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 Bac Pro PC, veuillez visiter :
bacpropc.fr/annales-sujets-et-corriges

Concours général des métiers, spécialité Plastiques et composites

Session 2013 • Code sujet : **IK** • Durée : **4 heures**

Sommaire

Cliquez sur une partie pour y accéder directement

1. Matière (13 questions) — **Page 3**

2. Étude de l'outillage (10 questions) — **Page 8**

3. Mise en œuvre (21 questions) — **Page 12**

4. Opérations de parachèvements (5 questions) — **Page 19**

5. Gestion de production / qualité (10 questions) — **Page 21**

6. Maintenance et sécurité / environnement (5 questions) — **Page 27**

7. Ce qu'il faut retenir & Questions fréquentes (FAQ) (Synthèse & Q&A Examen) — **Page 30**

Sujet officiel (PDF) : https://bacpropc.fr/assets/annales/bac-pro-pc/Épreuve écrite - Concours Général des Métiers (Plastiques et composites)/2013/Bac Pro PC - Épreuve écrite - Concours Général des Métiers (Plastiques et composites) - Session 2013 - 2-Sujet.pdf

1. Matière

Les questions portent sur les polymères, les adjuvants, les essais de caractérisation et le contrôle des couleurs des matières utilisées pour les prises et les goulottes. Elles s'appuient notamment sur des résultats d'essais et des certificats matière fournis en annexe.

Question 1. **Indiquer à quelle famille de polymères appartiennent le PC et l'ABS.**

Le PC et l'ABS appartiennent à la famille des thermoplastiques. Chauffés, ils ramollissent et peuvent être mis en forme ; en refroidissant, ils se solidifient. Ce comportement les distingue des thermodurcissables, qui ne peuvent pas être refondus après leur réticulation. Le PC-ABS reste un alliage de deux thermoplastiques.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> PC : thermoplastique. ABS : thermoplastique.

Question 2. **Donner le nom développé des matières PC et ABS.**

Le nom développé du PC est polycarbonate. ABS désigne l'acrylonitrile-butadiène-styrène : un polymère constitué des unités provenant de ces trois monomères. Ces noms identifient les deux polymères réunis dans l'alliage PC-ABS.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> PC : polycarbonate. ABS : acrylonitrile-butadiène-styrène.

Question 3. **Le PC-ABS étant un alliage, expliquer la différence entre un copolymère et un alliage.**

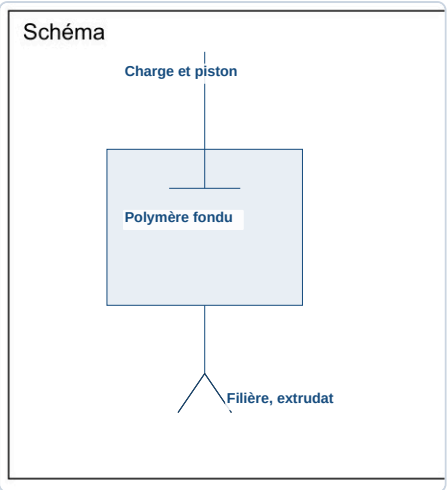
Dans un copolymère, des unités de monomères différents sont liées chimiquement dans les mêmes chaînes macromoléculaires. Dans un alliage, on mélange des polymères distincts ; leurs chaînes ne forment pas nécessairement une chaîne commune. Le PC-ABS est un alliage de polycarbonate et d'ABS.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Copolymère : monomères différents liés dans une même chaîne. Alliage : mélange de polymères distincts.

Question 4. **Expliquer le principe de l'essai MFI servant à mesurer l'indice de fluidité et schématiser l'appareil.**

La matière est chauffée dans un cylindre contenant une filière calibrée. Un piston, chargé d'une masse imposée, pousse la matière fondue à travers la filière. On recueille puis pèse l'extrudat écoulé pendant un temps déterminé, et on rapporte cette masse à 10 minutes. La température et la charge doivent être précisées car elles influencent le résultat.

Schéma de principe d’un appareil MFI



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le MFI mesure la masse de polymère extrudée en 10 minutes sous température et charge imposées.

Question 5. **À partir du compte rendu d’essai MFI de l’annexe A1, effectué sur un lot de PC-ABS Cycoloy, compléter le tableau, calculer l’indice de fluidité de la matière et indiquer si elle est conforme. Justifier la conclusion.**

Pour chaque essai, relever la masse moyenne d’extrudat indiquée par le compte rendu, puis la ramener à 10 minutes : indice = masse recueillie × 10 / durée de coupe. Calculer ensuite la moyenne des quatre indices. La limite d’acceptation est la valeur fournisseur diminuée ou augmentée de 1 g/10 min. Le tableau doit contenir les résultats des quatre essais avant de conclure sur la conformité du lot.

Élément	À reporter ou calculer
Masse moyenne de chaque essai	Masse moyenne relevée au compte rendu A1
Indice de chaque essai	Masse moyenne × 10 / durée de coupe
Indice du lot	Moyenne des quatre indices
Conformité	Comparer à la valeur fournisseur ± 1 g/10 min

✓ RÉPONSE À RETENIR

Indice du lot : moyenne des quatre indices calculés. Conformité : écart à la valeur fournisseur inférieur ou égal à 1 g/10 min.

Question 6. À partir de la fiche d'essai de production de l'annexe A1, expliquer et justifier l'amélioration apportée par la nouvelle matière. Préciser ensuite la différence entre les méthodes des deux fournisseurs pour déterminer l'indice.

La fiche d'essai de production permet d'identifier l'amélioration en comparant les résultats de la nouvelle matière à ceux de la matière précédente : aspect des pièces, remplissage, défauts et conditions de cycle. Pour comparer les indices annoncés par les fournisseurs, vérifier la nature de la mesure et les conditions d'essai. Un indice massique (MFR, en g/10 min) ne se confond pas avec un indice volumique (MVR, en cm^3/10 min) ; température et charge doivent également être identiques.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Amélioration : celle constatée lors de l'essai de production. Vérifier si l'indice est massique ou volumique et comparer les conditions d'essai.

Question 7. À l'aide du certificat de conformité matière Gecomplast, indiquer les pourcentages de PC et d'ABS dans le PC-ABS T95 FR V0.

Reporter séparément les pourcentages de polycarbonate et d'ABS donnés par le certificat de conformité Gecomplast pour le grade T95 FR V0. La composition doit être lue sur ce certificat : le nom du grade ne suffit pas pour déduire les proportions. Vérifier que les deux pourcentages totalisent 100 % si le certificat présente ces deux constituants comme l'ensemble de l'alliage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> PC et ABS : pourcentages indiqués sur le certificat Gecomplast.

Question 8. Indiquer quatre méthodes permettant de mesurer ou de comparer une couleur.

On peut comparer une couleur à l'œil ou la mesurer par un appareil. Pour que le contrôle soit reproductible, garder constants l'éclairage, le fond et les conditions d'observation.

