorités : réticulation, projection du gel coat et contamination. Ensemble : 90 causes sur 113, soit 79,6 %.

Question 1-23. Conclure à partir de l'analyse des causes et du diagramme de Pareto.

La réticulation est la première cause de défauts, suivie par la projection du gel coat et la contamination. Ces trois familles représentent 90 causes sur 113, soit près de 80 % du total.

Les premières actions portent donc sur le dosage et le mélange du catalyseur, les températures et temps de réticulation, puis sur l'épaisseur et l'atomisation du gel coat ainsi que la prévention des contaminations.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Prioriser la réticulation, la projection du gel coat et la contamination : elles regroupent 79,6 % des causes.

Modification du procédé pour éviter les émissions de COV

Question 2-1. Le procédé actuel est le moulage au contact en moule ouvert et le procédé envisagé est l'infusion. Énumérer les modifications à apporter au matériel et aux consommables pour adopter ce nouveau procédé.

L'infusion remplace le moule ouvert par un ensemble étanche sous vide, dans lequel la résine circule jusqu'aux renforts.

- **Matériel :** pompe à vide, vacuomètre, piège à résine, tuyaux, raccords et lignes d'alimentation en résine.
- **Consommables :** film de bâchage, ruban d'étanchéité, tissu d'arrachage, drain ou treillis de distribution et spirales d'alimentation.
- Utiliser des renforts et une résine compatibles avec l'infusion, ainsi qu'un produit de démoulage adapté.

L'étanchéité de l'ensachage et la maîtrise du cheminement de résine sont essentielles au procédé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Installer le système de vide et d'alimentation en résine, puis adopter les consommables d'ensachage, de distribution et les produits adaptés à l'infusion.

Comparaison du moulage au contact et de l'infusion

Question 2-21. Pour le stratifié composé de 4 couches de mat de 350 g/m² et de 3 couches de taffetas de 450 g/m², calculer le taux volumique du stratifié pour le moulage au contact au taux massique de 50 % et pour l'infusion au taux massique de 60 %, en utilisant les masses volumiques fournies.

Le taux massique de verre vaut 50 % au contact et 60 % en infusion. Pour une masse totale de 1, les taux volumiques de verre sont calculés par le rapport entre le volume de verre et le volume total verre-résine :

$$V_v = \frac{m_v/\rho_v}{m_v/\rho_v + m_r/\rho_r}.$$

Avec $\rho_v = 2540$ kg/m³ et $\rho_r = 1260$ kg/m³, on obtient 33,16 % au contact et 42,66 % en infusion.

✓ 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.

L'épaisseur d'une couche de mat est le volume de verre par mètre carré divisé par le taux volumique de verre. Pour le contact : $e_m = (0,350/2540)/0,331579 = 0,0004156$ m. Pour l'infusion : $e_m = (0,350/2540)/0,426638 = 0,0003230$ m. La réduction s'explique par la plus grande proportion volumique de verre dans le stratifié infusé.

✓ 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.

Pour le taffetas de grammage 450 g/m², l'épaisseur se calcule de la même façon : grammage divisé par la masse volumique du verre, puis par le taux volumique de verre du stratifié. Le résultat est $(0,450/2540)/0,331579 = 0,5343$ mm au contact et $(0,450/2540)/0,426638 = 0,4153$ mm en infusion.

✓ 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 comporte quatre couches de mat et trois couches de taffetas. L'épaisseur totale au contact est $4 \times 0,415573 + 3 \times 0,534308 = 3,265216$ mm. En infusion, elle vaut $4 \times 0,322999 + 3 \times 0,415284 = 2,537697$ mm. La différence entre les procédés est donc de 0,727519 mm.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Épaisseur totale : contact 3,265 mm ; infusion 2,538 mm. Gain d'épaisseur : 0,728 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 $4 \times 350 + 3 \times 450 = 2750$ g, soit 2,75 kg. Le verre représentant 50 % de la masse au contact, la masse totale est $2,75/0,50 = 5,50$ kg. En infusion, avec 60 % de verre, elle est $2,75/0,60 = 4,583$ kg. Ces masses comprennent le verre et la résine, sans les consommables de mise en œuvre.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Masse de 1 m² : contact 5,50 kg ; infusion 4,583 kg.

Question 2-26. En déduire la différence pour 1 m² de stratifié entre les deux procédés.

La différence d'épaisseur, calculée à partir des deux épaisseurs totales, vaut $3,265216 - 2,537697 = 0,727519$ mm. La différence de masse est $5,50 - 4,583333 = 0,916667$ kg/m². La masse de verre reste identique ; le gain provient de la quantité moindre de résine nécessaire en infusion.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Gain en infusion : 0,728 mm d'épaisseur et 0,917 kg/m² de masse.

Question 2-27. Conclure sur les avantages et les inconvénients de l'adoption de l'infusion.

L'infusion limite les émissions de COV en fermant le moule sous bâche. Elle donne un stratifié plus mince et plus léger, avec une proportion de verre plus élevée et une régularité potentiellement meilleure.

En contrepartie, elle demande une pompe à vide, des consommables spécifiques et une préparation rigoureuse. Il faut maîtriser l'étanchéité, le positionnement des drains et le cheminement de la résine.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L'infusion réduit les émissions de COV et la masse du stratifié, mais exige du matériel spécifique et une mise en œuvre étanche maîtrisée.