- Comparaison visuelle à l'aide d'un nuancier RAL.
- Comparaison visuelle en cabine à éclairage normalisé.
- Mesure au colorimètre.
- Mesure au spectrophotomètre.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Nuancier RAL, cabine d'éclairage normalisé, colorimètre, spectrophotomètre.

Question 9. **À l'aide des annexes A1 et A3, rechercher la référence RAL et la nuance correspondant aux pièces blanches.**

La présentation du sujet associe le blanc à la référence RAL 9010. La nuance correspondante est le blanc pur. Il faut la distinguer du RAL 7035, indiqué pour le gris clair.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> RAL 9010 : blanc pur.

Question 10. **Parmi les essais Vicat, HDT, dureté Shore, compression, traction et DSC, choisir celui qui se rapproche le plus du test à la bille réalisé sur la goulotte, puis en donner le principe. Tenir compte de la norme NF EN 50085-1.**

Parmi les choix proposés, l'essai le plus proche est le Vicat : il évalue le ramollissement d'un polymère chauffé sous une charge pénétrante. Une aiguille à extrémité plane est appliquée sur l'éprouvette pendant une montée régulière en température. On relève la température lorsque la pénétration atteint la profondeur prescrite. Le test à la bille utilise un pénétrateur différent et son propre critère normalisé.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Essai choisi : Vicat. Il mesure la température de ramollissement sous charge par pénétration d'une aiguille.

Question 11. **Donner le nom développé du PVC.**

Le PVC est le polychlorure de vinyle, polymère obtenu par polymérisation du chlorure de vinyle. C'est la matière indiquée dans la présentation du sujet pour la goulotte extrudée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> PVC : polychlorure de vinyle.

Question 12. **Expliquer le rôle du plastifiant et celui de l'antistatique ajoutés au PVC.**

Le plastifiant augmente la mobilité des chaînes du PVC et le rend plus souple et flexible. L'antistatique limite l'accumulation des charges électrostatiques à la surface en facilitant leur dissipation ; il réduit ainsi l'attraction des poussières et le risque de décharge électrostatique.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Plastifiant : assouplit le PVC. Antistatique : limite l'accumulation des charges électrostatiques.

Question 13. **Citer deux raisons d’ajouter du talc dans un polymère.**

Le talc est une charge minérale qui peut améliorer les propriétés dimensionnelles et mécaniques du polymère. Il augmente notamment la rigidité et limite le retrait au refroidissement. Il peut aussi remplacer une partie de la résine et ainsi réduire le coût de la matière. Deux raisons recevables sont donc l’amélioration de la rigidité et la réduction du retrait.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Augmenter la rigidité et limiter le retrait au refroidissement.

2. Étude de l’outillage

L’étude examine le moule d’injection du plastron Klé@ 45x45, ses tiroirs, leur guidage et le refroidissement. Elle traite aussi du remplacement des colonnes et des bagues de guidage à partir des plans de l’annexe A2.

Question 14. À partir de l’annexe A2, identifier le type de seuil d’injection du moule.

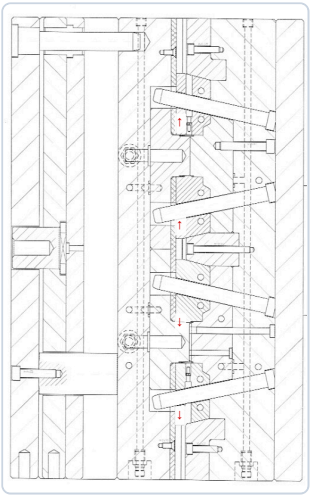
Le schéma d’alimentation montre une arrivée centrale par la carotte, directement vers l’empreinte, sans canal secondaire ni attaque latérale. Il s’agit donc d’un seuil direct, aussi appelé seuil carotte.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Seuil direct (seuil carotte).

Question 15. Sur l’extrait de la coupe B-B de l’annexe A2 reproduit sur la page, indiquer par des flèches rouges le sens de déplacement de chaque tiroir lors de l’ouverture du moule.

À l’ouverture, les broches inclinées entraînent les tiroirs perpendiculairement à l’axe d’ouverture. Chaque tiroir s’écarte de l’empreinte : les tiroirs supérieurs se déplacent vers le haut et les inférieurs vers le bas sur la coupe.

Sens de déplacement des tiroirs à l’ouverture



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tiroirs supérieurs vers le haut, tiroirs inférieurs vers le bas.

Question 16. Indiquer si les tiroirs appartiennent à la partie fixe ou à la partie mobile du moule.

Les tiroirs sont portés par la partie mobile. À l’ouverture, les broches inclinées leur imposent le déplacement transversal qui libère les formes latérales de la pièce.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Partie mobile.

Question 17. **Citer l'élément qui commande les tiroirs de l'outillage étudié et donner son repère.**

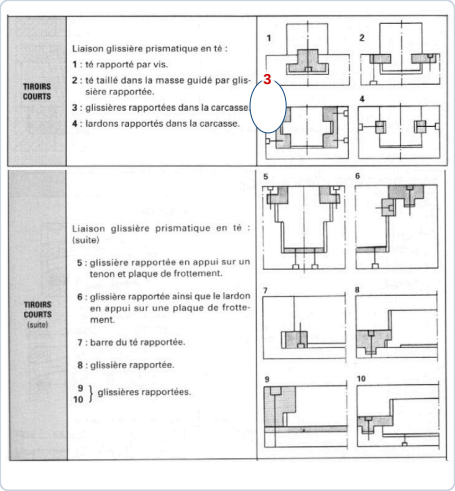
La commande des tiroirs est assurée par des broches inclinées. Elles transforment le déplacement d'ouverture en déplacement transversal des tiroirs. Le repère à inscrire est celui de ces broches dans la nomenclature de l'outillage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Broches inclinées, repère correspondant dans la nomenclature du moule.

Question 18. **Parmi les solutions technologiques illustrées, entourer en rouge le repère de la solution retenue pour le guidage des tiroirs.**

La solution représentée correspond à des glissières rapportées dans la carcasse, adaptées au guidage des tiroirs courts de l'outillage. Sur le schéma des solutions technologiques, cette configuration porte le repère 3.

Repère de la solution de guidage retenue



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Solution de guidage repère 3.

Question 19. **À partir des perçages visibles sur les coupes A-A et B-B de l'annexe A2, donner le nom et la fonction du système représenté.**

Il s'agit d'un refroidissement par canne. Celle-ci conduit le fluide jusqu'au fond du perçage, puis le fluide revient par l'espace annulaire autour de la canne. Le dispositif permet de refroidir une zone profonde du moule.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Refroidissement par canne, avec circulation aller-retour dans le perçage.

Question 20. À l'aide de l'annexe A2, indiquer sur quels éléments les cannes de refroidissement sont vissées.

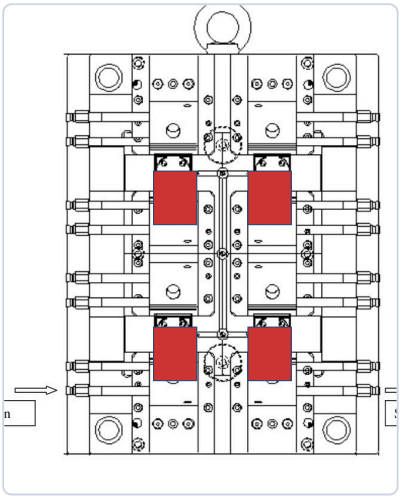
Les cannes de refroidissement se vissent dans les tiroirs. Elles permettent d'évacuer la chaleur des zones d'empreinte portées par ces éléments mobiles.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Dans les tiroirs.

Question 21. Sur le dessin de la partie mobile, colorier en rouge les tiroirs et proposer les pontages par flexibles entre les cannes de refroidissement afin de fermer le circuit de refroidissement des tiroirs.

Colorier les quatre tiroirs latéraux en rouge. Pour fermer le circuit, raccorder par flexibles les cannes successives, depuis l'entrée de régulation jusqu'à la sortie, en suivant l'implantation des raccords du dessin.

Tiroirs à colorier en rouge



> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Tiroirs rouges; cannes reliées par flexibles entre l'entrée et la sortie de régulation.

Question 22. À partir du document de l'annexe A2 intitulé « Zoom colonne 11 et bague de guidage 12 », compléter les références des colonnes de guidage 11 prévues et indiquer leur nombre.

Les références prévues sont de la forme GC2S suivie de la longueur de chaque colonne. Relever les deux longueurs distinctes sur le zoom de la colonne 11, puis indiquer pour chacune le nombre de colonnes correspondant.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> GC2S / longueur 1 et GC2S / longueur 2, avec le nombre correspondant à chacune.

Question 23. Donner les références Rabourdin des colonnes avec plot de centrage OXA, type 673, et des bagues à collerette avec plot de centrage OXA, type 1073, pour un diamètre nominal de 22. Respecter impérativement les diamètres et appliquer la tolérance d'adaptabilité de plus ou moins 1 mm sur les longueurs.

Choisir les colonnes type 673 et les bagues à collerette type 1073, toutes deux au diamètre nominal de 22 mm. Pour chaque pièce, prendre dans la gamme Rabourdin une longueur à 1 mm au plus de la longueur relevée sur le plan, en conservant impérativement le diamètre.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Colonne type 673, Ø 22 mm; bague type 1073, Ø 22 mm. Longueurs dans la tolérance de ±1 mm.

3. Mise en œuvre

Cette partie porte sur l'injection des plastrons en PC-ABS et le choix d'une presse à partir des caractéristiques de la pièce et du moule. Elle aborde également l'extrusion des profilés PVC et la fabrication de pièces composites par moulage sous vide ou RTM Light.

Question 24. À l'aide de l'annexe A3, calculer en cm² la surface projetée d'une pièce en négligeant les orifices de passage des broches, puis déterminer la surface projetée de la moulée en ajoutant les 15 cm² de canaux d'alimentation.

Le plastron mesure 45 × 45 mm. Sa surface projetée vaut $45 \times 45/100 = 20,25$ cm². Le moule comporte quatre empreintes : la surface projetée des pièces est donc $4 \times 20,25 = 81$ cm².

On ajoute les 15 cm² des canaux d'alimentation pour obtenir la surface totale projetée de la moulée.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Surface d'une pièce : 20,25 cm². Surface projetée de la moulée : 96 cm².

Question 25. Calculer la pression dans le moule, puis la force de verrouillage pour une surface projetée de moulée de 96 cm² et un coefficient de sécurité de 1,2. Utiliser les données de pression en bout de vis et de pertes de charge, respecter les unités indiquées pour la formule et donner le résultat en kN.

Les pertes de charge diminuent de 55 % la pression en bout de vis : la pression dans le moule vaut $1600 \times (1 - 0,55) = 720$ bars.

Avec le coefficient de sécurité, $F = 96 \times 720 \times 1,2 = 82\,944$ daN. Comme 100 daN valent 1 kN, la force de verrouillage est $82\,944/100 = 829,44$ kN.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Pression dans le moule : 720 bars. Force de verrouillage : 829,44 kN.

Question 26. À l'aide des annexes A1 et A3, calculer le volume à froid de la moulée et donner le résultat en cm³.

Le volume à froid se calcule à partir de la masse totale de la moulée et de la masse volumique du PC-ABS : $V_{froid} = m_{moulée}/\rho$. Pour quatre empreintes, la masse totale comprend les quatre plastrons et les canaux d'alimentation. Reprendre leurs masses indiquées en annexe A1 et A3, puis diviser par la masse volumique en g/cm³ afin d'obtenir le volume en cm³.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> $V_{froid} = m_{moulée}/\rho$, en cm³.

Question 27. À partir du volume à froid, calculer le volume de dosage à chaud en tenant compte du matelas de 3 cm³ et donner le résultat en cm³.

Le coefficient de rétraction volumique de 0,8 relie le volume à chaud au volume à froid : $V_{chaud} = V_{froid}/0,8$. On ajoute ensuite le matelas de 3 cm³ pour obtenir le volume de dosage.

Le calcul s'écrit donc $V_{dosage} = V_{froid}/0,8 + 3$, en cm³, avec le volume à froid déterminé à la question 26.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Volume de dosage : $V_{froid}/0,8 + 3$ cm³.

Question 28. À l'aide de l'annexe A2, compléter le tableau des caractéristiques du moule et des conditions de moulage : diamètre de la bague de centrage, épaisseur du moule, force de verrouillage et volume injectable. Choisir et justifier la presse la plus adaptée, puis indiquer la modification à apporter au moule.

Caractéristique	Valeur
Diamètre de la bague de centrage	Cote portée au plan du moule
Épaisseur du moule	Cote portée au plan du moule
Force de verrouillage	829,44 kN
Volume injectable	Volume de dosage calculé à la question 27

La presse HM 100/525 est à retenir si sa capacité de verrouillage et son volume injectable dépassent ces besoins. Adapter la bague de centrage du moule au diamètre de centrage de la presse.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Force requise : 829,44 kN. Presse : HM 100/525, sous réserve de capacité d'injection suffisante. Adapter la bague de centrage au diamètre de la presse.

Question 29. À partir de la fiche de contrôle injection du plastron, proposer deux solutions correctives pour chacun des deux points de contrôle non conformes.

Pour chaque point non conforme, intervenir sur le réglage correspondant, puis relancer quelques pièces et contrôler à nouveau selon la fiche.