Choix du métal d'apport pour une soudure hétérogène

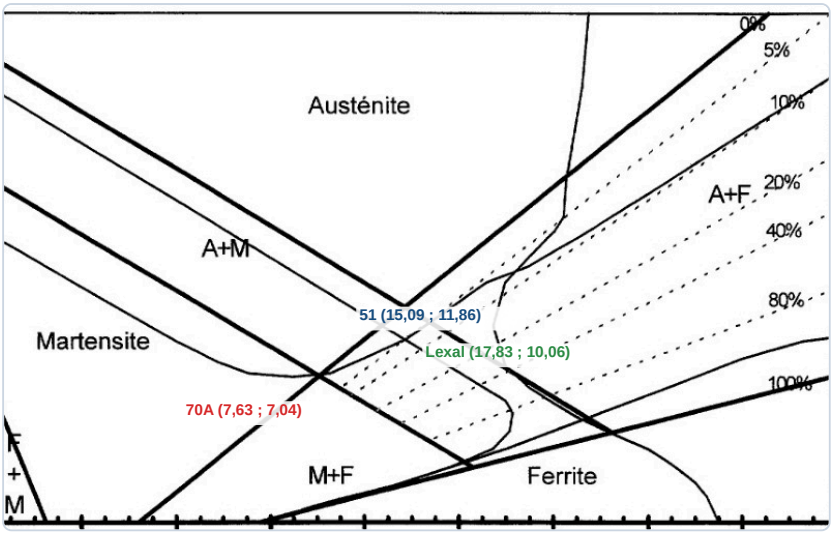
Question 3. Pour le soudage MIG du pont en acier S355 au portique en acier inoxydable 316L, exploiter les compositions chimiques, les taux de dilution et les fiches des fils Nertalic 70A, Nertalic 51 et Lexal G22.9.3.N. Avec le diagramme de Schaeffler, positionner les nuances de métal d'apport en utilisant des couleurs différentes, déterminer le fil à utiliser et préciser les risques métallurgiques encourus pour chaque fil.

Les équivalents du diagramme sont $EqCr = Cr + Mo + 1,5Si + 0,5Nb$ et $EqNi = Ni + 30C + 0,5Mn$. Les points figuratifs du joint, avec les dilutions indiquées, sont : Nertalic 70A (7,63 ; 7,04), Nertalic 51 (15,09 ; 11,86) et Lexal G22.9.3.N (17,83 ; 10,06).

- **Nertalic 70A :** risque de structure martensitique, dure et fragile, avec sensibilité à la fissuration.
- **Nertalic 51 :** métal d'apport adapté à l'assemblage hétérogène, avec structure austénitique et ferrite.
- **Lexal G22.9.3.N :** risque d'excès de ferrite et de fragilisation associée.

Le Nertalic 51 est le choix le plus adapté parmi les fils proposés.

Points figuratifs du joint soudé sur le diagramme de Schaeffler



✓ RÉPONSE À RETENIR

Fil à utiliser : Nertalic 51. Points (EqCr ; EqNi) : 70A (7,63 ; 7,04), 51 (15,09 ; 11,86), Lexal (17,83 ; 10,06).

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

Bilan de l'épreuve : L'épreuve U52 du BTS Construction navale, session 2005, comprend deux parties indépendantes, chacune notée sur 20 points et d'une durée conseillée de 2 heures ; aucun coefficient n'est imprimé. La gestion de production traite la planification d'un voilier par PERT, Gantt et histogramme de charges. L'optimisation de procédés porte sur le Pareto des défauts de gel coat, l'infusion et le choix d'un métal d'apport.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- En PERT, calculer les dates au plus tôt en suivant les antériorités, puis les dates au plus tard en remontant depuis la fin du projet.
- La marge totale correspond à l'écart entre les dates de début au plus tard et au plus tôt ; la marge libre ne retarde pas le début au plus tôt d'une tâche suivante.
- Pour passer d'un taux massique à un taux volumique, calculer les volumes des constituants à partir de leurs masses et masses volumiques.
- Le diagramme de Schaeffler situe le joint soudé selon les équivalents chrome et nickel pour apprécier sa structure et les risques métallurgiques.

Points de vigilance & attentes du jury

- Respecter les prédécesseurs, les décalages et les contraintes de l'annexe avant de calculer les dates du réseau PERT.
- Pour le Pareto, compter les causes par famille, ordonner les effectifs et montrer les étapes du diagramme avant de conclure.
- Distinguer taux massique, taux volumique, grammage, épaisseur et masse pour chaque calcul de stratifié.
- Pour Schaeffler, exploiter les compositions et les taux de dilution indiqués, puis justifier les risques associés à chacun des trois fils.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer les dates au plus tôt et les marges dans un réseau PERT ?

Avancez de tâche en tâche selon les prédécesseurs pour calculer les dates au plus tôt. Calculez ensuite les dates au plus tard en remontant depuis la fin du projet. Comparez ces dates pour déterminer les marges.

Q : Comment passer du taux massique au taux volumique du stratifié ?

Déterminez les masses de verre et de résine à partir du taux massique. Divisez chaque masse par sa masse volumique pour obtenir les volumes, puis rapportez le volume de chaque constituant au volume total.

Q : Quelle durée prévoir pour les deux parties de l'épreuve ?

Le sujet indique une durée conseillée de 2 heures pour chacune des deux parties, notées séparément sur 20 points. Prévoyez du temps pour les calculs, les tracés demandés et les justifications.

Q : Que faut-il montrer pour justifier le choix d'un fil de soudage ?

Présentez les équivalents chrome et nickel, positionnez les métaux de base et chaque fil, puis construisez le point figuratif du joint avec les taux de dilution fournis. Précisez les risques métallurgiques pour chaque fil.

Sujet officiel associé (PDF) : https://btscicn.fr/assets/annales/bts-cicn/E5 - Conception et industrialisation/2005/BTS CICN - E5 - Conception et industrialisation - Session 2005 - 2-Sujet.pdf

Ressources BTS Conception et Industrialisation en Construction 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.