- Si le défaut est un manque de remplissage : augmenter progressivement la vitesse ou la pression d'injection ; augmenter la pression ou le temps de maintien.
- Si le défaut est une bavure : diminuer la pression d'injection ou de maintien ; vérifier le plan de joint et la force de fermeture.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Manque de remplissage : ajuster injection et maintien. Bavure : réduire la pression et vérifier fermeture et plan de joint.

Question 30. **Définir le défaut de givrage, citer le périphérique qui peut l'éliminer et en expliquer le principe.**

Le givrage est un aspect blanchâtre ou mat de la surface, généralement lié à un refroidissement trop rapide au contact du moule. Un thermorégulateur peut corriger ce défaut en chauffant et en régulant le fluide circulant dans les canaux du moule. La température de surface reste ainsi plus élevée et la matière se solidifie moins brutalement.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Givrage : blanchiment de surface par refroidissement trop rapide. Périphérique : thermorégulateur de moule.

Question 31. **Citer les conditions initiales à vérifier avant de mettre la vis en rotation.**

Avant la rotation de la vis, vérifier que les zones de chauffe ont atteint et stabilisé leurs consignes, que la trémie contient de la matière et que le refroidissement fonctionne. La tête et la filière doivent être montées et dégagées. Vérifier enfin que les protections et sécurités de la ligne sont opérationnelles.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Températures stabilisées, matière disponible, refroidissement en service et équipements de sécurité vérifiés.

Question 32. **Sur le schéma de la tête d'extrusion cylindrique pour tube, situer l'entrefer et donner sa fonction. Identifier les éléments repérés 1, 2, 8 et 9.**

L'entrefer est l'espace annulaire entre le mandrin et la filière, à la sortie de la tête. Il forme la paroi du tube et en détermine l'épaisseur. Les repères du schéma désignent les éléments suivants :

- 1 : mandrin.
- 2 : filière.
- 8 : résistance chauffante.
- 9 : thermocouple.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Entrefer : passage annulaire mandrin-filière. Repères : 1 mandrin, 2 filière, 8 résistance chauffante, 9 thermocouple.

Question 33. Expliquer précisément le rôle de l'élément 14 sur le schéma de la tête d'extrusion.

L'élément 14 contribue au chauffage de la tête d'extrusion. Il apporte l'énergie nécessaire pour maintenir la matière à sa température de transformation jusqu'à la sortie de la filière. Une température régulière limite le refroidissement prématuré et favorise un écoulement stable de la matière.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> L'élément 14 chauffe la tête et maintient la matière à sa température de transformation.

Question 34. Sélectionner la plage de transformation du PVC parmi les choix proposés : 165-190 °C, 170-230 °C ou 185-250 °C.

Parmi les choix proposés, la plage adaptée au PVC est 165 à 190 °C. Le PVC est thermosensible : une température excessive peut provoquer sa dégradation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> 165 à 190 °C.

Question 35. À partir de la fiche de réglage extrusion des socles de l'annexe A3, expliquer pourquoi la température de consigne de la zone Z5 est inférieure à celles des zones Z4 et FA.

La consigne plus basse en Z5 limite l'échauffement de la matière en fin de fourreau. Le cisaillement et les frottements de la vis ajoutent de la chaleur à celle fournie par les résistances. Réduire la consigne aide donc à éviter une température excessive et la dégradation thermique du PVC avant son passage dans la tête.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Z5 est réglée plus bas pour compenser l'échauffement mécanique et limiter la dégradation du PVC.

Question 36. À partir de la fiche de contrôle extrusion du couvercle, proposer deux actions correctives pour chacun des défauts suivants : points noirs et masse linéaire au mètre trop faible.

Pour les points noirs, purger la vis et la tête, puis nettoyer les zones de stagnation. Vérifier également la propreté de la matière et du filtre.

Pour une masse linéaire trop faible, réduire la vitesse de tirage ou augmenter le débit d'extrusion. Contrôler la masse par mètre après stabilisation.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Points noirs : purger et nettoyer. Masse linéaire trop faible : réduire le tirage ou augmenter le débit.

Question 37. Donner deux avantages et deux inconvénients de l'utilisation d'une matière teintée dans la masse.

Avantages	Inconvénients
Teinte homogène dans toute l'épaisseur	Purges et pertes de matière lors d'un changement de teinte
Bonne tenue de la couleur aux rayures superficielles	Stockage de plusieurs références de matière colorée

La coloration dans la masse stabilise l'aspect, mais rend les changements de couleur plus contraignants.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Avantages : teinte homogène, bonne tenue de surface. Inconvénients : purges au changement de teinte, stocks de matières colorées.

Question 38. Citer trois autres techniques de coloration.

Trois autres techniques de coloration sont la peinture ou le laquage, la sérigraphie ou la tampographie, et le marquage à chaud par transfert d'un film coloré.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Peinture, sérigraphie ou tampographie, marquage à chaud.

Question 39. Dans la situation de fabrication d'une goulotte en composite renforcé de fibres de carbone, donner le principe du RTM Light utilisé pour le couvercle.

Le renfort sec est placé dans un moule fermé. La résine est injectée à faible pression tandis que le vide favorise son imprégnation et le compactage du renfort. Après polymérisation, la pièce composite est démoulée.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le RTM Light imprègne un renfort sec dans un moule fermé par injection de résine assistée par le vide.

Question 40. Pour répondre à une demande de fabrication de 200 m de profilé par jour, préconiser une autre technique de fabrication du couvercle.

Pour produire 200 m de profilé par jour, la pultrusion convient aux grandes longueurs de section constante. Le renfort continu est imprégné de résine, puis tiré à travers une filière qui donne sa forme au profilé et permet sa polymérisation.

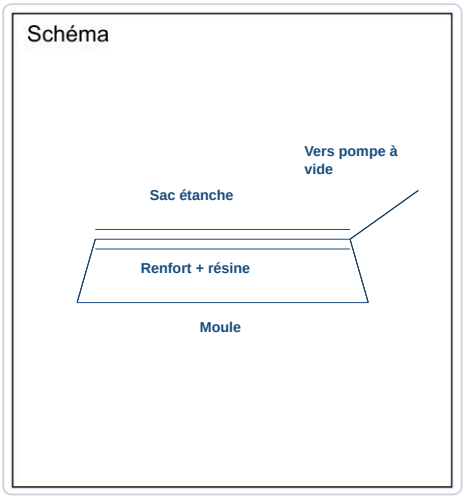
✓ RÉPONSE À RETENIR

Préconisation : pultrusion, procédé continu adapté aux profilés longs de section constante.

Question 41. **Donner le principe du moulage sous vide et réaliser un schéma explicatif.**

Le renfort est déposé sur le moule et imprégné de résine. Un sac étanche raccordé à une pompe à vide recouvre l'ensemble. La dépression plaque le sac sur le stratifié, le compacte et évacue une partie de l'air pendant la polymérisation.

Principe du moulage sous vide



✓ RÉPONSE À RETENIR

Le vide sous sac compacte le renfort imprégné et évacue l'air pendant la polymérisation.

Question 42. **Donner le rôle du catalyseur utilisé avec la résine polyester.**

Le catalyseur amorce la polymérisation et la réticulation de la résine polyester. Le mélange liquide durcit et forme le matériau composite.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Le catalyseur déclenche la polymérisation de la résine polyester.

Question 43. **Donner le rôle de l'accélérateur utilisé avec la résine polyester.**

L'accélérateur augmente la vitesse de polymérisation en favorisant l'action du catalyseur. Il réduit ainsi le temps nécessaire à la prise et au durcissement de la résine.

✓ RÉPONSE À RETENIR

L’accélérateur augmente la vitesse de polymérisation.

Question 44. Citer trois causes possibles d’accrochage d’une pièce carbone-résine polyester au démoulage.

Trois causes possibles d’accrochage au démoulage sont l’absence ou la mauvaise application de l’agent démoulant, une polymérisation insuffisante, et des dépouilles trop faibles ou une surface de moule encrassée ou endommagée.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Agent démoulant absent ou mal appliqué, polymérisation insuffisante, dépouille insuffisante ou moule encrassé.

4. Opérations de parachèvements

Les questions portent sur les inscriptions réalisées pendant le moulage du plastron, ainsi que sur des techniques générales d'assemblage et de décoration des pièces plastiques. Elles concernent aussi la fonction du film plastique appliqué sur les profilés extrudés.

Question 45. Expliquer le principe permettant d'obtenir pendant le moulage les inscriptions présentes sur le plastron, notamment les références et le logo NF.

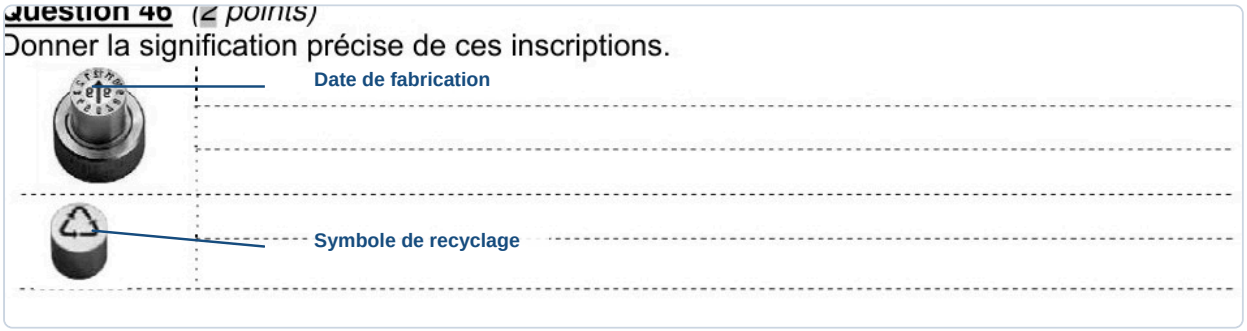
Les inscriptions sont intégrées à la pièce pendant l'injection. Les caractères, références et logos sont gravés dans l'empreinte du moule. Le plastique fondu remplit ces détails, puis les reproduit sur le plastron au refroidissement et au démoulage. Les inscriptions sont ainsi moulées directement, généralement en relief, sans impression ni marquage ajouté après la fabrication. Leur position et leur forme sont définies par l'empreinte.

> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Les inscriptions gravées dans l'empreinte du moule sont reproduites directement sur le plastron lors de l'injection.

Question 46. Donner la signification précise des inscriptions illustrées sur la page.

Le premier symbole est un dateur de moulage : il sert à repérer la date de fabrication, généralement le mois et l'année, au moyen d'un repère sur le cadran. Le second est le symbole de recyclage des matières plastiques. Il indique que la pièce relève d'une matière plastique recyclable. Aucun chiffre de type d'identification de résine n'est lisible dans le symbole reproduit sur le sujet : il ne permet donc pas, à lui seul, d'affirmer le code matière.

Signification des symboles moulés



> ✓ **RÉPONSE À RETENIR**
>
> Premier symbole : date de fabrication. Second symbole : recyclage de la matière plastique.

Question 47. Les têtes de prise étant clipsées, citer quatre autres techniques générales d'assemblage.

En complément du clipsage, on peut assembler des pièces par des liaisons démontables ou permanentes. Quatre techniques générales sont :

1. le vissage, démontable ;
2. le rivetage, généralement permanent ;

3. le collage ;
4. le soudage, par exemple par ultrasons ou par plaque chauffante.

Le choix dépend notamment des matériaux, des efforts à reprendre et de la possibilité de démonter l'assemblage.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Vissage, rivetage, collage et soudage.

Question 48. Citer quatre techniques de décoration applicables aux pièces plastiques.

Quatre techniques de décoration adaptées aux pièces plastiques sont :

- la peinture ou le laquage ;
- la sérigraphie ;
- la tampographie ;
- le marquage à chaud par transfert d'un film décoratif.

Ces procédés permettent d'ajouter une couleur, un motif ou une inscription sur la surface de la pièce. Le procédé se choisit selon la forme de la pièce, le rendu recherché et la tenue attendue de la décoration.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Peinture, sérigraphie, tampographie et marquage à chaud.

Question 49. Sur la ligne d'extrusion, indiquer la fonction du film plastique posé sur la face du couvercle.

Le film plastique sert à protéger la face visible du couvercle pendant la fabrication, la manutention et le transport du profilé. Il limite les rayures, les salissures et les traces de manipulation. Il est retiré avant la mise en service ou la livraison finale, afin de laisser apparaître une surface propre et intacte. Il ne constitue pas le revêtement décoratif permanent du couvercle.

> **✓ RÉPONSE À RETENIR**
>
> Le film protège la face visible du couvercle des rayures et des salissures jusqu'à son retrait.

5. Gestion de production / qualité

Cette partie mobilise la charte éthique de l'entreprise et les données de fabrication des têtes de prise et des socles pour étudier les quantités, les besoins et les temps de production. Elle traite également de l'analyse de Pareto, du diagramme de Gantt et des contrôles qualité du plastron.

Question 50. À partir des cinq principes éthiques présentés en anglais, noter le numéro correspondant à chacune des phrases françaises : protection de l'environnement, honnêteté et transparence, responsabilité envers les collectivités, santé et sécurité au travail, respect des êtres humains.

Les cinq phrases reprennent les principes numérotés de la charte.

Phrase	Principe
Protection de l'environnement	4
Honnêteté et ouverture	2
Responsabilité envers les collectivités	5
Santé et sécurité au travail	3
Respect des êtres humains	1

Réponses aux principes éthiques

Question 50 *(5 points)*

Notez le numéro du principe éthique auquel correspondent ces phrases :

n° 4 ..... Nous protégeons l'environnement.

n° 2 ..... Nous sommes honnêtes et ouverts.

n° 5 ..... Nous endossons une responsabilité volontaire à l'égard des collectivités autour de nous.

n° 3 ..... Notre lieu de travail est sain et sûr.

n° 1 ..... Nous respectons tous les êtres humains.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Dans l'ordre : 4, 2, 5, 3, 1.

Question 51. Pour une production de 70 000 têtes de prise en juin 2013, calculer le nombre de plastrons à fabriquer en tenant compte des rebuts de production de 1,2 %, sans tenir compte des déchets de démarrage et en utilisant les données de l'annexe A3. Écrire les calculs.

Chaque tête de prise comprend un plastron. Avec 1,2 % de rebuts, le taux de pièces conformes est 98,8 % : 70 000 ÷ 0,988 = 70 850,2. On arrondit à l'entier supérieur pour garantir la commande.

✓ RÉPONSE À RETENIR

70 851 plastrons à fabriquer.

Question 52. Calculer la quantité totale de matière d'œuvre nécessaire à la production prévue, puis exprimer le résultat en kilogrammes et en nombre de sacs de 25 kg. Écrire les calculs et consulter l'annexe A3.

La masse totale indiquée par le calcul de production est 4 390 890 g. Conversion : 4 390 890 ÷ 1 000 = 4 390,89 kg. Le nombre de sacs est 4 390,89 ÷ 25 = 175,64 ; il faut arrondir au sac entier supérieur.

✓ RÉPONSE À RETENIR

4 390,89 kg, soit 176 sacs de 25 kg.

Question 53. Déterminer le temps de production et exprimer le résultat en heures puis en jours.

Calculer le nombre de cycles en divisant la quantité de plastrons par le nombre d'empreintes, puis multiplier par le temps de cycle de l'annexe A3. Le temps en heures s'obtient en divisant les secondes par 3 600. La presse fonctionnant en 3 × 8 h, convertir en jours de production en divisant les heures par 24.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps (h) = nombre de cycles × temps de cycle (s) ÷ 3 600 ; jours de production = heures ÷ 24.

Question 54. Pour la fabrication de 10 000 mètres de socle en juin, calculer le temps de fabrication en heures puis en jours. Calculer aussi la quantité de matière en kilogrammes en tenant compte des déchets de démarrage et du nombre de démarrages, mais sans tenir compte des rebuts de production.

Temps d'extrusion : 10 000 m divisés par le débit linéaire de l'annexe A3. Convertir les heures en jours de production en divisant par 24. Pour la matière, multiplier la masse linéaire par 10 000 m et ajouter les déchets de démarrage pour chaque démarrage prévu.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Temps (h) = 10 000 ÷ débit (m/h) ; matière (kg) = [10 000 × masse linéaire (kg/m) + déchets de démarrage par lancement] × nombre de lancements.

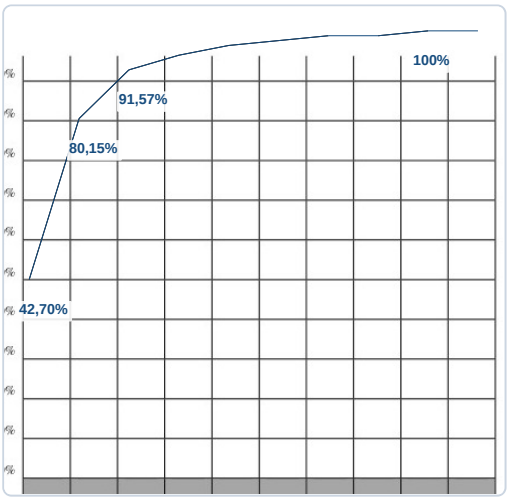
Question 55. À partir du tableau des dix causes d'arrêt des postes automatisés H et I, compléter le tableau de Pareto en calculant le nombre total d'arrêts, les sommes cumulées et les pourcentages cumulés. Tracer la courbe cumulée et formuler une conclusion.

Classer les causes par nombre d'arrêts décroissant. Le total est 534 ; le pourcentage cumulé se calcule par cumul ÷ 534 × 100.

N°	Arrêts	Cumul	Cumul (%)
7	228	228	42,70
10	200	428	80,15
8	61	489	91,57
5	16	505	94,57
6	12	517	96,82
9	7	524	98,13
1	4	528	98,88
4	3	531	99,44
3	2	533	99,81
2	1	534	100,00

Les causes 7 et 10 constituent la priorité d'amélioration : elles représentent environ 80 % des arrêts.

Courbe cumulée de Pareto



✓ RÉPONSE À RETENIR

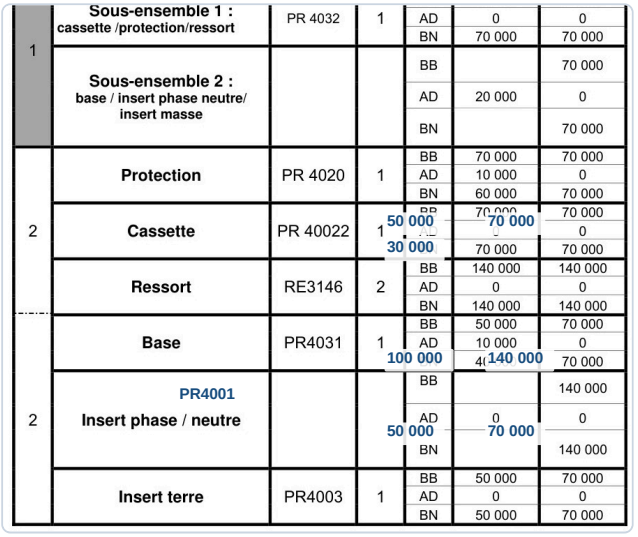
534 arrêts au total. Les causes 7 et 10 cumulent 80,15 % des arrêts.

Question 56. Compléter le tableau de calcul des besoins pour mai et juin des composants constituant le sous-ensemble 2, à l'aide de la nomenclature arborescente du produit. Déterminer les besoins bruts, les articles disponibles et les besoins nets.

Le sous-ensemble 2 comprend une base, deux inserts phase/neutre et un insert terre. Pour chaque élément, le besoin brut est le besoin du sous-ensemble multiplié par la quantité de la nomenclature ; le besoin net est le besoin brut diminué de l'article disponible.

Article	Référence	Qté	Mai BB	Mai AD	Mai BN	Juin BB	Juin AD	Juin BN
Sous-ensemble 2	-	1	50 000	20 000	30 000	70 000	0	70 000
Base	PR4031	1	50 000	10 000	40 000	70 000	0	70 000
Insert phase/neutre	PR4001	2	100 000	0	100 000	140 000	0	140 000
Insert terre	PR4003	1	50 000	0	50 000	70 000	0	70 000

Calcul des besoins du sous-ensemble 2 complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

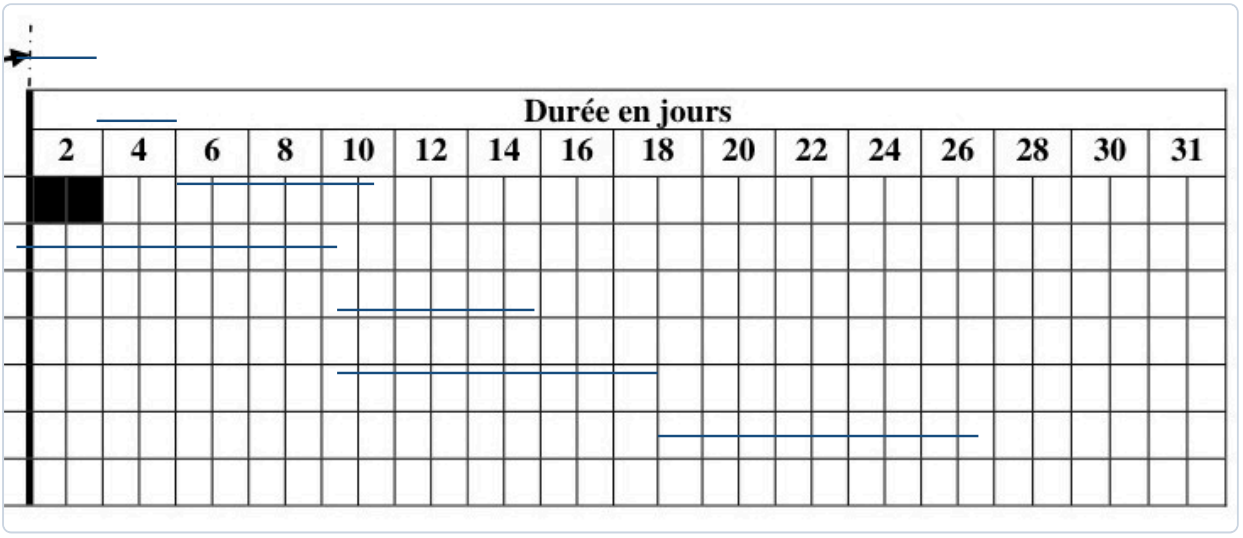
Besoins nets mai : 30 000 sous-ensembles 2, 40 000 bases, 100 000 inserts phase/neutre et 50 000 inserts terre. Juin : 70 000, 70 000, 140 000 et 70 000.

Question 57. Compléter le diagramme de Gantt au plus tôt à partir des durées et des presses indiquées, avec un démarrage le mardi 4 juin à 6 h. Déterminer les dates de fin de production des pièces injectées pour chaque presse, des deux sous-ensembles et des têtes de prise. Ne pas tenir compte des changements d'outillage et considérer chaque case comme un jour.

Les opérations sur chaque presse se suivent : cassette puis protection sur A, base puis plastron sur D. Les assemblages commencent dès que leurs composants sont disponibles. Le 4 juin est le premier jour de production.

Opération	Début	Fin
Cassette, 2 j	4 juin	5 juin
Protection, 2 j	6 juin	7 juin
Sous-ensemble 1, 5 j	8 juin	12 juin
Base, 8 j	4 juin	11 juin
Sous-ensemble 2, 5 j	12 juin	16 juin
Plastron, 8 j	12 juin	19 juin
Tête de prise, 8 j	20 juin	27 juin

Diagramme de Gantt complété



✓ RÉPONSE À RETENIR

Presse A : 7 juin. Presse D : 19 juin. Sous-ensembles : 12 et 16 juin. Têtes de prise : 27 juin.

Question 58. **Déterminer la date de disponibilité de la presse A HM 50/210 après la production des cassettes et des protections, sans tenir compte des changements d'outillage. Déterminer aussi à partir de quelle date les têtes de prise seront fabriquées.**

La presse A réalise successivement 2 jours de cassettes puis 2 jours de protections à partir du 4 juin. Elle achève ces fabrications le 7 juin et redevient disponible le 8 juin. Les têtes de prise attendent notamment la fin du plastron, le 19 juin.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Presse A disponible le 8 juin. Fabrication des têtes de prise à partir du 20 juin.

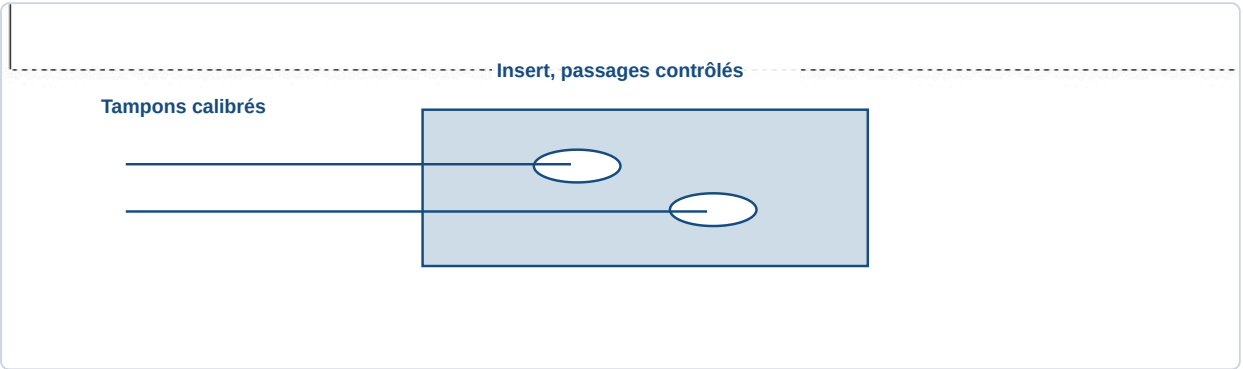
Question 59. À partir de la fiche de contrôle injection du plastron, citer quatre moyens différents de vérifier sa conformité. Schématiser le matériel permettant de vérifier les diamètres de passage des broches de l'insert.

Les moyens de contrôle adaptés sont :

- contrôle visuel de l'aspect ;
- pied à coulisse pour les dimensions ;
- balance pour la masse ;
- gabarit pour la géométrie.

Les diamètres de passage des broches se vérifient à l'aide de tampons lisses calibrés, introduits sans forcer dans les orifices.

Contrôle des passages par tampons calibrés



✓ RÉPONSE À RETENIR

Contrôle visuel, pied à coulisse, balance et gabarit ; tampons lisses calibrés pour les passages.

6. Maintenance et sécurité / environnement

Les dernières questions concernent les marquages laser du couvercle, les risques et les équipements de protection liés au détourage d'un composite carbone, ainsi que la prévention et la valorisation des déchets. Elles abordent aussi la sécurité des produits de mise en œuvre et le raccordement des inserts électriques.

Question 60. À l'aide, notamment, des annexes A1 et A3, indiquer la signification générale des sept éléments numérotés sur le marquage laser du couvercle GOCDT 45.

N°	Signification
1	Logo du fabricant ENSTO.
2	Marque de certification NF.
3	Marquage CE : conformité aux exigences européennes applicables.
4	Référence à la norme EN 50085-2-1 et indication de conformité RoHS.
5	IP44 : protection contre les corps solides et les projections d'eau ; IK08 : résistance aux chocs.
6	Référence article 740045.
7	Date et heure de fabrication, au format JJ/MM/AA HH:MM.

Ces marquages identifient le fabricant et le produit, et donnent ses certifications, ses niveaux de protection et sa traçabilité.

Marquages du couvercle complétés



✓ RÉPONSE À RETENIR

ENSTO ; NF ; CE ; EN 50085-2-1 et RoHS ; IP44 et IK08 ; article 740045 ; date et heure de fabrication.

Question 61. Pour le détourage du socle en résine UP et fibre de carbone, identifier trois risques professionnels et associer à chacun un équipement de protection individuelle.

Associer chaque danger du détourage à une protection individuelle adaptée :

- Poussières et fibres de carbone inhalées : masque respiratoire adapté aux poussières fines, de préférence P3.
- Projection de particules : lunettes de protection enveloppantes.
- Bruit de l'outil : bouchons d'oreilles ou casque antibruit.

Le captage des poussières à la source complète les EPI, sans les remplacer.

Risques et EPI du détourage

Risque	EPI
Poussières/fibres de carbone	Masque filtrant P3
Projections de particules	Lunettes enveloppantes
Bruit de l'outil	Bouchons ou casque antibruit

✓ RÉPONSE À RETENIR

Poussières/fibres : masque P3 ; projections : lunettes ; bruit : protection auditive.

Question 62. Citer le nom chimique du catalyseur utilisé avec la résine polyester, indiquer le risque principal du mélange accélérateur-catalyseur, puis proposer deux solutions pour éviter ce risque.

Le catalyseur usuel d'une résine polyester est le peroxyde de méthyléthylcétone (PMEC, ou MEKP). Son contact direct avec l'accélérateur concentré peut déclencher une réaction fortement exothermique, avec risque d'incendie ou d'explosion.

1. Ne jamais mettre directement en contact l'accélérateur et le catalyseur.
2. Les incorporer séparément à la résine, dans l'ordre prescrit, avec des récipients et outils distincts.

✓ RÉPONSE À RETENIR

Catalyseur : PMEC (MEKP). Risque : réaction violente, incendie ou explosion. Incorporer séparément les produits à la résine.

Question 63. Citer trois procédés permettant de supprimer ou de valoriser les déchets générés par la production du plastron.

Pour les rebuts thermoplastiques de plastron, trois voies de traitement possibles sont :

- Broyage des déchets propres et réintégration contrôlée dans la production.

- Recyclage matière dans une filière adaptée.
- Valorisation énergétique des déchets qui ne peuvent pas être recyclés.

✓ RÉPONSE À RETENIR

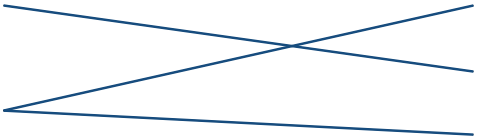
Broyage et réintégration, recyclage matière, valorisation énergétique.

Question 64. Relier les références des inserts électriques PR 4003 et PR 4001, ce dernier correspondant au neutre et à la phase, aux couleurs proposées pour les fils : bleu, vert/jaune et noir.

Les références correspondent aux conducteurs selon leur fonction électrique :

Référence	Fonction	Couleur du fil
PR 4003	Terre	Vert/jaune
PR 4001	Neutre	Bleu
PR 4001	Phase	Noir

Correspondance inserts et couleurs



✓ RÉPONSE À RETENIR

PR 4003 terre : vert/jaune ; PR 4001 neutre : bleu ; PR 4001 phase : noir.

Ce qu'il faut retenir de ce sujet (Session 2013)

Bilan de l'épreuve : Épreuve écrite d'admissibilité du Concours général des métiers, spécialité Plastiques et composites, session 2013, code IK, durée 4 heures, sans coefficient imprimé. Le sujet étudie la tête de prise Klé@ PR4040 et son plastron PR4010 en PC-ABS, ainsi que les goulottes associées. Il évalue les matériaux, l'outillage, l'injection, l'extrusion, les composites, la qualité, la production et la sécurité.

Notions-clés, formules & règles à maîtriser

- L'indice MFI caractérise la fluidité d'un polymère fondu dans des conditions définies de température et de charge.
- La force de verrouillage dépend de la pression dans le moule, de la surface projetée et du coefficient de sécurité demandé.
- Le besoin net se calcule à partir du besoin brut diminué du stock disponible, selon la nomenclature du produit.
- Le diagramme de Pareto classe les causes par fréquence et représente leur pourcentage cumulé pour cibler les priorités.

Points de vigilance & attentes du jury

- Écrire les calculs et conserver les unités demandées pour les surfaces, volumes, pressions, forces, masses et temps.
- Pour les questions liées aux annexes A1, A2 et A3, relever les données correspondant à la matière, au moule ou au procédé étudié.
- Dans le planning, respecter les antériorités de fabrication et d'assemblage, les presses affectées et l'échelle d'un jour par case.
- Pour le Pareto, classer les arrêts du plus fréquent au moins fréquent avant de calculer les sommes et pourcentages cumulés.

Questions fréquentes sur cette épreuve (Q&A Examen)

Q : Comment calculer la force de verrouillage demandée pour l'injection ?

Déterminez d'abord la pression réellement appliquée dans le moule à partir de la pression en bout de vis et des pertes de charge. Multipliez-la par la surface projetée de la moulée et par le coefficient de sécurité, puis convertissez le résultat dans l'unité demandée.

Q : Comment établir les besoins nets des composants d'un sous-ensemble ?

Décomposez le produit avec sa nomenclature et multipliez le besoin parent par le nombre de composants nécessaires. Pour chaque article, le besoin net correspond au besoin brut moins le stock disponible, sans descendre sous zéro.

Q : Comment organiser le diagramme de Gantt de la production ?

Placez les opérations à partir de la date de départ en respectant leurs durées et les ressources affectées. Un assemblage ne commence qu'après fabrication des pièces qui le composent; appliquez les consignes du sujet sur les changements d'outillage et l'échelle journalière.

Q : Qu'attend-on dans la présentation des réponses et des schémas ?

Le sujet demande d'écrire les calculs et de respecter les unités indiquées. Pour les tâches graphiques, les éléments doivent être clairement repérés et les flèches, courbes et schémas lisibles, avec les composants nécessaires à la compréhension.

Sujet officiel associé (PDF) : https://bacpropc.fr/assets/annales/bac-pro-pc/Épreuve écrite - Concours Général des Métiers (Plastiques et composites)/2013/Bac Pro PC - Épreuve écrite - Concours Général des Métiers (Plastiques et composites) - Session 2013 - 2-Sujet.pdf
Ressources Bac Pro PC : 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.